

Dissertation

zur Erlangung des akademischen
Grades *doctor philosophiae*
(Dr. Phil.)

vorgelegt der
Philosophischen Fakultät
der Technischen Universität
Chemnitz

**Wie kommt
die Robotik
zum Sozialen?
Epistemische Praktiken
der Sozialrobotik.**

von
Andreas Bischof, M.A. Kulturwissenschaften
geboren am 17.03.1986 in Weimar
andreas.bischof@phil.tu-chemnitz.de

Chemnitz, den 21.12.2015

Inhaltsverzeichnis

EINLEITUNG	5
I. WAS IST SOZIALROBOTIK?	12
1. Roboter & Robotik zum Funktionieren bringen	13
1. Was ist ein Roboter?	13
2. Was ist Robotik?	15
2. Drei Problemdimensionen der Sozialrobotik	20
1. Realwelt als Bezugsgröße	22
2. Sozialität modellieren	25
3. (Mensch-Roboter-)Sozialität systematisch messen	29
3. Forschungsstand Sozialrobotik	33
1. Zukunftsvorstellungen im Entwicklungsprozess	34
2. Kleinste gemeinsame Nenner und andere Pragmatismen	37
3. Dekontextualisierte Sozialität	40
4. Historischer Exkurs: Expertensysteme	43
4. Problemstellung – Sozialrobotik als „wicked problem“	51
II. FORSCHEN, TECHNISIEREN UND ENTWERFEN	54
1. Wissenschaft als (soziale) Praxis	56
1. Kontextualisierung von Wissenschaft in drei Wellen	56
2. Forschen als Problemlösungshandeln	61
3. Zwischenfazit	67
2. Technisierung und Komplexitätsreduktion in Technik	69
1. Technisierungsbegriff	69
2. Technisierung als Komplexitätsreduktion	72
3. Zwischenfazit	76
3. Entwurf, Technik, Nutzung – Technik zwischen Herstellungs- und Wirkungszusammenhang	78
1. Entwurfshandeln und Handlungsentwürfe	78
2. Designer-Nutzer-Verhältnisse	81

3. Zwischenfazit	89
4. Sozialrobotik als Problemlösungshandeln	91
III. METHODOLOGIE UND METHODEN DER STUDIE	96
1. Forschungsstil Grounded Theory	98
1. Methodologische Einordnung	98
2. Prinzipien des Forschungsprozesses nach Grounded Theory	102
3. Darstellung des Vorgehens der Studie	109
2. Ethnografie und narrative Experteninterviews	115
1. Ethnografie	115
2. Narrative Experteninterviews	124
3. Auswertungsmethoden und Generalisierung	132
1. Hermeneutisches Interpretieren	132
2. Kategorien der Analyse	140
3. Typizität und Typenbildung als Schlüssel der Generalisierung	146
4. Zusammenfassung	150
IV. DER ROBOTER ALS UNIVERSALWERKZEUG	151
1. Roboter als fiktionale Apparate	153
1. Ursprung der Robotik in der Science Fiction	153
2. Science Fiction als Alltagskultur der Sozialrobotik	156
3. Zwischenfazit – Fiktionale Roboterbilder und ihre Funktionen	160
2. Robotik als Lösungsversprechen	161
1. Konjunktur der Robotikförderung	162
2. Militärische Förderung	165
3. Grand Challenges als regulatives Ideal von Forschung	169
4. Zwischenfazit – Doppelte Nützlichkeit	172
3. Computer Science zwischen Wissenschaft und Design	174
1. Dijkstra: Kritik der Werkzeughörigkeit	174
2. Brooks: Computerwissenschaftler als Werkzeugmacher	176
3. Zwischenfazit – Werkzeuge vor Theorie?	178
4. Fazit – Das Erbe des Universalwerkzeugs	180

V. FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSZIELE DER SOZIALROBOTIK	185
1. Bedingungen projektförmiger Forschung	187
1. Beantragen	188
2. Einteilen	191
3. Evaluieren	194
2. Dimensionen und Typen der Ziele von Sozialrobotik	198
1. Zieldimension Entwicklung – Anwendung	198
2. Zieldimension universal – konkret	201
3. Typenschema	204
3. Beschreibung der Typen anhand der Verteilung der Fälle	208
1. Erforschen	209
2. Anwenden	213
3. Bauen	215
4. Designen	219
4. Ko-Konstruktion der Anwendung an Fallbeispielen	223
1. Spürbarer Effekt: Schlange stehen mit Wissenschaftlern	224
2. Szenarien entwickeln: Die Pflege für den Roboter fit machen	226
3. Tasks als eigene Wirklichkeit: Der Roboter, der die Tür nicht öffnet	230
4. Communities erreichen: Beziehungen herstellen	234
5. Fazit – Typen von Sozialität in Entwicklungszielen	238
VI. EPISTEMISCHE PRAKTIKEN UND INSTRUMENTE DER SOZIALROBOTIK	242
1. Praktiken der Laborisierung des Sozialen	244
1. „Studying to build or building to study?“	245
2. Objekte und Instrumente der Laborisierung	247
3. Epistemische Funktionen für das Feld	255
4. Zwischenfazit: Laborisierung als Komplexitätsreduktion	258
2. Alltägliche und implizite Heuristiken	262
1. Forschungsbiografische Schlüsselmomente	263
2. Ressourcen alltagsweltlicher epistemischer Praktiken	273
1. Zwischenfazit: epistemische Alltagspraktiken als (Wieder-) Aufnahme von Komplexität	281
3. Inszenierende Praktiken	284

1. Präsentieren als Routine	285
2. Fallbeispiel: Mystifizierung	287
3. Visualisieren und Zirkulieren	291
4. Zwischenfazit: Inszenierung als Unsichtbarmachung	298
4. Fazit – Wechselspiele des Erzeugens und Beobachtens	301
VII. FAZIT	305
1. Phänomenstruktur der Sozialrobotik	305
2. Entwicklung als Komplexitätsspendel	313
3. Methodologischer Vorschlag für den Entwicklungsprozess	317
LITERATURVERZEICHNIS	322
TABELLEN- UND ABBILDUNGSVERZEICHNIS	341

Einleitung

Den Beginn dieses Forschungsvorhabens markiert eine Recherche zum Einsatz von Robotern in Museen im Mai 2012. Die Recherche ergab, dass zwischen 1995 und 2005 mindestens 17 verschiedene Roboter von internationalen Forschungsteams zumindest zeitweise in Museen zum Einsatz kamen. Das Museum als öffentlicher Ort, an dem „untrained user“, verschiedene Inhalte – von versteinerten Dinosauriern über den amerikanischen Bürgerkrieg bis hin zu zeitgenössischer Kunst – sowie Wissensvermittlung und Unterhaltung zusammentreffen, war über ein Jahrzehnt das paradigmatische Anwendungsfeld einer bestimmten Art von Robotikforschung. Forschungsberichte, Konferenzpaper und Youtube-Videos von VHS-Aufnahmen eröffneten mir eine Welt, die ich als Sozialwissenschaftler höchst spannend und gleichzeitig befremdlich empfand. Aus allem sprachen Euphorie und Begeisterung, dass der Einsatz von Robotern an solchen Orten nun möglich sei, oder besser: ermöglicht werde. Der Bezug auf das Anwendungsfeld, die konkreten Nutzerinnen und Nutzer sowie deren Repräsentation – soweit aus den Veröffentlichungen zu rekonstruieren – geschah ebenfalls in diesem Pioniergeist. So heißt es z.B. in einer Veröffentlichung: „To appeal to people’s intuition, the robot’s interface uses patterns of interactions similar to those found when people interact with each other“ (Thrun et al. 1999). Die vermeintlichen Technikwissenschaftler¹ hatten sich zwischenmenschlichen und mensch-robotischen Interaktionsmustern als Gegenstandsbereich ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit zugewandt.

Die Ingenieure und Computerwissenschaftler waren nicht nur mit den Logiken, Handlungsmustern und Relevanzstrukturen der konkreten Museen und ihrer Besucherinnen konfrontiert. Sie haben darüber hinaus die Begegnung mit den Nutzern und die ihr zugrunde liegenden Regeln technisch operationalisiert. Ziel des Einsatzes im Museum war nicht nur der Test und Beweis der Leistungsfähigkeit neuartiger Methoden zur Navigation in „unstrukturierten Umgebungen“; die Interaktion mit den Maschinen sollte auch „glaubhaft“ bzw. „intuitiv“ sein (ebd.). Zur Umsetzung dessen griffen die Forschenden auf Mittel zurück, die nicht zwangsläufig dem Kanon der Künstlichen Intelligenzforschung und Computer Science entstammten: So erhielt der Roboter aus dem bereits

¹ Weibliche und männliche Bezeichnungen wechseln sich im Verlauf des Textes unsystematisch ab oder werden Teils mit geschlechtsneutralen Substantiven umgangen.

zitierten Forschungsprojekt bspw. ein Design, das an den Protagonisten des gleichnamigen Hollywood-Films „Johnny Nummer 5“ erinnert: Zwei Kameras als Augen, von Elektromotoren bewegte Lippen und Augenbrauen, die rudimentäre Gesichtsausdrücke erlauben (vgl. Abbildung 1). War „Minervas“ Weg blockiert, wechselte der Roboter vom Gesichtsausdruck „fröhlich“ zu „neutral“ und bat per Sprachausgabe durchgelassen zu werden: „Could you please stay behind me?“. Meldeten die Sensoren danach immer noch, dass ein Hindernis im Weg war, zogen sich die Mundwinkel nach unten, die Augenbrauen nach innen und die weibliche Stimme sagte bestimmt und ungeduldig: „I need to get through.“²

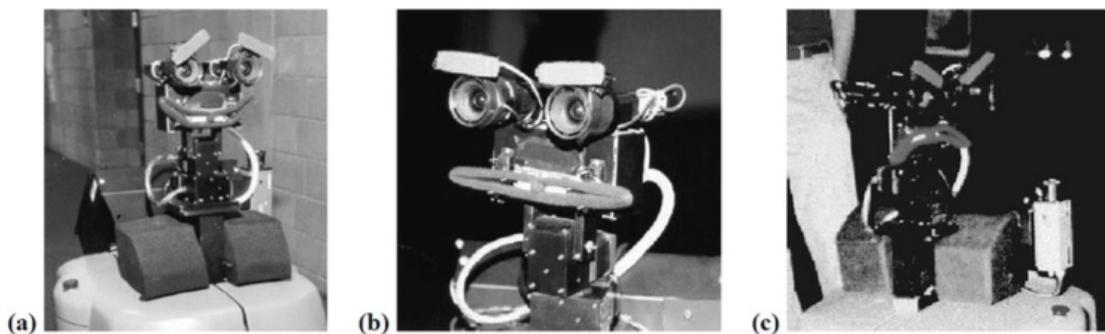


Abbildung 1 – Mimik des Roboters „Minerva“; Thrun et al. 1999

Am Beispiel des Museumsroboters „Minerva“ zeigen sich bereits die unterschiedlichen Näherungsweisen an das Soziale, die die empirische Rekonstruktion der Forschungs- und Entwicklungspraktiken der Sozialrobotik so reizvoll machen. Der Einsatz des Roboters im Museum motiviert sich zum einen aus der Herausforderung, ihn in diesem Umfeld zuverlässig zum Funktionieren zu bringen. Zum anderen geht damit eine Form von Lösungspotential einher: Der Roboter soll den Museumsbesuch attraktiver machen. Die Interaktion mit Menschen gerät dabei zunächst aus einer typisch ingenieurhaften Perspektive in den Blick: Sie werden als unkalkulierbare Hindernisse auf dem Weg des Roboters konzipiert. Die vergleichsweise pragmatische Zielstellung, dass der Roboter unfallfrei und effektiv zwischen Menschengruppen navigieren können muss, wurde von den Forschenden zusätzlich über die Imitation von Gefühlszuständen und Motiven des Roboterhandelns operationalisiert. Dahinter steht die (kognitionspsychologisch inspi-

² Die beschriebene Funktionsweise lässt sich sehr gut in einem Fernsehbeitrag von 1998 nachvollziehen: <https://www.youtube.com/watch?v=NOhcQCy1Kxs> [16.09.2015]

rierte) These, dass die Repräsentation von inneren Zuständen entscheidend für ein Gelingen der Begegnungen von Roboter und Museumsbesuchern ist. Anschließend wurden glaubhafte Ausdrucks-Modalitäten wie die Sprachsequenzen (mithilfe einer Schauspielerin) und die Gesichtsausdrücke entwickelt. Der Prozess der Entwicklung und des Einsatzes dieses Roboters im Museum wird in den Forschungspublikationen und auch in massenmedialen Darstellungen linearisiert: Wirkungsabsicht, Problemstellung, theoretisch hergeleitetes Lösungsprinzip, technische Umsetzung der Lösung, erfolgreicher Einsatz, Evaluation per Fragebogenstudie.

Dabei drängte sich schon aus der räumlichen und zeitlichen Ferne des Lesens der Eindruck auf, dass die Robotikforscher sehr viel mehr getan haben, als einen Algorithmus zur Pfadplanung und einen Zustandsautomaten zu entwickeln, den sie auf einer Roboterplattform implementiert haben. Sie müssen sich in die Alltagswelt des Museums begeben haben und dabei in Interaktionen mit Personal und Besuchern geraten sein. Sie haben implizit Erwartungen über die Nutzerinnen und Nutzer angestellt und die erwarteten Erwartungen der Nutzer explizit in die Gestaltung ihres Roboters einfließen lassen. Dabei haben sie sich auch populärkulturellen Vorbildern bedient, um die angestrebte Mensch-Roboter-Interaktion zum Funktionieren zu bringen. Schon auf der Basis von Alltagserfahrungen drängte sich die Hypothese auf, dass der tatsächliche Forschungs- und Entwicklungsprozess vielseitiger, iterativer, reicher und auch widersprüchlicher gewesen sein musste, als es die Selbstzeugnisse der Forschenden nahelegten. Die These lautete, dass die Entwicklung eines in Alltagswelten funktionierenden Roboters sehr viel mehr Aktivitäten, Vorbilder und Vermittlungen bedarf als ein theoretisch abgeleitetes Verhaltensmodell aus der Mensch-Mensch-Interaktion. Die Forscherinnen und Entwicklerinnen müssen dazu zwangsläufig Expertise aus anderen Gebieten einbringen können, um die Maschinen *sozial zu machen*.

Die Frage, wie sich die Robotik sozialen Gegenständen nähert, ist 20 Jahre nach den ersten Museumsrobotern noch sehr viel aktueller. Die angestrebten Anwendungsgebiete sozialer Roboter erstrecken sich mittlerweile auf Pflegeheime, Krankenhäuser, Flughäfen, Grundschulen, Universitäten und Bürogebäude. Der Einsatz von Robotern in diesen Kontexten wird nicht nur durch erste Prototypen-Einsätze wie im Fall der Museumsroboter erprobt, sondern in Pilotprojekten systematisch vorbereitet und evaluiert. In ein-

zelen Fällen wie dem „emotional assistiven“ Pflegeroboter Paro sind sogar schon marktreife Plattformen für vier- bis fünfstellige Summen erhältlich. Diese Konjunktur der Erforschung und Entwicklung robotischer Anwendungen für Alltagswelten profitiert nicht nur vom Fortschritt der technischen Mittel der Umsetzung. Sie wird ganz grundlegend durch große Förderprogramme und das dahinter stehende Lösungsversprechen der Automatisierung auch weicher Faktoren wie Interaktionen in Alltagswelten getragen. Sozialrobotik ist nicht nur als mikrosoziologisches Phänomen von Mensch-Technik-Interaktion in spezifischen Situationen interessant, sondern bereits im Vorfeld als *Technisierung von Sozialität*. Das technische Modellieren sozialer Situationen ist eine Art „angewandter Erkenntnistheorie“ (Laske 1989: 5). Sozialrobotiker werden dadurch nicht nur als Proto-Sozialforscher zu professionellen Beobachtern von sozialen Ordnungen, sondern erzeugen diese auch.

Im Rahmen dieser Aufgabenstellung diskutieren die Forschungsfelder der Robotik mit den angrenzenden und neu betroffenen Disziplinen wie Psychologie, Design, Pflegewissenschaften, Philosophie, Sozialwissenschaften sowie Systemen wie Recht und Politik. Themen und Fragen dieser Diskussionen sind, ob und wie sozial Roboter tatsächlich sind und werden können, welche konkreten Wirkungen sie haben können und sollen, und welche Folgen ihr Einsatz zeitigt. Methodisch und methodologisch unterbelichtet ist dabei die Sphäre der Technisierung selbst. Diese soll deshalb Gegenstand dieser Studie sein: Mit welchen Strategien und Prozessen wird die Robotik der sozialen Welt habhaft?

Zu Beginn dieser Untersuchung erfolgt eine begriffliche Bestimmung von Sozialrobotik als wissenschaftlichem Feld, dessen gemeinsamer Bezugspunkt der *Einsatz von Robotern in Alltagswelten* ist. Diese Begriffsbestimmung verläuft über die spezifische Problemstellung der Projekte und Handelnden in diesen Kontexten, die aus computerwissenschaftlichen und ingenieurstechnischen Zielstellungen heraus auf Soziales Bezug nehmen. Dabei zeigt sich, dass dieser Bezug eine andere Art von Problemstellung darstellt als szientistisch oder technisch zu lösende Aufgaben. Die Gegenstände der Sozialrobotik sind interpretativ, veränderlich und interaktiv und können als „wicked problems“ bezeichnet werden (Kapitel I.)

Dieser Problemstellung folgend wird das zu untersuchende Phänomen theoretisch als *Problemlösungshandeln* verstanden. Die Frage der Näherungsweise an das Soziale wird dadurch zu einer Frage nach den impliziten und expliziten Selektionen und Strategien der Forschenden und ihrer Instrumente. Dabei wird das Entwickeln und Erforschen in der Sozialrobotik als hybrider Handlungstyp konzipiert: Es besteht nicht nur im Technisieren oder einem idealisiert naturwissenschaftlichen Vorgehen, wie es die Veröffentlichungen des Feldes nahelegen. Es ist auch ein Entwurfshandeln, das auf typisierte Wissensbestände zurückgreift und spezifische Formen der Komplexitätsreduktion angewiesen ist (Kapitel II.).

Das Beobachten und Rekonstruieren dieses Handelns ist nicht unproblematisch. Es kann schwerlich von einem externen Standpunkt aus verstehend-analysierend erfolgen. Zum einen sind, wie weiter oben bereits umrissen, Theoriepraxis und Entwicklungspraxis der Sozialrobotik häufig nicht deckungsgleich. Die reiche Praxis des Entwickelns wird in der anschließenden Darstellung und Theoretisierung oft unsichtbar. Zum anderen läuft eine externe Analyse Gefahr, vorwiegend ihre eigenen (soziologischen) Kriterien an den Gegenstand heranzutragen. Um das zu vermeiden und einen Zugriff auf die tatsächlichen Vorgänge in den Laboren der Sozialrobotik zu erarbeiten, wurde deshalb ein qualitatives Vorgehen entlang der *Grounded Theory* verfolgt, in dessen Rahmen verschiedene ethnografische Feldphasen realisiert werden konnten (Kapitel III.)

Die Rekonstruktion der Strategien des Umgangs mit dem Sozialen in der Sozialrobotik beginnt mit einem Blick auf eine spezifische Form von Bedingungen für das Problemlösungshandeln. In drei *genealogischen Rückgriffen* wird dargestellt, wie Robotik sich überhaupt Problemen nähert. In der Analyse zeigt sich, dass die diskursive Figur des bevorstehenden Alltags mit Robotern eine große Rolle für die Bezugnahme auf Alltagswelten spielt. Diese Vorstellung wirkt als regulatives Ideal der wissenschaftlichen Bemühungen und gleichzeitig als volkswirtschaftliches Lösungsversprechen. Zusammengefasst ergibt sich ein Bild vom Roboter als Universalwerkzeug, dessen (potentielle) Leistungsfähigkeit impliziert, dass die konkreten Umstände der Anwendung und sozialen Passung zu bloßem Kontext gerinnen (Kapitel IV.).

Die Wirksamkeit dieses kulturellen Erbes zeigt sich in den Zieltypiken der Sozialrobotikforschung. Mit dieser Analysekategorie werden die konkreten Bedingungen und resultierenden Bezugsweisen der epistemischen Praxis in den beobachteten Projekten erfasst. Dazu zählt ganz grundlegend auch der organisatorische Rahmen der Forschung in Projekten, die bestimmte Operationalisierungen des Sozialen nahe legen. Aus dieser Grundorientierung, den konkreten Projektzielen, sowie den Fähigkeiten und Ausrichtungen der Forschenden und den Anforderungen des Forschungsprozesses ergeben sich vier typische Bezugsformen. Das Soziale der Sozialrobotik wird je nach Zieltypik als messbarer Effekt konzeptualisiert („Erforschen“), als lösungsorientiertes Szenario in einem Kontext wie Altenpflege („Anwenden“), als technisch zu bearbeitender Aufgabenschritt („Bauen“) oder als sorgsam zu integrierender Beitrag zu einer lokalen Gemeinschaft („Designen“) (V.).

Bei der Rekonstruktion der konkreten Praktiken wurde das Zusammenspiel zwischen den Erkenntnisobjekten und den Instrumenten ihrer Hervorbringung und Untersuchung fokussiert. Diese Wechselspiele nehmen in der Sozialrobotik drei typische Charakteristiken an. Die epistemischen Praktiken der Sozialrobotik – Laboratisierung, alltagsförmige Heuristiken sowie Inszenierung – vermitteln auf je spezifische Art und Weise zwischen der angestrebten Mensch-Roboter-Interaktion und dem Forschungs- und Entwicklungsprozess. In der forscherschen Praxis wirken diese zusammen. Forschende nutzen bspw. alltagsweltliche Ressourcen, um ihre Laborexperimente zum Funktionieren zu bringen. Uneindeutige Daten einer Laboratisierung werden wiederum auf Basis alltagsförmiger Beobachtungen interpretiert und bewertet (VI.)

Die auf diese Weise durchgeführte Rekonstruktion verfolgt drei Interessen. Das grundlegende ist ein wissenschaftssoziologisches: Wie geschieht Sozialrobotik Welche epistemischen Praktiken bringt dieses Feld hervor; wie verlaufen typische Forschungsprozesse? Auch wenn Sozialrobotik derzeit noch keine Alltagstechnologie ist, lässt sich durch die vorliegende Analyse beobachten, wie der Weg zum Einsatz von Robotern in Alltagswelten bereits strukturiert ist; auf welche Mustern und Lösungen dieses Feld zurückgreift. Abschließend wird zur Verbesserung der impliziten und oft nicht reflektierten Entwicklungspraktiken ein Anschluss an das methodologische Paradigma dieser

Studie für das Design sensitiver Mensch-Computer-Interaktion vorgeschlagen (Kapitel VII.).

I. Was ist Sozialrobotik?

Das Erkenntnisinteresse dieser Arbeit liegt in der bereits in sich reizvollen Problemstellung der Sozialrobotik selbst begründet. Das Ziel, komplizierte computerisierte Maschinen außerhalb des Labors zum Funktionieren zu bringen, zumal mit sozialen Absichten, impliziert widersprüchliche Aufgaben für die Forschenden. Zum einen müssen soziale Funktionen in der Logik und Sprache der maschinellen Verarbeitung formuliert; das Soziale³ also integriert werden. Zum anderen sollen sich Sozialroboter in konkreten Situationen mit echten Nutzern bewähren. Dabei müssen die Maschinen und ihre Entwickler zumindest zeitweise in die Logiken und Bedingungen dieser Alltagswelten integriert werden. Diese Spannung ist kennzeichnend für das Feld.

Im ersten Schritt soll nicht nur umrissen werden, was ein Roboter ist, sondern darüber hinaus auch in die Rahmenbedingungen von Robotikforschung eingeführt werden. Dabei gerät die Thematisierung sozialer Gegenstandsbereiche als zusätzliche Herausforderung dieser Praxis in den Blick (I.1). Diese Problemstellung der Sozialrobotik soll anschließend systematisch beleuchtet werden. Dafür wird sie anhand drei historischer Etappen und ihnen zugeordneter Problemdimensionen rekonstruiert (I.2). In einem weiteren Schritt dienen Ergebnisse bisheriger Forschungen zur Sozialrobotik und dem historischen Vergleichsfall der so genannten Expertensysteme zur Schärfung der Perspektive (I.3).

Sozialrobotik wird durch diese Ergebnisse nicht als homogene Gemeinschaft oder wohldefiniertes Problem greifbar, sondern als eine durchaus ambivalente Form der Problemstellung, die aus ähnlichen Feldern wie der Mensch-Computer-Interaktion (HCI) bekannt ist. Diese Ambivalenz soll zum Abschluss dieses Kapitels als „wicked problem“ näher bestimmt werden (I.4).

³ Die Begriffe „Soziales“ und „Sozialität“ werden zunächst in einem erweiterten fachsprachlichen Gebrauch für „das Gesellschaftliche“ verwendet. Gemeint sind alltagsweltliche Phänomene, die nicht zum Kreis klassisch technikwissenschaftlicher Probleme gehören. Was im Feld selbst unter „sozial“ verstanden wird, bzw. wie dieses „Soziale“ in den Blick gerät, ist Gegenstand der empirischen Rekonstruktion der Kapitel IV, V und VI.

1. Roboter & Robotik zum Funktionieren bringen

Die grundlegende Bedingung der Sozialrobotik ist so naheliegend, dass ihre Explikation auf den ersten Blick banal scheint: Sozialrobotik arbeitet an und mit Robotern. Diese zum Funktionieren zu bringen, ist allerdings keine triviale Aufgabe, wie einleitend gezeigt werden soll. Dafür wird zuerst näher bestimmt, was ein Roboter ist (1.1), bevor Robotik als das Entwerfen, Bauen und Erforschen von Robotern als praktischer Handlungsvollzug mit Blick auf dessen Umstände und Verflechtungen verstanden werden soll (2.2).

1. Was ist ein Roboter?

In alltäglichen Gesprächssituationen führt die Aussage, man führe derzeit ein Forschungsprojekt über Sozialrobotik durch, häufig zu skeptischen bis sorgenvollen Äußerungen des jeweiligen Gegenübers. Eine oft geäußerte Vorstellung lautet, dass intelligente Roboter sich gegen ihre Schöpfer stellen und somit zu einer autonomen Bedrohung werden könnten. Wird man Zeuge oder gar Teilnehmer von Robotikforschung, so bestätigt sich zwar der Eindruck, dass sich Roboter gegenüber ihren Erbauern auflehnen – die Angst vor einer Rebellion schwindet allerdings gänzlich. Roboter sind nach wie vor mit sehr vielen technischen Problemen bei der Bewältigung der „Realwelt“ beschäftigt, die eine gewaltsame Herrschaftsübernahme durch sie auch mittelfristig eher unwahrscheinlich machen (Šabanović 2007: 76). Eine Roboterrebellion würde derzeit wohl zunächst an Türschwellen, schlechten Funkverbindungen, Treppenstufen, Akkulaufzeiten und der generell geringen Adaptivität heutiger Roboter an typisch menschliche Umgebungen und Praktiken scheitern.⁴

Die Frage, was ein Roboter genau ist – außer kompliziert und störanfällig –, ist wie viele Definitionen im Feld Gegenstand fortlaufender Aushandlungen. Die oben angeführten Assoziationen spielen dabei eine große Rolle. Die Idee des Roboters, und auch die

⁴ Das soll nicht darüber hinwegtäuschen, dass durch den Einsatz von computerisierten Maschinen wie Kampfdrohnen bereits eine sehr reale Gefahr für Menschenleben ausgeht. Allein in Pakistan sind zwischen 2004 und 2012 verschiedenen Studien zufolge über 3.000 Menschen bei teilautomatisierten Drohnenangriffen getötet wurden. (International Human Rights and Conflict Resolution Clinic 2012; Bureau of Investigative Journalism 2011; vgl. auch IV.2)

der Robotik als der Wissenschaft seiner Hervorbringung, sind Erfindungen der literarischen Fiktion: Roboter stammen aus belletristischen Gattungen, in denen sie als Apparaturen imaginiert wurden, die im Auftrag von Menschen Arbeiten verrichteten bzw. anderweitige Ähnlichkeiten zum Menschen aufwiesen (vgl. IV.1). Das ist einer der Gründe für die eingangs beschriebene Kluft zwischen den Erwartungen eines Laienpublikums und den tatsächlichen technischen Fähigkeiten von Robotern. Deswegen sei zu Beginn kurz ausdrücklich erwähnt: Es gibt derzeit (und auch in den nächsten fünf bis zehn Jahren) keine ‚intelligenten‘ Roboter, die menschliches Verhalten interpretieren und autonom anschlussfähige Interaktionszüge generieren können. Allerdings sind einige Roboter in der Lage, Verhalten zu erzeugen, das für intelligent oder sozial gehalten werden kann. Allerdings reicht dieser Eindruck selten über 30 oder 60 Sekunden hinaus, das Verhalten findet in abgeschlossenen Laboratorien oder unter anderweitig eingeschränkten Bedingungen statt und ist nicht in alltagsweltliche Praktiken integriert.

Roboter sind verkörperte computerisierte Maschinen, die zum erfolgreichen Funktionieren unterschiedliche Komponenten koordinieren müssen. Zu den relevanten Komponenten gehören auf der Hardware-Seite Baugruppen zur Fortbewegung (Räder, Ketten, Beine), zur Manipulation von Gegenständen (Greifer, Arme) und zur Wahrnehmung der Umgebung (Kameras, 3D-Scanner). Auf Seiten der Software, die diese Komponenten und ihr Zusammenspiel steuert, lässt sich zwischen Systemintegration („Middle Ware“), Navigationsplanung, Aufgabenplanung und Komponenten wie Sprachverstehen und Sprachgenese unterscheiden. Ein Roboter besteht nicht nur aus direkt an bzw. unter der Hülle verbauten Komponenten. Er ist Teil einer technischen Infrastruktur, die über seine verkörperte Gestalt hinausgeht. So können komplexere Programme, etwa zur Berechnung von Entscheidungen, auch außerhalb des Roboters auf einem Server prozessiert werden und per Funknetzwerk an die Plattform gesendet werden.⁵ Die ‚Intelligenz‘ eines Roboters kann also auch außerhalb seiner Hülle lokalisiert sein. In anderen Fällen werden zudem externe Sensoren wie ein an den Wänden des Versuchsraums installiertes Kamerasystem zur Erfassung von Bewegungen zugeschaltet.

⁵ In der Forschung wird der verkörperte Teil des Roboters häufig „Plattform“ genannt, weil auf ihm verschiedene Programme laufen und dadurch unterschiedliche Forschungs- und Entwicklungsinteressen umgesetzt werden können. In der Folge wird „Plattform“ deswegen immer wieder synonym zu „Roboter“ verwendet werden.

Es gibt sehr unterschiedliche Perspektiven auf das Wesen von Robotern. Im Rahmen der Erhebungen, die dieser Studie zugrunde liegen, wurde diese Frage von den Forschenden immer wieder selbstläufig problematisiert. Die Spanne konkret als solcher benannter Roboter reichte von automatischen Rauchmeldern und anderen Produkten der Hausautomation, über sich selbst bewegende Installationen in Kunst-Museen, bis hin zu den für Literatur und Filme ‚typischen‘ humanoiden Robotern mit zwei Armen, einem Kopf, einem Antrieb und einer Sprachausgabe. Nimmt man noch die Welt der Industrieroboter hinzu, so ergibt sich daraus eine schier unendliche Vielfalt an Formen, Konzepten, Klassen und konkurrierenden Definitionen von Robotern. Es kann darüber gestritten werden, wie mobil eine computerisierte Maschine sein muss, wie universell bzw. spezialisiert, wie geschickt, oder wie autonom, damit man sie als Roboter bezeichnen kann.

Eine Definition aus der Robotik schlägt einen Wirkzusammenhang als allgemeines Merkmal vor: Ein Roboter ist eine Maschine, deren Verhalten sich aus der Abfolge von Wahrnehmung, Planung und daraus abgeleiteter Aktion ergibt (Asada & Slotine 1986). Aber auch darüber herrscht keine Einigkeit. Teils wird vorgeschlagen, auf das Planen ganz zu verzichten (vgl. 2.1); andere plädieren dafür, erst zu unterscheiden, welche Aufgabe geplant werden muss, und welche unmittelbar erledigt werden kann. Die Frage nach einer konzeptuellen Eingrenzung des Robotik-Begriffs stellt sich also auch im Feld selbst.

2. *Was ist Robotik?*

Die Konstruktion eines Roboters stellt eine spezifische Herausforderung dar. Das Bauen eines Roboters ist gewissermaßen die Rückkehr der (vermeintlich) einfachen Aufgaben in die KI- und Technikforschung. Zwar ist es weniger komplex als die Planung, Durchführung und Auswertung eines Großexperiments in der Hochenergiephysik mit hundert Beteiligten Wissenschaftlern (Knorr-Cetina 1999). Es ist allerdings ein komplizierter, kleinteiliger und mühsamer Prozess, der Geduld und Improvisation erfordert. Ein typischer Arbeitstag in der Robotik kann damit beginnen, dass ein Bauteil, z.B. ein Sensor, aus zunächst unerklärlichen Gründen keine oder falsche Daten liefert. In diesem

Fall verbringen die Forschenden mehrere Stunden im Schneidersitz vor der Maschine, um mit ihrem Laptop auf den Oberschenkeln herauszufinden, warum der Laserscanner ein um 1,5 Grad verschobenes Bild liefert (Feldtagebuch 23.04.2013). Das Debuggen – die Suche nach Fehlerursachen im geschriebenen Programmcode oder der Hardware des Roboters – ist eine der zeitintensivsten Aufgaben in Robotikprojekten. Viele Sozialrobotik-Labore benutzen selbst entwickelte robotische Plattformen, die in jahrelanger Arbeit hergestellt und weiterentwickelt wurden. Es ist nicht zu überschätzen, wieviel Zeit und Geld nötig ist, um einen solchen Forschungsroboter zu entwerfen und zum Funktionieren zu bringen. Dafür sind in der Regel mehrere Generationen von Forschungsstudenten und Doktoranden sowie institutionelle Kollaborationen nötig. Beinahe jede technische Lösung an solchen Forschungsrobotern ist einzigartig im Sinne einer Nicht-Austauschbarkeit und historischen Kontingenz.⁶ Etwa die Hälfte der im Rahmen dieser Studie beobachteten Sozialroboter sind Prototypen.

Dass die Arbeit an Robotern so anspruchsvoll, zeitintensiv und wenig standardisiert ist, erschwert die fachübergreifende Kommunikation. Die Diskussion von Zielen oder Kriterien ‚guter‘ Robotik ist aber auch deswegen schwierig, weil das Feld so heterogen ist. Allein durch die Vielfalt der beteiligten Komponenten wurde deutlich, dass Robotik eine multi- und interdisziplinäre Unternehmung ist. Wissen und Verantwortlichkeiten sind in den Forschungsprojekten meist verteilt. Die Forschenden sind üblicherweise arbeitsteilig auf die eine oder andere Komponente des Systems spezialisiert. Die Integration dieser Komponenten als ‚der Roboter‘ kann für einzelne am Projekt Beteiligte durchaus eine *black box* sein. Die unterschiedlichen Teilbereiche und Mitglieder eines Robotikprojekts können außerdem unterschiedliche Ziele mit dem Bau bzw. der Weiterentwicklung desselben Roboters verfolgen: die praktische Überprüfung eines technischen Prinzips, die Implementation komplexer Algorithmen auf einer physischen Plattform oder die Wirkung eines Roboters auf soziale Interaktionen zwischen Menschen. Robotik ist notwendigerweise eine soziotechnische Gruppenunternehmung, die Professoren (häufig in der Rolle von Labormanagern), wissenschaftliche Mitarbeiter, Studenten, technisches und/oder administratives Personal, Computer und Hardware umfasst.

⁶ Mittlerweile gibt es erste Standardisierungen technischer Lösungen im Feld, wie z.B. eine Open-Source-Software zur Ansteuerung verschiedener Komponenten eines Roboters (s.u.).

Aufgrund ihres integrativen Charakters sind Robotikprojekte in der Regel an Hochschulen angesiedelt. Sie eignen sich durch ihren Längsschnittcharakter zum einen, um konzeptuelle Vorschläge der Computerwissenschaften durch die Implementation auf einer physischen Plattform auf Praktikabilität zu testen. Zum anderen gelten sie als wertvoller und erstrebenswerter Teil der Ausbildung in Ingenieur- und Technikwissenschaften sowie Informatik. Viele Studiengänge bieten Robotik-Module oder Semesterprojekte an. Dabei wird häufig auf konfektionierte Plattformen zurückgegriffen, die unmittelbar gebrauchsfertig sind. Beliebt ist das etwa 10.000 Euro teure Modell Nao von Aldebaran Robotics, ein knapp 60 Zentimeter großer humanoider Roboter mit vielen Sensoren und einer eigenen Programmierplattform, die sogar ohne weitreichende Programmierkenntnisse bedienbar ist (Aldebaran Robotics 2015). Der didaktische Wert von Robotikprojekten, die oft in Wettbewerben münden, liegt unter anderem darin, dass die Arbeit an Robotern ‚theoretische‘ Studieninhalte in ein Szenario mit lebensweltlichem Bezug überführt.

Mit diesem Bezug zur ‚echten‘ Welt, der insbesondere für die Sozialrobotik kennzeichnend ist, gehen für die Robotik einige Probleme einher. In der Betrachtungsweise der Robotik tauchte der Mensch in den vergangenen Jahrzehnten nur als visionärer Bezugspunkt oder als Randbedingung auf: Er wird entweder als Berechnungsgrundlage des Preises,⁷ als ein von den schnellen und starken Robotern zu isolierendes Sicherheitsrisiko⁸ oder gar als Störfaktor (z.B. durch unsachgemäßes Verhalten) betrachtet. Dass ein Roboter im Einsatz weder Menschen noch sich selbst gefährden darf, ist eines der Fundamente der Robotik. In der literarischen Imagination alltäglicher Arbeitsmaschinen spielt der Schutz der menschlichen Auftraggeber von Beginn an eine zentrale Rolle. Der Schriftsteller Isaac Asimov formulierte 1942 erstmals seine „Robotergesetze“, von de-

⁷ Der Kaufpreis eines Roboters für Produktionsstrecken wurde mit 22.000 USD so kalkuliert, dass sich sein Kauf im Vergleich zu den Lohnkosten eines chinesischen Fabrikarbeiters nach drei Jahren rentiert (Feldtagebuch 01.11.2013).

⁸ Der erste Bericht über einen von einem Industrieroboter getöteten Mensch stammt von 1979 und betrifft den US-Amerikaner Robert Williams. Er sollte aufgrund einer Fehlfunktion des Lagerroboters selbst das Hochregal einer Detroit-Firma ausräumen und bemerkte nicht, dass der Roboter wieder anfuhr. Ein hervorstechendes Teil traf ihn am Kopf, woraufhin er noch vor Ort verstarb. Im anschließenden Prozess wurde der Hersteller zu 10 Millionen USD Schadensersatz verklagt. Das Gericht erkannte damit die Argumentation der Opferanwälte an, dass der Hersteller nicht ausreichend in Sicherheitsmechanismen investiert hatte (The Citizen 1983: 16). Insgesamt sind bislang drei Todesfälle durch Industrieroboter bekannt. Die beiden anderen Todesfälle (Japan 1981, Wolfsburg 2015) betreffen Wartungsmonture, die sich im Sicherheitskäfig des Roboters befanden, bevor dieser ausgeschaltet wurde bzw. als er wieder eingeschaltet wurde.

nen das erste lautet: „Ein Roboter darf kein menschliches Wesen verletzen oder durch Untätigkeit gestatten, dass einem menschlichen Wesen Schaden zugefügt wird“ (Asimov 1982: 67). In der maschinellen Produktion – der Domäne, in der der Einsatz von Robotern nach wie vor am weitesten verbreitet ist – gehört die Sicherheit von Menschen und Maschinen von Anfang an zu den wichtigsten Zertifizierungskriterien. Die Sozialrobotik will und muss sich *per definitionem* näher an ihren Gegenstand heranwagen, was in der Vergangenheit eine Reihe technischer Innovationen erforderte. Ein Schlüsselbereich war die Navigation der Maschinen, da Sozialroboter typischerweise mobil sind. Sie mussten sowohl sicher als auch zuverlässig durch Flure und Büroräume oder gar Museumssäle manövrieren können. Tatsächlich lässt sich mit der Erfindung leistungsfähiger Navigationsalgorithmen und Modellen zur Echtzeit-Pfadplanung (Dellaert et al. 1999; Fox et al. 1998) ab Mitte und Ende der 1990er Jahre eine Konjunktur von Sozialrobotern im Einsatz mit ‚echten Menschen‘ beobachten. Auch die Entwicklung sicherer Robotergelenke und Manipulatoren, die ihre Kraft gezielter regulieren können bzw. über sensible Rückkopplungsmechanismen verfügen, führte zu ähnlichen Effekten. Die Arbeit an der Zuverlässigkeit von Robotern in Alltagsumgebungen lässt sich als technische Herausforderung verstehen. Es gibt neue Variablen, auf die das System robust und sicher reagieren können muss. Diese Variablen müssen mit der Zeit sicherlich erst genau bestimmt werden, brauchen Grenzwerte und später Modelle zur Operationalisierung. Ihre Lösung erfordert ohne Frage Kreativität, Zufälle und gemeinsame Aushandlungsprozesse. Vor allem aber handelt es sich um Probleme, die mit den Mitteln der Ingenieur- und Computerwissenschaften auf zufriedenstellende Lösungen zu bringen sind.

Diese Bearbeitbarkeit in technischen Dimensionen lässt sich nicht auf alle Herausforderungen anwenden, die entstehen, wenn Roboter soziale Funktionen außerhalb von Fabrikhallen erfüllen sollen. Dieser Aufgabentyp liegt nicht nur quer zu bisherigen Interessen und Arbeitsweisen in der Robotik als technikwissenschaftlicher Disziplin; sie erschüttert ihre erkenntnistheoretischen Grundpositionen; sie fordert ihre Methoden heraus und sie macht die Forschenden ebenso ratlos wie erfindungsreich. Durch den Bezug zu alltäglichen Lebenswelten wird Robotik plötzlich zu einer Disziplin wie Architektur oder Stadtplanung, in der sich wissenschaftliche, ingenieurtechnische, politische, soziale und ästhetische Expertisen und Interessen kreuzen. Das liegt daran, dass Sozialrobo-

tik und Architektur nun die gleiche Art von Problem teilen: das der widerständigen – einige sagen: böartigen (Rittel & Webber 1973) – Natur der Planung menschlicher Aktivitäten in sozio-technischen Systemen. Dadurch werden Wissensorten, Fähigkeiten und Perspektiven wertvoll, die zuvor vielleicht nicht zum Selbstbild der Disziplin gehörten: Handwerk, Einfühlungsvermögen sowie das Aushalten von Ambiguität und Kontingenz.

Bevor der Bearbeitung dieser Probleme im Feld der Sozialrobotik nachgegangen wird, sollen die Problemdimensionen der Sozialrobotik – so wie sie sich für das Feld stellen – rekonstruiert werden.

2. Drei Problemdimensionen der Sozialrobotik

Das, was in dieser Arbeit unter dem Begriff „Sozialrobotik“ diskutiert wird, firmiert im Feld unter verschiedenen Namen. Soziale und kulturelle Faktoren spielen z.B. für ferngesteuerte Roboter (Telerobotics), aber auch für Bergungs- und Rettungsroboter (Search and Rescue Robotics) eine Rolle. Noch zentraler sind sie für Roboter, die in Krankenhäusern, Privathaushalten oder Schulen eingesetzt werden sollen (Healthcare Robotics, Domestic Robotics, Educational Robots). Mit Blick auf die Prinzipien der rechentechnischen Funktionsweise von Robotern erforschen Felder wie „Behavior-based Systems“ oder „Neurorobotics“ unter den Vorzeichen der Verhaltensbiologie oder der Neurowissenschaften die Interaktionsfähigkeit automatisierter Maschinen. Quer zu Anwendungsgebieten oder Modellierungsparadigmen wird das Zusammenspiel mit menschlichen Nutzern in verschiedenen Feldern erforscht, so z.B. in der Mensch-Roboter-Interaktion (HRI), den „Soft Robotics“ oder „Programming by Demonstration“. Schließlich zielen mehrere Strömungen der Robotikforschung auf die Entwicklung sozial interaktiver Roboter, die auf menschliche Bedürfnisse und Fähigkeiten abgestimmt sind (Personal Robotics, Socially Interactive Robots). Innerhalb der ingenieur- und computerwissenschaftlichen Robotik ist sogar eine Domäne für Roboter-Ethik (Roboethics) entstanden.⁹

Als Sozialrobotik soll an dieser Stelle jedoch nicht die Gesamtheit dieser Forschungsfelder und ihrer Sub-Felder verstanden werden. Sozialrobotik wird hier vor allem als *Problemstellung* charakterisiert, als interdisziplinäre und gewissermaßen grenzüberschreitende Unternehmung. Um diese Problemstellung zu differenzieren, soll Sozialrobotik zunächst aus ihrer historischen Entwicklung innerhalb der Robotik hergeleitet werden. Dafür werden drei Etappen rekonstruiert. An diesen lässt sich je eine Dimension der Problemstellung der Sozialrobotik verdeutlichen. Der so gebildete Begriff ist also bereits eine heuristisch begründete Form der Verdichtung im Rahmen der rekonstruktiven Analyse des Feldes (vgl. III.). Durch diese Begriffsarbeit sollen Zusammenhänge sichtbar werden, die in der Praxis der Sozialrobotikforschung selbst meist verborgen bleiben.

⁹ Alle genannten Forschungsgebiete sind im aktuellen „Springer Handbook of Robotics“ (Siciliano & Khatib 2008) als Kapitel oder Unterkapitel ausführlich besprochen und somit zentraler Teil der Selbstverständigung dessen, was als Ziel und Anwendungsgebiet der wissenschaftlichen Konstruktion und Erforschung von Robotern gilt.

Die folgende Darstellung der drei Problemdimensionen (vgl. Tabelle 1) zeigt, wie die Sozialrobotik zu drei sozialen Fragestellungen kam: Wie wurden Alltagswelten Ziel der Robotikentwicklung? Was wird als sozial verstanden, und wie wird es in Maschinensprache modelliert? Und schließlich: Wie gelangt Sozialrobotik an abgesichertes Wissen über soziale Situationen von Menschen bzw. Menschen und Robotern?

Sozialrobotik nimmt ihren Ursprung in der Abkehr vom Paradigma der symbolischen Repräsentation in der Künstlichen Intelligenz-Forschung. In dieser ersten Problemdimension drückt sich der Zweifel aus, mit „entkörperlichten“ (disembodied), also gewissermaßen weltfremden Verfahren konkreten Problemen in der „Realwelt“ zu begegnen (2.1). Die dabei zunächst delegierte Problemdimension, Interaktion und Sozialität in Maschinensprache zu modellieren, rückte in den 1990er Jahren in den Blickpunkt und führte zu einer Theoretisierung und Klassifizierung unterschiedlicher Roboter-Sozialitäten (2.2). Beide Etappen inklusive der meisten ihrer Protagonisten gehen seit Anfang der 2000er Jahre im multidisziplinären Forschungsfeld HRI auf. Unter diesem Label geschah nicht nur eine Öffnung zu nicht-technischen Disziplinen; diese wurden auch an zentraler Stelle zur Definition des Problems herangezogen. Die zentrale Aufgabe von HRI lautet, die Einflüsse und Effekte der Mensch-Roboter-Interaktion methodisch zu kontrollieren (2.3).

Tabelle 1 - Problemdimensionen des Sozialrobotik

<i>Historische Etappe</i>	<i>Merkmal</i>	<i>Problemdimension</i>
„New Wave of Robotics“ (seit ca. 1984)	Abkehr von klassischen KI-Paradigmen	Definition von Ziel & Erfolg des Systems außerhalb seiner selbst; Performance in „Realwelt“
„Social Robotics“ (seit ca. 1995)	Re-Entry Welt < > Modell-Problem	Modellierung und Formalisierung von Sozialität als technisches Problem
„Human Robot-Interaction“ (seit ca. 2003)	Ausdehnung/Legitimation des Forschungsfeldes	Methodisch kontrollierte (Selbst-)Beobachtung

1. *Realwelt als Bezugsgröße*

Dass in alltäglichen Umgebungen mit Menschen interagierende¹⁰ Roboter überhaupt zu einem Ziel der KI-Forschung und Robotik werden konnten, ist einem Paradigmenwechsel innerhalb dieser Disziplinen geschuldet (Meister 2011bb: 108ff., 132ff.). Dieser Paradigmenwechsel basiert auf einem grundlegend veränderten Verständnis von maschineller Intelligenz. Die erste historische Etappe der Sozialrobotik, die „New Wave of Robotics“, entwickelte sich in einem breiteren Zusammenhang der Abkehr von ‚klassisch‘ kognitivistischen KI-Konzepten in den 1980er Jahren, wie die zur gleichen Zeit entstehenden Ansätze der embodied intelligence oder der neuronalen Netzwerke. Einer der Protagonisten dieses Wandels auf Seiten der Robotik war Rodney Brooks. Anhand des von ihm begründeten Ansatzes der *behavior-based robotics* (vgl. z.B. Brooks 1986) lässt sich der neue Weltzugang der Robotik gut darstellen.

Brooks führt drei Momente der Abkehr vom bis dahin dominierenden Vollständigkeits- und Repräsentationsparadigma der ‚klassischen‘ KI-Forschung an (Brooks 1999: 64ff.). Erstens stellten die Robotikforschenden fest, dass Alltagsmenschen ganz andere Lösungsstrategien als das in der KI bis dato modellierte *problem solving* verwenden, nämlich routinisierte Handlungsabläufe anstatt formallogischer Vorgehensweisen. Außerdem beruhen ihre Beziehungen zu Alltagsobjekten und -umgebungen nicht zwangsläufig auf explizitem Wissen in Form symbolischer Repräsentationen, sondern vor allem auf (physischen) Interaktionen mit diesen (Agre & Chapman 1990). Zweitens stellte man fest, dass die Zuschreibung von Zielen und Vorstellungen – zwei wichtige Kriterien der unfallfreien Interaktion von Menschen und Robotern – nicht davon abhängt, ob autonome Systeme *tatsächlich* symbolische Repräsentationen prozessieren. Vielmehr sind Menschen (auch gegenüber Artgenossen) geneigt, allein durch das Zeigen von (scheinbar) autonomem Verhalten ihrem Gegenüber Absichten und Vorstellungen zuzuschreiben. Brooks selbst hatte, biologischen Vorbildern folgend, zudem drittens nachgewiesen, dass Roboter keine vollständige hierarchische Softwarearchitektur benötigen,

¹⁰ Der Begriff „Interaktion“ ist in der Informatik und Robotik wesentlich breiter angelegt als das soziologische oder kommunikationswissenschaftliche Verständnis es nahelegt. Interaktionen können im Verständnis von Informatik und Robotik auch rückkopplungsarme, einseitige physische Aktivitäten wie z.B. das Bewegen eines Gegenstands sein. Interaktion bedeutet für Robotiker, verkürzt ausgedrückt, jedwede Einwirkung eines Systems auf die Umwelt und umgekehrt.

um kompetent agieren zu können. An die Stelle der Idee einer zentralen Steuerung trat eine niedrigschwelligere Koordinierung einzelner Systeme, die mit der Welt interagieren, wie z.B. Sensoren und Aktuatoren, die einfachen, regelgeleiteten Prinzipien folgend Dinge in der Welt *begreifen* (vgl. Brooks 1990).

Während Robotik zuvor gewissermaßen als Verlängerung der KI-Forschung „auf Rädern“ galt, formierten sich in den 1980er Jahren Ansätze, die sich der Konzeption und Verhaltensgenerierung von Robotern pragmatischer und vor allem *situierter* näherten. Ziel der Kritik waren vor allem reduktionistische Konzepte in der symbolischen KI-Forschung und im Kognitivismus. Der Kognitivismus ist eine seit den 1950er Jahren dominante Strategie, auf Basis des Konzepts der symbolischen Repräsentation Kognition in Computersystemen zu erzeugen bzw. nachzubilden. Verkürzt gesagt soll Wissen – wie z.B. der Zusammenhang, das man ein Messer zum Schneiden benutzt – durch eine Reihe von Formalismen (Kategorie: Werkzeug; Bestandteile: Klinge, Griff; Funktion: Schneiden; Klassen schneidbarer Objekte: ...) so zerlegt werden, dass ein Computer den Weltzusammenhang „ein Messer ist zum Schneiden da“ nachvollziehen und anwenden kann. Die Formalisierungen dieser Weltzusammenhänge sind jedoch so kleinschrittig und umfangreich, dass sie aus der Alltagslogik heraus scheinbar einfache Zusammenhänge der Objektwelt sehr kompliziert darstellen – von sozialem Handeln, das sinnstrukturiert und – generierend abläuft, gänzlich abgesehen. Die problematische Grundannahme dieser Verfahren fasst Varela wie folgt zusammen:

Wir haben sodann eine voll entwickelte Theorie, die feststellt: 1. Die Welt ist vorgegeben, 2. Unsere Kognition bezieht sich auf diese Welt – wenn auch oft nur einen Teil derselben –. 3. Die Art, auf die wir diese vorgegebene Welt erkennen, besteht darin, ihre Merkmale abzubilden und sodann auf der Grundlage dieser Abbildungen zu handeln. (Varela 1990: 100)

Das Verstehen von Weltzusammenhängen wird im Kognitivismus so modelliert, als läge eine korrekte Repräsentation außerhalb des kognitiven Systems vor, und als bedeute Kognition, diese vom System unabhängigen Merkmale der Umwelt zu entdecken oder zu rekonstruieren. Die erfolgreiche Modellierung von Roboterverhalten – zur Zeit der Entstehung der „New Wave of Robotics“ geht es vor allem um autonome Navigation durch unstrukturierte Räume – ist nach diesen Verfahren sehr rechenintensiv, da sie möglichst vollständige Weltmodelle voraussetzt und einen sehr kleinschrittigen Wechsel von Statusabgleichen (wo befindet sich der Roboter) und Planungssequenzen (wohin

fährt der Roboter als nächstes) vorsieht. Die „New Wave of Robotics“ formulierte ausgehend vom pragmatischen Problem der Rechenleistung eine ähnliche Kritik am Basismodell wie die Varelas, wie Brooks rückblickend schreibt:

Driven by a dissatisfaction with the performance of robots in dealing with the real world, and concerned that the complexity of runtime modeling of the world was getting out of hand, a number of people somewhat independently began around 1984 rethinking the general problem of organizing intelligence. (Brooks 1999: 63)

Diese Neubestimmung des Verhältnisses von KI-System und Welt ist durchaus fundamental – obgleich sie historisch keine Premiere war, wie Rückgriffe auf Ideen und Konzepte der frühen Kybernetik zeigen (Meister 2011b: 133ff.; Meister & Lettkemann 2004).

Mit der „New Wave of Robotics“ setzt sich in der Robotik die Vorstellung durch, dass die Entwicklung erfolgreicher Roboter an ihren Einsatzumgebungen, der „echten Welt“, orientiert sein muss. Dabei handelt es nicht um *einen* konzeptuellen Vorschlag (den Brooks mit seiner „subsumption architecture“ ebenfalls lieferte), sondern eine grundlegende, konkurrierende Definition dessen, was im Sinne der KI-Forschung ein sinnvoll und erfolgreich operierender Roboter sei. Die Performance der Maschinen in unstrukturierten Umgebungen wird zum Hauptkriterium ihrer Bewertung. Während die Protagonisten der „New Wave of Robotics“ damit vor allem auf das spezifische Problem einer physikalisch und biologisch adäquaten Interaktion mit Objekten und Räumen als Gelingensbedingung fokussierten, ist die Figur der Orientierung auf die „reale Welt“ universell. Insbesondere in der wissenschaftlichen und kommerziellen Erschließung verschiedener *Anwendungsfelder*, wie Rettungs- und Suchroboter oder Telepräsenz-Roboter, fand zunehmend eine Orientierung auf Alltagswelten statt. In der Service-Robotik schließlich wird die Integration externer Gelingensbedingungen explizit sozial:

Die Problematik einer möglichst reibungsfreien und intuitiven Nutzbarkeit wird nun keineswegs nur als eine technische Aufgabenstellung diskutiert, sondern als ein Bestandteil des Verständnisses von intelligenten Systemen überhaupt: Diese Roboter sollen „Kooperationsfähigkeit“ [...] besitzen, und letztlich wird als Trägerin der Intelligenz nicht das isolierte technische System, sondern die schon genannte ‚Mensch-Maschine-Symbiose‘ verstanden. (Meister 2011b: 108)

Dass die Intelligenz des robotischen Systems, seine *Funktionalität in sozialen Situationen*, in einer situierten, wechselseitig strukturierten Interaktion liegt, bringt die erste Dimension der Problemstellung der Sozialrobotik auf den Punkt.

2. *Sozialität modellieren*

Die dargelegte Betonung des Erfolgskriteriums der „Realwelt“ war nicht an *eine bestimmte* paradigmatische Software-Architektur oder Konzeptualisierung der Robotersteuerung gebunden. Das bedeutet allerdings nicht, dass es keine Diskussionen über adäquate Wege, Roboter in unstrukturierten Umgebungen zum Funktionieren zu bringen, gegeben hätte. Im Hinblick auf die Sozialrobotik lässt sich sogar sagen, dass die Auseinandersetzungen darüber in einer eigenen Subdisziplin gemündet sind.

Mit der „New Wave of Robotics“ ging zunächst, wie bereits beschrieben, eine Präferenz für Low-level-Lösungen einher, also für direkte Kopplungen zwischen Wahrnehmungsmodulen und Verhaltensgenerierung in Robotern, ohne eine auf Repräsentation angewiesene zentrale Steuerung. Dieser Tendenz folgend wurden häufig (simplere) Organismen wie Insekten oder niederklassige Wirbeltiere als konkrete Vorbilder für Funktions- oder Verhaltensweisen solcher Roboter gewählt. Deswegen erscheint es im Rückblick geradezu folgerichtig, dass die ersten prominenten Konzepte sozialer Roboter auf einfaches Schwarmverhalten abstellten. Das biologische Konzept der Stigmergie – die indirekte Verhaltensabstimmung zwischen Tieren eines Schwarms oder einer großen Gruppe wie Ameisen oder Vögeln – war Mitte der 1990er Jahre ein beliebtes Vorbild zur Konzeption und wissenschaftlichen Untersuchung von Robotergruppen, die gemeinsam Aufgaben lösen sollten (z.B. Krieger et al. 2000). Sozialität, also das letztlich beobachtbare Gruppenverhalten der Roboter, war hier als emergentes Phänomen einer individuellen, autonomen Abstimmung nach simplen Regeln und Übergangsmarkern (Funksignale, Abstandsmessung) konzipiert. Dieses mechanistische und von symbolischer Bedeutung freie Verständnis von Sozialität war auch Ausdruck eines pragmatischen Umgangs mit den technischen Begrenzungen in puncto Rechenleistung und Hardware. Die Robotikforscherin Kerstin Dautenhahn brachte diesen Pragmatismus Mitte der 1990er Jahre so zum Ausdruck:

In principle, social phenomena are not relevant for robotics when other technical solutions are possible. But the scenarios that are stated for future robots (e.g. welfare robots, domestic robots [...]) include aspects of communication and cooperation between robots and between robots and humans. (Dautenhahn 1994: 291)

Die Forschenden klammerten soziale Phänomene zunächst schlicht aus oder versuchten, sie mit einfachen Lösungen wie biologischen Modellen zu umgehen, um niedrighschweligeren Problemen begegnen zu können (Compagna & Muhl 2011: 20). In dieser Untergliederung in einfachere und komplexere Phänomene des eigenen Forschungsfeldes drückt sich auch eine kumulative, oder evolutionäre Adressierung an die Zukunft aus, die Dautenhahn selbst mitführt: In zukünftigen Szenarien mit den dann gegebenen Möglichkeiten wird man sich diesen Problemen stellen können.

Die dafür notwendige Steigerung der Rechenleistung bei gleichzeitigem Sinken der Kosten für Hardware-Bauteile führte Ende der 1990er Jahre zu einer expliziten Thematisierung und Modellbildung von Sozialität in der Robotik. Entgegen der Grundtendenz der „New Wave of Robotics“ rückten hierbei auch wieder hierarchische Architekturen oder zumindest hybride Systeme mit zentralen Emotions- und Zustandsautomaten in den Fokus. Ohne der empirischen Betrachtung der Sozialitätsbegriffe in der Sozialrobotik zu weit vorzugreifen, sei hier ein prominenter Ansatz aufgegriffen, um die zweite Dimension der Problemstellung der Sozialrobotik zu illustrieren.

Cynthia Breazeal, Leiterin der Personal Robots Group am MIT, war während ihrer Promotion an der Entwicklung des „emotion system“ des Roboters Kismet beteiligt (Breazeal 2003). Diese Software errechnete aus sieben Grundkategorien einen emotionalen Zustand für den Roboter (z.B. Zufriedenheit, Langeweile, Kummer, etc.). Dafür wurden die Daten vier hoch auflösender Kameras (mit Objekt- und Gesichtserkennung) und eines Mikrofons samt Spracherkennungsmodul herangezogen. Das errechnete „Gefühl“ wiederum wurde von 21 Motoren an Kismets Kopf und Gesicht, z.B. über Augenbrauen und Ohren ausgedrückt (vgl. Abbildung 1), sodass Menschen, die mit dem Roboter interagierten, dem Roboter jene Gefühle zuschreiben konnten. Wenn man z.B. ein Spielzeug im Wahrnehmungsraum der Kameras sehr stark schüttelte, errechnete das System einen ängstlichen oder bekümmerten Gemütszustand, der durch entsprechende Mimik und ein Wegbewegen vom Stimulus ausgedrückt wurde (Šabanović 2007: 191).

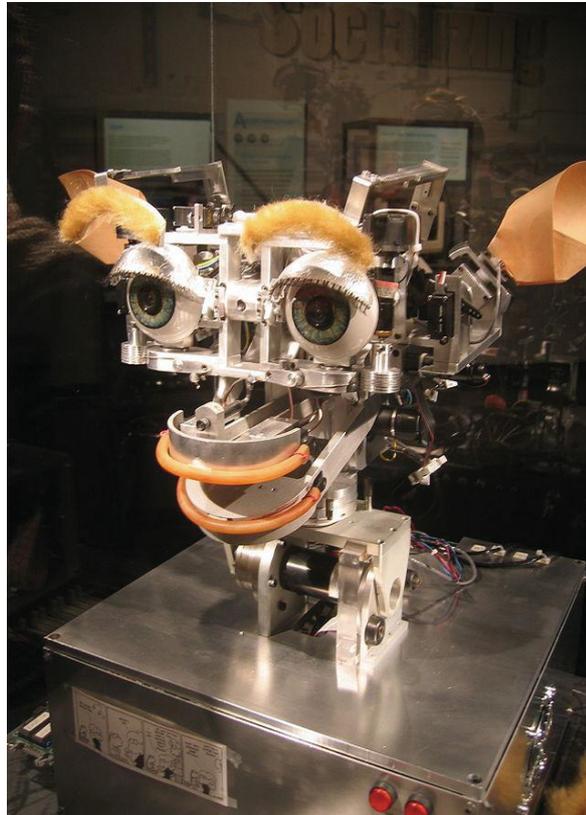


Abbildung 2 - Roboter "Kismet", Foto: Jared C. Benedict CC BY-SA 2.5

Im Gegensatz zu Zugängen, die auf die soziale Situiertheit oder Eingebettetsein eines bestimmten Regelsets abstellen, geht es diesem Ansatz um eine Simulation kognitiver Grundlagen von Sozialität. Grundlegend basiert der Ansatz für Kismet und seine Nachfolger auf der Annahme, dass die Mensch-Roboter-Interaktion denselben Prinzipien folgen sollte wie die menschliche Kognition. Obwohl Kismet technisch gesehen eher Übergänge zwischen voreingestellten Emotionsausdrücken berechnet, betteten die Forschenden seine Architektur in eine umfassende Konzeption menschenähnlicher Sozialintelligenz ein, die auf kognitions- und entwicklungspsychologischen Grundlagen beruhte. Breazeal (2003) definierte dementsprechend vier Klassen sozialer Roboter, unterschieden daran, wie gut die Roboter *zugeschriebene Sozialität erfüllen bzw. wiedergeben* können und wie komplex das gezeigte Verhalten ist. Die höchste Klasse dieses Modells ist der „sociable robot“, der selbst mit Menschen interagieren *möchte*, um interne

„soziale Ziele“ zu befriedigen. In diesem Ansatz wird die Idee vom fühlenden Roboter mit eigenen Bedürfnissen – unabhängig von ihrer technischen Realisierbarkeit oder ethischen Überlegungen – zum metaphorischen Vorbild einer Roboterarchitektur und Primat einer Klassifizierung sozialer Roboter.

Die auf solchen menschlichen Emotionsmodellen basierende Sozialrobotik geht aber noch einen Schritt weiter. Als eine wesentliche Motivation der Sozialrobotik wird genannt, dass die technische Nachbildung basaler und komplexerer Aspekte des Sozialverhaltens verstehen helfe, wie diese Prozesse in bzw. zwischen Menschen ablaufen. Auch eher regelgeleitete Ansätze, die Roboter etwa soziale Konventionen des Schlange-stehens vollführen lassen (vgl. V.4.1), nehmen für sich in Anspruch, dadurch Beiträge zum Verstehen des (menschlichen) Verhaltens in einer Warteschlange zu leisten. Sozialrobotik fragt nicht nur, wie soziales Verhalten maschinell verstanden und aufgeführt werden kann; sie formuliert soziale Interaktion gleichsam als technisches Problem, das durch Hardware und Software bearbeitet werden kann (Šabanović 2007: 128).

Das Forschungsfeld „social robotics“ und dessen Diskussion verschiedener Sozialitätsbegriffe zu Beginn der 2000er Jahre stehen exemplarisch für den Wiedereintritt des Prinzips der Ähnlichkeit zwischen menschlichen (Inter-)Aktionen und denen von Robotern. Das mit der grundlegenden Orientierung auf ein Funktionieren in Alltagswelten zunächst delegierte Problem der adäquaten Repräsentation bzw. Modellierung sozialen Verhaltens in Sozialrobotern wird hier wieder aufgenommen. Die explizite Adaption bzw. Simulation kognitionspsychologischer Theorien für Sozialroboter ist dabei eine Antwort auf die Herausforderung, Modelle und Formalisierungen von Sozialwelt bzw. sozialem Verhalten zu implementieren. Wie am Beispiel Kismets zu sehen ist, führt die Bearbeitung dieser Problemdimension sogar zu einer Wiederkehr eines klassischen Ziels der Kybernetik, Prozesse mit Beteiligung von Menschen und komplexen Maschinen in derselben Beschreibungs- und Befehlssprache abzubilden. Die Anforderung, kontingente Ausschnitte der Alltagswelt zu formalisieren oder auf Formalisierungen aus anderen Wissenschaften zurückzugreifen, impliziert dabei zweierlei interpretative Akte. Zum einen stellen Theorien und Modelle Zusammenhänge dar und verknüpfen diese miteinander. Beim Verstehen und in der Anwendung müssen diese Zusammenhänge nachvollzogen werden. Zum anderen sind die Übersetzungsleistungen der Forschenden

von psychologischen Theorien in Softwarearchitektur nicht zu unterschätzen. Sozialroboter und die ihnen zugrunde liegenden Konzepte sind immer Konstruktionen und damit auch Interpretationen von Sozialität. In der Diskussion um „social robots“ wurde dieser Zusammenhang explizit reflektiert.

3. (Mensch-Roboter-)Sozialität systematisch messen

„Human-Robot Interaction“ (HRI) ist das jüngste Forschungsfeld zur wissenschaftlichen Bearbeitung von Problemen der Sozialrobotik. Obwohl erst seit etwa 2003 unter diesem Namen firmierend, datieren die ersten Geschichtsschreibungen die Ursprünge der Fragestellung bis in die frühen 1990er Jahre zurück (Dautenhahn 2014). Damit nimmt HRI explizit auf die bereits besprochenen Etappen Bezug und trägt zu einer übergreifenden diskursiven Formierung des Forschungsfelds bei:

Human-Robot Interaction (HRI) is a field of study dedicated to understanding, designing, and evaluating robotic systems for use by or with humans. [...] The HRI problem is to understand and shape the interactions between one or more humans and one or more robots. (Goodrich & Schultz 2007: 204, 216)

Die Hinwendung zu Alltagsumgebungen als zu lösendes Problem erfährt durch das allgemeine „humans“ (statt konkreter Situationen) eine Generalisierung, die der adressierten Bedeutung der Unternehmung entspricht: In Zukunft, so die zugrunde liegende Annahme, können potentiell alle Alltagssituationen unter Beteiligung von Robotern ablaufen. Die Notwendigkeit der technischen Modellierung von Sozialität wird unterstrichen, indem zweimal vom *Verstehen* im Zusammenhang mit dem Designprozess respektive von *Formen* der angestrebten Mensch-Roboter-Interaktion die Rede ist. Der folgenreichste Schritt der Formierung als HRI liegt aber in der Öffnung des Feldes für Nicht-Ingenieure und Nicht-Computerwissenschaftler:

Human-Robot Interaction (HRI) is a challenging research field at the intersection of psychology, cognitive science, social sciences, artificial intelligence, computer science, robotics, engineering and human-computer interaction. A primary goal of research in this area has been to investigate ‚natural‘ means by which a human can interact and communicate with a robot. Due to the embodied nature of this interaction, where robots and humans need to coordinate their activities in time and space in real-time, often ‚face-to-face‘, the quality of these interactions is related to, but different from e.g. human-computer interaction (HCI). (Dautenhahn 2007: 103)

Die hier aufgezeigte Wahlverwandtschaft zur HCI, der benutzergerechten Gestaltung von interaktiven Systemen in der Informatik, ist maßgeblich: HRI bzw. ihre Protagonisten positionieren sich als angewandtes Querschnitts-Forschungsfeld, das überall dort ansetzt, wo physisch verkörperte Roboter und Menschen interagieren, kommunizieren, oder zu koordinieren sind. Die damit einhergehende Öffnung für bislang nicht direkt an der Roboterentwicklung beteiligte Fachgemeinschaften war durchaus strategisch motiviert,¹¹ hatte aber eine negative Folge, an der sich die dritte Dimension der Problemstellung der Sozialrobotik zeigt.

Die zentralen Publikationsmedien der Forschungsrichtung HRI stehen vor dem Problem, entwicklungsgetriebene und anwendungsorientierte Artikel nach denselben Reviewkriterien bewerten zu müssen. Insbesondere zentrale Publikationsorgane wie die seit 2006 jährlich ausgerichtete ACM/IEEE HRI-Konferenz, mit einer vergleichsweise kompetitiven durchschnittlichen Annahmerate von 26 % (Bartneck 2010), hat Probleme, sowohl die „user-centered“ als auch die „robotics-centered“ Aspekte der HRI (Dautenhahn 2014) gleichermaßen zu repräsentieren. Forscherinnen im Feld formulieren den Konflikt mit der Phrase „Do we study to build or build to study?“ und bringen damit die Sorge vor einer Umkehrung der grundlegenden Ausrichtung der Sozialrobotik zum Ausdruck: Ist es die Aufgabe von Sozialrobotik, komplexe Maschinen zu entwickeln, oder sollte der Fokus vielmehr auf der Qualität von Mensch-Roboter-Interaktion und Sozialrobotikstudien liegen? Was sich an diesem noch näher zu beleuchtenden Konflikt in der HRI zeigt, ist die neue und herausgehobene Funktion von empirischen, meist standardisierten (Labor-)Studien für die Sozialrobotik (vgl. VI.1).

Die in den ersten beiden Problemdimensionen etablierte Rückbindung an Alltagswelten, bzw. technischen Modellierungen solcher, erhält in der HRI den Zusatz der methodischen Kontrolle bzw. Evaluation. Damit geht auch eine Differenzierung von Forschungszielen und Forscher-Rollen im Feld einher. HRI unterscheidet nicht nur zwischen Roboter und Interaktionspartner, sondern erfordert auch die Rollen des Designers und des wissenschaftlichen Beobachters. Sozialrobotik wird dadurch zu einer Unter-

¹¹ Im Rahmen der Feldforschung gaben zwei Protagonisten der Etablierung des Feldes an, dass es rund um das Jahr 2003 aus dem Kreis sich etablierender Forschenden explizite Bestrebungen gab, die eigene Arbeit als Feld zu formieren, auszudehnen und auch förderungspolitisch breiter aufzustellen. (Feldtagebuch 02.05.2013, 15.04.2014)

nehmung, die nicht nur Roboter baut, sondern die Effekte des eigenen Tuns methodisch kontrollieren will.

In der Darstellung der aufeinander aufbauenden Problemdimensionen der Sozialrobotik wurden unterschiedliche Ebenen der Aggregation zusammengebracht (vgl. Abb. 3). Die „New Wave of Robotics“ kann innerhalb der KI als Paradigmenwechsel verstanden werden. In Bezug auf die Protagonisten, ihre Sozialisation und sozialen Netzwerke im wissenschaftlichen Feld ließe sich auch von einem generationalen oder Gruppenphänomen sprechen. Die Etappe der „social robotics“ umreißt hingegen die Konjunktur eines relativ schmalen Forschungsgebietes innerhalb der Robotik, dessen Mitglieder sich nicht um gemeinsame Methoden und Verfahren gruppieren, sondern um das Ziel, maschinelle Konzepte von Sozialität zu entwickeln. HRI als multidisziplinäres Feld liegt gewissermaßen quer dazu – nicht nur, weil es explizit darauf zielt, auch entferntere Disziplinen einzubinden, sondern auch weil es seine Legitimation aus einer übergreifenden Zielstellung zieht, anwendungsrelevante Ergebnisse zu produzieren und methodisch abzusichern.

Gemeinsam ist diesen (teils historischen) Feldern jedoch, dass sie Sozialrobotik als spezifische Problemstellung formen, als methodisch zu kontrollierende Gestaltung von auf Sozialität zielenden Maschinen für den Einsatz in Alltagswelten.

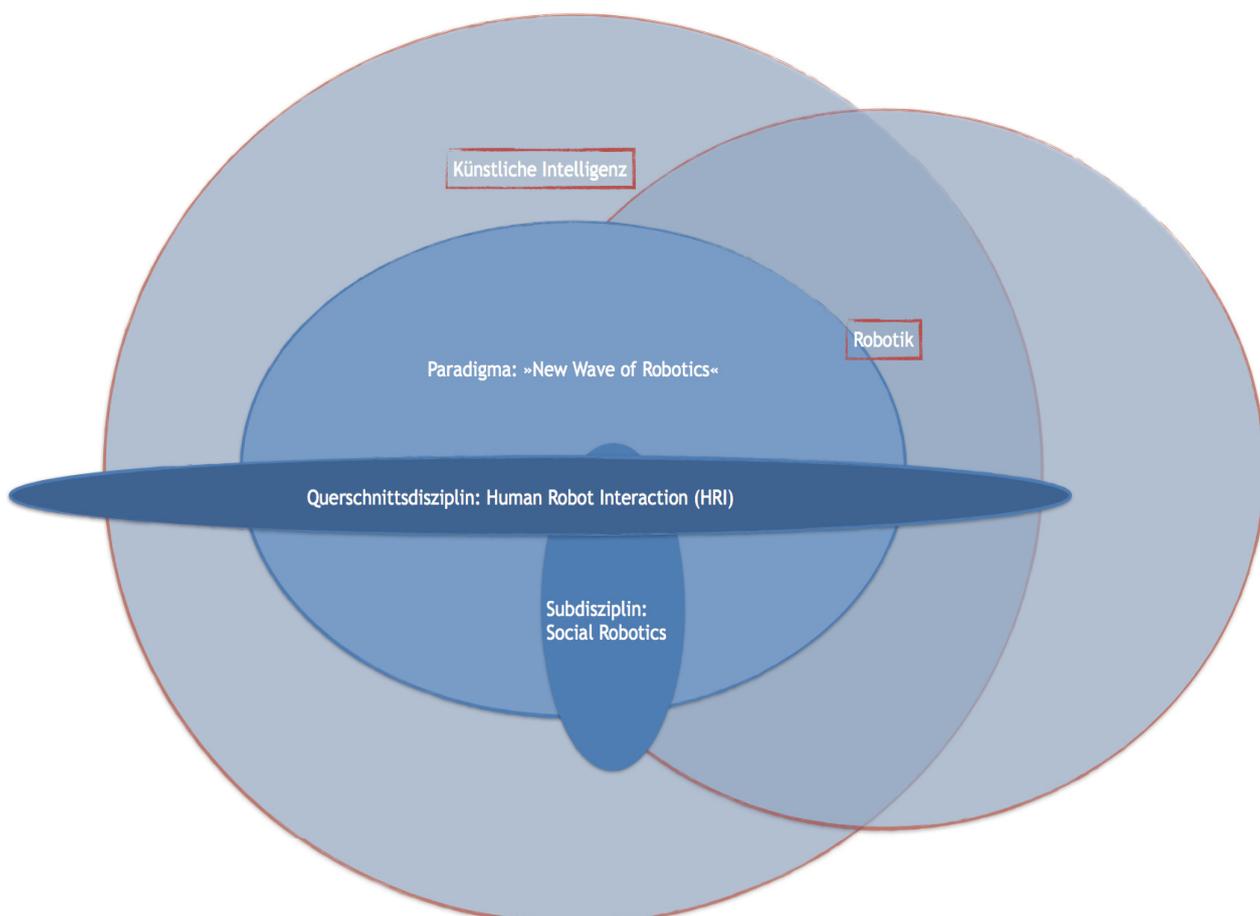


Abbildung 3 – Übersicht Sozialrobotik

3. Forschungsstand Sozialrobotik

Sozialrobotik ist als soziales Phänomen empirisch unterforscht. Zwar liefern Sozial- und Kommunikationswissenschaftlerinnen in Kooperationsprojekten der Sozialrobotik Beiträge, in denen einzelne Facetten der Arbeit, typischerweise die Bedarfsanalyse oder Akzeptanzwerte zukünftiger Anwender (Derpmann & Compagna 2009), untersucht werden, nicht aber die epistemischen und ingenieurtechnischen Näherungsweisen an sich. Im Feld werden auch programmatische Aufsätze zum Verhältnis von Forschungsgegenstand und Sozialrobotikentwicklung (z.B. Andrade et al. 2014) oder methodischen und methodologischen Herausforderungen des Beobachtens und Messens menschlicher Verhaltensweisen (z.B. Woods et al. 2006) veröffentlicht, aber diese problematisieren aus Akteursperspektive und suchen i.d.R. weder den systematischen Vergleich, noch reflektieren sie ihre eigenen Annahmen. Angesichts dieser Knappheit an sozialwissenschaftlichen oder historischen Studien zur Sozialrobotik als Unternehmung ist es ein Glücksfall, dass die der spärliche Bestand an vorhandener Forschungsliteratur umso instruktiver ist. Im Folgenden sollen drei bislang sehr vielversprechende Ansätze zu einem verstehenden Erklären der Sozialrobotik, ihrer Annahmen, Praktiken und Produkte vorgestellt werden.

Eine Gruppe von Arbeiten fragt nach der Rolle von Weltbildern und Visionen für die Entwicklungsarbeit (3.1). Dabei wurden nicht nur Muster zwischen Ausschreibungszielen und von Robotikforscherinnen geäußerten Zukunftsvisionen nachgewiesen, sondern auch die übergreifende Rolle (populär-)kulturell geteilter Vorstellungen thematisiert. Ein zweiter Strang von Forschung beleuchtet, wie im heterogenen Feld der Sozialrobotik, in Ermangelung eines gemeinsamen wissenschaftlichen bzw. methodischen Unterbaus, eine Zusammenarbeit überhaupt gelingen kann. (3.2). Ein dritter Strang fragt schließlich nach den Implikationen der Ziele und Methoden der Sozialrobotikforschung (3.3). Dabei werden vor allem das Problem nichtintendierter Nebenfolgen und deren mangelnde Reflexion herausgearbeitet.

Die Sozialrobotik befindet sich in einer Entwicklungsphase, in der die Diffusion der entwickelten Technologien in Alltagswelten noch nicht realisiert, sondern eher exemplarisch getestet wird. Deswegen soll abschließend ein historischer Exkurs zu einem

Fallbeispiel unternommen werden, das mit einer ganz ähnlichen Problemstellung und zu einem vergleichbaren Entwicklungszeitpunkt sehr eng von Wissenschafts- und Technikforschung begleitet wurde. Die so genannten Expertensysteme der späten 1980er und frühen 1990er Jahre sind der Sozialrobotik vor allem insofern ähnlich, als sie ebenfalls auf Einsatzszenarien außerhalb der KI-Labore zielten – und im Kontakt mit Alltagswelten einer Reihe von Problemen begegneten (3.4).

1. *Zukunftsvorstellungen im Entwicklungsprozess*

Forschende in der Sozialrobotik und ihre Projektbeschreibungen beziehen sich zum Teil sehr explizit auf gesellschaftliche Diskurse über das Leben mit Technik. Sie nehmen aktiv Bezug auf Bilder technisch möglicher und wünschenswerter Zukünfte und ordnen ihre Arbeit und die angestrebte Mensch-Roboter-Interaktion darin ein. Die Figur der „imaginaries“, übergreifender *Vorstellungen*, die sowohl die finanzierenden Institutionen, den Entwicklungsprozess und die Konstrukteure beeinflussen als auch von deren Handlungen und Produkten beeinflusst werden, hat eine längere Tradition in der Wissenschafts- und Technikforschung (Böhle & Bopp 2014: 157).

Für die jüngeren Arbeiten, die die Frage nach der Rolle von Leitbildern im Technikentwicklungsprozess thematisieren, lassen sich zwei Zentren ausmachen: Eine diskursanalytische und eine eher akteursorientierte Perspektive (ebd.). In beiden Fällen werden Zukunftsvorstellungen (teils auch eher irreführend mit „Visionen“ übersetzt) als kollektiv geteilte Deutungen und Wertungen betrachtet und untersucht. Der Unterschied besteht vor allem in der Verortung der Wirksamkeit, d.h. in der Frage, ob solche Zukunftsvorstellungen eher den Austausch verschiedener Akteursgruppen koordinieren (Roelfson et al. 2008: 338) oder vor allem das Entwicklungs-Handeln der Forschenden beeinflussen (Giesel 2007: 162). Im internationalen Forschungsdiskurs finden sich Arbeiten zu beiden Ansätzen unter den Begriffen „socio-technical imaginaries“ (Jasanoff & Kim 2009) bzw. „socio-technical futures discourses“ (STF-D) (Böhle & Bopp 2014: 158). Damit können sowohl weitreichende Ziele wie auch konkrete, handlungsleitende Vorstellungen gemeint sein. Kennzeichnend ist in jedem Fall, dass imaginaries bzw. STF-D die Zusammenhänge zwischen Technologien und Zukünften thematisieren: Das

technisch *Machbare* und das gesellschaftlich *Wünschenswerte* treten in ihnen in enger Kopplung auf, z.B. in der Form, dass eine politisch gewünschte Zukunftsvorstellung als technisch erreichbar dargestellt wird, womit anschließend Investitionen und Projektausrichtungen begründet werden (Jasanoff & Kim 2009: 120).

Eine empirische Studie zu den Zukunftsvorstellungen von Forschenden aus 17 europäischen Technikforschungsprojekten, in deren Rahmen „artificial companions“¹² entwickelt wurden, untersuchte Projekt- und Selbstbeschreibungen der Forscher und führte zudem Fragebogenerhebungen durch. Dabei bestätigte sich zunächst ein sehr vordergründiger Zusammenhang zwischen wünschenswerter und technisch erreichbarer Zukunft: Mit dem Imperativ „Let there be artificial companions!“ fassen Böhle und Bopp die Stoßrichtung der Selbstbeschreibungstexte zusammen (2014: 173). Im Detail zeigte sich, dass die Metapher des (zukünftigen) Begleiters zwar sehr breit, aber auch auf nicht unproblematische Weise verwendet wurde. So implizierten die Projektbeschreibungen ein dyadisches Verhältnis von Nutzer und Begleiter, wobei für die angestrebten Anwendungsbereiche wie häusliche Pflege oder Assistenz die Rolle Dritter (Pfleger, Ärzte, Angehörige) typisch ist. Hier wurde eine deutliche Differenz zwischen den diskursiven Einordnungen der Projektziele und der empirischen Realität sozialer Welten deutlich. Außerdem legt die Companion-Metapher ein holistisches Funktionieren der technischen Schnittstelle nahe, während die konkreten Zielstellungen lediglich auf sehr wenige und zudem spezialisierte Services ausgerichtet waren. Drittens stellen Böhle und Bopp fest, dass die konkreten Anwendungsszenarien der von ihnen untersuchten Projekte viel weniger dem Bild des Gefährten oder Gesellschafters entsprachen als der Vorstellung professioneller Dienstleistungen, die technisch substituiert bzw. besser zugänglich werden sollten (ebd.: 175). Im Zusammenhang mit den Ausschreibungsbedingungen konnte zudem gezeigt werden, dass die in den EU-Förderungsrichtlinien akzentuierte Serviceorientierung auch in das Selbst- und Zukunftsbild der Forschenden Einzug gehalten hatte (ebd.).

In diesem letzten Hinweis wird deutlich, dass B & B die STF-D besonders für den Übergang der Ausschreibungen zu den formulierten Projektzielen erfolgreich beobach-

¹² Die Companion-Metapher schließt im Sample der zitierten Studie außer humanoiden bzw. sozialen Robotern auch nicht-verkörpernte Agenten wie Avatare oder assistive Technologien wie einen „intelligenten Rollstuhl“ ein. Untersucht wurden 15 Verbundprojekte aus dem FP-6-Förderprogramm der EU und zwei national geförderte Projekte in Deutschland (Böhle & Bopp 2014: 182ff.).

ten und rekonstruieren konnten. Typischerweise werden die STF-D problematisiert oder gar verändert, wenn nicht-technische Projektpartner aus dem Pflegesektor oder andere Anspruchsgruppen durch öffentliche Berichterstattung mit den Zukunftsvorstellungen der Forschenden und Forschungsprogramme konfrontiert werden.

In Rückgriff auf Suchman (2007) nutzt Šabanović „imaginaries“ als zentrale Analyseeinheit für ihre ethnografische Studie zur Kultur der Sozialrobotik (Šabanović 2007). Der Reiz liegt dabei für sie darin, dass „imaginaries“ ein integriertes Verständnis von Praxis und Wahrnehmung nahelegen, da sie sich a) sowohl auf individuelle wie auch auf kollektive Ebenen von Erfahrung und Handeln beziehen (ebd.: 29), als auch b) als kulturelle und historische Ressourcen verstanden werden können, die Weltansichten, Kultur und Wissen strukturieren und durch deren Re-Produktion strukturiert werden (ebd.: 30). Anhand ihrer teilnehmenden Beobachtungen und Interviews konnte Šabanović zeigen, wie diese Zukunftsvorstellungen in mehrerlei Hinsicht zum wechselseitigen Bezugspunkt zwischen Robotikforschenden und gesellschaftlichen Gruppen wurden.

Šabanović schloss daraus unter anderem, dass wissenschaftliche Theorien und Methoden beim Entwickeln nur eine Ressource für Zieldefinitionen und konkrete Designentscheidungen der Sozialroboter waren. Auch andere, weniger reflektierte und abstrahierte Verdichtungen von Alltagserfahrungen, wie Bilder, Geschichten und Symbole spielten dabei eine entscheidende Rolle, insbesondere wenn sie aus dem Bereich der Science Fiction kamen und somit einen *common ground* für Forschende und Öffentlichkeit boten (ebd.: 45). Die Vermischung von Zukunftsvorstellungen aus der Populärkultur, wie z.B. aus den Star Wars-Filmen, und der Sozialrobotik wurde seitens der Forschenden nicht nur breit akzeptiert, sondern auch aktiv forciert (ebd.: 50). Im Falle japanischer Sozialrobotikprojekte zeigte sich sogar, dass Roboter von forschungsfinanzierenden Institutionen zu öffentlichen Anlässen oder in TV-Werbespots wiederum als „Botschafter“ von Zukunftsvorstellungen eingesetzt wurden (ebd.: 80). Auf der Ebene des Kulturvergleichs analysiert Šabanović zudem die in Sozialrobotikprojekten verkörperten Zukunftsvorstellungen mit Anderson (2006) auf deren Bezug zu den diskursiven Konstruktionen von Nation in den USA und Japan (Šabanović 2007: 96ff.).

Ziel ihrer Studie ist es, für diese vielseitigen, sich gegenseitig stützenden Bezüge von Gesellschafts- und Zukunftsvorstellungen und Sozialrobotikforschung zu sensibilisieren, da „socially and culturally informed positions“ (ebd: 124) im Feld selten seien und

stattdessen mechatronische Perspektiven auf Roboter in Alltagsszenarien im Vordergrund stünden.

In den beiden genannten Studien wird mit verschieden weit reichenden Begriffen von Zukunftsvorstellungen gearbeitet, die auch unterschiedlich sozial und kulturell verankert sind. Was sich dennoch in beiden Fällen deutlich zeigt, ist zum einen die sehr hohe Affinität der Sozialrobotikforschung, ihrer Geldgeber und anderweitigen Anspruchsgruppen (von Betroffenen bis massenmediale Öffentlichkeit), direkte Bezüge zu gewünschten, populären oder gefürchteten Vorstellungen von Zukünften mit Robotern herzustellen. Die in dieser Weise transportierten Vorstellungen sind dabei zentraler Bezugspunkt für Ausschreibungen, Projektanträge und öffentliche Vorträge, aber auch für Seminar-Diskussionen und eigene populärwissenschaftliche Veröffentlichungen von Robotikern (z.B. Nourbakhsh 2013). Die Ergebnisse zur Wirksamkeit solcher Diskurse in der konkreten Forschungspraxis sind dagegen eher vage. Für die tägliche Entwicklungspraxis wurde eine im Vergleich zur Praxis Antragstellung und Projektakquise eher inkonsistente Form des Bezugs auf Zukünfte sichtbar. Diese Forschungslücke offenzulegen und einen Beitrag zu ihrer Schließung zu leisten, ist Teil der vorliegenden empirischen Arbeit.

2. *Kleinste gemeinsame Nenner und andere Pragmatismen*

Der Bezug auf kulturell geteilte Vorstellungen erfüllt in Forschungsfeldern wie der Sozialrobotik häufig eine pragmatische Funktion. Er dient zum Anzeigen von grundlegend ähnlichen Zielen und ist dabei z.T. absichtsvoll diffus. Bezüge dieser vermeintlich geringen Qualität stellen aber dennoch einen „langfristig bindenden Bezugspunkt“ für Kooperationen in und um Robotikprojekte dar (Lettkemann & Meister 2004: 215). Neben Weltbildern und Zukunftsvorstellungen hat die empirische Wissenschafts- und Technikforschung auch andere, nicht-kognitive Elemente der Kooperationsstiftung in der KI-Forschung ausgemacht (ebd.): physische Gegenstände wie Instrumente und abstraktere, epistemische Objekte wie Theorien oder Methoden, die überbrückend wirken. Das Vorhandensein und die Notwendigkeit solcher Momente doppelter und uneindeutiger Bezugnahmen wurden im Anschluss an Forschungen zu „heterogenen Kooperatio-

nen“ (Strübing et al. 2004 und für die Sozialrobotik insbesondere Meister (2011a, 2011b, 2014) nachgewiesen.

Ausgangspunkt dieser Perspektive ist die Einsicht, dass Robotik im Allgemeinen und Sozialrobotik im Speziellen keine homogenen *wissenschaftlichen Disziplinen* sind, die mit einem gemeinsamen Set an Begriffen und Methoden arbeiten. Es handelt sich vielmehr um heterogene Felder, in denen Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen unterschiedlicher Fachrichtungen mit teils divergierenden Zielen kooperieren. Insbesondere für Forschungsfelder der angewandten KI-Forschung, zu der die Robotik zählt, ist diese „disunity of science“ (Galison & Stump 1996) empirisch gut belegt. Ein anschaulicher Ausdruck dafür ist die im Feld gebräuchliche Bezeichnung von „Plattform“ für Roboter. Die Entwicklungsarbeit in Projektteams dient mitunter so vielen unterschiedlichen wissenschaftlichen und nicht-wissenschaftlichen Zielstellungen, wie ein Robotersystem relevante Komponenten hat (Meister 2011b: 109). Je nach Zugriff und Absicht ist ein konkreter Roboter dann eine Plattform für unterschiedliche (Erkenntnis-)Interessen. Die Maschinen selbst werden damit zu „boundary objects“ (Star & Griesemer 1989), also Gegenständen, die von den beteiligten Gruppen unterschiedlich wahrgenommen, imaginiert und interpretiert werden und gleichzeitig eine hinreichend große Schnittmenge bieten, um einen gemeinsamen Fokus zum Handeln zu bilden (Michalowski et al. 2007: 393).

Die Möglichkeitsbedingungen der heterogenen Sozialrobotik lassen sich auf unterschiedlichen Ebenen beobachten. Eine ganz grundlegende Ermöglichung der Kooperation besteht in der bereits herausgearbeiteten Zielstellung, Probleme in der „Realwelt“ zu lösen. Diese taugt nicht nur als konsensfähiges Ziel für die teils unterschiedlich motivierten Forscherinnen; es motiviert und legitimiert auch die spezifische Art zu arbeiten. Sozialrobotikprojekte haben meist das Ziel, Roboter als Lösungen von Problemen zum Funktionieren zu bringen (Meister 2011b: 120). Übereinstimmung besteht weitgehend auch in der Favorisierung von „bottom-up“-Ansätzen (im Gegensatz zum deduktiven Symbolparadigma der KI) und der Vorstellung von Mensch-Roboter-Interaktion als „Mensch-Maschine-Symbiose“. Diese beiden Figuren identifizieren Lettkeman und Meister als typisch für die Kybernetik und erkennen darüber hinaus auch deren universalistischen Anspruch, technische, natur- und sozialwissenschaftliche Fragestellungen

nicht im Rahmen einer disziplinär segmentierten Wissenschaft zu lösen, in der Sozialrobotik wieder (Lettkeman & Meister 2004: 220). Kennzeichnend ist jedoch, dass der Bezug zu solchen Theorietraditionen und Universalismen sehr pragmatisch geschieht. In der Wiederkehr der kybernetischen Rhetorik ist keine Verpflichtung auf theoretische oder methodische Entscheidungen zu erkennen. Vielmehr werden konzeptionelle Fragen, z.B. die nach der entwicklungspsychologischen Plausibilität eines Modells für die Softwarearchitektur des Roboters, über weite Strecken der Praxis des Forschens und Austauschens in Verbundprojekten zurückgestellt. Der Hinweis auf solche Inkonsistenzen wird dann als „rigide Grundsatzentscheidungen oder [...] philosophische Metafrage jenseits der Praxis behandelt“ (ebd.: 222).

Das Fehlen einer gemeinsamen Methodologie, gemeinsamer Maßeinheiten und Vergleichswerte in der Sozialrobotik wird innerhalb des Feldes häufig als Kompromiss zwischen der avisierten Realitätsnähe der Szenarien und den notwendigen Experimenten in kontrollierten Labors diskutiert (Meister 2014: 120). Zwar bilden sich standardisierte Maße, z.B. zur Effizienz von Aufgabenerledigungen, heraus; deren Anwendung geschieht häufig aber methodisch nicht kontrolliert, was die Intention konterkariert und die Ergebnisse für die feldübergreifende Kooperation oft unbrauchbar macht. Einen Teil dieser Aufgabe übernehmen deshalb populäre und teils hochdotierte Wettkämpfe innerhalb der Robotik (Meister 2011a: 7). Gemeint sind Wettbewerbe zwischen Forschungsteams, bei denen Roboter unterschiedlicher Universitäten oder Forschungseinrichtungen gegeneinander antreten. Ein bekanntes Beispiel aus dem Forschungsfeld der Roboternavigation war die DARPA Grand Challenge, bei der automatisch gesteuerte Fahrzeuge vorgegebene Strecken nach dem Prinzip eines Wettrennens zu absolvieren hatten. Der zwischen 2004 und 2007 insgesamt dreimal ausgetragene Wettbewerb gilt als Katalysator für die Forschung und Entwicklung autonomer Fahrzeuge. Maibaum rekonstruiert drei Faktoren, die solche Wettbewerbe für die Entwicklungsarbeit bedeutend erscheinen lassen. Sie sind „eine Mischung aus Praxistest, Vergleichsmaßstab und Demonstration“ (Maibaum 2012: 25). Zur Funktion des Vergleichs durch die gleichzeitige Performance tritt der Test unter ‚realen Bedingungen‘. Im Rahmen der Wettbewerbe beinhalten gestellte Aufgaben Situationen, die so nicht auf dem Testprogramm der Entwickler gestanden hätten und damit nicht im Bereich der Möglichkeiten lagen. Dadurch erzeugen Robotik-Challenges „Kontingenz für die Weiterentwicklung“ (ebd.:

24). Außerdem dienen die großen Wettbewerbe auch der Vorführung der Maschinen in einem durchaus werbenden Sinne. Neben kommerziellen Interessen und dem Beweis der Leistungsfähigkeit stehen unter anderem auch die Selbst- und Fremdbilder der Entwicklerinnen als erfolgreiche Konstrukteure zur Schau.

Die eminent soziologische Frage, wie unter diesen heterogenen Bedingungen überhaupt Ordnung möglich sei, ist vor allem von Studien aus der pragmatistischen Techniksoziologie untersucht worden. Die Praxis von Robotikprojekten, insbesondere das forschend-ausprobierende Problemlösungshandeln, gerät dabei in den Blick. Robotikforscherinnen werden dabei als Handelnde verstanden, die der Komplexität ihrer Aufgabenstellungen mit den ihnen zuhandenen Mitteln begegnen müssen, was nicht selten zu pragmatischen und teilweise opportunen Lösungen führt. Durch die Etablierung empirischer Studien als Kriterium guter Sozialrobotik sind Metadiskussionen zu Methodologie und Methoden in Gang gekommen, die eine Vergleichbarkeit der Arbeiten sowie deren Ziele thematisieren (Meister 2014: 116).

3. *Dekontextualisierte Sozialität*

Aus unterschiedlichen Perspektiven wird der Sozialrobotik in ihrem Vorgehen und ihren Folgen eine Tendenz zur Dekontextualisierung bzw. fehlenden sozialen Situierung attestiert. Die Tendenz, Mensch-Roboter-Interaktion sozialtheoretisch als Austausch zwischen zwei Entitäten auf der Mikroebene zu betrachten und dabei insbesondere die Mesoebene der Verwendungssituation, z.B. institutionalisierte soziale Rollen und Werte, zu ignorieren (ebd.: 113), wurde bereits angedeutet. Innerhalb des Feldes sind bislang vergleichsweise wenige Studien erschienen, die die soziale Einbettung der Roboter in die Alltagswelten, z.B. die Ordnung von Aufgaben und Zuständigkeiten im Krankenhausalltag, explizit und auf einem sozialwissenschaftlichen Reflexionsniveau bearbeiten (Mutlu & Forlizzi 2008). Die adäquate Integration von Nutzern und situierten Interaktionen in die Sozialrobotikentwicklung ist nach wie vor eine oft schlecht oder gar nicht reflektierte Herausforderung für die beteiligten Felder (Šabanović 2010). Insbesondere die eigene Rolle als Entwickler oder Testleiter in konkreten sozialen Situationen wird in Sozialrobotikprojekten beinahe standardmäßig missachtet. Dabei haben Arbeiten aus

dem Umfeld von Entwicklungsprojekten sehr überzeugend und kleinteilig dargelegt, wie sehr die zu beobachtenden Mensch-Roboter-Interaktionen von geringen Änderungen im Experimentaufbau, der Beobachterposition und dem Verhalten der Testleiter abhängen (Alač et al. 2011).

Dass Sozialroboter zu selten im Kontext spezifischer (und durchaus überlappender) sozialer Situationen und stattdessen als Ideen, Projekte und Praktiken einzelner Teams und Wissenschaftler gesehen werden, wird als gesellschaftliches Problem der Unternehmung kritisiert (Restivo 2002: 9). Zum einen führt die vielfach attestierte „I-Methodology“ (Akrich 1992; z.B. Meister 2011b), also die Tatsache, dass die Forschenden von ihrem eigenen sozialen Standpunkt aus die Nützlichkeit und Erwünschtheit der Sozialroboter extrapolieren, zu einer Homogenität der Anwendungsfälle und Designentscheidungen. Restivo bringt das anhand des bereits vorgestellten Roboters Kismet auf eine anschauliche Formel: „Kismet could become Mr. or Mrs. Rogers, but Kismet could never become Nietzsche or Virginia Woolf“ (Restivo 2002: 7). Neben dem normativen Plädoyer für Heterogenität und Abweichung geht es ihm dabei vor allem um die Gefahr des blinden Flecks für Designentscheidungen. Es werde zu wenig getan, um potentielle nichtintendierte Folgen der Sozialrobotik abschätzen zu können (ebd.). Zwar liegt es in der Natur nichtintendierter Nebenfolgen, nicht beabsichtigt und schlecht vorhersehbar zu sein, aber die Frage der Aus- und Rückwirkungen von Sozialrobotik ist im Feld unterrepräsentiert. Wenn diese thematisiert würden, dann als Metadiskussion, die mit der Praxis des Entwickelns an sich wenig zu tun habe.

Suchman hat die Neuauflage von „Human-Machine Reconfigurations“ mit mehreren Kapiteln zu „menschengleichen“ Maschinen ergänzt (2007: 226ff.). Das Konzept setzt sich ihr zufolge aus drei Herausforderungen der beteiligten Disziplinen zusammen: Verkörperung, Emotion und Sozialfähigkeit. Ihr geht es dabei nicht um eine Verteidigung eines anderen Menschlichkeitskonzepts gegenüber der technischen Nachbildung der bestehenden Menschen. Vielmehr untersucht sie, welche Vorstellungen von Menschlichkeit in Robotikprojekten verkörpert sind. Dabei beobachtet sie unter anderem, dass die Dringlichkeiten des technischen Konstruierens eine Auseinandersetzung mit sozialwissenschaftlichen oder techniktheoretischen Ansätzen zu Mensch-Maschine-Fragen verhindern (ebd.: 232). Es fehlt schlicht die Zeit, andere Zugänge als die erlern-

ten aus Ingenieurtechnik und Computerwissenschaften zu elaborieren und auszuprobieren. Mit Verweis auf die historische Studie von Dror (1999) fasst Suchman das resultierende Forschen und Bauen als Dekontextualisierung von Sozialität. Dror hatte zuvor gezeigt, wie durch Quantifizierung und Modellierungen Emotionen unabhängig von konkreten Körpern und konkretem Erleben erklärt und simuliert werden. Daraus leitet Suchman ihr Hauptbedenken ab, dass menschenähnliche Maschinen in ihrer Funktionsweise fetischisiert werden:

My own concern is less that robotic visions will be realized (though real money will be diverted from other projects and spent on them) than that the discourses and imaginaries that inspire them will retrench, rather than challenge and hold open for contest, received conceptions of humanness. (Suchman 2001: 239)

An Keller (2007) anschließend warnt sie vor dem Zirkelschluss, dass die dieser Forschung zugrundeliegenden Diskurse zu einer Vereinfachung und Begrenzung dessen führen, was als menschlich gilt, anstatt es technisch zu erweitern (ebd.: 255).

In einer ähnlichen Richtung, allerdings auf einer psychologischen Aggregationsebene, interessiert sich Turkle (2012) für Sozialroboter. Ausgehend von der Beobachtung, dass Roboter gezielt an psychologischen Stimuli ansetzen und uns „bei der Selbsttäuschung helfen“ (ebd.: 56), thematisiert sie das Risiko solchermaßen aufgebauter Beziehungen. Das „simulierte Begreifen“ der Sozialroboter (ebd.: 62) suggeriere die Möglichkeit „wunschgemäßer Beziehungen“ (ebd.: 43). Wie schon in Bezug auf technisch vermittelte Interaktionen im Internet untersucht Turkle die „neue psychologische Kultur“ (ebd.: 61), die sich aus dem Umgang mit Robotern und computerisierten Agenten im Alltag ergibt. Dabei führt sie die von ihr selbst im Rahmen der KI-Forschung in den 1970ern begonnene Auseinandersetzung mit dem Computer als „disturbing object“ (Turkle 1984) fort. Schon damals beobachtete sie die anthropomorphisierenden Tendenzen in Mensch-Computer-Beziehung.¹³ Turkle spitzt ihre These zu den Folgen der Entwicklung intelligenter, digitaler Maschinen folgendermaßen zu: Egal ob „künstliche Intelli-

¹³ Das bekannteste Beispiel dafür ist wohl der „ELIZA-Effekt“, den Forscher aus der Arbeitsgruppe von Howard Weizenbaum am MIT 1966 erstmals beobachteten: Das System ELIZA verfügte über ein vergleichsweise simples Skript, das auf Basis der Eingaben des Nutzers gesprächsstützendes Verhalten zeigte, indem es die Hauptwörter aus den Aussagen in Nachfragen einbaute (z.B. Testerin: „Well, my boyfriend made me come here.“ – ELIZA: „Your boyfriend made you come here?“). Das mäeutische Prinzip der Dialogführung führte bei Test-Anwendern dazu, dass sie sich und ihre Probleme vom System tatsächlich *verstanden* fühlten. Die starke Attribution von Fähigkeiten, die das System nicht hat, basierte dabei auf einem einfachen ‚sozialen Trick‘, der aus alltäglichen oder therapeutischen Kontexten bekannt ist.

genz' je erreicht werde, „computers change the way people think – especially about themselves“ (Turkle 1984: 162).

Die vorgestellten Studien werden im Diskurs über KI-Forschung teils stark kritisiert: Turkle und Suchman werden z.B. oft einer substantialistischen Position zugerechnet, die fragt, ob KI-Modellierung überhaupt das erfassen kann, „was Menschen ausmacht“. ¹⁴ Die Kritik der mangelnden Situierung durch Alač und Šabanović ist von einer konstruktivistischen Perspektive geprägt, in der problematisiert wird, wie ‚das Soziale‘ und ‚das Menschliche‘ in der Sozialrobotik Ergebnisse von sozialen Aushandlungen sind. Unabhängig von ihren metatheoretischen Verortungen zeigen die vorggeführten Studien ein Reflexionsdefizit in der Entwicklungspraxis, das zwar mit deren technischen und organisatorischen Bedingungen erklärbar ist, aber dennoch negative Folgen impliziert. So fehlen zum einen übergreifende methodische Standards, um Designentscheidungen und soziale Implikationen der Forscherinnen und Forscher zu kontrollieren. Ebenso ist die gesellschaftliche Dimension der Unternehmung an sich, weder im Hinblick auf ihre Anwendungsszenarien noch die möglichen Folgen der tatsächlichen Realisierung von Sozialrobotern, institutionell im Feld verankert.

4. *Historischer Exkurs: Expertensysteme*

Die vorgestellten Befunde zur neueren Robotik und Sozialrobotik sind insofern einzuschränken, als sie sich auf ein sehr dynamisches Feld beziehen und ihre Analysen fallbasiert sind. Deswegen soll dem vergleichsweise schmalen Forschungsstand ein historischer Exkurs zur Seite gestellt werden, der eine ähnliche, mittlerweile aber weitgehend abgeschlossene Entwicklungsrichtung von KI-Forschung beschreibt. Mit so genannten Expertensystemen hatte in der KI-Forschung der 1980er und 1990er Jahre ein Anwendungsbereich Konjunktur, der der Problemstellung der Sozialrobotik in mehreren Punkten ähnelt. Wie auch bei der Sozialrobotik handelte es sich bei Expertensystemen zunächst um einen Gegenstand der KI, der zur Anwendungsreife gebracht bzw. in der Anwendung gelöst werden sollte. In der Orientierung an menschlichen Kompetenzen in

¹⁴ Die Autorinnen wehren sich in ihren Texten dagegen, der vorggeführten Positionen zugerechnet zu werden (Suchman 2007: 228f.).

spezifischen Kontexten wurde das wichtigste Kriterium der Systeme ebenfalls außerhalb ihrer selbst, in der Bewährung in einem professionellen, außer-wissenschaftlichen Kontext, gesetzt. Das ‚Medium‘ der Expertensysteme war allerdings nicht Sozialität, sondern Wissen, genauer gesagt so genanntes „Domänenwissen“, das es zu modellieren galt. Das setzte den Vorgang der „Wissensakquisition“ voraus, in dem die KI-Ingenieure gezwungen waren, sich eigene Zugänge zu spezifischen Ausschnitten von Wirklichkeit zu erarbeiten. Ähnlich wie zurzeit in der Robotik profitierte die Arbeit an Expertensystem dank dem ihr zugeschriebenen Lösungspotential von einer breiten, internationalen Förderungskonjunktur.

Gegenstand der Expertensysteme waren nicht beliebige Alltagssituationen, sondern sehr spezifische „real world problems“ in Kontexten betrieblicher Produktion oder professioneller Dienstleistungen. Dennoch erforderte die Entwicklung von Expertensystem das Verlassen des Labors und eine explizite Auseinandersetzung mit menschlichen Problemlösungen. Diese der hier zugrunde liegenden Problemstellung verwandte Gemengelage wurde erfreulicherweise auch im deutschsprachigen Raum vergleichsweise gut beforscht. Neben Pionierstudien (Becker 1992, Forsythe 2001) kam es auch zu Kooperationsprojekten, in denen Sozialforscherinnen Teil der Entwicklungsteams wurden und diese über Jahre hinweg begleiteten (Rammert et al. 1998). Aus den Ergebnissen dieser und anderer Studien sollen hier vor allem zwei Aspekte beleuchtet werden, die der Untersuchung der Sozialrobotik dienen: zum einen die Art und Weise, in der sich die Entwicklungsteams von Expertensystemen ihrem Gegenstand „Wissen“ konzeptuell und praktisch näherten (b), und die Konsequenzen dessen für die Auswahl und Beziehungen zu den jeweiligen Anwendungsgebieten (c). Zuvor sollen das Konzept Expertensystem und die damit implizierten Arbeitsschritte kurz dargelegt werden (a).

a) Das Konzept Expertensystem und die resultierenden Aufgaben

Expertensysteme oder auch wissensbasierte (Entscheidungs-)Systeme sind Computerprogramme, die anhand einer Wissensbasis Entscheidungen für spezifische Problemanfragen treffen können sollen. Dieses Problemlösen soll sich an der menschlichen Kognition orientieren und im Ergebnis das Kompetenzniveau menschlicher Experten errei-

chen. Das Ziel dabei lautet, spezifisches Wissen überzeitlich und nicht an Körper gebunden, bis hin zur Substitution menschlicher Träger verfügbar zu machen (Becker 1992: 32). Ein konkreter Anwendungsbereich waren z.B. Expertensysteme zur medizinischen Diagnose. Ähnlich dem Verlauf eines Anamnesegesprächs sollte ein Expertensystem anhand ausschließender Fragen zu Symptomen und Vorerkrankungen des Patienten dessen Erkrankung bestimmen. Ein anderer Fall war die Kombination von verschiedenen Wissensgebieten wie Physik und Geologie in einem System, das Entscheidungen über die Wirtschaftlichkeit der Ausbeutung von Ölvorkommen treffen sollte.

Die Konstruktion eines solchen Systems zerfällt unabhängig vom Anwendungsgebiet im Wesentlichen in vier Schritte: a) Das spezifische „Domänenwissen“ durch Experteninterviews oder Literaturrecherche zu bestimmen, b) diese Informationen zu ordnen und maschinell lesbar zu codieren, c) übergeordnete Entscheidungsregeln und Begrenzungen des Expertenwissens („Heuristiken“) algorithmisch nachzubilden, und schließlich d) eine Software zu erstellen, die diese Regeln befolgt und Anfragen ausführen kann (Forsythe 2001: 38f.). Die Herausforderung im Erstellen von Expertensystemen liegt also nur zu einem kleinen Teil in der Programmierung einer regelgeleiteten Software (d) und zum größeren Teil im Umgang mit Wissen. Es muss nicht nur akquiriert (a), sondern auch in Maschinensprache übersetzt werden (b). Dazu muss es *verstanden* werden, denn ohne Selektionsregeln (c) ist Wissen algorithmisch nicht darstellbar. Die Kombination dieser Aufgaben wird als „Knowledge Engineering“ und als Kernaufgabe der Herstellung von Expertensystemen bezeichnet.

b) „Knowledge Engineering“ zwischen Theorie und Praxis

Mit der Rolle des „Knowledge Engineers“ bzw. „Wissensingenieurs“ ging allerdings keine spezifische methodische Ausbildung oder methodologische Fundierung einher. Insbesondere in der anwendungsorientierten KI, zu der die Expertensysteme zählten, war noch bis in die 1990er Jahre das theoretisch bereits viel früher desavouierte Symbolverarbeitungsparadigma prägend (Becker 1992: 11). Dementsprechend waren die in der Forschungsliteratur diskutierten Konzepte von „Wissen“ und „Wissensakquise“ zumeist reduktionistisch und reichten selten über ein Container-Modell hinaus, dem

zufolge das Wissen aus den menschlichen Trägern nur extrahiert werden müsse. Ein stellvertretender Beleg dafür ist die zeitgenössische Kritik des KI-Forschers Otto Laske an der Ausbildung von Wissensingenieuren in der Zeitschrift für Künstliche Intelligenz: „[D]as sozialwissenschaftliche und erkenntnistheoretische Know-How fehlt den Wissensingenieuren.“ (Laske 1989: 12) Für Sozialwissenschaftlerinnen, die Expertensystem-Projekte begleiteten, war dieser Konflikt zwischen reicher Praxis und reduktionistischer Theorie von Beginn an von Interesse und Fokus ihrer empirischen Arbeit.

Empirische Arbeiten zur Praxis der Wissensingenieure relativieren jedoch eine enge Kopplung zwischen KI-Theorie und KI-Praxis. Innerhalb der anwendungsorientierten KI ließ sich nicht nur eine große Heterogenität der Ziele, Motivationen und leitenden Paradigmen¹⁵ beobachten (Becker 1992: 25-27), die als eine der Hauptursachen für die theoretische Unterbestimmtheit und „Diffusität“ des Wissens- und Intelligenzbegriffs gelten kann (ebd.). Durch begleitende Studien in der Expertensystementwicklung arbeiteten Rammert et al. eine „Kluft zwischen den theoretischen Diskursen der KI-Forscher und den praktischen Vorgehensweisen der Konstrukteure von Wissensmaschinen“ heraus:

Widerstände während der Entwicklung, die sachlicher oder sozialer Art sein können, sorgen ständig für Umwege und Neuorientierung. [...] Die theoretische Praxis ist auf Stringenz, Stilisierung und Überzeugung hin orientiert. Die technische Praxis ist eher widersprüchlich, heterogen und opportunistisch. [...] Die Praxis des Baus von Wissensmaschinen ist der Kunst näher verwandt als der Wissenschaft. (Rammert et al. 1998: 248)

Im Ergebnis sprechen sie schließlich von einer „lockeren Kopplung“ zwischen KI-Diskursen und konstruktiver Praktik. Der Diskurs der KI-Theorie stellt zwar eine regulative Semantik zur Verfügung, die jedoch nur wirksam werde, wenn „sich die Ingenieure in ihrer Praxis selbst daran binden und sich dadurch Konstruktionstraditionen selektiv herausbilden“ (ebd.: 249). Die als Vergleich herangezogene künstlerische Improvisation ist dabei nicht als Freiheit, sondern als *Notwendigkeit* des widerständigen Konstruktionsprozesses interpretiert worden, der einer gänzlich anderen Logik folgt als die Theoriebildung.

¹⁵ Becker machte zwei Typen von KI-Forschern aus: solche, die aus einer kognitionswissenschaftlichen Fragestellung heraus das Denken und Wissensprozesse simulieren und erklären wollen, und solche, die aus einem technischen Interesse heraus vor allem schnellere Computer bauen wollen.

Wie die Wissensingenieure mit dem Konflikt zwischen reicher Praxis und reduktionistischer Theorie umgingen, ließ sich bereits in der Wissensakquise beobachten. So berichtet Forsythe: „Asked how they went about the task of gathering knowledge for their expert systems, the knowledge engineers I met tended to look surprised and say, ‚We just do it.‘“ (Forsythe 2001: 37) Die fehlende methodische Kontrolle der Wissensingenieure mündete in einer Irritation über den Gegenstandsbereich ihrer Arbeit. Sie wunderten sich häufig darüber, „wie wenig genau die befragten Experten wussten, was sie taten“ (Rammert et al. 1998: 256). Die reduktionistische Konzeption von Wissen auf explizierbares Expertenwissen führte zu einer falschen Erwartung an die Experten und ihre Tätigkeit. In den hier diskutierten Befunden wurde der Zusammenhang zwischen Theorie und Praxis der KI-Forschung zumeist über die Figur der Erwartung der Wissensingenieure aufgelöst, welche durch die „rationalistische und technizistische Form“ der Wissensakquise geprägt war (ebd.: 256). Gleichzeitig ließ sich beobachten, dass die Notwendigkeit zur Aushandlung dessen, was als wirksames und wichtiges Wissen erkannt und anerkannt wird, durch die reduktionistische Konzeption nicht eliminiert wurde. Die *Interpretationsoffenheit* des Expertenwissens wurde sowohl über die Erhebungsformen (z.B. in situ Expertengespräche) als auch in internen Teammeetings kommunikativ bearbeitet. Knowledge Engineering in der Praxis bedeutete zumeist eine „Aushandlung von Definitionen und der Durchsetzung von Deutungen“ (ebd.: 251). Die in der Theorie und Methode reduzierte Komplexität menschlicher Expertise und Problemlösung brach sich im Knowledge Engineering als Praxis wieder Bahn.

Quer zum Verhältnis von Wissensakquise in Theorie und Praxis wurde auch die Beschaffenheit der Werkzeuge, also der verfügbaren Software und ihrer Restriktionen, als wirksam für die Praxis des Knowledge Engineering beschrieben. Laske spricht gar von einer „Werkzeughörigkeit“, an der die KI leide (Laske 1989: 9). Das Problem sei, dass als Wissen nur das erfasst werde, „was die Werkzeuge darstellen können“ (ebd.: 10). Wissen werde vor allem deshalb einseitig als explizierbares Lehrbuchwissen konzipiert, weil die Performanz von inkorporierter Expertise und implizitem Wissen algorithmisch schwer nachzubilden seien (ebd.: 11). Das korrespondiert mit der „technizistischen Form“, von der Rammert et al. sprechen (s.o.). Als relevanter Ausschnitt von zu bearbeitender Wirklichkeit wird das ausgewählt, was technisch darstellbar ist. Dementsprechend verfehlt die für die KI typische, auf die Zukunft gerichtete Vorhersage, aktuelle

Probleme der Modellierung durch höhere Rechenleistung lösen zu können, auch den Punkt (Laske 1989: 10). Die Ursache für den Engpass in der Darstellbarkeit der Komplexität von Expertenwissen lag nicht (ausschließlich) in der Rechenleistung, sondern auch in einer theoretisch unterkomplexen und daher methodisch unreflektierten Herangehensweise, in der das zu bearbeitende Wissen schließlich anhand seiner Passung für die vorhandenen Werkzeuge ausgewählt wurde.

c) Zum Verhältnis von Konstruktionspraxis und Anwendungsgebiet

Vor dem Hintergrund dieser Analyse überrascht es wenig, dass die allermeisten Expertensysteme aus solchen Forschungsprojekten nicht zu einem dauerhaften Einsatz in einem konkreten Arbeitskontext kamen. In der Analyse der Gründe des breitflächigen Scheiterns¹⁶ stellte man zunächst fest, dass die angestrebte Nutzungssituation der Expertensysteme oft keinen systematischen Platz in deren Entwicklungsprozess hatte (Rammert et al. 1998: 258), weil der damit einhergehende „Reflexionsbedarf und Regulationsaufwand [...] den üblichen Rahmen der Softwareentwicklung weit übersteigt“ (ebd.). Trotz des Vorhandenseins von Theorien und Methodologien rekursiver Prozesse der Softwareentwicklung, z.B. im Software Engineering (z.B. Floyd 1987), hatte die Entwicklung von Expertensystemen in der KI-Forschung keine systematische Rückbindung an spätere Anwendungssituationen. Nur spärlich gab es (nach der abgeschlossenen Entwicklung) Studien zur Akzeptanz der Systeme (Becker 1992: 34-35) – wobei sich schon im Begriff der „Akzeptanz“ eine einseitige Konzeption des Verhältnisses von System und Anwendung ausdrückt, die die Bedeutung der performativen Aneignung von Technologien unterschätzt. Selbst wenn die Expertensysteme im Labor technisch funktionierten, scheiterten sie an der Implementation im Praxisfeld.

Dieser spezifische Mangel an Einbindung und Repräsentation von Nutzer-Perspektiven ist nicht nur methodologischer, sondern auch sozialer Natur. Als zweite große Kluft neben Theorie und Praxis identifizieren Rammert et al. eine Differenz der Welten: „Es

¹⁶ Es sind mittlerweile durchaus nützliche Expertensysteme im Einsatz, z.B. in der Ausbildung von Ärzten als Instruktionsprogramm in praktischen Übungen oder als Diagnoseprogramme für die Funktionalität großer technischer Anlagen. Diese Systeme arbeiten mit einigen hundert Regeln, also nicht mit der ursprünglich mit dieser Lösung verknüpften stufenlosen Skalierung auf Dimensionen von Alltagswissen, menschlicher Kognition per se, oder gar darüber hinaus.

ist die große Kluft zwischen der Welt der Entwickler und der Welt der Nutzer der Expertensysteme.“ (Rammert et al. 1998: 260) Die Wissensingenieure scheiterten, weil sie verkannten, dass Expertenwissen auch Alltagswissen ist und in kontingenten, sozial und historisch je bedingten Formen kommunikativ selektiert, ausgehandelt und aktualisiert wird. Dieser Befund lässt sich am Beispiel eines Expertensystems zur Diagnose und Information über Migräne (Forsythe 1996) verdeutlichen. Das bereits besprochene Theorie-Praxis-Problem von „Knowledge Engineering“ zeigt sich dabei zunächst an der Konzeption des ärztlichen Expertenwissens: Die Informationen über Migräne und abgestufte Kopfschmerzklassifikationen wurden entlang des standardisierten internationalen Diagnoseschlüssel (ICD) operationalisiert. Dabei wurden andere Wissensreservoirs der ärztlichen Praxis, wie das körperliche oder soziale Sensorium, ignoriert. Fragen wie „Welchen Eindruck macht der Patient auf mich?“, die bei der Bewertung des Gesagten und Nicht-Gesagten eine zentrale Rolle spielen, wurden nicht integriert. Die Kluft zwischen Entwicklungslogik und der sozialen Situation Patientengespräch zeigt sich aber bereits in der Anlage des Systems und der damit vorgenommenen Problemdefinition. In diesem Fall wird die Nutzungssituation als Lösung eines Wissensproblems auf Seiten des Patienten durch den Arzt definiert. Abgesehen von den durch das Expertensystem nicht abzudeckenden Ansprüchen an die Situation – wie Trost spenden oder die Möglichkeit zur Verständigung über Themen, die scheinbar nichts mit der medizinischen Diagnose zu tun haben – handelt es sich vor allem um eine machtförmige Zuschreibung. Die einseitige Konzeption des Diagnosegesprächs entspringt neben der reduktionistischen Wissenstheorie auch einem einseitigen Verständnis von ärztlicher Praxis. Insbesondere bei chronisch Kranken wie Migränepatienten lägen auch andere Konzeptionen eines solchen Systems nahe. Migränepatienten verfügen häufig selbst über Expertenwissen zu ihrer Krankheit und deren Symptomatik. Die Formung der Nutzungssituation, wie sie in diesem Beispiel gewählt wurde, orientiert sich aber nicht an den Möglichkeiten und Bedürfnissen von Patienten, sondern an bereits institutionalisierten und strukturierten Abläufen wie z.B. der klinischen Visite. Forsythe ist diesen Selektionen in ihrer Arbeit systematisch nachgegangen und konnte zeigen, dass auch andere Perspektiven bei der Konzeption der Systeme nicht in den Blick kamen, so z.B. andere Expertenrollen wie die des weiblichen Pflegepersonals, das die Patienten aufnimmt und bereits eine erste Einordnung oder Einschätzung vornimmt.

Es zeigte sich, dass den Selektionskriterien der Wissensingenieure – entgegen deren Selbstbild – durchaus folgenreiche soziale und kulturelle Annahmen zugrunde lagen. Obwohl die Entwicklerinnen ein neutrales, wissenschaftliches Vorgehen reklamierten, richtete sich ihre Konstruktionspraxis vor allem an ihnen leicht zugänglichen und kulturell ähnlichen Perspektiven aus. Das betraf vor allem die enge Bindung von Expertise an statushohe Berufsrollen, wie die des Arztes anstelle der Krankenschwester. Hier kamen soziale Kriterien wie die Beurteilung des Wertes von Wissen anhand des sozialen Status innerhalb der Organisation implizit zum Tragen. Auch in der Wahl der Anwendungsfelder, z.B. Medizin, Chemie, oder Physik, sah Forsythe ein kulturelles Moment: Diese Felder stellen nicht nur allesamt hoch kodifizierte und damit leichter operationalisierbare Wissensbestände bereit, sondern sind der anwendungsorientierten KI auch kulturell ähnlich (Forsythe 2001: 39-40). Durch eine Selektion nach sozialer und kultureller Ähnlichkeit fände in der Konzeption und Konstruktionspraxis von Expertensystemen eine Reproduktion spezifischer Weltbilder und sozialer Ordnungen statt. Laut Forsythe geschieht dies vor allem in der Form, dass dabei implizit bleibende Werturteile und kulturelle Orientierungen der Entwicklerinnen wirksam werden (ebd.: 35).

4. Problemstellung – Sozialrobotik als „wicked problem“

Die hier dargestellte Problemstellung der Sozialrobotik kann als „wicked problem“ (Rittel & Webber 1973) verstanden werden. Soziale Welten sind nicht nur physisch schlecht kontrollierbare Umwelten für die Maschinen der Forschenden. Soziale Situationen und Mensch-Roboter-Interaktion sind deswegen komplex, weil ihre Anforderungen in einem technischen Sinn unvollständig und widersprüchlich sind. Sie sind zudem im Wortsinne interaktiv, da sie den Interpretationen der Benutzer unterliegen, die nicht zwangsläufig deckungsgleich mit den Erwartungen der Konstrukteure sein müssen. Gleichzeitig wirkt auf der Seite der Konstrukteure der Zwang, die soziale Komplexität auf Maschinensprache zu reduzieren. Insbesondere die kognitivistischen Strategien der „social robotics“ beruhen dabei auf einer szientistischen Form der Einfassung des Problems, deren Lösungspotential Rittel für „wicked problems“ kritisiert hat (ebd.: 160). Dieser Kontrast aus einem schwer zu standardisierenden Phänomen einerseits, der zudem auf die Einwirkungen der Konstrukteure reagiert, und standardisierten Problemlösungsstrategien andererseits lässt sich auch in anderen Domänen der angewandten Computer Science und KI-Forschung beobachten. Das Konzept des „wicked problem“ wurde deshalb schon früher zur Konzeption von Designentscheidungen in der Softwareentwicklung herangezogen (DeGrace & Stahl 1990; Courtney 2007). Sein heuristischer Wert besteht neben der dargestellten Differenz von Problem und Lösung in der Verschränkung und Gleichzeitigkeit der Problemdimensionen Mensch, Prozess und Technik.

Für die Sozialrobotik konnte gezeigt werden, dass die technische Realisierung eines funktionierenden Roboters in der Praxis der limitierende Faktor ist. Die Komponenten eines Roboters sind, um mit Pickering und Chart (1996) zu sprechen, nicht nur in sich, sondern auch im Zusammenspiel widerständig. Ähnlich wie Pickering naturwissenschaftliche Forschung als kontinuierliches Abarbeiten an Widerständen beschreibt, die zur Neufassung von Zielen und Umwegen zwingen (Strübing 2005: 318), erfordert die Arbeit an Robotern kontinuierliche Anpassungen der Entwicklerinnen an Tempi und Probleme des technischen Systems. Dies wird insbesondere in der Bewährung „in the wild“, also außerhalb der Labore, deutlich. Dieser Hinweis ist deswegen so entschei-

dend, weil die Praxis der Sozialrobotik an diesem Umstand gemessen werden muss: Die erste Aufgabe von Robotikern lautet, den Roboter zum Funktionieren zu bringen.

Eben dort, wo Sozialroboter funktionieren sollen, ist es nicht nur die Komplexität der Maschinen, die zur Herausforderung wird. Für eine soziale Maschine gilt es z.B. zunächst zu verhandeln, was „Funktionieren“ überhaupt bedeuten soll und auf welchem Weg es erreicht wird. Der Blick auf den Forschungsstand hat gezeigt, dass die Reflexion über diese Prozesse und ihre Wirkung auf den Gegenstandsbereich der Sozialrobotik offenbar nicht methodisch oder institutionell verankert ist. Mit diesem Hinweis soll die Arbeit an der Soziabilität von Maschinen nicht diskreditiert oder in Frage gestellt werden. Vielmehr folgt daraus, dass die konkreten Bedingungen und Methoden ihrer Herstellung und wissenschaftlichen Reflexion empirisch zu untersuchen sind. Insbesondere im Hinblick auf die Rolle solcher Vorstellungen für die Forschungspraxis (im Unterschied zur Theorie- und Antragspraxis) wurde eine Forschungslücke identifiziert.

Die Eigenarten von Alltagswelten sind für Roboter nicht nur physisch schlecht zugänglich und gefährlich. Interaktionen sind abhängig von Interpretationen, die nicht zwangsläufig deduktiv vorhersagbar sind und sich zudem durch die Einnahme unterschiedlicher Beobachterposition verändern. Wie die Robotikforschung seit dem Verlassen der Labore auf unterschiedlichen Wegen erlebt, funktionieren auch scheinbar triviale Ausschnitte von Alltagswelt wie Krankenhausflure als Lebenswelten in ihrem jeweils eigenen Sinn. Die spezifische Komplexität der Alltagswelt – im Gegensatz zu idealisierten oder logischen Sinnprovinzen (Schütz 1971: 267ff.) – ist die Kernherausforderung der Sozialrobotik (Meister 2014). Durch diese Herausforderung werden etablierte Wissensformen, Fähigkeiten und Perspektiven irritiert und neue erforderlich.

Im Rückgriff auf die Geschichte der Expertensysteme wurde deutlich, dass die Forschenden z.T. dennoch darauf angewiesen sind, diese Herausforderung mit den zuhandenen Mitteln zu bearbeiten. Das computationale Vorgehen erfordert auch gegenüber der interpretationsabhängigen und komplexen Alltagswelt die Herauslösung und Operationalisierung algorithmisierbarer Zusammenhänge, um rechentechnische Lösungswege

überhaupt anwenden zu können.¹⁷ Die Forschenden der Sozialrobotik müssen deswegen stetig *work arounds* erarbeiten, um einen Begriff aus dem Programmier-Slang zu verwenden: Sie entwickeln Hilfsverfahren, die das eigentliche Problem (die schwer darstellbare Komplexität alltagsweltlicher Umgebungen) nicht behebt, sondern mit zusätzlichem Aufwand seine Symptome umgeht, um zumindest die ersten Interaktionshürden zu nehmen. Obwohl das Vorgehen an sich durchaus als reduktionistisch beschrieben werden kann, ist das Zum-Funktionieren-Bringen eine integrative und komplexe Praxis (Nourbakhsh nach Šabanović 2007: 204). Sie erfordert es ganz explizit, eigene Beobachtungen in Alltagswelten auf wohldefinierte Zweck-Mittel-Relationen zu reduzieren. Wie das in Sozialrobotik-Projekten geschieht, ist das wesentliche Erkenntnisinteresse dieser Arbeit.

Handlungsleitend für die Analyse ist dabei eine in der Problemstellung herausgearbeitete Charakteristik, die im folgenden Kapitel noch einmal vertieft werden soll. Sozialrobotikforschung ist eine Praxis zwischen wissenschaftlich-szientistischen und praxeologisch-entwerfenden Polen. Diese implizieren unterschiedliche Behandlungs- und Näherungsweisen an das Soziale in diesen Projekten. Teilweise werden die Eigensinne von Lebenswelten dadurch als verunreinigende Begleitumstände einer an sich ‚reinen‘ wissenschaftlichen Arbeit gedeutet (Knorr-Cetina et al. 1988: 85). Andererseits ist das Entwerfen, Konstruieren und Testen per se ‚schmutzig‘: Es ist abhängig von Technik, Ein- und Zufällen, den eigenen impliziten und expliziten Interpretationen der Sozialwelt und der Alltagspragmatik der Forschenden.

¹⁷ Was in Alltagswelten kein ‚unnatürliches‘ Vorgehen ist: Menschen sind durch Sinnoperationen wie Relevanzsetzung und Typisierung ebenfalls darauf angewiesen, Fremdverstehen und damit eine alltägliche ‚Verkehrstauglichkeit‘ herzustellen.

II. Forschen, Technisieren und Entwerfen

Wie die Sozialrobotik mit den Ambivalenzen und Komplexitäten der Alltagswelt umgeht sowie mit dem Zwang, diese verlässlich in das Funktionieren einer Maschine und in mathematische Symbole umzusetzen, ist das Untersuchungsinteresse dieser Arbeit. Für dessen Bearbeitung soll im Folgenden ein theoretischer Rahmen eröffnet werden. Dieser hat nicht das Ziel, das Forschungsproblem aus der Literatur herzuleiten, sondern für seine Bearbeitung geeignete Konzepte zu eruieren.

Dabei ist zu beachten, dass die Arbeit in der Sozialrobotik nicht konzeptionell idealisiert werden darf. Sie ist weder eine Naturwissenschaft noch bloße Herstellung von Technik; sie besteht vielmehr im Entwerfen von Technik für Kontexte des alltäglichen Gebrauchs. Typischerweise werden Theorien für diese Gegenstandsbereiche getrennt behandelt, was den Charakteristiken der Sozialrobotik und anderen Technikwissenschaften aber nicht (mehr) entspricht.¹⁸

Deswegen sollen die Aufgabe der Sozialrobotik und die Bedingungen ihrer Bearbeitung hier mit Theorieangeboten zu wissenschaftlichem, technisierendem und entwerfendem Handeln gerahmt werden. Anhand dieser gerät die Arbeit der Forschenden in der Sozialrobotik als spezifische Form in den Blick: Sie ist einerseits eingelassen in übergreifende Formen von Praxis, wie etwa Wissenschaft oder Design, und ihre jeweiligen Methoden, Diskurse und Akteurskonstellationen. Andererseits ist ihr Gegenstand – das Bestimmen und Festschreiben für die Mensch-Roboter-Interaktion wirksamer Mittel – von zahlreichen Vermittlungen weiterer technischer Artefakte, Praktiken und den ihnen innewohnenden Selektionen geprägt.

Betrachtet man Wissenschaft als Praxis, so zeigt sich, dass insbesondere experimentierendes Forschen als Problemlösungshandeln konzeptualisiert werden kann. Die Arbeit der Sozialrobotik-Forschenden ist in diesem Sinne als fortlaufender Selektionsprozess zu verstehen, der auf die beobachtbaren Praktiken ‚vor Ort‘ in den Laboren als empirischen Schlüssel setzt. Die Labore sind dabei sowohl konkrete Experimentalsysteme,

¹⁸ Dieses Thema wird in der deutschsprachigen Wissenschafts- und Technikforschung gerade virulent, wie bspw. der Call zur Frühjahrstagung 2016 der gleichnamigen DGS-Sektion zeigt.

welche die Objekte der Forschung erst hervorbringen, als auch transepistemische Räume, in denen das Problemlösungshandeln kulturell und sozial eingefasst ist (II.1).

Sozialrobotik besteht als technische Aufgabe darin, mehrdeutige Phänomene in eindeutige Zweck-Mittel-Relationen zu überführen. Dieser Prozess lässt sich als Technisierung bestimmen. Damit wird zum einen die Vermittlung des damit verknüpften Handelns durch materielle Widerstände und lokale Begebenheiten deutlich. Zum anderen gerät das technisierende Handeln als spezifische Form der Komplexitätsreduktion in den Blick. Die Forschenden konkretisieren typisierte Handlungsmuster in diskrete Zusammenhänge und Parameter (II.2).

Damit ist ihr Handeln bereits als Entwerfen gefasst: Das Entwurfshandeln findet im Rahmen eines Such- und Innovationsprozesses statt. Dieser Prozess ist ganz grundlegend dadurch gekennzeichnet, dass die angestrebten Verwendungszusammenhänge, also die gelingende Nutzung, auf Typisierungen abgeschlossener Handlungen beruhen. Die Charakteristik der darin zum Ausdruck kommenden sozialen Beziehung zwischen Designern und Nutzern wird anhand zweier Konzepte aus der STS-Literatur – das „Konfigurieren von Nutzern“ sowie „Skripte“ – näher bestimmt (II.3)

Zusammengenommen zeigt sich schließlich, dass die hybride Bestimmung der Sozialrobotik zwischen forschendem, technisierendem und entwerfendem Handeln konzeptionell sehr fruchtbar ist. Sie verweist sowohl auf die materiellen, institutionellen und vor allem impliziten Vermittlungen in wissenschaftlichen Praktiken, als auch auf das spezifische Problem des Umgangs mit Abweichungen von diesen in Instrumenten und Routinen verkörperten Praktiken. Entlang dieser Bestimmung lässt sich zudem die Forschungsfrage für diese Studie weiterentwickeln (II.4).

1. Wissenschaft als (soziale) Praxis

Common sense in der Wissenschaftsforschung ist, dass wissenschaftliche Praxis je historisch, geografisch, kulturell und sozial situiert ist. Die Streitfrage lautet, *wie* diese Situietheit in den Produkten wissenschaftlichen Handelns wirksam wird. Wie wissen Forschende, was sie wissen, und wie spiegelt sich das in ihrem Tun wieder? Ist Wissenschaft von anderen Wissens- und Handlungsformen *prinzipiell* distinkt? Anschließend an diese Fragen soll Forschen im hier interessierenden Zusammenhang als Wissensproduktion unter besonderen Umständen verstanden werden. Es ist in seiner Performanz und seinen Ergebnissen nicht unabhängig von sozialen Konstellationen und kulturellen Einflüssen.

Anhand von drei Wellen der Wissenschaftsforschung sollen einleitend verschiedene sozialwissenschaftliche Konzepte von Wissenschaft zueinander ins Verhältnis gesetzt werden. Konsens besteht dabei darin, dass die Erforschung von Wissenschaft empirisch geschehen muss – entlang der materiellen, menschlichen und konzeptionellen Praktiken, derer es bedarf, um Forschung durchzuführen (Nowotny et al. 2001: 62). Betrachtet man die wesentlichen Befunde über einen Zeitraum von den 1960er Jahren bis heute, so fällt auf, dass es zu einer immer stärkeren sozialen Kontextualisierung von Wissenschaft als gesellschaftlichem Teilbereich und auch als konkreter Praxis kommt (1.1).

Das resultierende Bild von Forschung als in mannigfaltige Praktiken und soziale Instanzen eingelassenem Ensemble soll in der Folge über den Begriff des Problemlösungs-handelns integriert werden. Dabei wird vor allem an zwei Konzepte angeschlossen, die sich auf die Selektionen von Forschungshandeln entlang materieller und symbolischer Einflüsse konzentrieren: Knorr-Cetinas Untersuchung von Laborpraktiken und Rheinbergers Konzeption epistemischer und technischer Objekte (1.2).

1. *Kontextualisierung von Wissenschaft in drei Wellen*

Ähnlich wie die szientistische Wissenschaftsphilosophie die kognitiven gegenüber den materialen und sozialen Umständen von Wissenschaft überbetont(e), nahmen auch sozi-

alwissenschaftliche Perspektiven auf Wissenschaft zu Beginn einigen Abstand zu tatsächlich vorgängiger Forschung. Eine der zentralen Keimzellen der neueren Wissenschaftsforschung ist die Sociology of Scientific Knowledge (SSK), die sich ab den 1960er Jahren vorwiegend in Großbritannien entwickelt hat. Unter Wissenschaft wird dabei vor allem die kreative *Herstellung neuen Wissens* durch einzelne Akteure verstanden. Aufbauend auf Kuhn (1957) und der Sprachphilosophie des späten Wittgenstein (1967 [1953])¹⁹ wurden zwei zentrale Kriterien von Wissenschaft als sozialer Praxis herausgearbeitet: Zum einen die sinnhafte Einbettung „neuen“ Wissens in die Strukturen des „alten“, vor allem in Form des Analogieschlusses (Pickering 1992: 4), und zum anderen die prinzipielle Offenheit und Prozesshaftigkeit dieser Vorgänge, die nicht mit der Art ihres Inhalts (wissenschaftliches Wissen) erklärt werden können. Das sozialtheoretische Problem dieses Ansatzes besteht darin, dass er aus diesem unterbestimmten Praxis-Begriff heraus Gefahr läuft, Wissenschaft als vollständig individualisiert und desintegriert zu beschreiben (vgl. ebd.). Die Lösung dieses Problems gelang der SSK schließlich über eine starke Lesart der Motive von wissenschaftlichen Akteuren als „Interesse“:

[The] introduction of the distinctively sociological concept of interest serves to solve the problem of closure in two ways. On the one hand, actors can be seen as tentatively seeking to extend culture in ways that might serve their interests rather than in ways that might not. And on the other hand, interests serve as standards against which the products of such extensions, new conceptual nets, can be assessed. A good extension of the net is one that serves the interest of the relevant scientific community best. (ebd.)

Wissenschaftliches Wissen ist in der SSK also relativ zu einem Netz an Konzepten und Wissen der umgebenden Community. Näher bestimmt wird diese Relation von (neuem) Wissen und dessen Hintergrund durch das Interesse bestimmter Akteure und Akteursgruppen in der Wissenschaft. Neue wissenschaftliche Konzepte entstehen also dann, wenn sie den Interessen eines Akteurs oder einer Gruppe von Akteuren dienen. Entwickelt wurde diese Idee maßgeblich von Barnes (2013 [1974], 1982) und Bloor (1991 [1976]). Durch empirische Studien von Shapin (1979, 1985) und MacKenzie (1981) wurde sie exemplifiziert. Eine Abweichung innerhalb des Konzepts lieferte Bloor (1983) selbst, als er auf makrosoziologischer Ebene nach solchen Interessengruppen

¹⁹ Nach dem „Tractatus“ wandelte sich Wittgensteins Perspektive auf Sprache diametral. Statt der logisch-deduktiven Ableitung von Bedeutung im „Tractatus“ („Wovon man nicht sprechen kann, darüber muss man schweigen.“) stand in den „Philosophischen Untersuchungen“ die Bedeutung der Sprache in ihrer Verwendung (die berühmten Sprachspiele) im Vordergrund.

fragte. Obwohl es sich bei diesem „systemischen“ Ansatz um eine Ausnahme im Programm der SSK handelt, zeigt er die Defizite des unterbestimmten Praxisbegriffs: Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen sind dort als kognitive Spiegel des umgebenden Systems gedacht und können nur fragen, denken und tun, was vor diesem Hintergrund möglich ist. Es wurde mehrfach darauf hingewiesen, dass im Interessenmodell das ‚soziale Moment‘ der Wissenschaft weiterhin ein Zusatz zu einem dominanten kognitiven Moment des wissenschaftlichen Denkens bleibt:

In der Symmetrisierung der soziologischen Erklärung von objektiv wahren und falschen wissenschaftlichen Ergebnissen, in der Integration von sozialen und kognitiven Interessen bei der Durchsetzung wissenschaftlicher Resultate im sogenannten Interessenmodell bleibt eine negative Rolle des Sozialen gegenüber dem Kognitiven erhalten. [...] Die Entwicklung wissenschaftlichen Wissens behält ihre vom Sozialen autonomisierte Logik, die zwar gestört, aber in ihrem Kern nicht berührt werden kann. (Amann 1990: 4–5)

Von dieser Zuspitzung grenzt sich die zweite Welle der neueren Wissenschaftsforschung insofern ab, als sie ganz explizit untersucht, wie wissenschaftliches Wissen *praktisch hervorgebracht* wird. Beinahe gleichzeitig und teilweise in Unkenntnis voneinander begannen Ende der 1970er Jahre Lynch, Latour und Woolgar und Knorr-Cetina, Laborpraktiken von Natur- und Technikwissenschaften zu erforschen (Krey 2014: 172).²⁰ Sie erforschten den Alltag des Forschens und der Forschenden vor allem mit ethnografischen Methoden und zielten dabei auf neue Untersuchungsgegenstände ab: laboratisierte Ordnungen (Knorr-Cetina 1981), Interpretationen von Daten (Lynch 1985) und Praktiken des Rationalisierens (Latour 1987) rückten in den Blickpunkt der empirischen Rekonstruktion.

Die namensgebenden Labore gelten in den Laborstudien als paradigmatische Orte von Natur- und Technikwissenschaft, denn Labore entsprechen der „Erzeugungslogik“ moderner Wissenschaften: Sie sind eher darauf ausgerichtet, Wirklichkeit zu erzeugen als Wirklichkeit zu beschreiben (Knorr-Cetina 1988: 88). In Laboren werden die Gegenstände der Untersuchung, seien es biochemische Moleküle, hochenergetische Teilchen oder gar Himmelskörper, räumlich und zeitlich entkoppelt und der wissenschaftlichen Behandlung zugänglich gemacht. Dadurch werden die Gegenstände aus ihrer ‚natürlichen‘ Ordnung herausgelöst und zu „kulturellen Akteuren“ im Labor gemacht (ebd.).

²⁰ Lynch war laut Latour um wenige Monate der erste Sozialwissenschaftler, der gezielt die Laborpraktiken der naturwissenschaftlichen Kolleginnen untersuchte. Allerdings erschien sein resultierender Beitrag erst 1985 und damit weit nach denen von Latour und Woolgar (1979) und von Knorr-Cetina (1981), auf die er dann auch keinen Bezug nimmt.

Besonders interessant ist dabei, *wie* diese Objekte konstituiert, welche ihrer messbaren Spuren als bedeutungsvoll angesehen und wie daraus wünschenswerte Eigenschaften wie Effizienz oder Innovation (Latour 1987) abgeleitet werden. Im Labor lassen sich also die Produktion von wissenschaftlichen Gegenständen, die Instrumente ihrer Behandlung und die Herstellung wissenschaftlicher Fakten aus dem Zusammenspiel beider beobachten.

Statt wissenschaftlichem Wissen als kollektiv geteilter „beliefs“ interessieren sich Laborstudien für die je lokalen Bedingungen von Wissenserzeugung. Zu den dabei als wirksam erachteten sozialen Kräften zählten zum Beispiel die Alltagspragmatik und Kommunikationsformen der Forschenden (Knorr-Cetina 1988) sowie das feingliedrige Zusammenspiel aus menschlichen und nicht-menschlichen Aktanten im Labor. Während das Erkenntnisinteresse dieser zweiten Welle neuerer Wissenschaftsforschung der ersten durchaus ähnlich war, wurden zur Erklärung der so beschriebenen „Konstruktionsapparate“ (ebd.: 86) durchaus andere Theorien und Paradigmen herangezogen. In den Laborstudien sind vor allem handlungs- und praxistheoretische Konzepte sowie ethnomethodologische und semiotische Zugänge vertreten. Was diese unterschiedlichen Ansätze wiederum eint, ist die Diversifizierung der explanatorischen Qualität des Sozialen. Wissenschaft als Praxis im Sinne der Laborstudien hat kein privilegiertes Zentrum. Stattdessen entsteht ein Bild von Wissenschaft, das sich aus all den verschiedenen Elementen ihrer Kultur – sozial, institutionell, konzeptuell, materiell – entfaltet (Pickering 1992: 14). Die unterschiedlichen Elemente stehen dabei in dialektischer Beziehung, stabilisieren einander, werden „ko-produziert“, ohne dass eine Dimension notwendigerweise Priorität hätte (ebd.). Wissenschaft ist in der Perspektive der Laborstudien immer ein Kanon aus Technik und Techniken, Konzepten, Produkten und Praktiken. Konkrete Praxis (als hervorbringendes Tun) wird dabei im Unterschied zu SSK als konstitutives Moment von Wissenschaft erachtet. Kultur bildet dabei das Reservoir der beschriebenen Vielheit aus Objekten, Prozeduren und Überzeugungen.

Weniger in direkter Abgrenzung als in Fortentwicklung zu den Laborstudien versteht sich eine dritte Welle der Wissenschaftsforschung. Hier wird die soziale Kontextualisierung wissenschaftlichen Wissens und wissenschaftlicher Praxis konsequent fortgeführt, indem Akteure und Anspruchsgruppen außerhalb der eigentlichen Praxis des Forschens

als relevant für deren Funktionieren betont werden. Dabei gerät immer wieder das Verhältnis zwischen Wissenschaft, ihren Institutionalisierungs- und Organisationsformen, ihrer Finanzierung und der Frage des gesellschaftlichen Nutzens in den Blick. Jasanoff hat beispielsweise untersucht, welche Rolle Beurteilungen von Nicht-Wissenschaftlern wie Bürgern und Politikern für Wissenschaft spielen (2005). Wirtschaft und Politik werden als Forschung ermöglichende Funktionssysteme auf ihre Rolle für Forschung ebenso befragt wie das Verhältnis von Wissenschaft und Forschenden zu verschiedenen Formen von Öffentlichkeit. Da es in dieser dritten Welle um das Zusammenwirken unterschiedlicher Funktionssysteme und Aggregationsebenen geht, sind Konzepte wie das „Regime“ interessant.

Wenn Politik und Wirtschaft als Auftraggeber über Zuteilung und Verwendung von Forschungsressourcen entscheiden, werden sie machtförmig Teil der Verhandlung über Forschungszwecke und -methoden. Dieser Zusammenhang ist als „utilitaristisches Regime“ beschrieben worden (Auger 2004; Marcovich & Shinn 2012: 43-47). Unter solchen Bedingungen verändern sich Forschungspraktiken und „Forschertypen, wie der anwendungsorientierter Forschertyp, der klassisch im ‚Ingenieur‘ verkörpert ist“ (Lettkemann 2014: 17). Ein weiterer Zugang untersucht mit dem Bild einer Tripel-Helix aus Universität-Industrie-Regierung die eng verschaltete Institutionalisierung wissenschaftlicher Wissensproduktion (Etzkowitz & Leydesdorff 1996). Gemeinsam ist diesen Ansätzen, dass „der Wissenschaft“ zunächst kein prinzipiell anderer sozialer Verfahrensrahmen als anderen Wirklichkeitsbereichen wie zum Beispiel der Arbeit in einem Unternehmen oder einer Behörde zugestanden wird.

Besonders anschaulich wird das im Konzept des epistemischen Lebensraums (Felt 2009). Die Frage der wissenschaftlichen Wissensproduktion wird hier aus den lebensweltlichen Lagen der Forschenden rekonstruiert, also anhand dessen, was sie als handlungsleitende Strukturen, Kontexte, Rationalitäten und Werte erfahren und (re)konstruieren – sowohl im Feld der Wissenschaft als Erwerbs- und Qualifikationsarbeit, als auch darüber hinaus (Felt & Fochler 2010: 301f.). Ein Beispiel dafür ist der empirisch nachgewiesene Zusammenhang von Organisations- und Finanzierungsformen von Wissenschaft und der Auswahl wissenschaftlicher Fragestellungen und Paradigmen durch Forschende in Projekten (Felt et al. 2013).

Die Erweiterung des Fokus bedeutet indes nicht, dass Wissenschaftsforschung nur noch daraus besteht, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler als Alltagsmenschen zu untersuchen. Ziel der dritten Welle von Wissenschaftsforschung ist weiterhin die Bestimmung des Zusammenhangs zwischen Modi der wissenschaftlichen Erkenntnisproduktion und deren sozialen Bedingungen. Diese Erweiterung der empirischen Perspektive reflektiert jedoch die nach dem zweiten Weltkrieg weiter kontinuierlich gestiegene Bedeutung und Verbreitung von Wissenschaft als Wirtschafts- und Standortfaktor. Die Rolle von Wissenschaft und wissenschaftlichem Wissen in politischen und öffentlichen Fragen ist dementsprechend ein prominentes Thema dieser Wissenschaftsforschung.

Collins und Evans legen beispielsweise eine SSK-Lesart der dritten Welle vor, die die Überlappung von Technik, Politik und Wissenschaft neu konzeptualisiert. Anhand von Phänomenen wie erneuerbaren Energiequellen, Nahrungsmittelsicherheit oder dem Klimawandel thematisieren sie die Rolle wissenschaftlichen Wissens für „decision-making processes“ (Collins & Evans 2002: 282). Dabei vergleichen sie unterschiedliche Formen von Wissen und Erfahrung, die als Expertise, also verbal und körperlich praktizierbares Wissen, inkorporiert sind. Stoßrichtung ist dabei nicht die Frage nach der Legitimität wissenschaftlichen Wissens, sondern die Ausdehnung der Expertise auf weitere gesellschaftliche Gruppen. Untersuchungen zu „Open Science“ und viele Studien zur Wissenschaftskommunikation teilen diesen kritischen Impetus, Partizipation in politisch relevanten Entscheidungsprozessen zu thematisieren. Die dritte Welle nimmt also eher einen gesellschaftstheoretischen Fokus ein, der im Sinne einer Gegenwartsdiagnose spätmoderne Differenzierungs- und Konvergenzphänomene rund um Wissenschaft beschreibt.

2. *Forschen als Problemlösungshandeln*

Um das Verhältnis zwischen konkreten Forschungspraktiken und ihren Ressourcen und Grenzen zu erklären, wird im Folgenden der Blick sowohl auf die Bedingungen und Dinge des Forschens wie auch auf dessen Kultur gelenkt. Für diese Konzepte hat sich in der Wissenschaftsforschung der Begriff „epistemisch“ etabliert. Damit sind die Erkenntnis betreffende Prozesse gemeint. Sie formen das Problemlösungshandeln der Forschenden wesentlich.

Das Verständnis von Forschen als Problemlösungshandeln ist in den dargestellten Kontextualisierungen von Wissenschaft vielen Konzepten gemein. Forschen besteht demnach in einem fortlaufenden Treffen von Entscheidungen, die materiell und symbolisch mehrfach vermittelt sind. Die Forschenden wählen nicht als Souveräne aus einer idealisierten, vollständigen Menge an Optionen aus. Stattdessen verläuft der Prozess des Forschens eher zickzackförmig. Forschen wurde deshalb als *Tinkering* (Knorr 1979), umgangssprachlich also als Flickschusterei, konzeptualisiert. Damit ist nicht gemeint, dass Forschung im Grunde unwissenschaftlich oder methodisch schlecht sei. Wissenschaft als Praxis bestünde aber in der fortlaufenden Selektion aus lokal verfügbaren Möglichkeiten. Auch und insbesondere experimentelle Naturwissenschaften gelangen folglich nicht standardisiert zu ihren Produkten. Wissenschaft ist in diesem Bild eine „multiplely selected reality“ (ebd.: 369), womit auch der naive Konstruktivismus-Vorwurf an das Konzept entkräftet wird: Forschung als Tinkering ist keine soziale Konstruktion von Ergebnissen im luftleeren Raum, sondern auf Basis der je zuhandenen sowie unwillkürlich formenden auch materiellen Umstände, vermittelt durch die Selektionen der Forschenden. Das Konzept der *Bricolage*, zu Deutsch etwa „herumbasteln“ oder „zusammenfummeln“, wird für diesen Zusammenhang ebenfalls benutzt, u.a. auch von Rheinberger. Es geht auf Levi-Strauss (1967) zurück und beschreibt ebenfalls die Abhängigkeit von Ressourcen und Improvisation. Im Zusammenhang mit experimenteller Forschung und Technikentwicklung wird dabei häufig auf die Ko-Konstruktion von Konzepten, Instrumenten, Zielen und resultierender Entwicklung hingewiesen (Garud & Karnøe 2003).

Eine charakteristische Besonderheit des wissenschaftlichen Problemlösungshandelns ist zudem die Beschaffenheit und Erzeugung ihrer Objekte. Im Gegensatz zu ingenieurwissenschaftlicher und angewandter Forschung ist das Ideal der naturwissenschaftlichen Forschung die Arbeit am *künstlichen Objekt*. Viele Autorinnen und Autoren verweisen deshalb auf die Praktiken der Hervorbringung dieser Objekte (z.B. Knorr-Cetina 2002). Das wissenschaftliche Problemhandeln lässt sich demnach in verschiedene Phasen zergliedern. Typischerweise sind diese erstens die Problemformulierung bzw. Erzeugung eines formalen Erkenntnis-Objekts, zweitens experimentelle Schritte seiner Erzeugung (des manifesten Objekts bzw. seiner Spuren) und drittens die Publikation der Ergebnisse. Kennzeichnend für die Naturwissenschaften und die an ihnen entwickelten Konzepte

ist zudem der Zwang, innovative Problemlösungen zu entwickeln, was „einen hohen Anteil kreativen Handelns“ erfordert (Lettkemann 2014: 34).

a) Rheinbergers „epistemische Dinge“

Ein viel zitiertes Bild der Art des Einflusses der lokalen Bedingungen auf die Forschungspraxis ist das des materiellen Widerstands („resistance“) (Pickering & Chart 1996). Rammert (1998) formuliert daran anschließend, dass Forschung ein Probedandeln ist, das an materiellen Widerständen scheitern kann. Die Art dieser Widerstände wird unter anderem unter dem Konzept der epistemischen Bedingungen näher gefasst.

Gläser definiert als „epistemische Handlungsbedingungen“ Strukturmerkmale von Forschung, „die durch Eigenschaften der bearbeiteten Weltausschnitte und durch die Strukturen des Wissensbestandes der Fachgemeinschaft, das heißt durch das Objekt und durch die Mittel der Forschung, konstituiert werden“ (Gläser 2006: 174). Aus diesem sehr weiten Spektrum isoliert Lettkemann für seine Untersuchung zwei Dimensionen, die als beispielhaft für *epistemische Bedingungen* gelten können (2014: 39-40): Ressourcenverbrauch (operationalisiert in Kosten für Forschung) und „Eigenzeit“ von Forschungspraktiken. Mit letzterem ist im Anschluss an Gläser und Laudel (2004, 2014) die Zeit gemeint, die bestimmte natürliche Prozesse und technisierte Handlungsabläufe benötigen. Ein Beispiel dafür ist die Wachstumsrate von Bakterien, die zwar beschleunigt werden kann, aber dennoch der Eigenzeit der Zellteilung unterliegt. Für den Aufbau physikalischer (Groß-)Experimente lassen sich Eigenzeiten feststellen, die die etablierten Rhythmen der Forschungsförderung übersteigen (ebd.). Diese beiden Dimensionen verdeutlichen die materiellen, aber auch die institutionellen und gewissermaßen handwerklichen Dimensionen des Forschungshandelns.

Der Molekularbiologe und Wissenschaftshistoriker Rheinberger hat insbesondere die Rolle technischen Handelns im forschenden Handeln herausgearbeitet (1992; 2001; 2006). In Abgrenzung zu Modellen, die Forschungsergebnisse vorwiegend als Produkt von Interessen bestimmen, geht es ihm darum, zu zeigen, dass insbesondere die laboratisierte Arbeit ein Abarbeiten an den *epistemischen Dingen* der Forschung ist. Diese Gegenstände des Erkenntnisinteresses, die zu erforschenden Wissensobjekte, weisen selbst jene Widerständigkeit auf, die schon Pickering beschrieben hat. Mit seinen detail-

lierten Beschreibungen entwickelt Rheinberger ein Bild der wissenschaftlichen Praxis, das im Vergleich zu den idealisierenden Selbstzeugnissen aus den Naturwissenschaften sehr viel detaillierter und angemessener erscheint.

Zentrales Analysekonzept ist dabei das Wechselspiel von epistemischen und *technischen Dingen*. Während die einen die Gegenstände des Forschungsinteresses sind, sind die anderen die Gegenstände und Konzepte ihrer Hervorbringung und Manipulation. Diese technischen Objekte wie z.B. Mikroskope oder DNA-Sequenzierer sind ihrerseits aber bereits Verkörperungen von technischen Fertigkeiten, vorausgesetztem Wissen und Theorien über die zu produzierenden Phänomene:

Den ersten kann man Forschungsgegenstand, Wissenschaftsobjekt oder auch epistemisches Ding nennen. Das sind jene Entitäten oder Prozesse, auf die sich das Interesse der Untersuchung richtet, beispielsweise physikalische Strukturen, chemische Reaktionen oder biologische Funktionen. (Rheinberger 2000: 53)

Technische Objekte sind dagegen Arrangements, die man als Experimentalbedingungen bezeichnen kann: „[D]azu gehören Instrumente, Aufzeichnungsapparaturen, Modellorganismen zusammen mit den in ihnen ‚verdrahteten‘ Theoremen.“ (ebd.) Die Bedeutung der technischen Objekte besteht eben darin, dass sie Forschungsobjekte materiell und symbolisch rahmen. Dabei fügen sie die epistemischen Objekte in einer ermöglichenden Art und Weise in ein übergreifendes Feld epistemischer Praktiken oder materieller Kulturen ein (ebd.) und begrenzen sie gleichzeitig.

Im Experimentalsystem, der lokalen Anordnung aus technischen Objekten, die epistemische Objekte erzeugen und festhalten sollen, kommt es deshalb zu einer Vermittlung, deren Ergebnis sich weder aus dem theoretischen System der Herstellung des formalen Erkenntnisobjektes noch aus der experimentell-materiellen Notwendigkeit der technischen Objekte erklären lässt.

Die Grenze zwischen epistemischen und technischen Objekten wird in den Experimentalsystemen der Naturwissenschaften immer weiter verschoben und neu ausgehandelt. Das Wechselspiel zwischen ihnen ist nicht festgeschrieben und nicht trivial. Was einst ein hypothetisches, epistemisches Objekt war, kann als technisches Objekt der Erzeugung und Nutzbarmachung desselben Phänomens einige Jahre oder Jahrzehnte später profaner Teil des Versuchsaufbaus sein, der selbst wieder zu neuen Erkenntnismöglichkeiten führt. Rheinberger nennt als Beispiel dafür die enzymatische Sequenzierung von DNS, die einst jahrzehntelang erforscht wurde, um sie technisch zu ermöglichen, und

heute Standardprozedur in Schnelltests ist, die als konfektioniertes Set gekauft werden können. Das Verhältnis von epistemischen und technischen Objekten hat Rheinberger auch in das Bild von Hardware und Software gefasst:

Experimentalsysteme wachsen langsam zu einer Art wissenschaftlicher Hardware heran, innerhalb derer die fragilere Software der epistemischen Dinge – dieses Amalgam von Erst-halb-Begriff, nicht-mehr-Technik und noch-nicht-Standardwert – artikuliert, verbunden, getrennt, angeordnet wird. (ebd.: 56)

Der Zweck dieser fließend bestimmten Unterscheidung Rheinbergers ist, die Herstellung von Neuem in der forschenden Praxis zu verstehen. Die Einfassungen der epistemischen Objekte in die sie ermöglichenden und begrenzenden technischen Objekte ist dabei nicht als Defizit konzipiert, sondern als notwendige Bedingung für den Erkenntnisfortschritt.

b) Labore und Selektionsprozesse

Knorr-Cetinas symbolisch-interaktionistische Perspektive²¹ auf Laborpraktiken betont die Rolle von alltagsweltlichen Wissensbeständen als technische Objekte im Rheinberger'schen Sinne. Knorr-Cetina beschreibt diese Selektionen entlang eines spezifischen 'Opportunismus', der nicht normativ verstanden werden soll, sondern ganz handlungspraktisch: Welche Ressourcen sind verfügbar, um die Gelegenheitsgrenzen des Labors zu erweitern (Knorr-Cetina 2002: 124)? Werden solche Praktiken wiederholt beobachtet, dann lassen sie Rückschlüsse auf epistemische Strategien eines Feldes zu (Knorr-Cetina 2002: 105).

Dabei sind nicht nur die expliziten Theorien oder Instrumente der Forschenden wirksam, sondern auch vergleichsweise alltägliche Räsionier- und Vergleichstechniken, z.B. als Interpretationstechnik von Laborergebnissen (Kirschner 2014: 126). Aus erkenntnistheoretischer Sicht ist dabei besonders die Frage von Bedeutung, ob sich wissenschaftliches Handeln in dieser Konzeption strukturell von Alltagshandeln unterscheidet. Schon

²¹ Das wird insbesondere an einer Argumentationsfigur deutlich, die schon bei Mead und noch expliziter bei Blumer zentral wirkte. In Meads Theorie zu Identität und Sozialisation (<1934> 1973) beschreibt dieser, wie Individuum und Gesellschaft prozesshaft verwoben sind und sich gegenseitig bedingen. Blumer postuliert in der ersten und zweiten seiner Grundannahmen des Interaktionismus (<1969> 1973: 81), dass Menschen sowohl auf der Grundlage von Bedeutungen interagieren als auch diese Bedeutung in Interaktionen aushandeln. Knorr-Cetina zeigt, wie kulturelle Praktiken in der Forschung gleichzeitig strukturbildend wirken und strukturabhängig sind.

in frühen Aufsätzen hat Knorr-Cetina darauf hingewiesen, dass auch naturwissenschaftliche Arbeit „zu einem wesentlichen Teil aus *Interpretationsarbeit*“ (Knorr 1980: 226) besteht: Naturwissenschaftliches Handeln im Labor ist *auch* symbolisches Handeln, naturwissenschaftliche Rationalität in der Praxis auch interpretativ.

Im Anschluss an Luhmanns Kommunikationstheorie definiert Knorr-Cetina wissenschaftliche Arbeit als „Realisierung von Selektivität in einem von vorhergehenden Selektionen konstituierten Raum“ (ebd.: 231). Solche vorhergehenden Selektionen können zum Beispiel – wie von Rheinberger betont – in die Instrumentarien eingelassen sein. Stärker als für in Objekten eingelassene Selektionen interessiert sich Knorr-Cetina aber für Selektionen, die sich „auf vermutliche Reaktion bestimmter Mitglieder der Wissenschaftlergemeinschaft, die als ‚Validierende‘ in Frage kommen, beziehen“ (ebd.: 232). Damit kann die Reviewpolitik einer Zeitschrift gemeint sein, das Urteil des Laborleiters oder die mutmaßliche Attraktivität eines Vortragstitels für Kolleginnen und Kollegen. Dieser doppelte Charakter des forschenden Handelns als selbstreferentiell und gleichzeitig eingebunden in einen größeren Sinnhorizont wissenschaftlicher Praxis ist durch den Begriff „Rahmen“ gut erklärbar, den Knorr-Cetina in diesem Zusammenhang wiederholt verwendet. Dieser verweist erneut auf den symbolischen Interaktionismus: (Bedeutungs-)Rahmen werden dort als Handlungsgerüste verstanden, die sich sowohl aus einem translokalen Deutungshorizont speisen, aber auch in der Interaktion lokal ausgehandelt, z.B. in Kraft/außer Kraft gesetzt, werden müssen.

Die Labore selbst werden dabei als Orte des für Wissenschaft typischen Rekonfigurationsprozesses zum primär handlungsleitenden Rahmen der Forschung (Kirschner 2014: 124). Auch hier wirken Objektkonfigurationen zur Erzeugung von Wissen (Knorr-Cetina 2002: 65). Die zu untersuchende Frage lautet bei Knorr-Cetina meist, inwiefern die je spezifische Relation von Rekonfiguration und natürlichem Gebilde dazu dient, epistemischen Gewinn zu erzielen (ebd.: 45). Mit anderen Worten: Inwieweit lässt sich das Vermittelte und das Vermittelnde von Laborpraktik und epistemischer Kultur dadurch erklären, dass es dem betreffenden Feld dient, neues Wissen hervorzubringen? Dazu unterziehen Labore ihre ‚natürlichen‘ Gegenstände in der Regel drei Modifikationen: Sie transformieren den Modus des Objekts und sie lösen es aus seinem räumlichen sowie aus seinem zeitlichen Kontext (ebd.: 46). Ein anschauliches Beispiel dafür sind

Mikroorganismen, die nicht in einem Organismus, sondern durch kontrollierte Wärme- und Lichtzufuhr auf einer Petrischale beschleunigt gezüchtet werden.

Laboratorien sind für Knorr-Cetina aber vor allem deshalb interessant, weil sich in ihnen „epistemische und institutionelle Handlungsbedingungen“ verdichten (Lettke-mann 2014: 40). Sie sind gleichzeitig paradigmatischer Ort der Rekonfiguration natürlicher Ordnungen sowie soziale Einheiten. Der Aufsatz, der das Labor verlässt, deutete bereits an, dass neben dem Labor noch andere relevante Interaktionsfelder von (diskursiven) Interaktionen in der Wissenschaft existieren – die wiederum auf die Laboroperationen zurückwirken. Knorr-Cetina nennt die Labore deswegen „transepistemische Felder“ (Knorr-Cetina 1988). Das Problemlösungshandeln der Forschenden kann als Vermittlung gelesen werden, als Übersetzung der sozialen und epistemischen Bedingungen in bestimmte Problemstellungen und deren Bearbeitung. Knorr-Cetinas Konzept der „epistemischen Kultur“ (2002) verweist auf die Stabilisierung dieser Selektionen. Sie werden zu Routinen und bilden kulturelle Bausteine der Forschungspraxis.

3. *Zwischenfazit*

Wir haben gesehen, dass mit einer stärkeren *sozialen Kontextualisierung des Wissenschaftsverständnisses* die Eindeutigkeit eines kognitiven Wissenschaftsbegriffs ins Wanken gerät. Auch hat die Erklärungskraft idealisierter sozialer Mechanismen wie der Genese wissenschaftlichen Wissens als „belief“ oder Interesse sozialer Akteure vor dem Hintergrund einer sich ausdifferenzierenden Wissenschaftslandschaft nachgelassen. Es zeichnet sich vielmehr ein komplexes Bild von Forschung als ein in mannigfaltige Praktiken und soziale Instanzen eingelassenes Ensemble.

Der Begriff des Problemlösungshandelns ist in forschungspraktischer wie theoretischer Hinsicht eine Reaktion auf diese Ausdifferenzierung der Wissenschaft. Zum einen fokussiert er auf die beobachtbaren lokalen Praktiken als empirischem Schlüssel zum Verständnis von Forschung. Zum anderen zeichnen sich die angeführten Konzepte dadurch aus, dass sie Forschung als fortlaufenden Selektionsprozess verstehen, der durch materielle, institutionelle und symbolische Umstände vermittelt ist. Knorr-Cetina

und Rheinberger fokussieren auf die insbesondere in Naturwissenschaften verkörperte Arbeit am *künstlichen Objekt* und die Anstrengungen seiner Hervorbringung und Manipulation als ein für dieses Handeln typisches Charakteristikum.

Rheinberger sensibilisiert dabei für die Unbestimmtheit und Unterbestimmtheit der epistemischen Objekte, die erst durch technische Objekte hergestellt, nachgewiesen und ‚dingfest‘ gemacht werden müssen. Die dafür konstruierten Experimentalsysteme sind konstitutiv für den Bezug der Naturwissenschaften zu ihren Gegenständen: Sie zeichnen sich durch eine Gleichzeitigkeit von Ermöglichung und Begrenzung aus, die erst die Kontingenz des Entdeckens ermöglicht und sie dabei vor dem Hintergrund der getroffenen Einschränkungen erkennbar werden lässt.

Knorr-Cetinas Konzept der Labore transponiert diese Funktion der Experimentalsysteme eine Ebene höher auf die sozialen Bedingungen von Forschung. Das Labor als transepistemischer Raum ist bei ihr nicht nur Experimentalsystem, sondern auch institutionelle und kulturelle Einfassung des Problemlösungshandelns. Die Wirksamkeit dieser Einfassung kann sie u.a. an der konstitutiven Rolle von Alltagswissen und -handeln für die forschenden Praktiken nachweisen.

2. Technisierung und Komplexitätsreduktion in Technik

Beim Blick auf die Konzeptionen forscherschen Handelns als Problemlösungshandeln ist eine Reihe von Vermittlungen deutlich geworden, die die Selektionen der Forschenden strukturieren. Nun soll die Aufmerksamkeit auf eine konkrete Form der Selektion gerichtet werden, die für Forschende in der Sozialrobotik relevant ist: die Festschreibung von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen in konkreter Technik.

Ausgangspunkt dafür ist der prozessuale und relationale Begriff der „Technisierung“, dem zufolge Technik als Prozess verstanden wird. Das Konzept fokussiert auf die (Identifizierung und) Fixierung von Zweck-Mittel-Relationen für angestrebte Wirkungen, unabhängig vom Trägermedium. Mit diesem Konzept gehen auch Implikationen für das Verständnis von Technisierung als Praxis von Entwicklerinnen und Entwicklern einher (2.1).

Ausgehend davon kann das Spannungsverhältnis zwischen rechentechnischem Vorgehen und interpretationsabhängiger Alltagswelt näher beschrieben werden. Die Notwendigkeit des HerauslöSENS und OperationalisierENS von algorithmisierbaren Zusammenhängen, um rechentechnische Lösungswege überhaupt anwenden zu können, lässt sich theoretisch als Komplexitätsreduktion erfassen (2.2).

1. *Technisierungsbegriff*

Der Begriff der „*Technisierung*“ beschreibt den Prozess, ausgewählte Zusammenhänge „in Wirkungszusammenhängen zu fixieren“ (Rammert 1989: 133). Technisierung bedeutet also die Fixierung einer operativen Geschlossenheit.

a) *Sozialtheoretische Grundlagen*

Das Konzept der *Technisierung* ist gewissermaßen als „dritter Weg“ in die deutschsprachige Techniksoziologie-Debatte der 1980er Jahre eingeführt worden (vgl. Janda 2014: 207-208). Rammert ergänzte die Diskussionspole von gegenständlicher Technik einer-

seits und Handlungstheorie andererseits dabei um einen Technikbegriff „jenseits von Sachzwang und sozialer Konstruktion von Technik“ (ebd.: 207; Rammert 1989: 129). Der Vorschlag besteht darin, statt der Wirkung von Technik oder der Kulturalisierung von technischen Geräten durch Handlungen Technik als Prozess zu verstehen.

Rammert zeigt, dass dieser Zugang in den ‚Klassikern‘ der verstehenden Soziologie verankert ist. Er bezieht sich dabei u.a. auf Ernst Cassirer, der in seinem Aufsatz „Form und Technik“ bereits 1930 ein korrespondierendes Konzept vorlegte. Technik ist für Cassirer eine der „symbolischen Formen“ und besteht nicht im abgeschlossenen Objekt, sondern in „der Weise des Verfertigen“ (Cassirer 2009). Cassirer bringt damit bereits wichtige Merkmale des Technisierungskonzepts in Anschlag: technisches Handeln, Mittelbarkeit „und das Fixieren von ausgewählten Relationen zu Wirkzusammenhängen“ (Rammert 2000: 47). Rammert konzipiert Technik mit Dewey schließlich handlungstheoretisch als *Technikmachen*, das aber nicht als deterministisch zu verstehen ist.

Mit diesem prozessualen und relationalen Technikbegriff geht eine Medialisierung einher. Technik als Fixierung eines Wirkprinzips findet in verschiedenen Trägermedien statt (Rammert 2007: 16). Für das Konzept der Technisierung ist es also „unerheblich, auf welcher Materialbasis die Technik funktioniert, wenn sie nur funktioniert“ (Luhmann 1997: 526). Das verbindende Element der unterschiedlichen Realisierungsformen ist der Ursache-Wirkungs-Zusammenhang, der „in einer geeigneten Weise eingefangen und fixiert werden muss“ (Schulz-Schaeffer 2008: 4).

b) *Technisierung als Praxis*

Rammert identifiziert anhand des Technisierungsbegriffs drei Dimensionen von „Interaktivität“, die sich untersuchen ließen: Die intersubjektive Interaktivität zwischen Subjekten (Akteur – Akteur), die mediale Interaktivität von Subjekten und Objekten (Akteur – Objekt) und schließlich die interobjektive Intra-Aktion (Objekt – Objekt) (Rammert 2007: 353). Für das Erkenntnisinteresse dieser Arbeit steht dabei eine nähere Bestimmung des Verhältnisses zwischen technisierenden Sozialrobotikforschenden und

Nutzern im Vordergrund des Interesses. Wie lässt sich nun also Technisierung als soziale Praxis verstehen?

Schulz-Schaeffer arbeitet heraus, dass der Unterschied zwischen Herstellung und Nutzung im Gegensatz von situierter Handlung (Anwendung) und typisierter Handlung (Konstruktion) besteht: „Die Einrichtung von Ursache-Wirkungs-Ketten [...] stellt bezogen auf den Nutzungskontext eine Dekontextualisierung dar“ (Schulz-Schaeffer 2008: 5). Ingenieure entwerfen mit ihren Technisierungen also typisierte Handlungsmuster. Die Frage der Passung dieser für die situierte Handlung ihrer Nutzung hängt davon ab, wie die typischen Handlungsziele im Erzeugungszusammenhang reflektiert und in die Technisierung eingelassen werden.²²

Für die Technisierung eines Ursache-Wirkungs-Zusammenhangs ist zunächst einmal wichtig, ob und wie Ursache und Wirkung überhaupt bestimmbar sind. Wir haben bereits gesehen, dass dies für bestimmte Phänomene, insbesondere in Bezug auf soziale Situationen, mitunter problematisch ist (vgl. I.4). Hierbei lässt sich oft ein instrumenteller Technikbegriff beobachten, der eine hohe *Zielgerichtetheit* der technisierten Zweck-Mittel-Relation nahe legt. Dabei sind Ursache und Wirkung idealerweise eindeutig und fest aufeinander abgestimmt. Schulz-Schaeffer kann zeigen, dass mit diesem Technikbegriff keine inhaltliche Bestimmung der Art der Fixierungen einhergeht. Es gibt keine „innertechnische Logik“ der besten Lösung (ebd.: 8). Das damit einhergehende Effizienzkalkül bestimmt sich durch formale und relationale Begriffe wie Aufwand und Effekt. Ob eine technische Lösung herstellbar oder gewünscht ist, ist damit nicht gesagt. Ebenso offen bleibt, welche Mittel zur Technisierung eingesetzt werden sollen. Diese Kriterien von Technisierung als Praxis sind eminent sozial und lassen sich nicht von der instrumentellen Dimension der Technik her bestimmen (ebd.).

In Rammerts Beschreibung der Praxis des Technisierens wird allerdings nicht von einer diskursiven Bearbeitung dieser Fragen berichtet. Stattdessen erinnert seine Beschreibung an das „Tinkering“ des Forschungsprozesses (II.1.2). Aus konkreten Anlässen heraus entstehe im Technikmachen ein suchendes und ausprobierendes Handeln, das die

²² Auch in der Nutzung findet eine aktive Aneignung statt, mittels derer das Technisierte erst in die situierte Handlung eingebettet werden kann (Schulz-Schaeffer 2000: 146ff.).

Dinge und ihre Folgen so lange hin und her schiebt, bis sich ein befriedigender Wirkungszusammenhang *herausbilde* (Rammert 2000: 47). „Zweck“ und „Mittel“ als Rationalisierungen werden dabei häufig erst nachträglich bestimmt. Als kommunikative und sinnstiftende Prozesse würden sie ohnehin auf einer anderen Ebene als das praktische Bauen, Basteln und Werkeln stattfinden.

Technisierung ist ein Prozess der Vermittlung zwischen Zuhandenem, Absichten und Zielen sowie den Tätigkeiten des Zusammenfügens und Ausprobierens. Die beabsichtigten Wirkungszusammenhänge und ihre soziale Einbettung – das, was die resultierende Technik können und welche Effekte sie haben soll – werden in diesem Prozess mehrfach vermittelt und nicht selten neu bestimmt. Die Konstruktion eines Wirkungszusammenhangs basiert, ganz ähnlich wie Knorr-Cetina und Rheinberger es beschrieben haben, auf Selektionen innerhalb von Möglichkeitsräumen. Ein wichtiges Merkmal der Praxis der Technisierung für soziale Kontexte lautet zudem, dass die dabei vorgängige, notwendige Reduktion auf wenige Wirkprinzipien eben keine *sinnlose* Reduktion, sondern gleichzeitig die Schaffung neuen Sinns bedeutet (Rammert 1989: 157). Wenn wir auf die zugrunde liegenden Möglichkeitsräume künstlicher Wirkzusammenhänge und deren Selektionskriterien scharf stellen, gerät die Arbeit der Sozialrobotik-Forschenden somit als Komplexitätsreduktion in den Blick.

2. *Technisierung als Komplexitätsreduktion*

Technisierung ist die Fixierung einer Operation. Ein Call-Center-Agent (Schüttpelz 2013: 43) folgt ebenso einer technisierten Operationskette wie die synthetische Sprachsoftware „Siri“. Es handelt sich um sehr unterschiedliche Einheiten der Aktivität, die Prinzipien der Technisierung von Dialogführung gleichen sich in beiden Beispielen aber sehr stark. Mit Blumenberg gesprochen ist Technisierung die Transformation von gegebener Wirklichkeit in *kontingente Wirklichkeit*, also die Abstraktion von konkreten Situationen in wiederholbare, typische Situationen (Blumenberg 1953; vgl. auch Häußling 1998: 132-133). Es handelt sich um ein Operieren mit idealisierten Einheiten und das Neukombinieren von Möglichkeiten (Rammert 1989: 155).

Forschende in der Sozialrobotik müssen aus gegebenen sozialen Situationen also spezifische Elemente identifizieren, als wirksam erachten und ihre Funktionsweise mit Blick auf eine zu erzielende Wirkung fixieren. Dieser Vorgang lässt sich sozialtheoretisch als Komplexitätsreduktion verstehen. Um dem Eindruck einer vorschnellen, normativen Konnotation entgegenzuwirken, sei darauf hingewiesen, dass mit *Komplexitätsreduktion* keine defizitäre Unfähigkeit gemeint ist. Die Notwendigkeit der Reduktion von Komplexität ist dem Kommunizieren wie dem Handeln immanent. Kommunizierende sind darauf angewiesen, mittels Optionen und Bedeutungen reduzierender Typisierungen und Relevanzsetzungen gegenseitiges Verstehen und Handeln überhaupt erst zu ermöglichen (Schütz 2004). Anschlussfähiges Handeln und Kommunizieren wäre sonst nicht nur nicht selbstverständlich, sondern sogar unwahrscheinlich (Luhmann 1984: 148-190).

Mittels Komplexitätsreduktion wird nicht die ‚tatsächliche‘ Komplexität der ‚Sachverhalte‘ reduziert. Es handelt sich stattdessen um Strategien, anhand derer Akteure bzw. Akteurnetzwerke die Komplexität bestimmter Situationen (hier: der Nutzung) reduzieren, um handlungsfähig zu werden oder zu bleiben. Die soziologische Systemtheorie weist darauf hin, dass diese Operation auf Seiten *des Beobachters* stattfindet, der „durch entsprechende (also bereits komplexitätsverarbeitende) Gefühle der Überforderung, Ungewißheit, Verwirrung und Reduktionsbereitschaft“ die Komplexität seiner Umwelt erlebt (Baecker 1997: 24). Technisierung als Reduktion von Komplexität findet also zunächst nur auf Seiten des technischen Systems bzw. seiner Designer statt. Ob und wie sie für die resultierende Situation der Nutzung wirksam wird, ist damit nicht determiniert. Für die vorliegende Arbeit ist dabei zentral, welche Komplexitätsreduktionen in der Sozialrobotik gewählt und wie diese in den Prozess der Technisierung eingelassen werden.

Eine entscheidende Randbedingung dafür sind die Verarbeitungsmodi des Computers. Computer sind unter anderem deswegen so erfolgreich, weil sie einen sehr strikten Umgang mit Komplexität vorschreiben. Ihre Universalität liegt im starren Zwang, die angestrebten Funktionsweisen bis auf die numerische Ebene zu konkretisieren. Computer sind ihrer Funktionsweise nach darauf angewiesen, dass die Komplexität mehrfacher Anschlussmöglichkeiten mathematisch eindeutig reduziert wird. Die rechentechnische

Bearbeitung eines Problems erfordert dabei, dass es wohldefiniert ist. Zwar gibt es Verfahren wie maschinelles Lernen, die verschiedene Lösungswege erproben können. Die Problemdefinition und der Großteil des Lösungsweges müssen dennoch vorgegeben sein. Die rechnerische Technisierung ist also zwingend auf numerische Diskretisierung angewiesen. Das ist das Gegenteil der Komplexität und Ambiguität, die wiederum den Großteil der Phänomene der Alltagswelt charakterisieren.

Alltagswelten werden von ihren Bewohnern als sinnhaft strukturiert wahrgenommen; es handelt sich um eine symbolisch geordnete Welt mit zeichenhaften Kommunikationsangeboten, -abbrüchen, Missverständnissen, Routinen und geräuschlosen Handlungsabstimmungen. Interaktionen in der Alltagswelt sind abhängig von Interpretationen, die nicht zwangsläufig regelgeleitet und vorhersagbar sind und sich durch die Einnahme einer Beobachterposition verändern können.²³ Diese Eigenarten der sozialen Welt sind für computerisierte Maschinen wie Roboter und die ihnen zugrunde liegenden rechen-technischen Prinzipien schlecht zugänglich und gefährlich. Sie können nicht mit Ambiguität und interpretatorischer Vielfalt umgehen.

Roboter können zwar formallogisch angelegte ‚Bewusstseinsbeweise‘ bestehen (Hodson 2015). Sobald sich ein menschliches Gegenüber allerdings anders verhält als erwartet, können Roboter und Computerprogramme nicht selbstständig einen passende(re)n Interpretationsrahmen anlegen. Diese Differenz in der Fähigkeit der Kompensation von Komplexität und der Zwang zur Diskretisierung sind die Kernherausforderungen der Sozialrobotik ist (Meister 2014).

Viele Stränge der KI-Forschung treffen deswegen die generalisierende Vereinfachung, dass die beabsichtigten Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge der zu technisierenden Situation diejenigen seien, die durch Rechentechnik gut darstellbar sind. Die Komplexitätsreduktion dieser Technisierung verläuft dann entlang der Mittel der Entwicklerinnen und Entwickler. Der bereits kurz dargestellte Kognitivismus (vgl. I.2.1) ist unter anderem deswegen so erfolgreich in der KI-Forschung: Wenn Denken als internes Prozessie-

²³ Diese Punkte geben eine stark eingedampfte Variante des *common ground* von Sozialität, Alltagswelt und Interaktionen von Phänomenologie, Hermeneutik, Symbolischem Interaktionismus und Ethnomethodologie wieder.

ren von Informationen verstanden wird, ist es „unmittelbar anschlussfähig für eine re-chentechnische Umsetzung“ (Amann 1990: 8).

Eine Technisierung dieser Art lässt sich in Anlehnung an von Foerster (1993: 206ff.) als Trivialisierung nicht-trivialer Zusammenhänge bezeichnen. Anschließend an eine Metapher von Latour²⁴ ließe sich die Reduktion alltagsweltlicher Komplexität unter re-chentechnischen Bedingungen als *Verkomplizieren* bezeichnen. Gemeint ist damit die Taktik, kleinschrittige Abläufe abzugrenzen, um diese operativ festzuschreiben. Latours Beispiele aus bürokratischen und technischen Kontexten wie der Erstellung eines Stundenplans an einer Hochschule, (Latour & Hermant 2006) verdeutlichen, wie Alltagsphänomene durch verschiedene technische Instanzen wie Abteilungen, Datenbanken und verschiedene Ein- und Ausgabemasken ‚hindurch‘ koordiniert werden müssen. Das funktioniert nur durch eine Reduktion der für den jeweiligen Behandlungszusammenhang wesentlichen Schritte auf miteinander verschaltete Einzelschritte. Dabei muss die Zahl der möglichen Anschlüsse und Handlungsoptionen („variables“) reduziert werden:

Complex relations force us to take into account simultaneously a large number of variables without being able to calculate their number exactly or to record that count, nor a fortiori, to define it's variables. The lively and animated conversation we're attempting, leaning on a bar counter, is complex, as is the course of a ball and the play of football teams in a match, or the fine coordination through which an orchestra listens to or filters the emanation of each instrument and voice. By contrast, we'll call 'complicated' all those relations which, at any given point, consider only a very small number of variables that can be listed and counted. (Latour & Hermant 2006: 30)

Verkomplizierung heißt, eine endliche Anzahl (berechenbarer) Variablen zu bestimmen und eine komplexe Situation in sukzessive Schritte einer diskreten Operation zu ordnen.

Latour schreibt, dass alle „soziotechnischen Abläufe daran arbeiten, solche verschachtelten Ketten aus rigoros vereinfachten Operationen“ zu schaffen (Schüttpelz 2013: 44). Als Protagonist der empirischen Laborstudien in der Wissenschafts- und Technikforschung kann er zudem Räume der Isolierung und Ordnung von Operationen aufzeigen und erklären: Labore, Archive, Experimentanlagen oder auch Ateliers (ebd.). Die

²⁴ Latour benutzt einen anderen als den bislang hier verwendeten Komplexitätsbegriff und fällt auch sonst metatheoretisch aus der bislang aufgebauten Reihe. Seine Arbeit wird hier dennoch im Hinblick auf die empirische Fruchtbarkeit seiner analytischen Metapher herangezogen.

„kunstvoll isolierten und vereinfachten Abläufe“ (ebd.) sind allerdings keine geschlossene Welt für sich sind. Die Beschreibung der Verkomplizierung als Bestreben technisierenden Wirkens darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass die Komplexität der entsprechenden Situationen im *alltagsweltlichen Einsatz* der vereinfachten Operationsketten immer latent bleibt. Das zeigt sich besonders deutlich im Scheitern von ‚Interaktion‘ mit Sprachsoftware (Krummheuer 2010) oder den Inkonsistenzen interpersonaler Kommunikation in vermittelter Kopräsenz wie beispielsweise Flirtverläufen auf Facebook (Bischof 2012). Außerdem produzieren die technischen Verkomplizierungen wiederum eigene Komplexität, nämlich aus Sicht des menschlichen Benutzers auf das (teilweise nicht vorhersehbare) Verhalten der Maschine.

Die Technisierung sozialer Situationen ist also trotz der rechentechnischen Komplexitätsreduktion – der Diskretisierung auf (vermeintlich) entscheidende Handlungsvariablen – nicht immun gegen die Ambivalenz und Mehrdeutigkeit der alltagsweltlichen Komplexität.

3. *Zwischenfazit*

Versteht man Sozialrobotik als Technisierung, so besteht ein Teil ihrer Arbeit darin, Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge der Mensch-Roboter-Interaktion zu bestimmen und Zweck-Mittel-Relationen ihrer Erzeugung festzuschreiben. Forschende müssen aus gegebenen sozialen Situationen also spezifische Elemente identifizieren, als wirksam erachten und fixieren. Ihre Arbeit ist nicht ausschließlich „technisch“, sondern auch eine soziale Handlung: Ingenieure *entwerfen* unweigerlich.

Das Handeln der Entwicklerinnen und Entwickler ist dabei einerseits vermittelt durch die materiellen und technischen Widerstände ihrer Gegenstände. Rammert beschreibt es als suchendes und ausprobierendes Handeln, das die Dinge und ihre Folgen so lange hin und her schiebt, bis sich ein befriedigender Wirkungszusammenhang *herausbildet* (2000: 47). Die von ihm dabei zunächst in andere Bereiche delegierten sinnhaft-symbolischen Vermittlungen durch die diskursive Verhandlung über Zweck und Mittel, Theorien und Absichten werden ebenfalls wirksam. Rammert betont, dass sie für die

Ergebnisse des „Tinkering“ der Entwicklerinnen und Entwickler nicht ursächlich sein müssen. Insbesondere an Schulz-Schaeffers instrumentellem Technikbegriff wird jedoch deutlich, dass die entstehenden Technisierungen nicht ohne diese sinnhafte Rahmung auskommen: Die Kriterien der Wirksamkeit der Technisierungen wie ihre Effizienz oder die Gerichtetheit ihrer Zweck-Mittel-Relationen sind eminent sozial und lassen sich *nicht* aus der instrumentellen Dimension von Technik her bestimmen. Auch wenn sie nicht explizit thematisiert oder reflektiert werden, sind sie in den Zielstellungen, zuhandenen Materialien und Theorien sowie den angestrebten Anwendungskontexten der Entwicklungsprozesse verkörpert.

Eine zentrale Bedingung der Technisierung von Interaktionen oder alltagsweltlichen Nutzungszusammenhängen an computerisierten Maschinen ist ausführlicher beschrieben worden. Seitens der Maschine findet notwendigerweise eine spezifische Form der Komplexitätsreduktion statt. Die Ambivalenzen und die Vielzahl der Anschlussmöglichkeiten sozialer Situationen und Interaktionen werden mechanisch diskretisiert. Aufgrund der Funktionsweise des Computers müssen der avisierte Wirkungszusammenhang, seine Lösung und die zu deren Gelingen zu beschreitenden Schritte explizit definiert werden. Spätestens an diesem Punkt erfordert Technisierung also eine explizite Modellbildung über die angestrebten Wirkungszusammenhänge im Anwendungskontext. Deren Kongruenz für die angestrebte Nutzung ist zunächst unklar. Ihre empirische Erfassung gilt es theoretisch näher zu bestimmen.

3. Entwurf, Technik, Nutzung – Technik zwischen Herstellungs- und Wirkungszusammenhang

Die dem zu entfaltenden theoretischen Rahmen zugrunde liegende These lautet, dass in den Selektionen der Entwicklungs- und Forschungsprozesse der Sozialrobotik Weichenstellungen für ihre Produkte und auch für deren Verwendung vorgenommen werden. Die beiden bisherigen Kapitel dienten der theoretischen Bestimmung der Selektionen als forschendes Problemlösungshandeln und spezifische Form der Komplexitätsreduktion. Im folgenden Schritt soll die Art der mit den Entwicklungsprozessen einhergehenden Weichenstellungen thematisiert werden. Obwohl diese Studie Sozialroboter nicht in ihrer alltagsweltlichen Verwendung, sondern als Prototypen und Forschungsobjekte untersucht, ist hier bereits die Konzeptualisierung des Verhältnisses von Entwerfenden, ihren Objekten und den (angestrebten) Nutzerinnen und Nutzern vonnöten.

Eine Disziplin, die sich dieser Frage sowohl praktisch als auch reflexiv stellt, ist das Design bzw. die Designforschung. Das Verstehen und Erklären des Zusammenspiels aus Objekt, Einbettung in den Gebrauchskontext, konkreter Verwendung, Gestaltung und eigenem Handeln ist das Geschäft der Designforschung. Unter Rückgriff auf die soziologische Konzeption des Handlungsentwurfs soll Design dabei als Entwurfshandeln vorgestellt werden (3.1).

Wie sich diese Konzeption des Entwurfshandelns in empirisch beobachtbaren Design- und Entwicklungsprozessen insbesondere digitaler Technologie manifestiert, ist eine zweite Frage. Die Science and Technology Studies (STS) haben insbesondere in der Diskussion um Faktoren der Technikgenese eine Reihe von Angeboten zum Verhältnis von Entwicklern, Nutzern und Technik vorgelegt. Hier sollen vor allem zwei Konzepte dieser Diskussion, das der „Nutzer-Konfigurationen“ und das der „Skripte“, rekapituliert werden (3.2).

1. Entwurfshandeln und Handlungsentwürfe

Die wesentliche Identitätsfrage im Designdiskurs lautet, ob Design eine universale Praxis oder das entwerfende und problemlösende Tun von „professionals“ für je spezifi-

sche Probleme ist (Mareis 2014: 87). An dieser Frage zeigt sich, dass es unterschiedliche Vorstellungen davon gibt, was ein Designer (überwiegend) ist: künstlerisch orientierter Gestalter oder praktisch Lösender. Berger verortet die Designpraxis im Zusammenspiel von Entwerfenden beider Lager. Das werde am Beispiel der Architektur deutlich, in der eine Arbeitsteilung zwischen Architekt (Entwurf) und Bauingenieur (Umsetzbarkeit/Umsetzung) stattfindet (Berger 2013: 9). Ähnliches lässt sich für das Interfacedesign in der HCI beobachten, wo Interfacedesigner mit Sozialwissenschaftlern und Informatikern kooperieren (Hückler 2011: 96f.). Petruschat (2011) folgend, sind die Beteiligten beider Gruppen, ob Designer oder Ingenieur, *Entwerfer*.

Das gemeinsame Entwurfshandeln kann dabei von den unterschiedlichen disziplinären Sichtweisen profitieren (Berger 2013: 150ff.). Wenn die „Gebrauchsfunktionalität“ als wesentliches Ziel des Designprozesses verstanden wird (Mareis 2014: 123), ist diese Perspektivenvielfalt sogar notwendig. Die Aufgabe von Design besteht dann nämlich darin, eine Brücke „zwischen der fremden Welt der Technik und der Alltagspraxis“ zu schlagen (Bonsiepe 1996: 27). In dieser Figur kommt nicht nur ein normatives Selbstverständnis zum Ausdruck²⁵, sondern auch eine Synthesefigur: Das *Entwurfshandeln* besteht in einer Vermittlung zwischen (technischen oder gestalterischen) Möglichkeiten und verschiedensten sinnvollen, effizienten und gewünschten, Verwendungsweisen. Die Rekonstruktion des Design-Diskurses durch Mareis lässt sich entlang dieser Vermittlung beschreiben: Die epistemische Kultur des Designs orientiert sich historisch gesehen zusehends an der Frage der Passung ihrer Produkte für spezifische Situationen. Die ersten Etappen der Designforschung arbeiteten noch mit ganzheitlich-überindividuellen oder szientistisch-(über)rationalen Lösungsparadigmen (Mareis 2014: 153). Man könnte daher sagen, dass das Ideal von gutem und erfolgreichem Design immer weiter in der Praxis des Entwerfens durch konkrete Individuen für konkrete Individuen verankert wurde.

Zur Beschreibung und Erklärung des Entwurfshandelns unter derart situierten Umständen wird in der Designforschung u.a. auf Polanyis Unterscheidungen von „knowing“ und „knowledge“ bzw. implizitem und explizitem Wissen zurückgegriffen (Polanyi

²⁵ Mareis zeigt, dass Bonsiepes Abgrenzung in dieser Stärke vor allem eine Abgrenzung gegenüber universalistischen Tendenzen ist.

1962). Die Rolle unbewussten oder verkörperten Wissens und auch die der materiellen Selektionen zuhandener Werkzeuge kommen in diesem Strang des Designdiskurses häufig als „Intuition“ zur Sprache (Schön 1983). Um die Funktionsweise des Entwurfshandelns zu erklären, wird hier Schütz' Theorie von typisierten Handlungsentwürfen vorgeschlagen (2003: 351-368).

Schütz unterscheidet zwischen „Handeln“, d.h. einem Prozess, der auf einem vorgefassten Entwurf beruht, und „Handlung“, d.h. dem Ergebnis dieses Prozesses. Ein Handlungsentwurf nimmt seinen Ausgang in der „Handlung“, also dem angestrebten Resultat, von dem ausgehend die vorhergehenden Schritte rekonstruiert werden: „Was somit im Entwurf antizipiert wird, ist [...] nicht das zukünftige Handeln, sondern die zukünftige Handlung“ (ebd.: 364). Die Antizipation der Praktikabilität des Entwurfs beruht also auf der Einschätzung, dass dem gegenwärtig verfügbaren Wissen zufolge das entworfene Handeln seinem Typus nach durchführbar gewesen wäre, wenn es in der Vergangenheit stattgefunden hätte.

Mit Husserl bestimmt Schütz anschließend das Reservoir dieser vergangenen Erfahrungen, auf denen das Entwerfen von Handlungen gründet. Der verfügbare Wissensvorrat ist demnach nicht individuell, sondern sozialtypisch strukturiert. Das Wissen von zukünftigen Ereignissen besteht aus subjektiven Antizipationen, die auf Erfahrungen vergangener Ereignisse gründen, wie sie im gesellschaftlichen Wissensvorrat organisiert sind. Der Handlungsentwurf fußt auf Relevanzen und Motiven des Entwerfenden, die wiederum auf lebensweltliches Wissen aufbauen.²⁶ Alle Entwürfe im *common-sense*-Denken werden im *modo potentiali*, im Sinne einer Chance aufgestellt, deren Wahrscheinlichkeiten auf der Basis typisierten Wissens bewertet werden.

Reizvoll an dieser Konzeption ist nicht nur die Tatsache, dass das Entwerfen als Prozess auf Basis (sozial geteilter) typischer Wissensvorräte verstanden wird, sondern dass dabei die offenen Horizonte künftiger Handlungen konsequent mitgedacht werden. Aus handlungstheoretischer Sicht besteht die Herausforderung des Entwurfshandelns in der Reduktion von Komplexität. Ein Entwurf im Design ist ein „Ereignis, das die Komple-

²⁶ Da Erfahrungen die Struktur des Wissensvorrats verändern können, verschiebt sich der Wissensvorrat durch realisierte Handlungen. Dementsprechend sind Struktur und Typen im Wissensvorrat veränderlich.

xität des Alls auf überlebensrelevante Merkmale reduziert und zu Registraturen zusammenfasst“ (Petruschat 2005: 5). Insbesondere im Entwerfen von Interaktions-Mustern, etwa von Mensch-Roboter-Interaktion, besteht die Komplexität der Aufgabe also darin, aus den zahlreichen möglichen Relationen bestimmte abzugrenzen (Petruschat 2011). Die Entscheidung darüber wird neben der Gebrauchstauglichkeit auch an der Neuheit des Entwurfs gemessen.

Das Entwerfen als Selektion von Möglichkeiten und die Beurteilung seiner Sinnhaftigkeit ist mit dem Schütz'schen Modell besser als gesellschaftlicher Prozess zu erklären, als durch viele Erklärungen aus dem Designdiskurs: Die Komplexitätsreduktion ist zwar für jeden einzelnen Fall eine *individuelle* Gestaltgebung, ihre Selektionsprinzipien basieren aber auf *kollektiv* geteilten, typisierten Wissensbeständen.

Das soll nicht heißen, dass Designer sich nicht selbst so verstehen sollen und dürfen, als dass sie mit ihren Entwürfen „Realität in Frage [...] stellen“, und „die gegebenen Formen und deren bislang so zwangsläufig erscheinende Ordnungen“ auflösen (Petruschat 2011: 9).²⁷ Für das Entwurfshandeln gerät mit den den Entwürfen inhärenten typisierten Wissensbeständen jedoch eine fruchtbare Kategorie der empirischen Analyse in den Blick. Sowohl das zu Beginn des Entwurfshandelns identifizierte Problem (hier wäre Petruschats Unzufriedenheit mit dem Bestehenden wirksam), als auch der angestrebte Entwurf selbst und die resultierenden Praktiken der Gestaltung – sowie die interdisziplinär vermittelte Kooperation auf dem Weg dahin – können empirisch daraufhin befragt werden, inwiefern hier Typisierungen der Nutzungssituationen sowie Nutzerinnen und Nutzer wirksam werden.

2. *Designer-Nutzer-Verhältnisse*

Die Frage, ob und wie sich Umstände der *Technikgenese* auf die Nutzung der resultierenden technischen Objekte und damit auf Gesellschaft(en) auswirken, ist ein konstitutiver Diskurs für Techniksoziologie und Wissenschafts- und Technikforschung. Innerhalb der STS wurden in den vergangenen 30 Jahren mehrere Modelle der Prozesse des

²⁷ Petruschat argumentiert hier *gegen* die Vorstellung vom kreativen Einfall als Beginn der Designarbeit setzen. Kreativität äußere sich nicht in einer Idee, sondern erwachse aus der „Konfrontation mit materiellen Dingen“ (ebd.).

Entwurfs, der Durchsetzung und der Anwendung von Technologie vorgelegt und diskutiert.

Trotz einiger Vorläufer für Gesellschafts-Technik-Theorien, unter anderem auch von Weber²⁸ und Marx²⁹, hat die Technikforschung erst in den vergangenen 30 Jahren wieder verstärkt *empirisch gesättigte* Theorien des Verhältnisses von Technikentwicklung und Techniknutzung entwickelt. Eingeleitet durch einen Blick auf die Dichotomisierung zwischen Technikdeterminismus und -konstruktivismus (a) sollen hier vor allem zwei verbreitete Konzepte vorgestellt werden: die Konfiguration des Nutzers im Entwurfsprozess (b) und die Einschreibung von Nutzungsskripten in Technik (c).

a) Determinismus vs. Konstruktivismus

So genannte technikdeterministische Positionen behaupten einen kurzen Weg von den sozialstrukturellen Bedingungen der Technikgenese oder den persönlichen Motivationen der Konstrukteure zu den Gebrauchsmomenten. Es findet sozusagen ein „Durchhandeln“ durch die Technik auf den Nutzer und die Nutzungssituation statt.

Ein prominentes Beispiel ist Langdon Wingers Studie über die ‚rassistischen Brücken‘ des Robert Moses (1986), die Joerges (1999) sehr anschaulich de- und rekonstruiert hat. Robert Moses (1888-1981) war ein Stadtplaner, der ein Netz von Schnellstraßen konzipierte, das New York mit ihren auf Long Island gelegenen Außenbezirken verbinden sollte. Da diese „Parkways“ viele kleinere Straßen kreuzen, führen insgesamt 204 Brücken darüber. Diese Brücken sind baulich auf eine Durchfahrtshöhe von maximal 3,30

²⁸ Das Handeln an und mit Maschinen hat Weber als eine Mischform zwischen sozialem und sinnhaftem Handeln verstanden. Technik ist für ihn keineswegs „sinn-fremd“ (Weber <1921> 1976: 3), denn Maschinen sind das Produkt sinnhaften Handelns, und das Arbeiten mit Technik, bezieht sich auf diesen Herstellungssinn: „[E]ine ‚Maschine‘, ist lediglich aus dem Sinn deutbar und verständlich, den menschliches Handeln [...] der Herstellung und Verwendung dieses Artefaktes verlieh“ (ebd.). Insofern weist technisches Handeln eine „soziale Komponente“ auf, wenn es auch nicht gleichrangig mit sozialem Handeln ist (Heintz 1993: 243f.).

²⁹ Marx lieferte u.a. eine Makrotheorie des gesellschaftlichen Wandels als technologischem Wandel (Rammert 2007: 17-18), die mancherorts irrtümlich als Vorläufer des Technikdeterminismus zitiert wird. Das ist insofern irreführend, als sich laut Marx Produktivkräfte (Technik und Techniken der Produktion) und Produktionsverhältnisse (sozio-ökonomische Beziehungen) *wechselseitig* beeinflussen. In Marx' Technikbegriff sind auch bereits Nutzungszusammenhänge wie der „Stand des technologischen Wissens, das Niveau der Qualifikation der Arbeitskräfte und der Grad der gesellschaftlichen Teilung und Organisation der Arbeit“ eingeschlossen (ebd.: 18).

Meter beschränkt, so dass Busse und LKW die Parkways nicht benutzen können. Winner schließt daraus: „Sie wurden bewußt und gezielt von jemandem so niedrig entworfen und gebaut, der einen bestimmten sozialen Effekt erzielen wollte“, nämlich die nicht über ein eigenes Automobil verfügenden armen, insbesondere schwarzen Bewohner New Yorks von den Stränden Long Islands fernzuhalten (Winner 1980; Übers. Joerges 1999: 2). Diese These zerfällt in drei gekoppelte Behauptungen: die (rassistische) Absicht des Konstrukteurs, die daran orientierte Gestaltung der Brücke, und den so erreichten Ausschluss vorwiegend schwarzer Bevölkerungsteile von den Stränden. Diese Technik-Sozial-Theorie besagt, dass technische Entscheidungen nicht nur von kulturellen Einflüssen geprägt, sondern selbst soziale und politische Handlungen sind. Eine technische Infrastruktur verbessert für eine Gruppe den Zugang zu den Stränden, indem er ihn einer anderen verwehrt. In dieser Hinsicht ist Winners Rekonstruktion ein Paradebeispiel dafür, wie technologisch-infrastruktureller Fortschritt (zumal aus öffentlichen Mitteln) auf Verbesserung zielt und zugleich verschweigt, wer dadurch auf welche Weise exkludiert wird. Die historische Überprüfung der Absichten und Umstände des Bauprojekts zeigt jedoch, dass die Direktheit der Verknüpfung zwischen Absichten und Wirkung durch die Konstruktion der Brücken so nicht aufrecht zu erhalten ist (Joerges 1999, Prechelt 2011).

Eine Verflüssigung der Vorstellung von Genese und Nutzung sowie eine neue Pluralität der Interessen wurden durch Ansätze wie Social Construction of Technology (SCOT) oder allgemeiner „konstruktivistische Nutzerstudien“ bewirkt (Pinch et al. 1987; Pinch & Oudshoorn 2005). Diese werfen insbesondere auf die Funktion von Nutzern für die Stabilisierung von Technologien und deren Integration in alltägliche Praktiken ein kritisches Licht. Hierbei wurde technische ‚Handlungsmacht‘ also gewissermaßen zurück delegiert. Technik und Nutzer werden als zwei Seiten derselben Medaille verstanden, als wechselseitige Ko-Konstruktion³⁰ (Oudshoorn 2005: 3). Dementsprechend haben solche Nutzerstudien auch einen ganz anderen empirischen Fokus, denn sie untersuchen vorwiegend, wie Technologien in der Praxis benutzt werden (ebd.: 2).

³⁰ Am Begriff „Ko-Konstruktion“ wird erneut die wechselseitige Abstützung verschiedener, nicht voneinander zu trennender Faktoren deutlich, die Pickering (1992) als kennzeichnend für konstruktivistische Ansätze in der Wissenschaftsforschung kennzeichnete (vgl. 2).

In SCOT-Ansätzen wird Technikentwicklung als eine Form *sozialer Aushandlung* zwischen konkurrierenden Konzepten verstanden. Das resultierende technische Objekt und seine sinnvolle Nutzung schälen sich dabei gewissermaßen evolutionär heraus. Ob die so ‚herausgemendelte‘ Anwendung tatsächlich in einem technischen Sinne gut oder rational ist, ist laut SCOT-Ansätzen zweitrangig. Es handelt sich vielmehr um Prozesse der Durchsetzung von (machtförmigen) Deutungen. Eines der am häufigsten angeführten Beispiele für diesen Zusammenhang ist die Geschichte des Fahrradreifens (Bijker 1995). Das ursprüngliche Nutzungskonzept „antivibration device“ (Federung) habe sozial nicht funktioniert, da die dominante Nutzergruppe risikofreudige junge Männer waren und ein komfortableres Fahren den kulturellen Kontext der Nutzung (Sport) nicht entsprochen hätte. Erst als Fahrer mit Luftreifen bei Rennen erfolgreicher waren, habe sich das geändert, und aus dem „Komfortreifen“ sei gewissermaßen ein Tuning-Bauteil geworden – und erst damit eine interpretative Schließung möglich gewesen. Aber auch der Eindeutigkeit dieser Darstellung widersprechen historische Erkenntnisse: So hat etwa Dunlop den Luftreifen von Anfang an auch als Beschleunigungsmittel konzipiert und dies auch so in seinem Patent vermerkt (Clayton 2002).

b) Konfiguration des Nutzers

In dieser kurzen und groben Gegenüberstellung wurde deutlich, dass der Effekt der Debatte um als deterministisch und konstruktivistisch bezeichnete Positionen fruchtbar war: Der Prozess der Genese einer Technologie – vom Entwurf über Prototypen und Serienproduktion bis hin zur Anwendung – wurde konzeptionell und empirisch differenziert. Die sozialen und politischen Kontexte der Genese wurden dabei u.a. im Konzept der „Konstruktion des Nutzers“ (z.B. als Konsumenten) untersucht. Die Rolle von Nutzern für den Entwicklungsprozess geriet dabei ambivalent in den Blick. Zum einen wurden Nutzer, insbesondere auch in der anwendungsbezogenen Computer Science wie der HCI, in den Entwicklungsprozess einbezogen. Zum anderen geschah das unter sehr spezifischen Bedingungen.

Woolgar hat nach teilnehmenden Beobachtungen in Software-Entwicklungsprozessen dafür den Begriff „user configuration“ geprägt (Woolgar 1990, Grint & Woolgar 1997), woran sich eine Reihe von Studien anschloss (z.B. Mackay et al. 2000, Oudshoorn et al.

2004). Als Konfiguration des Nutzers wurden Aktivitäten der Entwickler beschrieben, die die Nutzer und Nutzungssituation repräsentieren und strukturieren: Durch den Entwicklungsauftrag oder spezifische Designmethoden (z.B. das Erstellen von fiktiven Nutzern als Persona) werden sie als Zielgruppe mit Bedürfnissen definiert. Die für das Konfigurieren spezifische Begrenzung entsteht z.B. in der Formulierung von Bedienungsanleitungen oder der Gestaltung bestimmter Optionen, die konkrete Nutzungsformen und -gruppen adressieren und andere nicht. Als Folge dieser Entwürfe und ihrer Umsetzung wird das (Vor-)Verständnis von den Nutzern durch die Produzenten in der resultierenden Technik verkörpert. Diese Verkörperung schreibt die Benutzung zwar nicht vor, konfrontiert die Nutzer aber mit dem (Vor-)Verständnis der Produzenten im Nutzungsvollzug: „By setting parameters for the users’ actions, the evolving machine attempts to configure the user.“ (Grint & Woolgar 1997: 71)

Die Art dieser Repräsentationen ist insbesondere in der Computer Science sowohl von Beobachtern aus der STS als auch von Entwicklerinnen und Entwicklern selbst untersucht worden. Bardini & Horvath (1995) zeigen in einer historischen Rekonstruktion, wie mit dem Computer auch die Rolle des Nutzers erfunden wurde. Tatsächliche Nutzer wurden erst relativ spät Teil der Verhandlungen darüber, was ein Nutzer mit einem Computer tun kann und möchte. Diese Inadäquatheit der Repräsentation hat zu einem absteigenden Paradigma der Repräsentation des Nutzers geführt: Aus dem spezialisierten „knowledge worker“ wurde die „computer person“, die schließlich zum generalisierten „naive user“ oder der „non-technical person“ degradiert wurde. Bis heute ist die Bezeichnung D.A.U. für „dümmster anzunehmender User“ Teil der Repräsentation von Nutzern, die im Informatikstudium vermittelt werden (Feldtagebuch 11.10.2012).

Mackay et al. (2000) knüpfen für ethnografische Studien im Rahmen eines „Rapid Application Development“-Softwareprojekts an Woolgars Konzept an. Sie arbeiten dabei heraus, dass die Repräsentationen der Nutzer durch die Designer nicht einseitig wirksam sind. Vielmehr findet an der Schnittstelle im Nutzungsprozess eine De-Konfigurierung statt, da die Nutzer sich die Software aktiv aneignen und ggf. im eigenen Sinne verwenden. Außerdem werden auch die Designer z.B. durch innerbetriebliche Vorgaben konfiguriert. Zusammengefasst schlussfolgern sie, dass die Grenze zwischen Designer und Nutzer – und damit das machtförmige Verhältnis des Konfigurierens –

nicht so eindeutig ist wie in der ursprünglichen Konzeption angelegt. Vielmehr plädieren die Autoren dafür, das Verhältnis als wechselseitige Konfiguration zu verstehen.

Andere empirische Studien wiederum finden Belege für sehr stark wirkmächtige, einseitige Nutzer-Repräsentationen in der Softwareentwicklung. Oudshoorn und Kollegen (2004) untersuchten die Praktiken der Nutzerrepräsentation und -einbindung in europäischen Projekten zu „Virtual Cities“. Dabei identifizierten sie nicht nur makrostrukturelle Pfadabhängigkeiten der Entwicklungsprozesse durch die Forschungsförderung bzw. die übergeordneten betriebswirtschaftlichen Entwicklungsziele. Sie konnten auch zeigen, dass diese Pfadabhängigkeiten auch den Prozess der Konfigurierung der Nutzer formten. Obwohl die Designer explizit das Ziel verfolgten, eine virtuelle Stadt ‚für alle‘ zu gestalten, wurden insbesondere durch die hohe Abhängigkeit von den rechentechnischen Verfahren (und deren „Eigenzeit“) nur wenige Versuche unternommen, die Bedürfnisse, Wünsche, Präferenzen und Kompetenzen der Nutzer zu erheben. Statt auf Designmethoden oder formalen Prozeduren griffen die Designer vielmehr auf ihre eigenen Präferenzen und Fähigkeiten als wesentliche Richtlinien der Entwicklung zurück.

Nutzerzentrierte Entwicklung ist im Software-Design heutzutage das verbreitete Gestaltungsparadigma. Die Ergebnisse von Woolgar und anderen sensibilisieren jedoch dafür, dass dennoch deterministische Aspekte in den Produktentwicklungs-Entscheidungen der Entwerfer wirksam sind. Dies ist immer dann der Fall, wenn Nutzerrepräsentationen nicht oder methodisch schlecht erhoben werden, oder in Projekten aufgrund von Pragmatismen wie Projektlaufzeiten auf die Einbindung der Repräsentationen in den Entwicklungsprozess zurückgestellt wird. Kommt es stattdessen zur von Oudshoorn beschriebenen Wahl der eigenen Präferenzen durch die Designer, lässt sich von einer so genannten „I-Methodology“ sprechen (Akrich 1992): eine Praxis, in der sich die Designer selbst als Repräsentanten der Nutzer verstehen und für den Designprozess vor allem auf persönliche Erfahrungen zurückgreifen.

c) *Skripte*

Nutzer-Konfigurationen sind konzeptionell und empirisch häufig in der Nähe von „Skripten“ anzutreffen. Ein Skript ist eine in das Gerät und seine Bedienung eingelasse-

ne Bedienungsanweisung, der Nutzer nur bedingt ausweichen können. Es handelt sich quasi um die Übersetzung der Nutzer-Repräsentation in die resultierende Technologie.

Das Konzept des Skripts stammt aus der Akteur-Netzwerk-Theorie (ANT), verwendet aber vergleichsweise ‚klassische‘ Handlungsbegriffe (Akrich 1992). Das liegt auch daran, dass die ANT in der Ethnomethodologie eine handfeste Quelle des Verständnisses von (Mensch-Technik-) Interaktion hat. Ähnlich wie die Krisenexperimente bei Garfinkel suchen ANT-Studien den Schlüssel zur Beobachtung und Analyse von Technik zu- meist in krisenhaften Nutzungszusammenhängen – dem Versagen der Skripte. Typischerweise verschwinden nämlich die die Benutzung einer Technik ermöglichenden Annahmen und Interpretationen nach abgeschlossener Entwicklung in einer *black box* (Latour 1988) und werden erst im Falle des Nicht-Funktionierens wieder sichtbar.

In ihrem zweiseitigen Skript-Ansatz unterscheidet Akrich eine Art Design-Skript, die „world inscribed in the object“, und ein Artefakt-Skript, die „world described by its displacement“ (Akrich 1992: 206-208). In dieser Fokussierung ist der Skript-Ansatz ein starkes Plädoyer für die Entkopplung der dualistischen Relation Designer-Nutzer unter Hinzunahme der Eigenarten ihrer materiellen Vermittlung im Objekt. Zusammengehalten wird diese symmetrisierte Beziehung zwischen Menschen und Nicht-Menschen durch ‚Übersetzungen‘, „die sowohl den menschlichen Elementen Programme auferlegen als auch den stofflichen Elementen Programme einschreiben“ (Rammert 1999: 48).

Akrichs Beispiel für das Auseinanderfallen von Designer- und Nutzerskript ist ein Bausatz zur Elektrifizierung afrikanischer Dörfer (Akrich 1992). Der Bausatz, bestehend aus einer Solarzelle, einer Batterie und einem elektrischem Leuchtmittel, wurde in Frankreich entwickelt und sollte ausdrücklich unter allen denkbaren Bedingungen funktionieren. Deswegen wurde bei seinem Design auf Einfachheit in der Anwendung geachtet. Technisch schlug sich das in einem kompakten Design der drei Komponenten nieder. Vor Ort zeigte sich, dass die in diesem kompakten Design eingelassenen Vorschriften – wie die begrenzte Länge der nicht-standardisierten Kabel – die Benutzung des Bausatzes sehr erschwerten. Da das Solarpanel relativ empfindlich war und die Installateure Angst hatten, es könne bei unsachgemäßem Gebrauch beschädigt werden, wurde den Nutzern von der installierenden Firma verboten, externe Elektriker zu kon-

sultieren. Im ländlichen Afrika, wo die Installationsfirma nur zweimal jährlich vorbeikam, bedeutete dies eine unzumutbare Einschränkung. Akrich folgert, dass der adressierte (gewissermaßen städtische) Nutzer gar nicht existierte und die tatsächlichen Nutzer sich und ihre Lebensumstände im „Skript“ des Bausatzes nicht wieder fanden.

Latours Verständnis des Skripts ist einseitiger und analysiert vor allem das „Artefakt-Skript“ (Matozzi 2011). In einem Aufsatz über einen defekten Tür-Schließer (1988) arbeitet Latour verschiedene Wirkungsweisen der Artefaktskripte heraus: Das Skript ist dabei jeweils als „Drehbuch“ mit klaren Rollenanweisungen gedacht, die in die an den Türschließer delegierte Aufgabe – das automatische Schließen der Tür – eingeflossen ist. Dabei identifiziert Latour zuerst die der Technik inhärente Wirkabsicht sowie die Kompetenzzuschreibungen an unterschiedliche Aktanten (menschliche Nutzer, Universitätsgebäude, Tür, Wind, ...) als *Beschreibung*. Das gewünschte Verhalten (leises, automatisches Schließen) wird schließlich vom menschlichen Verhalten auf den mechanischen Helfer *umgeschrieben*. Einmal installiert, wird der materiell manifestierte Wirkzusammenhang für die Benutzer zu einer Vorschrift: Sie geht mit konkreten physischen Zwängen, aber auch mit Rollenerwartungen einher. Die (meist stillschweigende) Akzeptanz dieser Anforderung wäre eine Unterschrift (sub-scriptio) unter das Skript. Sollte es zu einem Rollenkonflikt kommen, indem sich also einzelne Aktanten vom vorgeschriebenen Verhalten entfernen, wäre das ein Ausschreiben (des-inscription) aus der ‚vereinbarten‘ Funktionalität (ebd.).

Latour will mit diesem Vokabular und dem Beispiel des kaputten Tür-Schließers vor allem auf die notwendigen Anpassungen an festgeschriebene Skripte aufmerksam machen. Mit diesen Anpassungen geht eine Reihe von (meist unsichtbaren) Einstellungen und (zu erlernenden) Kompetenzen einher, die das scheinbar triviale Zusammenspiel von menschlichem Türöffnen und nicht-menschlichem Tür-Schließer erst ermöglichen und koordinieren. Auf der Basis dieser vor allem empirischen Mahnung, auf versteckte Einlassung in materieller Technik zu achten, sind die Skript-Konzepte sehr produktiv angewandt worden.

Gleichzeitig bleibt in Skript-Ansätzen oft unklar, wie sich diese materiell-menschlichen Vermittlungen konkret systematisieren lassen, anstatt nur aufzuzeigen, dass sie existie-

ren (Berlin Script Collective 2015: 1). Verschiedene Autoren haben zudem auch in den Skript-Ansätzen das einseitige Verhältnis von Skript und Wirksamkeit kritisiert. Verbeek (2011) weist z.B. darauf hin, dass das Skript eher Ergebnis einer Aushandlung zwischen Einlassungen der Designer und den Interpretationen der Nutzer ist.

3. *Zwischenfazit*

Wir haben gesehen, dass Entwurfshandeln eine Tätigkeit von Designern und Ingenieuren (und auch kollaborierenden Sozialwissenschaftlern) ist. Es wirkt dabei im Rahmen eines Such- und Innovationsprozesses gewissermaßen als konkretisierende Komplexitätsreduktion, die auf typisierte Wissensvorräte zurückgreift. Dieser Prozess ist gekennzeichnet durch die Etappen Problemdefinition, Entwurf und Gestaltungsarbeit, die in einem Designprozess notwendigerweise mehrfach durchlaufen werden. Anhand der Konzepte „Konfigurierung“ und „Skript“³¹ wurden dabei vorgängige Repräsentationen der Nutzer und deren Einlassungen in die Artefakte vorgestellt.

Suchman warnt allerdings davor, die Figur des Entwerfenden in diesen Konzepten zu überrationalisieren und handlungstheoretisch mit zuviel Macht auszustatten (Suchman 2007: 192). Der Wert dieser Konzepte besteht zweifelsohne darin, dass sie für in den Entwürfen vermittelte Kontingenzen von Design und Nutzung sensibilisieren. Sie zeigen, dass das Entwerfen von Technologie wie Mensch-Roboter-Interaktion sehr stark von den institutionellen, symbolischen und physischen Kontexten des Prozesses, den Dispositionen der Entwerfenden sowie den Methoden der konkreten Designpraxis abhängt. Sie plädiert also dafür, nicht von einem überformenden ‚Durchhandeln‘ auszugehen, das die Nutzung einer Schnittstelle determiniert. Die Repräsentationen der Nutzer sind nicht mit ihrer zwangsläufigen Realisierung in der Nutzung als Praxis zu verwechseln. Dennoch sprechen die empirischen Ergebnisse dieser Forschung mindestens für

³¹ Es gibt weitere produktive Ansätze, die man erwähnen könnte, um Relationen des Herstellungs- und Nutzungskontexts theoretisch näher zu bestimmen, z.B. die so genannten Workplace Studies, wie Suchmans ethnografische Studien im Umfeld des Technologiekonzerns Xerox Park (Suchman 2007), oder die Interaktivitätsstudien von Heath und vom Lehn (2004). Des Weiteren profitiert die STS von einem starken Forschungsstrang feministischer Wissenschafts- und Techniktheorie, der auf die machtvolle Rolle von tendenziösem Wissen, Vorstellungen, Diskursen und Praktiken in Technik (Wajcman 1991: 149) und Wissenschaft (Haraway 1985) aufmerksam gemacht hat.

einen ‚weichen‘ Determinismus, der sich z.B. besonders deutlich in der Frage von Gender-Skripten in Technik zeigt (Bath 2011).

Durch die beiden Konzepte sind gleichzeitig Momente wie z.B. Nutzertests benannt worden, in denen das Designer-Nutzer-Verhältnis von Entwicklungsprozessen sichtbar und empirisch überprüfbar wird. Das betrifft vor allem konstitutive, generative und transformative Praktiken des Bezugs zu Nutzern und Nutzungssituationen (Suchman 2012: 57). Neben den explizit physisch-materiellen Anweisungen dieser Skripte lassen sich dabei auch die symbolische Dimensionen, wie etwa die mit einer Technologie einhergehenden Versprechen von Nützlichkeit, betrachten (Rosenthal 2005).

4. Sozialrobotik als Problemlösungshandeln

Die Praktiken von Forschenden der Sozialrobotik sind im Zuge der bisherigen Argumentation zwischen Forschen, Technisieren und Entwerfen angesiedelt worden. Integriert wurden die theoretischen Angebote mithilfe eines Handlungsbegriffs, der für die von den menschlichen Akteuren und den Bedingungen ihrer Praxis vorgenommenen Selektionen sensibel ist. Als Praxis geraten diese dabei mit zwei Eigenschaften in den Blick: Zum einen handelt es sich um eingeübte oder bereitgestellte, meist wenig explizit thematisierte Muster von Aktivität; zum anderen vermittelt Praxis als ‚Ort des Sozialen‘ zwischen Subjekten und Objekten, zwischen Akteuren und Strukturen (Hörning & Reuter 2004: 20; Schatzki 2005).

Als Forschungs- bzw. Entwurfshandeln wird eine bestimmte Gruppe dieser Praktiken bezeichnet, die für das Forschungsinteresse dieser Arbeit von besonderer Bedeutung ist. Ihre kennzeichnende Eigenschaft besteht darin, mit Irritationen dieser Routinen umgehen zu müssen. Es ist das Handeln, zu dem die Forschenden immer wieder gezwungen sind, um ihre Experimentalsysteme zum Funktionieren zu bringen, die Grenze zwischen Wissen und Nicht-Wissen zu verschieben, einen Wirkzusammenhang zu selektieren oder eine Technik für einen Gebrauchszusammenhang zu entwerfen. Dieses Handeln ist schwer zu standardisieren und zu routinisieren; es entwickelt sich vielmehr entlang von Zufällen und Widerständen oder Opportunismen. Auch wenn es unter einer Rhetorik und der Anwesenheit standardisierter Lösungen, wie den Instrumenten der Naturwissenschaften, stattfindet, besteht die kreative Leistung dieses Handelns in der Selektion von Erkenntnisobjekten, der Fixierung von Zwecken und typischen Handlungen. Diese Selektionen ließen sich durchaus mit Begriffen wie „kreativer Schluss“ oder „Innovation“ bezeichnen. Damit ginge allerdings eine Schwerpunktlegung einher, die nicht im Interesse dieser Studie ist.

Es geht vielmehr um die Bedingungen dieser Selektionen sowie um die Hintergründe, Wissensbestände, Zwänge und materiellen Arrangements, anhand derer diese Selektionen explizit oder implizit vorgenommen werden. Die vorgestellten Modelle der Wissenschafts- und Technikforschung haben dabei jeweils gleichlautend auf vermittelnde Faktoren der Selektionen hingewiesen. Rheinberger sensibilisiert für die Experimentalsys-

teme, die die Kontingenz des Entdeckens ermöglichen, die Erkenntnisobjekte dabei aber vor dem Hintergrund der (ermöglichenden) Einschränkungen erkennbar werden lassen. Knorr-Cetina verweist auf die soziale Bedingtheit dieses Problemlösungshandelns, das institutionell und kulturell eingefasst ist.

Die Technisierung ist ein suchendes und ausprobierendes Handeln, das sich vor allem an den materiellen Widerständen seiner Gegenstände misst. Gleichzeitig geht mit der instrumentellen Dimension der Technik der Zwang zu Selektionen von (gewünschten) Effekten, Wirkungen und Absichten einher. Der Umgang mit Ambivalenzen und der Vielzahl der Anschlussmöglichkeiten sozialer Situationen und Interaktionen in der Sozialrobotik ist dabei vor allem anhand der notwendigen Selektionen von Rechentechnik zu verstehen. Aufgrund der Funktionsweise des Computers müssen der avisierte Wirkzusammenhang, seine Lösung und die zu deren Gelingen zu beschreitenden Schritte explizit definiert werden. Dieser Prozess lässt sich als Diskretisierung bezeichnen und stellt eine Form der Komplexitätsreduktion dar.

Entwurfshandeln ist einerseits durch die typisierten Wissensbestände der Entwerfenden vermittelt und andererseits durch die institutionellen, symbolischen und physischen Kontexte sowie Methoden der konkreten Designpraxis. Letztere weisen verschiedene Vermittlungen des Verhältnisses von Designer, Objekt und (avisiertem) Nutzer auf, die durchaus als Weichenstellungen für die spätere Benutzung (vor allem in Form unbeachteter Ausschlüsse) wirken.

Anhand der dargestellten Theorien muss eine Idealisierung des Forschungs- und Entwurfshandelns in der Sozialrobotik anhand wissenschaftsphilosophischer Konzepte vermieden werden. Karl Poppers Falsifikationismus ist zwar ein Schritt in Richtung eines Verständnisses von Forschungshandeln als „trial and error“; der prognostische Charakter von Theorien und die herausgehobene Rolle von Hypothesen als Beginn der Erkenntnisprozesse sind jedoch eine kognitivistische Idealisierung. Insbesondere das Handeln in den Technikwissenschaften, zumal in Bezug auf soziale Phänomene, dient nicht zuerst der Bestätigung oder der Widerlegung klar definierter Hypothesen. Die Geradlinigkeit und Stringenz des Forschungsverlaufs wird allenfalls nachträglich konstruiert. Das ist alles andere als überraschend und sogar adäquat, wenn wir es am Problem der Sozialrobotik messen, wie es in I.4 und II.2 diskutiert wurde, messen: Dieses besteht in der Reduktion schwer standardisierbarer Phänomene auf verlässlich messbare

und in mathematischen Symbolen abbildbare Werte. Sozialrobotik ist mithin ein Hybrid aus wissenschaftlichem, technisierendem und entwerfendem Handeln, weil ihr Gegenstand ein „wicked problem“ ist. Sie muss mehrdeutige Phänomene in eindeutige Zweck-Mittel-Relationen überführen.

Damit ist Sozialrobotik als Gegenstandsbereich ein Brennpunkt für Diskurse der Wissenschafts- und Technikforschung. Das am Widerstreit zwischen deterministischen und konstruktivistischen Positionen kurz exemplifizierte Spannungsverhältnis von „technischer Eigenlogik“ und „sozialer Dynamik“ (Weymann & Sackmann 1994: 14) ist hier bereits im Gegenstand angelegt. In der Problemstellung der Sozialrobotik spitzt sich diese (vermeintliche) Frontstellung noch zu: Sozialrobotik muss Kontingenzen und Komplexitäten lebensweltlicher Zusammenhänge für die wissenschaftliche und technisierende Bearbeitung selektieren und ihre Komplexität durch Reduktionen bearbeitbar machen. Die damit verbundenen Praktiken werden zum Brennglas der Frage nach dem Verhältnis zwischen Wissenschaft, Technisierbarkeit und Alltagswelten.

Die übergreifende Forschungsfrage – Wie nähert sich Sozialrobotik ihren sozialen Gegenständen? – lässt sich mit diesem Wissen bereits nach verschiedenen Aspekten operationalisieren:

- Wie werden in der Sozialrobotik Selektionen über die sozialen Gegenstände ihrer Forschung und Entwicklung getroffen?
- Wie erzeugt Sozialrobotik Mensch-Roboter-Interaktion als epistemisches Objekt?
- Was sind technische Objekte der Hervorbringung und Fixierung von Mensch-Roboter-Interaktion?
- Wie wirken institutionelle und kulturelle Faktoren auf diese Selektionsprozesse ein?
- Welche Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge von Mensch-Roboter-Interaktion werden selektiert, und wie werden ihre Zwecke und Mittel bestimmt?
- Welche Selektionen werden zur notwendigen Diskretisierung von Mensch-Roboter-Interaktion gewählt?

- Wie werden Nutzerinnen und Nutzer im Entwurfshandeln repräsentiert?
- Wie und in welchen Momenten des Entwicklungsprozesses werden sie konfiguriert und die Mensch-Roboter-Interaktion geskriptet?

Vor dem Hintergrund des theoretischen Rahmens ergeben sich methodologische Bedingungen der empirischen Analyse dieser Forschungsfragen. Die als Problemlösungshandeln konzipierte Praxis der Forschenden besteht, wie mehrfach angedeutet, aus mindestens zwei Komponenten: einem routinisierten Repertoire explanativen Wissens über wissenschaftliche und technische oder gestalterische Zusammenhänge einerseits und andererseits einer praktischen Befähigung, diese Expertise in der grundsätzlich nicht-standardisierbaren Form der Problemlösung unter den Bedingungen dieses Handelns umzusetzen (Oevermann 2003: 195-196). Diese Handlung muss notwendigerweise als „lebenspraktischer Vollzug“ der Forschenden als „ganze Menschen“ verstanden werden (ebd.). Insbesondere für hybride Konstellationen zwischen Technisierung und Entwurfshandeln, wie sie in der Sozialrobotik gegeben ist, gilt, dass die Ergebnisse dieses Handelns von Menschen erarbeitet werden, die „work [...] through issues that arise in their everyday lives in ways that they have learned through their social experiences“ (Šabanović 2007: 46). Soziales in der Sozialrobotik kann also nicht ausschließlich über explizite Konzepte von Sozialität verstanden werden. Stattdessen wird empirisch erhoben, wie Mensch-Maschine-Interaktionen im Konstruieren und Evaluieren auch stillschweigend präpariert, isoliert und hergestellt werden (Knorr 1980: 228).

Das Handeln der Forschenden muss dabei als das verstanden werden, was es im Forschungsalltag zunächst ist: der Versuch, die laufende Testreihe oder das aktuelle Projekt zum Funktionieren zu bringen. Wenn Knorr-Cetina von Erfolg als handlungsleitendem Prinzip von Forschungsarbeit spricht (ebd.: 229), dann nicht, um eine Ökonomisierung von Forschung auf der Makroebene zu beschreiben, sondern um für das Tastende, das *Forschende* wissenschaftlicher Praktiken zu sensibilisieren. Die Betonung des interpretativen Handelns in den Naturwissenschaften ist nicht zuerst eine Kritik an dem dort vorherrschenden Wissensbegriff, sondern eine Rekonstruktion vorgängiger Praktiken. Insbesondere eine technikwissenschaftliche Disziplin mit der Aufgabe, funktionierende

Geräte in einem Grenzbereich von Wissen zu entwickeln, ist gekennzeichnet durch die Gleichzeitigkeit von tastendem, manchmal gedrängtem Forschen, kommunikativem Rationalisieren und einer auf Stringenz ausgerichteten Theoriepraxis.

III. Methodologie und Methoden der Studie

Eine Studie, die die epistemischen Bedingungen und Praktiken eines Feldes wissenschaftlicher Forschung untersucht, muss die eigenen epistemologischen Grundlagen expliziert reflektieren und darlegen können. Diese Anforderung trifft für Untersuchungen aus dem qualitativen³² Spektrum in spezifischer Weise zu: Ihre Anwendung erfordert den reflexiven Rückbezug auf ihre metatheoretischen und methodologischen Grundlagen (Knoblauch 2013: 8). Mit qualitativen Methoden gehen sozialtheoretische Fundierungen einher, die von der Anwendung nicht getrennt und zumindest cursorisch expliziert werden müssen.

Das Erkenntnisinteresse der Studie – Wie nähert sich Sozialrobotik ihren sozialen Gegenständen? – wurde entlang der Interaktion mit dem Feld und dem Forschungsprozess schrittweise präzisiert. Schon die ersten Zugänge zum Feld haben gezeigt, dass relevante Aspekte des Forschens als praktischer Handlungsvollzug nicht notwendigerweise Teil der explizit kommunikativen und schriftlichen Auseinandersetzungen über das Getane sind und teilweise sogar nicht einmal von den Akteuren wahrgenommen wurden.³³ Dieses für ingenieur- und naturwissenschaftliches Forschen kennzeichnende „blackboxing“ sollte im Rahmen dieser Studie vermieden werden. Ein methodisches Ziel der Studie ist es, die „black box“ der Behandlung des Sozialen in der Sozialrobotik zu öffnen.

Um dieser Differenz zwischen implizit und explizit Wirksamem, seiner Herstellung und seinen Ursachen methodologisch adäquat auf den Grund gehen zu können, wurde ein rekonstruktiver Zugang zum Feld gewählt. Dieser fokussiert Sozialrobotik als spezifische Domäne sozialer Realität, also als in konkreten Praktiken hervorgebrachte Form

³² Die Bezeichnung „qualitative“ Methoden hat sich in den meisten Feldern durchgesetzt und wird auch hier verwendet, der Begriff birgt jedoch einige Probleme. Zum einen führt er die alltagssprachliche Unterscheidung von guter und schlechter Qualität mit. Viel störender ist aber, dass damit vor allem eine Abgrenzung zu quantifizierender bzw. quantitativer Forschung vorgenommen wird, anstatt zu beschreiben, worin Absicht und Wirkung der „qualitativen“ Methoden liegen. Den Begriffen „nicht-standardisierte Methoden“ oder „rekonstruktive Methoden“, die hier deshalb auch synonym verwendet werden, gelingt dies m.E. deutlich das besser.

³³ Dass das Teil des interessierenden Phänomens ist, zeigte sich im Grunde bereits beim Lesen der ersten Aufsätze aus dem Feld, wäre aber ohne Feldaufenthalte und Kollaborationen mit Sozialrobotik-Forschenden nur ein oberflächlicher Blick von außen geblieben.

von Wirklichkeit, die sowohl auf der Ebene des/der Einzelnen sinnhaft erfahren wie auch in verschiedene Formen von Kollektivität (Projektteam, Forschungsgemeinschaft) eingebettet werden muss.

Eine methodische Säule des Vorgehens besteht darin, die empirischen Erhebungen und Auswertung des dadurch gewonnen Materials sowie das Sampling und die Problembe-
schreibung nicht voneinander zu trennen, sondern systematisch aufeinander zu bezie-
hen. Diese Verschränkung von Gegenstandsbereich, Forschungsfrage und Theoriebil-
dung sind durch die Grounded Theory beschrieben, die als leitender Forschungsstil für
diese Studie verstanden wird (III.1).

Um der zu beobachtenden Praktiken methodisch habhaft zu werden, wurde zum einen
ein ethnografischer Weg ins Feld gewählt (III.2.1). Der Autor war in mehreren Phasen
selbst zu Gast in Sozialrobotik-Forschungsprojekten in Europa und den USA. Die dort
gemachten Erfahrungen und Beobachtungen wurden auch Ressource zur Durchführung
(und Analyse) von narrativen Experteninterviews (III.2.2). Dabei wurden Forscherinnen
und Forscher aus der Sozialrobotik in längeren Gesprächen gebeten, über ihre aktuellen
Forschungsprojekte zu sprechen und Details ihrer Forschungsbiographie wie z.B. ihren
Weg ins Feld zu erzählen. Dabei fungierte der Interviewer mittels des im Feld erworbe-
nen Verständnisses über die Arbeit der Forschenden zunehmend als Reflexions- und
Diskussionspartner für die Interviewten.

In der Auswertung wurde eine Kombination verschiedener hermeneutischer Verfahren
angewandt. Konkret wurden die für hermeneutische Interpretationen entwickelte Se-
quenzanalyse und das abstrahierende Kodieren der Grounded Theory kombiniert. Die
Generalisierung erfolgte über die Bildung von Ziel- und Bedingungstypen sowie von
Handlungsmustertypen epistemischer Praktiken (III.3).

1. Forschungsstil Grounded Theory

Die Grounded Theory ist ein theoriegenerierendes Verfahren der qualitativen Sozialforschung. Es begreift Forschen als systematischen Prozess, in dem sich Erhebung und Auswertung iterativ abwechseln. Kennzeichnend ist dabei ein trichterförmiger Prozess der Verdichtung eines am Phänomen gewonnen Forschungsinteresses auf eine Theorie, die dieses Phänomen für die präzisierte(n) Forschungsfrage(n) erklärt. Zur methodischen Kontrolle und Ermöglichung dieses Prozesses schlägt die Grounded Theory verschiedene Verfahren und Verfahrensgrundsätze vor. Es handelt sich um einen umfassenden Forschungsstil.

Die Grounded Theory ist seit ihrer Konzeption in den 1960er Jahren sehr breit rezipiert und angewandt worden; zudem existieren mehrere Weiterentwicklungen. Durch die Popularität und den spezifisch pragmatisch-pragmatistischen Ansatz ihrer Erfinder ist das Verfahren häufig mit Missverständnissen konfrontiert, z.B. mit dem Vorwurf, ein rein induktives Vorgehen zu sein. Diese sollen durch eine kurze Einordnung der Methodologie und Metatheorie des Verfahrens vermieden werden (1.1). Für den Prozess der empirisch verankerten Theoriebildung schlägt die Grounded Theory verschiedene Prinzipien vor. Diese konzentrieren sich auf den Forschungsprozess als Transformation von Daten aus dem Feld hin zu einer Theorie. Drei dieser übergreifenden Prinzipien sollen vorgestellt werden (1.2). Zu den Pflichten dieses Vorgehens gehört auch die Dokumentation des Forschungsprozesses. Dem soll hier insbesondere mit Blick auf die Sampling-Kriterien nachgekommen werden (1.3).

1. *Methodologische Einordnung*

Glaser und Strauss leiten die Monographie, in der die Grounded Theory erstmals ausführlicher beschrieben ist, wie folgt ein:

Our book is directed toward improving social scientists' capacities for generating theory that will be relevant to their research. [...] We argue [...] for grounding theory in social research itself – for generating it from the data.
(Glaser & Strauss 1967: VIIIf.)

Grounded Theory ist also ein Theoriebildungsprozess, der im Forschungsprozess und den dabei analysierten Daten selbst verankert ist. Dahinter steckt eine (teils polemische)

Abgrenzung gegenüber ‚losgelöster‘ Theoriebildung, ohne die die methodologische Positionierung des Ansatzes nicht verständlich wäre (b). Da die handlungs- und erkenntnistheoretischen Grundlagen und Implikationen (c) des vorgeschlagenen Vorgehens von den Autoren erst sehr viel später expliziert wurden, haben sich eine Reihe von Missverständnisse oder Verkürzungen in der Einordnung des Verfahrens ergeben. Um diesen vorzubeugen, soll hier zuerst auf den Theoriebegriff der Grounded Theory und ihre Verortung als Forschungsstil geblickt werden (a).

Die vorliegende Studie bezieht sich, so wie die in der Folge zitierten Autorinnen und Autoren und die meisten Verwendungen der Grounded Theory im deutschsprachigen Raum, auf die von Anselm Strauss vorgelegte Explikation der Grounded Theory (Corbin & Strauss 1990; Strauss 1991; Strauss & Corbin 1996).

a) Theorie, Methode oder Methodologie?

Die Frage, was Grounded Theory genau ist, zeigt sich u.a. in der Frage ihrer korrekten Bezeichnung. Mey und Mruck (2007) weisen z.B. daraufhin, dass „Grounded Theory“ das Ergebnis des Vorgehens, nicht aber das methodische Vorgehen selbst meint. Przyborski und Wohrab-Sahr (2014) schließen sich der Problematisierung an und verwenden parallel zu Grounded Theory auch den Begriff „Grounded-Theory-Methodologie“. Strübing (2014) versteht die Begriffswahl als absichtliche Doppeldeutigkeit, die „auf Prozess und Ergebnis, auf problemlösendes Forschungshandeln und auf die dabei hervorgebrachten gegenstandsbezogenen Theorien“ verweise (ebd.: 457). Er plädiert dafür, dass es sich nicht um eine Methode oder Methodologie handele, „sondern um einen *Forschungsstil*“ (ebd., Hervorhebung AB).

Den Theoriebegriff von Glaser und Strauss arbeitet Strübing an der pragmatistischen Metatheorie der Grounded Theory heraus: Die beiden Autoren verstünden „Theorie“ zum ersten als handlungspraktische Instrumente der Problemlösung im jeweiligen Feld (ebd.: 467) – was eben auch für die anhand der Grounded Theory gebildeten Theorien in den Sozialwissenschaften gilt. Zum zweiten ist „Theorie“ für die Autoren keine abgeschlossene Einheit, sondern ein un abgeschlossener Prozess des Theoretisierens (ebd.). Diese typisch pragmatistische Perspektive führt Strübing an anderer Stelle

(2013: 112) mit einem sehr anschaulichen Rückgriff von Strauss und Corbin auf Dewey vor:

Es ist kein linguistischer Zufall, dass ‚Bau‘, ‚Konstruktion‘ und ‚Arbeit‘ sowohl einen Prozeß als auch dessen fertiges Ergebnis bezeichnen. Ohne die Bedeutung des Verbs bleibt die des Substantivs leer. (John Dewey, zit. n. Strauss & Corbin 1996: 223)

Die Grounded Theory ist also eine Beschreibung methodisch kontrollierter Tätigkeiten zur Erlangung einer in der Handlungspraxis verankerten Theorie.

b) Erkenntnistheoretische Position

Die erste Monografie von Glaser und Strauss aus dem Jahr 1967 muss als „Skizzenbuch“ verstanden werden, in dem zentrale Verfahren der Grounded Theory grob umrissen, aber nicht systematisch und theoretisch konsistent dargelegt werden (Strübing 2013: 110). Die Skizzenhaftigkeit und stellenweise Zuspitzung insbesondere methodologischer Grundlagen ist aus der Frontstellung des Buches heraus zu erklären. Glaser und Strauss verstanden es als Gegenentwurf zu den in dieser Zeit dominierenden nomologisch-deduktiven Forschungsmodellen der amerikanischen Sozialforschung, die auf das Testen und Verifizieren von Theorie ausgerichtet war (ebd.). In Abgrenzung zu solchen „Grand Theories“ bezeichneten die Autoren ihren Zugang als „induktiv“. Diese Setzung hat zu einigen Missverständnissen und Vorwürfen an das erkenntnistheoretische Vorgehen der Grounded Theory geführt. Wenig hilfreich war sicherlich auch der Umstand, dass Glaser in späteren Schriften einen relativ naiven Induktionismus – bei dem sich die Theorie aus den Daten ergebe – verteidigte (ebd.: 111), was schließlich auch zum Bruch mit Strauss führte.

Die Vorgehensweisen der Grounded Theory sind zwar nicht primär hypothesenprüfend, sie stellen aber auch nicht auf eine ‚reine‘ Induktion der Erkenntnis aus der Beobachtung des Materials ab – was wissenschaftstheoretisch auch nicht haltbar wäre (ebd.). Sowohl in die Verfahren der Grounded Theory als auch in ihre Metatheorie sind deduktive und induktive Schlussverfahren eingelassen. Schon Dewey hatte beide Erkenntnismodi als Zusammenspiel verstanden (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014: 197). Im Rückgriff auf einen weiteren pragmatistischen Philosophen, Charles Sanders Peirce, wird der mit der qualitativen Sozialforschung im Allgemeinen und der Grounded Theo-

ry im Besonderen verbundene erkenntnistheoretische Modus um die ihn kennzeichnende „Abduktion“ ergänzt (z.B. Reichertz 2011). Peirce erklärte Induktion, Deduktion und Abduktion als drei Phasen des Erkenntnisprozesses. Dieser beginnt mit einer ersten Hypothese, einer „educated guess“. Diese Abduktion über die (möglichen) Zusammenhänge im zu untersuchenden Forschungsfeld ist ein Wahrnehmungsurteil, dessen Wahrheit im Anschluss induktiv oder deduktiv belegt oder zurückgewiesen werden kann (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014: 197).

Unabhängig davon, ob man dieser Konzeption folgt, schlägt der Forschungsprozess der Grounded Theory selbst eine kontinuierliche Abfolge induktiver und deduktiver Schritte vor. Die induktive Hypothesengenerierung anhand des empirischen Materials soll in der Grounded Theory im Wechsel mit der Theoriegenerierung und einer dadurch angeleiteten Datenerhebung erfolgen. Die Prüfung und Zuordnung theoretischer Konzepte an das Material erfolgt dabei deduktiv: Anhand der bisher gebildeten Theorie wird entschieden, ob ein Fall oder der Aspekt eines Falls zur Erklärungskraft des Modells beiträgt. Um der Gefahr einer oberflächlichen Beschreibung der Phänomene – und damit dem Verfehlen des Anspruchs der Generierung eines theoretisierenden Zugriffs – zu entgehen, muss das „induktivistische Selbstmissverständnis“ (Kelle 1994: 341) der Grounded Theory vermieden werden: Beobachtungen können überhaupt erst erhoben und zu Daten werden, wenn man sie konzeptionell erschließt, „d.h. wenn man sich ihnen mit bestimmten Fragen nähert und sie entsprechend aufbereitet“ (Przyborski & Wohlrab Sahr 2014: 198). Die Grounded Theory ist also ein Verfahren, das zwischen der Offenheit für Phänomene in den Daten und konzeptionellen Zugriffen changiert. Deduktiven Schritten folgen induktive und umgekehrt.

c) Handlungstheoretische Fundierung

Mit der grundlegenden Prozesshaftigkeit aller Erscheinungen und der Notwendigkeit ihrer Bewährung in handlungspraktischen Vollzügen sind bereits zwei Merkmale der pragmatistischen Fundierung der Grounded Theory genannt worden. Ein drittes ist die – auch durch Auseinandersetzung mit dem Symbolischen Interaktionismus gewonnene – handlungstheoretische Orientierung des Forschungsstils.

Wesentlich für die (vorgeschlagenen) Vorgehensweisen ist eine Fokussierung auf die Entscheidungen und Optionen von Akteuren sowie auf deren Bedingungen und Konsequenzen (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014: 199). Zumindest Strauss begriff die Grounded Theory als methodische Konsequenz aus dem pragmatistischen Handlungsmodell (ebd.). Dieses Modell versteht Handlungen ebensowenig deterministisch wie nicht-deterministisch oder ‚konstruktivistisch‘. Vielmehr werden Handlungen als eine selektierte Vermittlung zwischen Intentionen und unwillkürlichen Faktoren beschrieben:

Rather, actors are seen as having, though not always utilizing, the means of controlling their destinies by their responses to conditions. They are able to make choices according to perceived options. (Corbin/Strauss 1990: 419)

Ebenso wichtig wie die Akteure sind also die Bedingungen ihres Handelns und die wahrgenommenen (oder nicht wahrgenommenen) Handlungsoptionen. Die Grounded Theory rekonstruiert nicht nur diese, sondern auch die unter diesen Bedingungen getroffenen Entscheidungen sowie die daraus resultierenden Konsequenzen.

Diese Orientierung korrespondiert mit der pragmatistischen Perspektive, dass gültiges – und damit für die Rekonstruktion relevantes – Wissen solches ist, das Handelnde in die Lage versetzt, sich kompetenter in ihrer Umwelt zu bewegen (Strübing 2014: 461). Die Grounded Theory nimmt das Handlungsmodell des Pragmatismus also auch erkenntnistheoretisch auf: Gegenstandsbezogene Theorien zeichnen sich dadurch aus, dass sie ein Erklärungspotential besitzen, welches auch für die Akteure im untersuchten Handlungsfeld rezipierbar ist und zu einem verbesserten Verständnis ihrer Praxis beiträgt (ebd.). Damit erfüllt sie die Grounded Theory das Schütz'sche Postulat der Adäquanz, dem zufolge die theoretischen Konzepte der verstehenden Sozialforschung auch für die alltagsweltlichen Akteure selbst verstehbar und vernünftig sein sollen (Schütz 1971).

2. *Prinzipien des Forschungsprozesses nach Grounded Theory*

Das Innovative an der Grounded Theory – und bis heute im Vergleich zu vielen anderen Vorschlägen ein Alleinstellungsmerkmal – ist ihre explizite Betonung des Forschungsprozesses, also der empiriegesättigten Theorieentwicklung anstelle spezialisierter Erhebungsverfahren (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014: 196). Die Grounded Theory ist deswegen auch nicht auf bestimmte Materialsorten festgelegt: Interviews, Gruppendis-

kussionen, Dokumente, Feldbeobachtungen, Briefe, Fotografien, Zeitungsartikel, Fragebögen oder Statistiken können und sollen zur Analyse herangezogen werden (ebd.: 195). Dennoch ist die Grounded Theory kein ‚bloßes‘ Auswertungsverfahren. Sie problematisiert die Trennung von Auswertung und Erhebung vielmehr: Die „Daten“ der Sozialforschung werden nicht als objektive Werte verstanden, sondern als „das prozesshafte Produkt der *Interaktion von Forschenden und Feld*, die durch die sich ebenfalls entwickelnde Forschungsfrage als ‚Problem‘ strukturiert wird“ (Strübing 2014: 460, Hervorhebung AB). Der Schwerpunkt liegt auf den Prozessen der Theoriebildung, die parallel und im Wechsel mit der Erhebung durchgeführt werden. Die Grounded Theory beschreibt Wege und Mittel, „die materialen, sozialen und kognitiven Transformationen, die das Material auf dem Weg vom ‚Feld‘ bis auf den Schreibtisch der Forscherin durchläuft“, methodisch abzusichern und zu reflektieren (ebd.).

Damit gehen einige Prinzipien einher, die den Forschungsprozess strukturieren, ohne ihn zu präformieren. Es handelt sich dabei weniger um konkrete Regeln der Analyse (vgl. dazu III.3.1) als um ein Gerüst aus Verfahrensgrundsätzen, auf die solche Regeln zurückgehen. Sie sind daher notwendigerweise nicht einzeln zu denken und nicht ohne Redundanzen darstellbar; dennoch lassen sich im Rückgriff auf die einschlägige Methodenliteratur drei Prinzipien herausarbeiten: Forschung als iterativer Prozess (a), das Theoretical Sampling (b) und die daran zum Ausdruck kommende heuristische Funktion von Vergleichsoperationen (c).

a) Forschung als iterativer Prozess

Forschung als Prozess zu verstehen, scheint auf den ersten Blick tautologisch. Die Grounded Theory leitet aus dieser Annahme aber einige methodische Konsequenzen ab, die im Folgenden dargestellt werden sollen. Sie bestehen im Wesentlichen in der methodischen Kontrolle von Offenheit und Schließung für die Theoriebildung sowie in der Dokumentation und Nutzbarmachung dieses Prozesses für die Analyse.

Kennzeichnend für den Beginn eines Forschungsprozesses nach der Grounded Theory ist, dass er seinen Ausgang in einer Irritation, einem konkreten Phänomen oder einem forscherschen Problem nimmt. Von diesem Punkt aus formieren sich das Untersu-

chungsinteresse, der Kontakt mit dem Feld und die Bestimmung wissenschaftlich angeleiteter Forschungsfragen in einem gegenseitigen Vermittlungsprozess. Das Forschen nach der Grounded Theory beginnt *nicht* erst mit der Bestimmung einer aus der Forschungsliteratur angeleiteten Forschungsfrage. Vielmehr sollen die Forschenden durch generative Fragen und ersten Feldkontakt über die Forschungsfrage weiter nachdenken und diesen Prozess auch dokumentieren (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014: 212). Der Forschungsprozess ist dabei theoretisch so gerahmt, wie wir es auch schon in Kapitel I.1 gesehen haben: als ein Prozess der Problemlösung, der „von kreativen Lösungsansätzen und empirisch-praktischen Überprüfungsschritten“ geprägt ist (Strübing 2013: 112).

Dieses Wechselspiel soll dabei nicht im Nachhinein unsichtbar gemacht werden, sondern als Ressource der Forschung und vor allem als methodisch zu kontrollierender Prozess behandelt werden. Der Forschungsprozess nach Grounded Theory lässt sich deswegen als iterativ-zyklischer Ablauf beschreiben:

Am Beginn steht die oft eher noch unscharfe Forschungsfrage, die zur Auswahl und ersten empirischen Erkundung eines ersten Falles führt. Diese empirischen Erfahrungen und das dabei generierte Material werden [...] analysiert. Dabei werden wir in der Regel einerseits auf bekannte, vertraute Phänomene stoßen, die sich unserem Wissensbestand ohne große Mühe zuordnen lassen; das wären dann qualitative Induktionen im Sinne von C. S. Peirce. Wir werden aber – hoffentlich – auch auf Zusammenhänge stoßen, die uns zunächst fremd, rätselhaft oder unverständlich anmuten und uns vor analytische Probleme stellen, die abduktive Schlüsse erfordern. (Strübing 2013: 127)

Die Stabilisierung der analytischen Probleme und abduktiven Schlüsse wird u.a. durch das Theoretical Sampling (vgl. 1.2.b) erreicht. Für den Moment soll der Verweis auf den zunächst unscharfen und sich durch (gezielte) Irritationen trichterförmig zuspitzenden Forschungsprozess vor allem für die Rolle der Forschungsfrage sensibilisieren: Auch wenn sie zu Beginn eher umfassendes Untersuchungsinteresse denn präzise Forschungsfrage ist, hat sie von Beginn an notwendige Funktionen. Ohne Frage sind die zu untersuchenden empirischen Phänomene analytisch nicht eingefasst und daher in ihrer Bedeutung für das Forschungsproblem unklar. Das Forschungsproblem, das Vorwissen, die Erfahrungen und die thematischen Interessen der Forschenden sind *nicht* auszublenden, wie manche Darstellung qualitativer Methoden suggeriert. Diese Faktoren bestimmen, was an empirischen Phänomenen wahrgenommen wird und worin dessen Relevanz besteht (ebd.: 114).

Deswegen wird der Forschungsprozess als Ganzes in der Grounded Theory sehr umfassend reflektiert und dokumentiert, was schon bei der Formulierung der Forschungsfrage und der ersten Datenerhebung beginnt (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014: 191). Bereits zu Beginn der Analyse sollen zusammenhängende Texte, so genannte „Memos“, geschrieben werden (Strauss 1991: 151ff.; Strauss & Corbin 1996: 169ff.). Weil die Theoriebildung als Prozess verstanden wird, ist diese Forderung nur konsequent: Wenn „theorierelevante Entscheidungen bereits von Beginn der Analyse an getroffen und dann sukzessive weiter entwickelt werden“, müssen diese Entscheidungen dokumentiert werden (Strübing 2013: 125). Die „Memos“ sind als methodisches Mittel inhaltlich unterbestimmt; es geht darum, vorläufige Texte zu einzelnen Aspekten der Analyse, aber auch darüber hinausgehende Fragen zu erstellen. Dabei sollen Ideen, die „sich später als brauchbar“ erweisen (ebd.), gesichert werden. Ob diese später detailliert, zusammengeführt, oder expliziert und Teil der Theorie werden, entscheidet sich anhand des fortschreitenden, theoriegeleiteten Samplings.

b) Theoretical Sampling

Während die Auswahl der ersten Fälle also noch auf Grundlage einer vorläufigen Problemdefinition getroffen wird, soll das Sampling nach und nach entlang der (zu entwickelnden) theoretischen Kategorien erfolgen. Theoretical Sampling bedeutet, dass die weiteren Schritte im Forschungsprozess jeweils am bis dahin erarbeiteten Wissen (und Nicht-Wissen) gemessen werden sollen.

Hier wird deutlich, dass Grounded Theory fallbasierte Forschung ist. Ein Fall ist dabei sowohl ein Fall *für sich*, also spezifisch und besonders, als auch Teil eines größeren Zusammenhangs, ein Fall *von etwas*. Der Fall ist zunächst in sich zu verstehen und dann als Teil eines übergreifenden Systems, z.B. sozialer Regeln für den betrachteten Wirklichkeitsausschnitt. Die Frage, was ein Fall im Rahmen der durchzuführenden Untersuchung ist, kann bereits als Teil des Forschungsprozesses verstanden werden. Przyborski und Wohlrab-Sahr (2014) weisen darauf hin, dass Sampling-Einheiten und Beobachtungseinheiten nicht zwangsläufig identisch sein müssen (ebd.: 180). Der Fall im Sinne der Forschungsfrage kann also sowohl bereits ein konzeptionelles Konstrukt sein, nach

dem gezielt gesampelt wird, als auch die Bezeichnung für die konkrete Beobachtungseinheit: So kann die Einheit der Untersuchung „Familie“ sein, die Beobachtungseinheit aber in Einzelinterviews mit Familienmitgliedern bestehen (ebd.).

Die Entscheidung für die Sampling- und Untersuchungseinheiten kann nicht ohne Feldkontakt und nicht unabhängig von konkreten Erhebungen geschehen. Vielmehr müssen die Auswahl erster Fälle, deren Interpretation und die daraus resultierende erste Hypothesenbildung die weitere Fallauswahl anleiten:

Das Theoretical Sampling ist ein Verfahren, bei dem sich der Forscher auf einer analytischen Basis entscheidet, welche Daten als nächstes zu erheben sind und wo er diese finden kann. Die grundlegende Frage beim Theoretical Sampling lautet: Welchen Gruppen oder Untergruppen von Populationen, Ereignissen, Handlungen (um voneinander abweichende Dimensionen, Strategien usw. zu finden) wendet man sich bei der Datenerhebung als nächstes zu. Und welche theoretische Absicht steckt dahinter? Demzufolge wird dieser Prozess der Datenerhebung durch die sich entwickelnde Theorie kontrolliert. (Strauss 1991: 70)

Strauss verortet die Verknüpfung des durch die Analyse gewonnenen Wissens mit der weiteren Datenerhebung im Theoretical Sampling spätestens nach der Analyse der ersten erhobenen Fälle. Je nach Forschungsfrage, Art der ersten Ergebnisse und angestrebtem Projektverlauf muss die Auswahl der nächsten Fälle auf dieser Analyse beruhen. Soll die Ausprägung der Merkmale dieser ersten Fälle z.B. weiter spezifiziert werden, lohnt es sich, homogene Fälle zum Vergleich heranzuziehen. Sollen die gewonnenen Konzepte auf ihre Robustheit und Übertragbarkeit geprüft werden, lohnt es sich, kontrastierende Fälle zu erheben (vgl. 1.2.c). Ein Beispiel aus dieser Studie lautet, dass nach den ersten Beobachtungen von Nutzertests in einem eher entwicklungsgetriebenen Projekt gezielt nach kontrastierenden Fällen gesucht wurde, in denen die angestrebten Nutzer anders repräsentiert und eingebunden wurden. Eine homogenes Sampling wurde dagegen angestrebt, als die Sampling-Einheit in epistemischen Praktiken bestand: Dafür wurden möglichst ähnliche Beobachtungseinheiten – Sozialrobotikprojekte mit Maschinen in aktiven Nutzertests – gesucht und erhoben.

Der Zyklus aus Erheben, Analysieren, ins Verhältnis setzen und Auswahl bzw. Erforschung weiterer Fälle oder Fallgruppen findet mehrfach statt. Das Kriterium ihrer Anzahl und Vielfalt ist so pragmatisch wie auf den ersten Blick unbefriedigend: Das Theoretical Sampling wird so lange wiederholt, „wie es erforderlich ist, um zu einer hinrei-

chend sicheren Antwort auf die – inzwischen präzisierte – Forschungsfrage zu gelangen“ (Strübing 2013: 127). Hinreichend bedeutet dabei, dass die durch die Analyse gefundenen Kategorien validiert sein müssen und es wenig bis keinen Grund zur Annahme gibt, dass weitere Erhebungen neue Bestandteile zur Antwort auf die Forschungsfrage beisteuern würden. Glaser und Strauss nennen das Kriterium „*theoretische Sättigung*“ (1967: 61f.). Damit verweisen sie auf die angestrebte Form der Generalisierung (vgl. III.3) des Verfahrens: Ein theoriegeleitetes Sampling ist nicht repräsentativ im Sinne des numerischen Schlusses standardisierter Verfahren. Es wird stattdessen die *grundlegenden Muster* der Handlungen, Handlungsbedingungen und Problemdefinitionen im untersuchten Kontext aufdecken. Das Schlussverfahren ist gewissermaßen inhaltlich: Die gewonnenen Konzepte sollen durch ihre Sättigung im Hinblick auf die Forschungsfrage repräsentativ sein, indem sie alle relevanten Aspekte des Phänomens abdecken (Corbin & Strauss 1990: 421).

Diese Sampling-Strategie ist in ihrer idealtypischen Darstellung aus forschungspraktischen Gründen nicht immer umsetzbar. Strübing weist z.B. darauf hin, dass die inhaltlichen Auswahlkriterien den Erhebungseinheiten häufig „von ‚außen‘ nicht anzusehen sind“ (Strübing 2013: 117). Es ist also vor der Erhebung nicht sicher, ob eine Beobachtungseinheit tatsächlich etwas zu den Dimensionen der Analyse beitragen kann, aufgrund derer sie ausgewählt wurde. Außerdem ist der Feldzugang oft zeitlich oder finanziell so limitiert, dass eine Analyse parallel zur Erhebung nicht zu leisten ist (ebd.). Aber auch für solche Konstellationen lässt sich nach Grounded Theory vorgehen. Die Vergleichsdimensionen innerhalb des Materials sind dann eingeschränkt und müssen ggf. durch Material Dritter und durch andere Forschungsergebnisse ergänzt, oder eben als eingeschränkt gesättigte Theorie präsentiert werden.

c) Methode des Vergleichs

Das idealtypische Ende der Theoretical Sampling-Zyklen ist erreicht, wenn keine neuen theoretisch relevanten Ähnlichkeiten oder Unterschiede in neu erhobenen Fällen zu finden wären. Diese Bestimmung verweist auf die große Rolle einer „Alltagsheuristik“ (Strübing 2014: 463) in der methodischen Anlage der Grounded Theory: Sie besteht in einem fortgesetzten systematischen Vergleichen auf verschiedenen Ebenen (ebd.). Ver-

gleiche werden sowohl in der Analyse des einzelnen Falls, als auch im Vergleich der Fälle im Material, bis hin zu gedankenexperimentellen Vergleichen zu anderen (möglichen) Dimensionen der Phänomene angestrebt. Der Vergleich dient dabei als methodisches Mittel der Verifizierung von Hypothesen der zu entwickelnden Theorie. Entlang dem Vorschlag von Przyborski und Wohlrab-Sahr lassen sich in der Grounded Theory drei Stoßrichtungen dieser Hypothesenverifikation ausmachen:

[D]ie Verifikation einer Hypothese am Einzelfall bzw. an der empirischen Konstellation selbst, d.h. der Nachweis, dass ein Zusammenhang sich bei diesem Fall/dieser Konstellation nicht nur zufällig an einer Stelle bzw. einmal zeigt, sondern für den Fall/die Konstellation als solche(n) typisch ist; b) die Verifikation einer Hypothese an anderen Fällen/anderen Konstellationen, d.h. der Nachweis, dass ein Zusammenhang nicht nur für einen Einzelfall/eine einzelne Konstellation gilt, sondern bei einer Reihe von Fällen/Konstellationen in strukturell gleicher Art wieder auftaucht; sowie c) die Verifikation einer Hypothese ex negativo, d.h. anhand von systematisch anders gelagerten Fällen/Konstellationen, die aber in einem bestimmten, klar benennbaren Zusammenhang, z.B. in einem antithetischen Verhältnis oder in einem Spiegelverhältnis zur Ausgangshypothese stehen. (Wohlrab-Sahr & Przyborski 2014: 203)

Konzepte und theoretische Vermutungen werden zunächst am konkreten Fall, anhand dessen sie gebildet wurden, überprüft. Der Vergleich läuft hier also entlang der Fallstruktur: Dabei kann z.B. gefragt werden, unter welchen Bedingungen das Beobachtete im Fall auftritt. Anschließend können im Fall andere Stellen oder Momente mit denselben oder ähnlichen Bedingungen gesucht werden, um zu überprüfen, ob sich das Muster dort erneut realisiert hat. Es ließe sich auch fragen, ob ein beobachtetes Muster unter allen Bedingungen dieselben Konsequenzen hatte. Wenn das nicht der Fall ist, lassen sich aus den Abweichungen Situations- oder Milieuspezifiken des Musters ableiten.

Die auf diese Weise geprüften und angepassten Konzepte müssen im Folgenden im Material, also an anderen Fällen, geprüft werden. Dabei kommen – wie schon beim Theoretical Sampling gesehen – sowohl minimal kontrastierende als auch maximal kontrastierende Vergleiche zum Einsatz. Die Minimierung von Unterschieden im Vergleich dient der Ausarbeitung und Validierung theoretisch relevanter Kategorien. In einem Set gleichartiger Fälle lassen sich vor allem die Eigenschaften bestimmen, die über alle Fälle hinweg weitgehend stabile Ausprägungen aufweisen und damit den Kern des theoretischen Konzeptes bilden (Strübing 2013: 115).

Die Maximierung der Unterschiede im Vergleich dient der gezielten Suche nach Heterogenität und Varianz der Konzepte. Es handelt sich dabei um eine Überprüfung der vorläufigen Theoretisierung: „Wie weit trägt das bisher ausgearbeitete Konzept, in welchen Konstellationen trägt es, und ab wann wird eine Modifikation welcher Art erforderlich?“ (ebd.) Während die minimale Kontrastierung der Ausarbeitung des Konzepts diene, soll der maximal kontrastive Vergleich aufzeigen, wo es nicht funktioniert und auch Hinweise auf alternative Konzepte liefern. Der maximale Kontrast kann auch über gedankenexperimentelle oder von Forschungsliteratur angeleitete Vergleiche zu anderen (möglichen) Dimensionen der Fälle erfolgen.

Eine Forschung, die sich am Stil der Grounded Theory orientiert, muss also die einzelnen Fälle und Konzepte ihres Materials beständig zueinander in Beziehung setzen. Vergleichsoperationen kommt dabei eine zentrale Bedeutung zu. Die systematische Suche nach Gemeinsamkeiten und Unterschieden vor dem Hintergrund der sich dadurch präzisierenden Forschungsfrage ist das wesentliche analytische Merkmal des Vorgehens, wie wir auch an der Auswertungsmethode des Kodierens sehen werden (III.3.1).

3. *Darstellung des Vorgehens der Studie*

Das Vorgehen der vorliegenden Studie ist an den dargestellten metatheoretischen Grundlagen und übergreifenden Prinzipien der Grounded Theory ausgerichtet. Dies betrifft sowohl das konkrete Vorgehen in der Analyse als auch die Anlage des Forschungsprojekts selbst. Die bereits vorgestellten Ergebnisse sind ebenfalls Implikationen der dargestellten Prinzipien von Grounded Theory. Die Konzeption des Handelns der Forschenden als Problemlösungshandeln entspricht der Handlungstheorie der Grounded Theory (II.) Außerdem erfolgte die Rekonstruktion der grundlegenden Problemstellung des Feldes so, wie sie sich vor allem für die Forschenden selbst darstellt (I.). Im Folgenden sollen zwei weitere Aspekte des Vorgehens entlang der Grounded Theory herausgearbeitet werden, die in der Darstellung der Ergebnisse ansonsten nicht sichtbar werden würden: die Strukturierung des Forschungsproblems entlang der Interaktion mit dem Feld sowie die Kriterien des Sampling-Prozesses.

Das Forschungsinteresse am Umgang mit dem Sozialen in der Sozialrobotik erwuchs aus einer Literaturrecherche zum Einsatz von Robotern in Museen. Anhand der Veröffentlichungen und erster Experteninterviews ließen sich unterschiedliche Dimensionen des Phänomens ausmachen: die Rolle kognitivistischer und biomimetischer Metatheorie, technische Operationalisierungen von ‚sozialen Faktoren‘ wie endliche Automaten zur Simulation von Gefühlszuständen, die Differenz zwischen vorbereiteter Mensch-Roboter-Interaktion und ‚in freier Wildbahn‘ resultierender Mensch-Roboter-Interaktion, Annahmen der Entwicklerinnen und Entwickler, etc. Diese teils intervenierenden Dimensionen des sozialen Phänomenbereichs Sozialrobotik standen zu Beginn des Forschungsprojekts noch ungeordnet nebeneinander. Die Strukturierung des Forschungsproblems als Problemlösungshandeln von technikwissenschaftlich Forschenden, die mit sozialen Alltagswelten konfrontiert sind, erfolgte durch Feldkontakte. Anhand ethnografischer Feldstudien in konkreten Arbeitsgruppen wurde deutlich, dass eine wesentliche Differenz zwischen der an den Veröffentlichungen und Selbstzeugnissen beobachtbaren Theoriepraxis und der forschenden Alltagspraxis besteht. Diese Beobachtung gelang im Wechselspiel aus ersten Feldaufenthalten – bei Workshops, auf Konferenzen und durch Experteninterviews – sowie in Auseinandersetzung mit herangezogener Literatur zu historisch ähnlichen Phänomenbereichen wie z.B. den Expertensystemen der KI-Forschung (vgl. I.3). In dieser ersten Phase der Interaktion mit dem Feld, die sich über einen Zeitraum von etwa 10 Monaten erstreckte, formte sich das Untersuchungsinteresse zu einer Problemdefinition, die zur Grundlage des Theoretical Samplings werden konnte: Durch welche Praktiken nähern sich Forschende in der Sozialrobotik den angestrebten Nutzern und der Mensch-Roboter-Interaktion? Mit dieser Problembestimmung ging auch eine Anpassung der Erhebungsmethoden einher, die sich nicht auf das Studium von Fachliteratur und narrative Interviews beschränken konnten. Stattdessen war deutlich geworden, dass die Praxis und die Orte der Praxis der Sozialrobotik offenbar eigenen, sprachlich oft nicht explizierten Regelmäßigkeiten folgen.

Als Einheit des Samplings wurde dementsprechend die problemlösende Auseinandersetzung von Sozialrobotik-Forschenden mit sozialen Phänomenen festgelegt; als Beobachtungseinheit galt fortan das alltägliche Handeln in Sozialrobotik-Laboren. Ausgehend von dieser – damals vorläufigen, letztlich resultierenden – näheren Bestimmung des Problems wurden in einem ersten Sampling-Zyklus Fälle zur Erhebung gesucht.

Anders als in den ein- bis zweitägigen Feldaufenthalten zu Anlässen wie Tagungen und verabredeten Interviews sollte dabei die alltägliche Forschungspraxis in den Blick geraten. Aus forschungspraktischen Gründen konzentrierte sich der erste Zyklus des Theoretical Sampling auf europäische Forschungsprojekte. Das Resultat waren drei fokussierte Feldaufenthalte von jeweils fünf Tagen Dauer in mittel-, west- und nordeuropäischen Sozialrobotikprojekten, die zwischen Frühsommer und Herbst 2013 absolviert wurden. Vor Ort wurden neben den alltäglichen Praktiken in den Laboren auch weitere Aktivitäten begleitet und dokumentiert: universitäre Lehrveranstaltungen, Teambesprechungen, öffentliche Vorführungen, Vorträge innerhalb der Universität, gemeinsame Mittag- und Abendessen, Treffen mit Projektpartnern, etc. Diese Breite war methodisch notwendig, um herauszufinden, welche der beobachtbaren Praktiken für die soziale Einbettung und Gestaltung der Maschinen tatsächlich wirksam werden. Außerdem wurden so die Beziehungen der beobachteten Forschenden zu ihren Kolleginnen und Kollegen und ihre Rolle in den universitären Forschungszusammenhängen sichtbar.

In einem zweiten Zyklus wurde dann gezielter nach den ersten beobachteten epistemischen Praktiken gesampelt. Für einen dreimonatigen Feldaufenthalt in den USA wurden Sozialrobotikprojekte recherchiert, die empirische Nutzertests durchführen. Die Entscheidung für US-amerikanische Forschungszusammenhänge fiel dabei aus zwei Gründen: Zum einen sollte das Sample im Hinblick auf die organisatorischen und finanziellen Bedingungen der Forschung kontrastiert werden.³⁴ Zum anderen ergab sich durch den fortschreitenden Feldkontakt die Gelegenheit, Gast in Forschungszusammenhängen zu sein, die im Hinblick auf feldspezifische Kriterien wie Ressourcen-Ausstattung, Publikationsstärke und auch mediale Bekanntheit zu den internationalen Zentren der Sozialrobotikforschung gezählt werden können. Diese beiden Sampling-Kriterien hätten auch die Erhebung in japanischen Sozialrobotikprojekten nahe gelegt, die aus forschungspraktischen Gründen jedoch nicht möglich waren. Ein kulturvergleichendes Vorgehen zwischen Japan und ‚westlichen‘ Forschungslinien, das anhand bestehender Forschungsliteratur durchaus interessante Ergebnisse versprochen hätte (Šabanović 2006), schied daher als Kern der Analyse aus. Durch die Anlage des zweiten Sampling-Zyklus wurde vielmehr der Fokus auf europäische und US-amerikanische Sozialrobotikfor-

³⁴ Es stellte sich heraus, dass die US-spezifischen Förderbedingungen (vgl. IV.2) für die epistemischen Praktiken dieselben übergreifenden Folgen haben, wie für EU-Projekte (vgl. V.1).

schung gelegt. Innerhalb dieses Materials ließen sich keine wesentlichen kulturellen Unterschiede im Hinblick auf die Forschungsfrage beobachten.³⁵ Die kulturelle Spezifik bestand vielmehr in einem gemeinsamen genealogischen Erbe der Definition von Robotern als Universalwerkzeuge (vgl. IV.). Darüber hinaus zeigten sich unterschiedliche Typiken von Zielen und die damit verknüpften Näherungsweisen (vgl. V.), sowie konkrete epistemische Praktiken des Umgangs mit sozialen Phänomenen und technischen Bedingungen (vgl. VI.).

Im Rahmen des zweiten Sampling-Zyklus wurden über drei Monate hinweg Feldstudien an drei Universitätsstandorten in den USA durchgeführt. Vor Ort fanden weitere Auswahlprozesse statt –, vorrangig danach, ob und *wie* Forschende kürzlich, bald, derzeit oder überhaupt an sozialen Fragestellungen arbeiteten. Diese Auswahl verlief im Hinblick auf die Ausrichtung der Gruppen kontrastiv, um die erarbeiteten Konzepte aus der Analyse der ersten Erhebungsphasen zu härten. Die Auswahl der Gesprächspartner für die Experteninterviews (vgl. III.2.2) verlief teilweise parallel dazu, teilweise nach dem Gatekeeper-Prinzip. Meist wurden mir nach meiner Ankunft für mein Untersuchungsinteresse lohnenswerte Gesprächspartner empfohlen. Diese gaben mir häufig einen Überblick über weitere Personen vor Ort bzw. an anderen Universitätsstandorten – sowohl für solche, die sie persönlich kannten, als auch für solche, die ihnen durch Veröffentlichungen und Konferenzen bekannt waren.

Insgesamt wurden auf diese Weise sechs Universitätsstandorte in Europa und den USA für Feldaufenthalte von fünf bis 30 Tagen Dauer aufgesucht. Dabei wurden über 80 Seiten Feldprotokolle angefertigt, aus denen später Beobachtungsprotokolle zur Interpretation gewonnen wurden. Darüber hinaus wurden mit etwa 100 Forschenden längere Gespräche geführt und protokolliert. 36 dieser Gespräche wurden explizit als Experteninterviews ausgewiesen, mit Zustimmung der Interviewten aufgezeichnet und nach den Feldaufenthalten transkribiert. Diese Gespräche dauerten i.d.R. 30 bis 90 Minuten.

³⁵ Für andere Forschungsfragen, wie z.B. die diskursive Einbettung des eigenen Forschungsprojekts in übergreifende Visionen von KI-Forschung, zeigen sich solche Unterschiede, wie Bopp und Böhle (2014) empirisch herausgearbeitet haben.

Wie an der bisherigen Beschreibung deutlich wurde, war dieses Vorgehen von einer hohen Kooperationsbereitschaft und Zugänglichkeit der Forschenden geprägt. So äußerten sie in den allermeisten Fällen ein hohes Interesse an der übergreifenden Forschungsfrage der Untersuchung. Diese wurde den Ansprechpartnerinnen und -partnern im Feld – häufig in einer alltagssprachlichen Umschreibung, wie „Ich erforsche, wie Sozialrobotik mit dem Sozialen umgeht“ – transparent gemacht. Den Beforschten war also bewusst, dass ihre Arbeit Gegenstand meiner Forschung ist.³⁶ Diese Offenheit war einerseits notwendig, um die Genehmigungen zu den Feldaufenthalten zu erhalten. Andererseits entsprach sie auch der Beziehung zwischen den Beforschten und mir. Es handelte sich zumeist um ein kollegiales Verhältnis. Den Forschenden im Feld war mein Interesse oft plausibel, und obwohl ihr konstruktives Handeln von anderen Relevanzen und Bedingungen geprägt war als mein rekonstruktives Anliegen, verstanden viele Beforschte die Fragstellung dieser Arbeit als wichtige Perspektive auf das Feld ihrer Praxis. Die Präzisierung der Forschungsfrage im Hinblick auf epistemische Praktiken wurde dagegen nur selten, auf explizite Nachfragen hin und meist in längeren Gesprächen privaten Charakters thematisiert.

Dieses Verhältnis zu den Beforschten ist zu großen Teilen Ergebnis der spezifischen Konstellation von Wissenschaftsforschung in einem sozialwissenschaftlich informierten Bereich. Es spiegelt aber auch eine angestrebte Qualität der zu entwickelnden Theorie wider. Diese soll sich auch entlang der Relevanzen der Sozialrobotik-Forschenden bewähren. Sie rekonstruiert das Handeln der Akteure im Feld nicht nur, sondern muss diesem auch adäquat konzipiert sein. Diese Bewährung steht im Prozess des Schreibens dieser Arbeit zu großen Teilen noch aus. Gleichzeitig sind durch gemeinsame Vorträge für und mit Forschenden aus der Sozialrobotik schon kleinere empirische Beweise erbracht worden, dass das hier dargestellte Vorgehen und seine Ergebnisse auch die Praxis der Forschenden informieren kann. Damit schließt sich gewissermaßen der Kreis des am Feld und in der Interaktion geformten Forschungsproblems: Die darauf gefundenen Antworten sollen in das Feld zurückfließen.

³⁶ Ein älterer Professor in den USA stellte mich seinen Doktoranden scherzhaft, aber dennoch treffend, folgendermaßen vor: „This is Andreas, he’s from Germany and he’s an anthropologist. So be careful what you say, he might be researching you.“ (Feldtagebuch 30.03.2014) Diese etwas unglückliche Vorstellung konnte durch die Teilnahme an den Alltagspraktiken der Forschenden in den folgenden Tagen normalisiert werden, sodass eine ethnografische Erhebung möglich war.

2. Ethnografie und narrative Experteninterviews

Wir haben gesehen, dass es nach der Grounded Theory erkenntnistheoretisch schwierig ist, Erhebungs- und Auswertungsverfahren methodologisch getrennt zu betrachten. Da Erhebungsmethoden aber schon Zugänge, Hypothesen und Strukturierungen des zu Beobachtenden in sich tragen, erfordern sie explizite Reflexion. Diese soll durch die Darstellung der Methodologie und Methode sowie der konkreten Anwendung dieser Verfahren erfolgen.

Wie es der Forschungsstil bereits nahe legt, verlief die Wahl der Erhebungsinstrumente – Ethnografie und Experteninterviews – pragmatisch und problemzentriert. Die Entscheidung für ihre Verwendung wurde entlang der Forschungsfrage, den Gegebenheiten im Feld und nicht zuletzt aufgrund der Vorkenntnisse des Forschenden getroffen. Als Ergebnis dieses Prozesses wurden auf Grundlage einer kulturalistischen AnalyseEinstellung *fokussierte Ethnografien* durchgeführt (2.1). Die aufgezeichneten Gespräche können als *narrative Experteninterviews* bezeichnet werden. Damit wird sowohl auf eine bestimmte Form von Wissen als auch auf den spezifischen Modus seiner Hervorbringung verwiesen (2.2).

1. Ethnografie

Die Ethnografie ist nicht *eine* Methode mit einer in sich geschlossenen Methodologie. Ethnografische Methoden bestehen vielmehr in den spezifischen Relationen der Forschenden zum Forschungsfeld, d.h. in einem Wechselverhältnis aus Teilnahme und „Distanznahme“ (Kalthoff 2003: 75). In ihrer voraussetzungsärmsten Form, als teilnehmende Beobachtung an sozialen Praktiken, ist sie eine Grundtechnik qualitativer Forschung, die dem Kontakt zum Feld, dem Erkennen und Erleben seiner Strukturen und Relevanzen dient (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014: 39ff.). In einer voraussetzungsreichen Form versteht man darunter den mindestens 12-monatigen Aufenthalt in einer ‚fremden‘ Kultur, in dessen Verlauf der/die Forschende zumindest temporär Teil der beforschten Gruppe wird.

Gemeinsam ist allen Anwendungen zwischen diesen Polen das Ziel der Ethnografie: Zusammenhänge *entdecken*, die man ohne die Teilnahme daran nicht (oder nicht so schnell) verstehen würde (Amann & Hirschauer 1997: 8). Dieses Entdecken erfolgt über die Teilnahme an Praktiken und Ereignissen des zu beforschenden Feldes. Das Verhältnis aus Beobachtung und Teilnahme kann dabei changieren; es sind auch Erhebungen vorstellbar, bei denen die Rolle des Ethnografen als Forschendem zunächst unklar bleiben muss. Einen Mittelweg wählte Erving Goffman für seine Studie über die Bewohner einer abgelegenen Shetland-Insel (Burns 2002): Er kam als Gast auf die Insel und wurde zunächst kritisch beäugt, da sich niemand einen Reim auf seine Absichten machen konnte. Über Monate hinweg nahm er an den regelmäßigen sozialen Zusammenkünften, z.B. einer Billard-Runde im Gemeindesaal, teil und nahm so eine eigene Rolle im sozialen Gefüge ein. Man kann sagen, er lebte mit der dortigen Gemeinschaft statt in ihr (Winkin 1999). Dass er damit dennoch ein Teil derselben wurde, zeigt sich u.a. daran, dass er sich im Laufe der Zeit den Spitznamen „Peerie Goffman“ einhandelte, zu Deutsch etwa „Goffman mit den kurzen Beinen“ (ebd.).

Obwohl die Anwesenheit und Teilnahme am Feld u.U. nicht trivial herzustellen und in jedem Fall eine fordernde Unternehmung ist, macht sie nur einen Teil der Datenerhebung aus. Ethnografie besteht aus unterschiedlichen Dokumentations- und Schreibakten. Das Beobachten im Feld darf und soll naiv-registrierend erfolgen, muss aber von Phasen der methodisch kontrollierten Reflexion begleitet sein. Dafür verwenden ethnografische Forscherinnen und Forscher verschiedene Instrumente (technische Dinge in Rheinbergers Sinn): Notizbücher, Stifte, Schrift, technische Aufzeichnungsgeräte, aber auch die eigene Wahrnehmung und die Erinnerung – also ihren leiblichen Körper und ihre soziale Person (Kalthoff 2003: 73). Wie und wann diese Aufzeichnungsinstrumente zum Einsatz kommen, ist je nach Forschungsanliegen und Art der Ethnografie unterschiedlich. Goffman bspw. lehnte es strikt ab, in Anwesenheit der Inselbevölkerung Notizen zu machen (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014: 52). Wie viele Ethnografen rekapitulierte und notierte er seine Erlebnisse am Ende des Tages, wobei ihm auch selbst angefertigte Fotografien halfen.

Um die für diese Studie durchgeführten ethnografischen Erhebungen zu bestimmen (c), sollen hier zwei methodische Beiträge zur Ethnografie als soziologisches Erhebungs-

instrument vorgestellt werden. Zum ersten wird die Funktionsweise der Ethnografie anhand von Amanns und Hirschauers kulturalistischer Erklärung hergeleitet (a). Zum zweiten wird Knoblauchs Vorschlag einer fokussierten Ethnografie diskutiert (b).

a) Fremdheit als Schlüssel

Der methodologische Schlüssel ethnografischer Erhebungen ist der Umgang mit Fremdheit. Das ist zum einen aus der Geschichte ethnografischer Methoden heraus zu erklären, die ursprünglich dazu dienten, europäischen Forschern pazifische und andersartig fremde Gesellschaften verständlich zu machen (z.B. Malinowski 1985) – was nicht ohne kolonialistische Anmaßungen blieb. ‚Das Fremde‘ wurde in den 1930er und 1940er Jahren aber auch vermehrt zum Anlass der Erforschung unbekannter Lebenswelten und Milieus ‚vor der Haustür‘, wofür die Studie zur Bostoner „Street Corner Society“ beispielhaft steht (Whyte 1993, Anderson 2014).

Diese Hinwendung zur Eigenlogik von Gruppen und Feldern innerhalb westlicher Gesellschaften lässt sich als „theoretischer und methodischer Kulturalismus“ verstehen (Amann & Hirschauer 1997: 11). Theoretisch hebt dieser nicht nur in der soziologischen Forschung zunehmend populäre Zugang auf gelebte Sozialpraxis ab, die methodisch mit der ethnologischen Leitdifferenz von Fremdheit und Vertrautheit bearbeitet wird. Fremdheit muss dabei von den Forschenden hergestellt werden. Dieses „Otheoring“ besteht vor allem im Problematisieren des Selbstverständlichen als außergewöhnlich: Die Regeln der Herstellung und Funktionsweise von kleinen sozialen Welten sind ihren Bewohnern selbstverständlich und implizit; die Ethnografie kann diese aber nur entdecken, wenn sie sie befremdet. Das Implizite muss dabei expliziert werden.

Das geht mit einer spezifischen Form der Belastung und Herausforderung für die Forschenden einher:

Ethnografisch arbeitende Forscherinnen liefern sich in einer besonderen Weise ihrem Untersuchungsfeldern aus: Die - manchmal fundamentale - Verunsicherung, wie man sich in einem fremden Feld zu bewegen und seine Äußerungsformen zu verstehen hat, ist ein gesuchter Zustand, durch den der Blick auf die Lebens- und Organisationsweise des Feldes geschärft wird. (Amann & Hirschauer 1997, 19)

Verunsicherung wird also zum analytischen Mittel. Das Othering besteht nicht selten in Erfahrungen des Scheiterns oder Nicht-Gelingens seitens der Forschenden im zu untersuchenden Feld. Diese dürfen aber nicht minimiert und ausgeblendet werden, sondern werden wiederum zur Ressource der ethnografischen Erhebung. Ohne die Bereitschaft, sich dieser Verunsicherung auszusetzen, kann eine ethnografische Erhebung kein valides Wissen erarbeiten, so die These.

Zwingende Voraussetzung dafür ist es, vor Ort zu beobachten und zumindest zum Teil an den Praktiken zu partizipieren. Diese Örtlichkeit der alltagspraktischen Anwendung betrifft nicht nur die konkreten Erhebungsmittel (die Beobachtung wird dem Interview vorgezogen), sondern auch die methodischen Entscheidungen über den weiteren Verlauf der Studie. Das konkrete Feld und die darin beobachtbaren und zugänglichen Praktiken legen zu einem großen Teil fest, was in eine ethnografische Studie einfließen kann und wie sich die Forschungsfrage zuspitzt. Gleichzeitig wird versucht, den Forschungsprozess möglichst lange flexibel zu halten und für neue Irritationen aus dem Feld empfänglich zu sein. Wie jedes qualitative Vorgehen konstruiert die Ethnografie ihr Forschungsfeld im Prozess des Forschens.

Um diese Irritationen zu ermöglichen und *methodisch kontrolliert* fruchtbar zu machen, erfordert die Ethnografie vom Forschenden eine Dynamik zwischen Inklusion und Exklusion in seinem Forschungsfeld. Das betrifft einerseits den Grad der Inklusion, der die Teilnahme und Empathie für die Subjekte der Forschung ermöglichen muss, gleichzeitig aber nicht zu einem unreflektierten ‚Aufgehen‘ im Feld führen darf („going native“; Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014: 44-49). Das Methodische an der ethnografischen Erfahrung (Amann & Hirschauer 1997: 28) besteht auch im regelmäßigen Zurückziehen aus dem Feld. Durch die Arbeit an den Protokollen und das Explizieren des Erlebten, z.B. in Interpretationsgruppen oder Vorträgen, wird wieder eine Distanz zum Gegenstand aufgebaut: „Dem ‚going native‘ wird ein ‚coming home‘ entgegengesetzt, das dem Individualismus der Datengewinnung einen Kollektivierungsprozeß entgegen setzt“ (ebd.: 28). Dieses Annähern und wieder Entfernen vom Untersuchungsgegenstand lässt sich mit der Pendelbewegung von Erhebung und Auswerten nach den Prinzipien der Grounded Theory (vgl. III.1.2) vergleichen.

An diesen Hinweisen zur Rolle der Forschenden wird deutlich, dass diese in der Ethnografie keine neutralen Berichterstatter sind. Eine Abbild-Theorie zwischen dem Feld und seiner Erforschung wäre wissenschaftstheoretisch naiv. Das häufig angesprochene Problem einer möglichen ‚Verzerrung‘ der Daten durch die Forschenden verkennt deshalb auch das Instrument der Ethnografie: Der Forschende liefert keinen stellvertretenden Text für die Eigenschaften der beforschten Kultur. Deren Repräsentation entsteht erst mit dem Schreiben von den Feldprotokollen bis hin zum verfertigten ethnografischen Text (Kalthoff 2013: 88). Ethnografische Notizen enthalten „Spuren des *Sozialen in der Wahrnehmung und Erinnerung der Ethnografin*“ (ebd.: 78, Hervorhebung AB). Die Notizen sind bereits Selektionen. Sie geben nicht Geschehens wieder, sondern bestehen in einer mehrfachen Strukturierungsleistung, die das Geschehene, das eigene Beobachten und das Verstehen selektiv thematisiert. In einer Ethnografie sprechen die sozialen Ereignisse nicht, sondern sie werden von den Beobachtern zum Sprechen gebracht.

Eine wesentliche Technik dafür ist die Explizierung von Wissen, das den Beobachteten u.U. selbst nicht explizierbar ist. Es handelt sich dabei z.B. um Wissen, das in Intuition oder Expertise verkörpert ist. Eine Ethnografie registriert nicht nur das explizite und diskursive Wissen; auch das „stumme Wissen“ wird beschreibend expliziert (ebd.: 74):

Das Ziel der Ethnografie besteht darin, die Stimme und das Handeln, das diskursiv verfügbare und das stumme Wissen, soziale Praktiken und ihre Implikationen sowie die Bedeutungen dieses Handelns und Sprechens zu Papier zu bringen und in der schriftlichen Re-Präsentation der anderen Kultur die Position des Beobachters zweiter (oder gar dritter) Ordnung einzunehmen. (ebd.: 86)

Die Instrumente der Ethnografie sind also einerseits die Sprache und Ausdrucksfähigkeiten der Forschenden und zum anderen die Erkenntnismittel des Fremdverstehens, die auch auf das eigene Verstehen angewandt werden müssen. Die Forschungspraxis besteht aus zunächst einer Beobachtung erster Ordnung im Feld, auf die die ethnografisch-soziologische Analyse folgen muss, in der – durch verschiedene Schreib- und Reflexionspraktiken – eine Beobachtung zweiter Ordnung eingenommen wird.

b) Fokussierte Ethnografie

Knoblauch knüpft an das soziologische Verständnis der Ethnografie an und macht mit der „fokussierten Ethnografie“ – die zeitlich kürzer und ausgewählter in einzelne Fälle gehen soll – zwei Vorschläge: einen methodologischen und einen methodischen. Der methodologische Vorschlag besteht in einer „entschieden konstruktivistisch[en]“ Positionierung (Knoblauch 2001: 135). Knoblauch fokussiert damit auf Analyseeinheiten aus sozialkonstruktivistischen und wissenssoziologisch-hermeneutischen Forschungsrichtungen, die u.a. an Berger & Luckmann (1999 [1966]) anschließen. Anders als in den ethnologischen Ursprüngen der Ethnografie geht es ihm nicht um Gemeinschaften, sondern um „Handlungs- und Kommunikationszusammenhänge“ (Knoblauch 2001: 137). Die fokussierte Ethnografie interessiert sich für *Handlungstypen, Formen der Problembearbeitung und Interaktionsmuster* (ebd.).

Im Zuge dieses Arguments problematisiert Knoblauch zwei methodologische Annahmen. Zum einen sei der „Blick des Fremden“ in soziologischen Ethnografien von Gesellschaften ‚vor der Haustür‘ nicht nur schwerer herzustellen, sondern im Feld auch gar nicht nötig. Im Gegenteil könne die Ethnografin auf eigene Erfahrungen und Wissensbestände über die sozialen Regeln der (gemeinsamen) Gesellschaft zurückgreifen und diese anwenden, vor allem, um den Feldkontakt herzustellen (ebd.: 134). Das beschriebene „Othering“ sei dagegen „lediglich hinsichtlich des fokussierten Aspektes der Untersuchung vonnöten“ und stelle sich „schon durch seine mikroskopisch feine Auflösung ein“ (ebd.). Auch die Natürlichkeit der Beobachtung relativiert er für die Begründung der fokussierten Ethnografie. Sie könne auch auf Interviews, vereinbarte Termine und sehr kurze Feldaufenthalte zurückgreifen, da dieses Prinzip nicht erkenntnistheoretisch, sondern methodisch wirke. Das Kriterium der „Natürlichkeit“ beziehe sich vor allem auf zwei Merkmale: zum einen, dass die aufgezeichnete Situation auch ohne den Beobachter und die Aufzeichnungsinstrumente stattgefunden hätte, und zum anderen, dass das Problem (der Forschungsfrage) auch eine Relevanz und Adäquanz im beobachteten Feld hätte (ebd.).

Diese beiden Einschränkungen setzen sich weniger von der bestehenden Praxis der (soziologischen) Ethnografie ab als von einem eher allgemeinen Verständnis von Ethno-

grafie. Im Detail ließe sich außerdem streiten, ob nicht auch schon ein „Othering“ notwendig sei, um die Beobachtung im Feld auf die ‚richtigen‘, weil später in der Analyse relevanten, Fälle zu richten sei. Im Grunde betont Knoblauch jedoch eben diese Fokussierung: Die Ethnografie benötige nicht unbedingt zwölf Monate Feldaufenthalt, um die zu erforschenden Praktiken zu rekonstruieren. Der Fokus der Auslegung der Methode liegt damit weniger auf dem Ethnografen als erfahrendem Subjekt, als auf den Subjekten der Forschung: Ziel ist es, ihre Wissens- und Erfahrungsstrukturen zu rekonstruieren, „die den Sinn ihrer Handlungen konstituieren“ (ebd.), und die situative Konstruktion der Wirklichkeit in den beobachteten Handlungen nachzuzeichnen.

Knoblauchs Vorschlag zur methodischen Durchführung der fokussierten Ethnografie lehnt sich u.a. an Ethnografien aus der Systementwicklung in der „Computer Supported Cooperative Work“ an (Hughes et al. 1994). Kernunterschiede zur ‚klassischen‘ Ethnografie sind der unterschiedliche Zeitaufwand und die (durch das Sampling angeleiteten) Wechsel der Erhebungsorte. Anstatt in die fremde Lebenswelt einzutauchen, sollen die Forschenden diese gezielter auswählen sowie kürzer, aber intensiver und gerichteter erforschen (Knoblauch 2001: 129).

Dieser Zeitgewinn soll auch wesentlich dadurch ermöglicht werden, dass der Feldaufenthalt der Aufzeichnung von Video- und Audiomaterial dient, auch durch mehrere Forschende parallel. Die ersten Analyse- und Verdichtungsschritte können anhand des aufgezeichneten Materials auch nachträglich erfolgen. Diese Form der Ethnografie setzt dabei stärker auf die intersubjektive Nachvollziehbarkeit des Materials (Notizen, Protokolle). Knoblauch konzipiert die fokussierte Ethnografie, unabhängig von der Anzahl der Erhebenden im Feld, notwendigerweise als Gruppenprozess, im Gegensatz zur herkömmlichen Ethnografie, die „bis zur Fertigstellung der Texte ein sehr solitärer Prozeß ist“ (ebd. 131). Unter Einbezug mehrerer Forschender, beispielsweise durch gemeinsame Interpretationsgruppen, sollen intersubjektiv nachvollziehbare Interpretationen generiert werden.

Ein zweiter Hinweis betrifft die *AnalyseEinstellung*. Sie solle nicht auf die Rekonstruktion eines kulturell typischen subjektiven Wissensvorrats zielen, sondern auf das Hintergrundwissen der Akteure für das interessierende Problem: „Wird etwa der Umgang

mit einer bestimmten Technologie untersucht, so wird das Hintergrundwissen hinsichtlich dieser Technologie erhoben.“ (ebd. 134)

Unabhängig von der Art der Aufzeichnungen – Knoblauch betont hier immer wieder den Einsatz von Videoaufzeichnungen – konzentriert sich die fokussierte Ethnografie von vornherein auf ausgewählte Ausschnitte des sozialen Feldes. Sie konzentriert sich auf bestimmte Probleme, die sie als Handlungsprobleme der Beobachteten konzipiert und untersucht. Das ist im Grunde nicht neu, wie auch Knoblauch mit Verweis auf Goffman und linguistische Ethnografien schreibt (ebd. 132). Die Leistung des Vorschlags besteht in der Konzentration auf Strukturen und Muster von Interaktion, Kommunikation und Situationen und ihrer Rolle für bestimmte Phänomene des Feldes. Durch die Fokussierung – und ihre Auswirkungen auf das Zeit- und Ressourcenbudget des Forschenden – wird ein komparatives Vorgehen entlang des Fallvergleichs besser möglich (ebd. 137). Ob bestimmte Handlungstypen und Interaktionsmuster über die Institutionen und Orte hinweg stabil sind, lässt sich so untersuchen und belegen. Die *Generalisierung* der Ergebnisse ist dadurch wesentlich leichter.

c) *Anwendung im Rahmen der Studie*

Für die durchgeführte Studie orientierte ich mich am Vorgehen der fokussierten Ethnografie und den methodologischen Grundlagen der kulturalistischen, soziologischen Analyse. Dabei wurden wissenschaftliche Labors und Forschergruppen der Sozialrobotik als *Praxisorte* zur Erforschung der hier interessierenden Frage nach der Behandlung des Sozialen in der Sozialrobotik verstanden. Diese Konzeption und die Wahl ethnografischer Erhebungsmittel entsprechen der methodischen Tradition der Laborstudien (Latour & Woolgar 2013, Knorr-Cetina 1984).

Während der sechs Feldaufenthalte wurden unterschiedlich fokussierte Formen von Ethnografie angewendet. Zum einen wurden die Beobachteten durch Gespräche zu Informanten, deren Wissen über Praktiken und Feldzusammenhänge erfragt wurde. Zum anderen wurde an den Praktiken der Forschenden in unterschiedlichen Graden der Involviertheit teilgenommen. Die tägliche Arbeit und zugespitzte Momente, wie z.B. Nutzertests oder Demonstrationen, wurden sowohl als stiller Gast als auch als aktives Mit-

glied begleitet. In zwei Fällen wurde für die Entwicklungsziele der Projekte auch eigenes Methodenwissen eingebracht. Das geschah einerseits durch das Anfertigen einer kleinen ethnografischen Studie für ein Entwicklungsprojekt, andererseits durch einen Vortrag samt Workshop für die Doktoranden einer anderen Gruppe.

Als temporäres Mitglied der Gruppen wurde ich in den drei längeren Feldaufenthalten von bis zu 30 Tagen Dauer außerdem unweigerlich Teil des Alltagslebens der Forschenden. Ich lernte ihre Kollegen, Freunde und Lebenspartner kennen und verbrachte Freizeit mit ihnen. Die Lage im Feld war dadurch sowohl von professionellen als auch privaten Momenten geprägt. Einerseits trat ich den Wissenschaftlerinnen als sozialwissenschaftlicher Kollege gegenüber, wodurch ich überhaupt erst den Zugang zu den Forschungsgruppen erlangte. So wurde ich Zeuge und teils sogar Ansprechpartner für das alltägliche Forschen als Problemlösungshandeln. Andererseits blieb ich als Gast auch ein besonderer Fremder: Ich war Vertreter einer anderen Forschungskultur und in fünf der sechs Feldaufenthalte zudem Gast aus einem anderen Land. Diese Differenzen führten zum einen zu einem gewissen Explizierungszwang seitens der Beobachteten, die mir meist selbstläufig erklärten, was sie taten und wieso. (Geschah dies nicht, so konnte ich meine Fremdheit selbst thematisieren und um Erklärung bitten.) Zum anderen brachte die Fremdheit auch eine gewisse Folgenlosigkeit der Einlassungen mir gegenüber mit sich. Der zeitliche Horizont meiner Anwesenheit war stets begrenzt und explizit. Aufgrund dessen äußerten sich viele Forschende mir gegenüber sehr offen auch über kritische Einschätzungen der Disziplin oder Unsicherheiten im eigenen Forschen. Das Wechselspiel zwischen Fremdheit und Vertrautheit machte sich also auch schon in der Erhebung methodisch bezahlt.

Der Analyse-Fokus der Feldphasen hat sich von Feldaufenthalt zu Feldaufenthalt weiter verengt. Im Feldtagebuch wurden sehr breit Hinweise und Notizen (beispielsweise auch über Zeitschriftenartikel oder Anzeigen im Nahverkehr) aufgenommen; die Auswahl und Suche nach Forschungspraktiken, an denen ich teilnehmen wollte, spitzte sich jedoch recht schnell zu. Bereits die zweite Feldphase wurde gezielt wegen der Durchführung von Nutzertests in der Zeit meines Aufenthalts ausgewählt. Die Forschungspraktiken wurden meist in einer Beobachter-Rolle verfolgt, wobei ich mir zum Teil Notizen machte. Die verwendeten Aufzeichnungsgeräte reichten von handschriftlichen Notizen

über Mitschriften am Laptop bis hin zu Fotografien der Laborräume und Praktiken als Erinnerungsstützen. Diese Notizen wurden am Abend im Feldtagebuch zusammen geführt.

Das Feldtagebuch diente dabei gewissermaßen als Zwischenspeicher. Die Aufzeichnungen darin sind meist noch Beobachtungen erster Ordnung und auch nicht anonymisiert. Das Feldtagebuch ist aus forschungsethischen Gründen daher nicht Teil der Anhänge dieser Arbeit. Aus dem Feldtagebuch wurden in weiteren Arbeitsschritten, zu meist nach dem Ende der jeweiligen Feldaufenthalte, Beobachtungsprotokolle angefertigt und diese mit unterschiedlichen Interpretationsgruppen diskutiert.³⁷ Die dabei gewonnene Distanzierung und Beobachtungsposition zweiter Ordnung floss in die Interpretationen des empirischen Materials (auch der Interviews) ein.

2. *Narrative Experteninterviews*

Hinter der Bezeichnung „Experteninterview“ können sich sehr unterschiedliche Zugänge verbergen. Im Wesentlichen steht dabei zur Debatte, worin die für die Forschung interessierende *Expertise der Experten* besteht und wie diese am besten methodisch erhoben werden kann. Im Folgenden sollen die Methode und ihre Verwendung in dieser Studie (c) dadurch näher bestimmt werden, dass die Art der Interviewführung im Hinblick auf ihre methodologische Funktion diskutiert wird (a). Daran anschließend wird der Experten-Begriff auf die interessierenden Arten von Expertenwissen hin befragt (b).

a) Narrative Interviews

Narrative Interviews sind auf Basis von Annahmen des Symbolischen Interaktionismus und einer erzähltheoretischen Operationalisierung durch Fritz Schütze (1976) in die deutschsprachige Soziologie eingegangen (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014: 79). Aus den Grundlagen des interpretativen Paradigmas zog Schütze den Schluss, dass sich die sozialwissenschaftlichen Erhebungsverfahren derselben kommunikativen Mittel bedienen müssten wie Menschen in Alltagswelten.

³⁷ Ich bin den Kolleginnen und Kollegen dafür zu außerordentlichem Dank verpflichtet.

Der methodologische Schlüssel, um durch Gespräche auf Struktur und Ablauf sozialer Ereignisse schließen zu können, ist Schützes „Homologithese“. Diese behauptet eine strukturelle Ähnlichkeit von Erzählkonstitution und Erfahrungskonstitution. Diese Homologie gilt allerdings nur für unvorbereitete narrative Erzählungen eigenen Erlebens, so genannte Stegreiferzählungen. Schütze leitete die These empirisch fundiert her; sie wurde biografiethoretisch und methodologisch aber auch stark kritisiert (Bude 1985; Nassehi 1994).

Der methodische Kern des Verfahrens steckt in der Gattung der Erzählung und ihren strukturellen Zwängen. Nur in der Erzählung selbst erlebter Geschichten lässt sich vom Schema der Sachverhaltsdarstellung auf den erlebten Ereignisablauf schließen (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014: 79). Andere sprachliche Darstellungsformen wie das Beschreiben oder das Argumentieren ließen das nicht zu. Dementsprechend muss das Ziel eines narrativen Interviews darin bestehen, den Interviewten zu Erzählungen zu verleiten. Die Interviewten werden dabei aber nicht als „Auskunftsautomaten“ (Deppermann 2013) verstanden. Ein narratives Interview besteht nicht in einer Ausgangsfrage und einem hernach sprudelnden Quell von Selbst- und Weltdeutungen. Das Interview muss als soziale Interaktion verstanden werden. Dazu gehört auch, dass die sprachlichen Zeugnisse der Relevanzsetzungen und Deutungen der Interviewten häufig nur implizit zu registrieren sind. Wichtige Teile eines narrativen Interviews bestehen gerade in den Passagen, die nicht erzählt werden, in Vermeidungen, Umfokussierungen und Rekategorisierungen (ebd.: 60).

Um die in solchem sprachlichen Verhalten ausgedrückten Sinngehalte zu rekonstruieren, schlägt Schütze die Orientierung an den Zugzwängen des Erzählens vor (Kallmeyer & Schütze 1977). Diese Zugzwänge sind kognitive Figuren, die zwangsläufig zum Erzählen einer Geschichte gehören. Ohne sie funktioniert die Erzählung als solche nicht. Handlungsträger müssen eingeführt, Handlungsbögen beschrieben und dabei zwangsläufig Relevanzsetzungen vorgenommen werden. Der Detaillierungszwang, der Gestalt-schließungszwang und der Relevanzfestlegungs- und Kondensierungszwang sind Merkmale dieser kommunikativen Gattung und universell wirksam (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014: 80-81).

Aufgrund dieses methodologischen Schlüssels sind narrative Interviews auch nur für Gegenstände mit Prozesscharakter anwendbar. Wenn die interessierende soziale Erscheinung nicht zumindest teilweise Prozesscharakter hat (bzw. dieser dem Gesprächspartner auch zugänglich ist), ist sie nicht für diese Erhebungsform geeignet. Das betrifft insbesondere unbewusste Handlungsrouninen oder Verhalten:

Man kann sich die Geschichte einer Gemeindegemeinschaft, einer Liebesbeziehung, eines beruflichen Werdegangs oder einer chronischen Krankheit erzählen lassen. Das Ernährungs- oder Gesundheitsverhalten einer Person aber lässt sich nicht erzählen, sondern nur beschreiben, auch wenn in diese Beschreibung vielleicht an der einen oder anderen Stelle kleinere Erzählepisoden eingeflochten sein mögen. Eine solche Darstellung kann daher als Ganzes keine Geschichtengestalt haben, es sei denn, die Person ist von einer Fleischesserin zur Vegetarierin geworden und hat daher die Geschichte einer Wandlung zu erzählen. (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014: 82)

Die Anwendung des narrativen Interviews legt einige Bedingungen für eine gelungene Erzählung nahe. Zunächst einmal sind die Interviewenden methodologisch nicht außer Acht zu lassen. Erst durch ihre Anwesenheit und die initiiierende Frage wird die Erzählung ins Rollen gebracht (ebd.: 80). Dafür muss im Vorgespräch und der Anbahnung des Interviews eine vertrauensvolle Atmosphäre hergestellt werden. Auf dieser Basis muss aber vor allem ein erzählgenerierender Stimulus formuliert werden. Dieser kann je nach Erkenntnisinteresse sehr weit gefasst sein („Erzählen Sie mir bitte die Geschichte ihres Lebens bis zum heutigen Tag“) oder schon spezifische Ausschnitte der interessierenden sozialen Realität fokussieren. Wichtig ist, dass er zum Erzählen – nicht zum Beschreiben oder Werten – einlädt. Außerdem muss die Erzählung im weiteren Verlauf auch gestützt werden, u.a. durch möglichst striktes Zuhören ohne vorschnelle Unterbrechungen. Narrative Interviews finden also nicht im Frage-Antwort-Stil statt und müssen ggf. auch längere Pausen aushalten können. Ein narratives Interview unterscheidet sich insbesondere darin vom Leitfaden-Interview (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014: 126-132). Nachfragen sollten zudem erst immanent, also entlang der Erzählung des/der Interviewten, gestellt werden; exmanente Nachfragen sollten erst ganz am Ende es Interviews auftreten. Diese Maßnahmen sind nötig, um selbstläufige, prozessuale, thematische Erzählungen zu generieren, die später als Material zur Analyse von erlebter sozialer Realität dienen können. Die Anwendung narrativer Interviews ist aufgrund ihrer spezifischen metatheoretischen Basis nur in diesem Korridor zuverlässig.

b) Experteninterviews

Experteninterviews hatten lange Zeit keinen methodischen Unterbau, sondern definierten sich durch ihren Gegenstandsbereich. Für viele Forschungsanliegen war es gleichzeitig selbstverständlich, Interviews mit „Experten“ zu führen, um Wissen über ihren Forschungsgegenstand zu erlangen. Die mit der Anwendung von Experteninterviews verknüpfte These lautete dabei in vielen Fällen, dass sie ein einfaches Mittel seien, an Informationen zu gelangen. Erst methodische Überlegungen von Meuser und Nagel (1989) stießen eine Diskussion an, anhand derer verschiedene Positionen zu Experteninterviews herausgearbeitet wurden (Hitzler et al. 1994; Bogner et al. 2005). Methodologisch zentral ist dabei die Frage, was Experten und Expertenwissen ausmacht.

Im Rahmen der Metatheorien des interpretativen Paradigmas lassen sich im Grunde alle ‚Bewohner‘ von Alltagswelten als Experten verstehen. Ähnlich der Befremdung des Bekannten in der Ethnografie wird hier zum Experten, wer die Regeln und Wissensbestände auch alltagsweltlicher Lebensräume beherrscht. Mit dem Expertenbegriff gehen im Experteninterview aber zumeist ein gesellschaftlicher Status und eine Funktion von „Experten“ einher, die insbesondere die Beziehung von Interviewer und Interviewtem beeinflussen können (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014: 118). Przyborski und Wohlrab-Sahr schlagen vor, den Begriff für Personen zu verwenden, „die über ein spezifisches Rollenwissen verfügen“ bzw. dieses zugeschrieben bekommen oder in Anspruch nehmen (ebd.: 119). Das betrifft also nicht ausschließlich professionelle Rollen wie beispielsweise Ärzte, sondern zunehmend auch andere Formen von Engagement und Interesse wie etwa das von Wikipedia-Autoren (Pentzold 2013).

An der pragmatischen Definition der Expertenrolle durch Przyborski und Wohlrab-Sahr wird deutlich, dass Expertenwissen im Experteninterview in verschiedener Hinsicht von Interesse sein kann. Die Ebene des spezialisierten Wissens ist nur eine sozialwissenschaftlich interessante; es kann auch als Deutungswissen und Kontextwissen Gegenstand der Analyse werden (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014: 119). Unter *spezialisiertem Wissen* fassen Meuser und Nagel (1989) neben exemplifizierbaren Wissensbeständen eines Faches (wie z.B. Symptome medizinischer Diagnosen) vor allem das so ge-

nannte „Betriebswissen“ (ebd.: 6). Dabei handelt es sich um Erfahrungswissen über Abläufe, Kriterien und Entscheidungen innerhalb von Institutionen. Dieses Betriebswissen ist deshalb besonders interessant, weil es oft nicht kodifiziert oder öffentlich ist. Da mit dem Expertenstatus auch eine gewisse Deutungsmacht einhergeht, können Experteninterviews auch das *Deutungswissen* der Interviewten fokussieren. In dieser Dimension interessieren Deutungen der Interviewten über Relevanzen oder Sachverhalte und auch die Frage, wie die Interviewten im Gespräch an der Etablierung von Deutungen wirken. Schließlich können Experten für sozialwissenschaftliche Forschung relevantes *Kontextwissen* besitzen, das im Experteninterview zum Ziel wird. Dabei interessiert weniger das Wissen, das der Experte über seine eigene Tätigkeit preisgeben kann, sondern die damit im Zusammenhang stehenden Wissensbestände über das eigene Untersuchungsziel. Przyborski und Wohlrab-Sahr nennen als Beispiel einen Gefängnispsychologen, der über Kontextwissen der Biografien jugendlicher Straffälliger verfügt und deswegen ein guter Experte für ein Forschungsanliegen zu Resozialisierungschancen minderjähriger Delinquenten ist (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014: 120).

Für die methodische Erhebung dieser Wissensarten gelten zunächst dieselben Vorgaben wie für narrative Interviews. Nicht zuletzt aufgrund der begrenzten Zeit von Experteninterviews und ihrer professionellen Einfassung ist es jedoch ratsam, einen „Metaleitfaden“ zu erstellen, der das Gespräch strukturiert (ebd. 122). Przyborski und Wohlrab-Sahr schlagen fünf Etappen des Gesprächs vor, die der Expertenrolle der Interviewten Rechnung tragen (ebd.: 121-125). Das Interview sollte mit einer Aufforderung zur Selbstdarstellung beginnen, die die Selbstverortung und Zuständigkeit des Experten elaboriert. Das interessierende Thema sollte durch eine selbstläufige Sachverhaltsdarstellung eingeleitet werden, die möglichst offen an den Experten herangetragen wird. Die erste Runde von Nachfragen sollte auf immanente Detaillierungen dieser Darstellung abzielen und um Beispiele und Ergänzungen bitten. Sollte in diesen beiden Phasen noch nicht genug zum forschungsrelevanten Thema gesagt worden sein, können spezifische Sachverhaltsdarstellungen, also exmanente Nachfragen, folgen. Insbesondere wenn das Interview auf Deutungswissen zielt, ist der Abschluss des Gesprächs eine Gelegenheit, solche Deutungen zu provozieren. Dies geschieht am besten durch eine Aufforderung zur Theoretisierung. Dabei wird abschließend nach der Einschätzung des Inter-

viewten zu Sachverhalten, Kausalitäten, Entwicklungen oder anderen Anschlüssen an gesellschaftliche Debatten gefragt.

Eine gute Vorbereitung der Fragen für diese Phasen sichert noch nicht das Gelingen eines Expertengesprächs. Zu den besonderen Herausforderungen dieses Erhebungsmittels gehört es, sich so als ausreichend kompetenter Gesprächspartner darzustellen, dass auch ein Expertengespräch in Gang kommt. Meuser und Nagel beschreiben als beste Voraussetzung dafür die gegenseitige Neugier von Fragendem und Befragtem (Meuser & Nagel 2002: 79). Je nach eigener Erfahrung im Feld kann der oder die Interviewende dabei auch als Ko-Experte auftreten. In einem dementsprechend eher dialogischen Gespräch unterstellt der Gesprächspartner ähnliche Wissenshorizonte und geht deswegen u.U. tiefer und ausführlicher auf Wissensbereiche ein, die er sonst nicht erwähnt hätte. Im Gegenteil kann es auch zu „rhetorischen Interviews“ kommen, in denen der Experte das Interview zu einer Art Verkündung seines Wissens nutzt (ebd.). Je nach Forschungsanliegen muss das jedoch keine gescheiterte Erhebungssituation bedeuten.

c) Anwendung in der Studie

Die im Rahmen der Erhebungen dieser Studie durchgeführten Interviews können als narrative Experteninterviews bezeichnet werden. Sie begannen mit einer erzählgenerierenden Aufforderung, den eigenen Weg in die Sozialrobotik als Forschungsfeld zu erläutern. Da die Arbeitsfelder der Experten und Expertinnen heterogene und im Entstehen begriffene Felder wie Human-Robot-Interaction sind, zielte die Frage auf Elaborationen zum Selbstverständnis als Forscherin, Abgrenzungen zu benachbarten Feldern oder Paradigmen der eigenen Arbeit ab. In diesen Eingangserzählungen wurde eine besondere Form von „Betriebswissen“ sichtbar, die in der Rolle alltagsweltlicher Heuristiken für die Sozialrobotik-Forschung besteht (vgl. VI.1). Die im Zuge dieser Eingangserzählungen geschilderten Erlebnisse beschrieben oft biografische Schlüsselmomente. Zum einen fungierten sie als Ankerpunkte der eigenen Forscherbiografie, die die weitere Entwicklung bis zum Punkt des Interviews entscheidend geprägt hatten. Zum anderen verwiesen einige der Erzählungen in ihrer Form auf eine Darstellungsabsicht, die die Kriterien einer unvorbereiteten Stegreiferzählung (Schütze 1994) überstieg. In diesem Fall lässt sich die Darstellungsabsicht so deuten, dass die persönlich-

biografische Verortung des Schlüsselmoments als Analogie für Sozialrobotik als Disziplin fungierte. Die individuelle Forscherbiografie wurde in diesem Sinne als beispielhaft für die Geschichte des Fachs erzählt.

Die anschließenden Sachverhaltsdarstellungen zielten auf typische Abläufe in den Forschungs- und Entwicklungsprozessen. Nach einer kurzen Einleitung zum aktuellen Forschungsprojekt wurde dabei insbesondere zu Nutzertests, Operationalisierungen sozialer Faktoren der Mensch-Roboter-Interaktion oder Inspirationen für bestimmte Modellierungen von Sozialität in den Programmen gefragt. Die abschließende Aufforderung zur Theoretisierung bat zu explizieren, was einen sozialen Roboter sozial mache, und diene in der Analyse als Kontrollfrage der Einordnung der Experten in verschiedene Forschungsparadigmen.³⁸

Während der sieben vorgenommenen Feldaufenthalte und zu anderen Gelegenheiten wie Tagungen oder Vorträgen habe ich mit etwa 100 Forschenden persönliche Gespräche geführt und dazu Notizen angefertigt. Insgesamt 36 dieser Gespräche wurden in Form von Experteninterviews geführt, aufgenommen und anschließend transkribiert. Zu Experten wurden die Forschenden für diese Studie, indem sie selbst Robotik-Forschung oder Forschung zu Mensch-Roboter-Interaktion durchführen. Primär war also das „Betriebswissen“ über den Bezug zum Sozialen in ihrer Forschung interessant. Je nach Alter und Dauer der Zugehörigkeit zum Feld wurde dabei auch auf Kontextwissen im Hinblick auf *die* Sozialrobotik abgestellt. Bei der Auswahl der Gesprächspartner wurde auf Heterogenität im Rahmen der Grenzen des Samplings (vgl. III.1.3) geachtet: Interviewt wurden Doktoranden im ersten Jahr ebenso wie emeritierte Professoren, weibliche Forschende wie männliche,³⁹ eher aus technikwissenschaftlichen Disziplinen stammende wie eher aus sozialwissenschaftlichen Disziplinen stammende.

³⁸ Eher technisch orientierte Forscher aus dem Maschinenbau bspw. antworteten hier, dass es die sozialen Module der Maschine seien; eine Designerin sagte, die Funktion in der Anwendungen durch die Nutzer; ein Entwicklungspsychologe: die Attributionen der Nutzer.

³⁹ In meinem Sample waren 17 von 36 Interviewten Frauen, davon die Hälfte im Doktorandenstatus. Entlang meiner Beobachtungen auf Konferenzen und in den Laboren verschiedener Sozialrobotik-Teams würde ich den Frauenanteil in dieser Domäne auf 35 bis 40 % schätzen. Damit liegt er doppelt so hoch wie die Quote der Absolventinnen eines Computer Science-Studiums in den USA, die im Jahr 2012 nur etwa 20 % betrug (NSF 2015: 7).

In der Durchführung der Interviews zeigte sich oft, dass die Forschenden sehr abgeschlossen gegenüber dem grundlegenden Forschungsinteresse waren. Es war nur selten erklärungsbedürftig, warum ich als Nicht-Technikwissenschaftler erfahren möchte, wie sich die Forschenden dem Sozialen nähern. Es scheint zu den Eigenarten des Feldes zu gehören, dass beständig nach Input und brauchbaren Methoden der Handhabbarmachung von sozialen Phänomenen gesucht wird. In diesem Sinne fiel mir der Feldzugang zu den Interviewten sehr leicht. Das lag auch an der mit der Dauer im Feld zunehmenden interaktionalen Expertise (vgl. VI.2) im Umgang mit dem Themenbereich. So gelang es meist recht schnell, ein Gespräch auf Augenhöhe zu etablieren.

Die Ausnahmen des Gelingens der Interviews bilden zwei gescheiterte Durchführungen mit älteren männlichen Professoren, die ein offensichtliches Unbehagen bezüglich des Erhebungsinstruments und der angestrebten Selbstläufigkeit der Antworten empfanden. Einer dieser Forscher ließ den Stimulus zur thematischen Sachverhaltsdarstellung und zwei Anknüpfungsversuche des Interviewers verhallen, um dann zu sagen: „Stellen Sie schon ihre eigentliche Forschungsfrage.“

3. Auswertungsmethoden und Generalisierung

Das pragmatische Vorgehen in der Wahl der Mittel setzt sich auch in den methodologischen und methodischen Entscheidungen der Auswertungsmittel fort. Allerdings erscheint der Pragmatismus auf dieser Ebene häufig erklärungsbedürftiger als bei der Entscheidung für Erhebungsinstrumente. Nicht zuletzt aus methodenpolitischen Gründen hat sich das Repertoire qualitativer Auswertungsmethoden in den vergangenen 30 Jahren enorm erweitert. Ohne dies zwangsläufig als Gefahr für deren Integrität beschreiben zu müssen, wird die methodologische und wissenschaftstheoretische Grundlage dieser Methoden dadurch zumindest herausgefordert (Knoblauch 2013: 3). Betrachtet man die unterschiedlichen Verfahren aber im Detail, so sieht man nicht nur die gemeinsame metatheoretische Basis, sondern auch „wie viel sie voneinander gelernt haben, oft, ohne dies explizit auszuweisen“ (Wohlrab-Sahr et al. 2009: 54).

Deswegen soll hier auch kein nachträglich auf eine methodische Schule linearisiertes Vorgehen präsentiert werden. Stattdessen werden die methodischen Entscheidungen für drei Etappen der Analyse dieser Studie erklärt und beschrieben. Zunächst werden dabei die Grundsätze des hermeneutischen Interpretierens dargestellt. Dieses verstehend-abstrahierende Vorgehen entlang der Sequenzanalyse bildet die Basis der Auswertung (3.1). Die Kategorien dieser Analyse, also die Dimensionen, auf die die beobachteten Phänomene hin befragt wurden, waren die Phänomenstruktur der Praktiken der Forschenden sowie die translokalen (auch materiellen) Ressourcen in diesem Problemlösungshandeln (3.2). Schließlich soll gezeigt werden, wie die auf solche Weise gewonnenen Konzepte generalisiert wurden, indem die zwei Formen der Typenbildung dieser Studie vorgestellt werden (3.3).

1. *Hermeneutisches Interpretieren*

Wie bereits mehrfach erwähnt, folgt das Vorgehen dieser Studie nicht einer Methode, sondern einem Set von Analyseschritten, die in unterschiedlichen Ausdifferenzierungen von ‚Schulen‘ qualitativer Forschung (beispielsweise „Objektive Hermeneutik“ oder „Dokumentarische Methode“) unterschiedlich stark betont und ausgelegt werden. Neben dem gemeinsamen methodologischen Paradigma weisen diese Methoden – trotz

vereinzelter Abgrenzungsbewegungen ihrer Protagonisten – viele Gemeinsamkeiten in der Durchführung der Analyse auf.

Diese Gemeinsamkeiten sollen hier unter der Überschrift „hermeneutisches Interpretieren“ dargestellt und dadurch auch das Vorgehen für diese Studie beschrieben werden. Dafür wird zunächst die Rolle des Verstehens für das Interpretieren problematisiert (a). Anschließend wird die Bearbeitung der Daten als textbasierte Interpretation vorgestellt (b). Schließlich soll mit dem Kodieren als Synonym für einen Vorgang der Abstraktion vom Material die Phase der Theoriebildung beleuchtet werden (c).

a) Verstehen und Zweifel am Verstehen

Die hermeneutische Grundhaltung der methodischen Anlage ist bereits mehrfach angeklungen. Sie bezieht sich als „Haltung und Handlung“ (Soeffner & Hitzler 1994) auf das „Verstehen des Verstehens“. Sie ist eine reflexive Methodologie qualitativer Forschung. Das betrifft sowohl die Position der Forschenden als Erhebende (vgl. III.2) und Interpreten, als auch die Verfahren der Interpretation, die auf Nachvollziehbarkeit und soziale Objektivierung der Interpretationsschritte gerichtet sind. Problematisiert wird dabei das ‚naive‘ Verstehen:

Das reflexive Grundproblem des sozialwissenschaftlichen Interpreten besteht also darin, für sich selbst und für andere durchsichtig zu machen, wie er das versteht, was er zu verstehen glaubt, und wie er das weiß, was er zu wissen meint. [...] Die Ansätze Sozialwissenschaftlicher Hermeneutik bauen dezidiert Zweifel in den Prozeß des Verstehens ein: Zweifel an den Vor- Urteilen des Interpreten, Zweifel an subsumptiven Gewißheiten in Alltag und Wissenschaft und Zweifel schließlich auch an reduktionistischen Erklärungen. [...] Alle Sozialwissenschaftliche Hermeneutik, was immer sie sonst noch tut, problematisiert grundsätzlich die Annahme, man wisse, wie etwas 'wirklich' sei, ohne daß man einsichtig machen könnte, wie man solches überhaupt wissen kann. (Hitzler & Honer 1997: 23ff.)

Hermeneutisches Interpretieren erhebt also den Anspruch, die eigenen epistemologischen Annahmen zu rekonstruieren und methodisch zu kontrollieren.

Dabei werden insbesondere verschiedene „Kunstgriff[e] der Distanzierung“ (Hitzler 1993: 229) gesucht und angewandt, um eben nicht in eine psychologisierende Deutung des Materials zu verfallen. Das ist insbesondere bei Analysen von Lebenswelten, in die

die Forschenden sich hinein begeben, sinnvoll und wichtig (ebd.). Die vermeintliche Distanzlosigkeit der Ethnografie als Erhebungsinstrument geht mit einer Reihe von nachträglichen Distanzierungen und Kontrollinstanzen einher. Eine gelungene hermeneutische Interpretation nimmt die Beobachtung erster Ordnung der Akteure und der Forschenden immer nur zum Ausgangspunkt der eigentlichen Analyse.

Ziel des Verstehens ist aber nicht nur die Deutung der menschlichen Akteure, beispielsweise ihre Empfindungen in einer Situation. Marquardt hat den Kern der Hermeneutik so beschrieben, dass sie immer die Suche nach der Frage sei, auf die eine *Handlungspraxis die Antwort* ist (Marquardt 1981: 117-146). Die Einheiten der Beobachtungen sind immer (teils als Nacherzählung vermittelte) Handlungspraxis, und diese wird als Lösung eines Problems verstanden.

Dabei ist das daran sichtbar werdende Problem der Handlungspraxis nicht nur in dem zu finden, was der Handelnde davon versteht. Hinter den Forschungsprogrammen der „objektiven Hermeneutik“ und der „hermeneutischen Wissenssoziologie“ steckt eine lange soziologische Theorietradition der Verknüpfung des „subjektiv gemeinten Sinns“ (Weber 1976) mit den gesellschaftlichen Strukturen seiner Hervorbringung. Die grundlegende These lautet, dass sich im Handeln und der Handlungsorientierung ein sozialer Sinn ausdrückt. Der gesellschaftliche oder historische Problemhorizont, auf den eine Handlung gewissermaßen reagiert, muss dem Handelnden nicht zwingend bewusst sein.

Hermeneutische Verfahren gehen also nicht von einer privilegierten Position des wissenschaftlichen Beobachters aus, der die zu untersuchenden Problemdimensionen im Vorfeld allein festlegen könnte. Stattdessen kann man „die so genannten objektiven Probleme innerhalb einer Gesellschaft nur über die Interpretation der tatsächlich stattfindenden *subjektiven*, also immer aus zwar sozialorientierter, aber letztlich egologischer *Handlungsperspektive*“ analysieren (Soeffner nach Reichertz 2004: 38). Der subjektiv gemeinte Sinn der Handelnden, beispielsweise im Sinne von Motiven, ist jedoch, wie gesagt, nicht der Gegenstand der Analyse. Er muss verstanden werden, aber im Hinblick auf die eigentliche Analysekategorie: Die Goffman'sche Frage „Was geht hier eigentlich vor?“ (Goffman 1977). Welches Problem wollen die Handelnden hier eigentlich lösen, um die Situation erfolgreich zu bestehen?

b) Sequenzanalyse von Daten als Texten

Diese Frage wird in der Regel an vertextlichte Zeugnisse sozialen Handelns wie Interview-Transkripte oder Beobachtungsprotokolle adressiert. Die Frage für die Interpreten lautet dann: Was steht in diesem Text, und wie lässt sich das einem (Handlungs-) Problem zuordnen? Verschiedene hermeneutische Verfahren nutzen dazu die Sequenzanalyse. Sie entstammt der Auseinandersetzung mit Texten, teils aus literaturwissenschaftlicher und konversationsanalytischer Anleitung (Reichert 2004), wurde in den vergangenen 40 Jahren aber so weiter entwickelt, dass sie nicht ausschließlich auf Sprache bezogen werden muss. Ein sequenzanalytisches Vorgehen ist auch bei Bildabfolgen, beobachteten oder fotografierten Handlungen oder Selbstzeugnissen, wie Dokumenten, möglich.

Die Sequenzanalyse besteht darin, dass das Material sequenziell, also Sinneinheit für Sinneinheit, im Fall von Texten Zeile für Zeile interpretiert wird. Die Sequenz der Handlungen und Sinneinheiten ist dabei nicht bloße Abfolge, sondern wird als „Grund-Folge-Beziehung“ verstanden (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014: 255):

Jedes scheinbare Einzelhandeln ist sequentiell im Sinne wohlgeformter, regelhafter Verknüpfung an ein vorausgehendes Handeln angeschlossen worden und eröffnet seinerseits einen Spielraum für wohlgeformte, regelmäßige Anschlüsse. An jeder Sequenzstelle eines Handlungsverlaufs wird also einerseits aus den Anschlussmöglichkeiten, die regelmäßig durch die vorausgehenden Sequenzstellen eröffnet wurden, eine schließende Auswahl getroffen und andererseits ein Spielraum zukünftiger Anschlussmöglichkeiten eröffnet. (Oevermann 2000: 64)

Die Sequenzanalyse zielt darauf ab, die Selektionen zwischen den Sequenzen zu rekonstruieren, anhand derer das beobachtete und dokumentierte Handeln seine Gestalt erhalten hat. Die Konstitution des je vorliegenden Falles wird also durch die Selektion konkreter Anschlüsse aus möglichen Handlungsalternativen erklärt. In diesem Sinne gibt es keine Handlung oder Äußerung, die als „normal“ und nicht weiter interpretationsbedürftig verstanden werden kann (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014: 253). Diese Distanzierung haben wir bereits im „Othering“ der Ethnografie kennen gelernt.

Um den Rahmen möglicher Handlungsanschlüsse zu eröffnen, die nicht realisiert wurden, erfordert die Sequenzanalyse von den Interpretinnen und Interpreten die gedanken-

experimentelle Explikation von Lesarten und Kontextvariation (ebd.: 256). Zu diesem Zweck wird gemeinsam in der Interpretationsgruppe darüber spekuliert, wie die zu analysierende Interaktionssequenz motiviert sein *könnte*. Es gilt dabei sowohl wahrscheinliche und passende Varianten zu erdenken, um die Regeln zu entdecken, die in der spezifischen sozialen Situation gegolten haben. Die Interpretationsregeln verlangen aber auch, explizit unmögliche oder unwahrscheinliche, aber dennoch theoretisch mögliche Lesarten zu finden. Das gelingt am Besten in der Gruppe, da die Aufforderung implizit einen Dissens von Deutungen voraussetzt.

Je weiter die Interpretation eines Textes oder einer Beobachtung vorangeschritten ist, desto mehr Wissen über den Fall ist vorhanden, weswegen Schritt für Schritt konkurrierende Lesarten ausgeschaltet werden. Nicht zwangsläufig steht schließlich am Ende eine Lesart der Regeln, vor deren Hintergrund sich die Selektionen des Falles vollzogen haben, aber ein „intersubjektiv formulierter interpretativer Horizont, von dem man annehmen kann und muss, dass er einigermaßen gesichert ist“ (Soeffner nach Reichertz 2004: 6).

Auch im Entwickeln möglicher Lesarten gilt eine strikte Haltung des Verfremdens. Der Text eines Interviews oder eines Beobachtungsprotokolls ist zunächst erst einmal das, was er ist: Verfügungsmasse für Interpretationen. Dabei muss vom Akteur und dessen intendiertem Sinn abgesehen werden können, was sich insbesondere beim Erlernen von Interpretationen als schwierig herausstellt: Manche Interpreten nehmen eine schützende Haltung gegenüber den Akteuren ein und messen das zu Interpretierende an normativen Standards (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014: 254). Aber nur durch dieses immer wieder zu exemplifizierende, intersubjektiv hergestellte Bedeutungspotential von Sinneinheiten lassen sich die mit den Handlungen verbundenen Selektionsprozesse rekonstruieren. Nur dadurch ist das hermeneutische Interpretieren eben kein in erster Linie von der Subjektivität des Interpreten abhängiges Interpretieren. Es erfordert stattdessen die Konstruktion eines „hermeneutisch-epistemische[n] Subjekt[s]“, das sich am bekannten Regelsatz sozialen Handelns orientiert, sowie alltagslogische Zuschreibungen von Vernünftigkeit erfüllt und intersubjektiv abgesichert wird (Soeffner nach Reichertz 2004: 44):

[D]ie Kontrolle, sowohl durch die Individuen, durch empirische Subjekte der Interpretationsgruppe als auch durch nachfolgende Interpreten besteht nicht nur

im einfachen Nachvollzug einer Deutung, sondern auch dadurch, dass mit jedem Individuum das Lesartenrepertoire sich erweitern kann. Und das heißt: Der Gewinn eines hermeneutischen, sowohl rekonstruktiven als auch prospektiven Verfahrens besteht in der Reichhaltigkeit der durch dieses Verfahren zustande kommenden Interpretationshorizonte. (ebd.)

Die hermeneutische Interpretation empirischer Daten ist also zunächst ein rekonstruktiver Vorgang. Sie rekonstruiert in den Daten vorgängige Selektionen und deren Regelmäßigkeit (wie etwa Deutungsschemata). In dieser Form der Analyse liegt aber auch ein konstruktives Moment: Interpretationen sind selbst selektiv im Hinblick auf eine Forschungsfrage. Sie erzeugen Kategorien und Schemata der wirksamen sozialen Regeln und Regelmäßigkeiten in Aussageform, „die so in den Daten selbst nicht enthalten waren und nicht enthalten sein können“ (Keller 2007: 12).

c) Kodieren als Abstraktionsschritt

Dieser Konstruktionsprozess richtet sich nicht nach den Relevanzen der beobachteten Akteure, sondern nach den Relevanzen der Analyse – auch wenn diese die „Eigen-Relevanzen des Feldes“ zum Ziel haben (ebd.). Das mag auf den ersten Blick die Gefahr der Überformung empirischen Materials bergen, dient aber wiederum einer distanzierenden Absicherung des hermeneutischen Vorgehens.⁴⁰ Dieser Hinweis ist erkenntnistheoretisch und methodologisch wichtig, um den Trugschluss zu vermeiden, dass die Theorien aus dem empirischen Material gewissermaßen selbstläufig „emergieren“ (Strübing 2013: 113). Stattdessen ist es der analytische Zugriff der Forschenden, der Fragen an das Material heranträgt und bestimmte Zuspitzungen forciert. Damit einher geht eine Abgrenzung zu deskriptiven Methoden und eine nähere Bestimmung des Ziels (auch) wissenssoziologisch hermeneutischer Analyse: Das Ziel des Forschungsprozesses ist es von Anfang an, eine integrierte Theorie des interessierenden Phänomens zu erarbeiten (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014: 201). Dabei handelt es sich nicht um grundlegende Sozialtheorien – im Sinne einer Erklärung, wie Handlung überhaupt möglich ist – sondern um gegenstandsbezogene Theorien und deren Verifikation (Strübing 2013: 122; vgl. III.2).

⁴⁰ Das Soeffner ausdrücklich auch in Strauss' Variante der Grounded Theory und vor allem seinem praktischen Forschungsstil zuschreibt (Reichert 2004).

Diese Theoriegenerierung besteht methodisch in einer fortschreitenden Abstraktion vom erhobenen Material. Diese geschieht nach der Grounded Theory nach Strauss in drei Schritten, die im Folgenden beispielhaft dargestellt werden sollen. Gemeinsam ist ihnen, dass aus den Daten – den Transkripten, Beobachtungsprotokollen, Fotografien etc. – Schritt für Schritt *Konzepte* entwickelt werden. Ein Konzept ist ein Zusammenhang, der durch die Forschungsfrage, durch das problemlösende Handeln der Interpreten aus dem Material gewonnen wird.

Ein Beispiel aus dieser Studie ist das Sprechen der Interviewten vom „User“. Hinter der Begriffswahl steckt die Selektion eines bestimmten Verständnisses vom Menschen als (zielgerichtetem) Anwender von Sozialrobotern. An dem Begriff ließen sich gleich mehrere Konzepte entwickeln, verfolgen und überprüfen, z.B. die Zweckmäßigkeit der Entwicklung, aber auch die Universalität und Anonymität der vorgestellten Nutzer. Verfolgt man diese Konzepte im Material weiter, entdeckt man wahrscheinlich verschiedene Momente und Orte seiner Verwendung sowie Implikationen und Konsequenzen seiner Benutzung; aus dem Konzept wird eine *Kategorie*. Als solche wäre sie nicht nur die Abstraktion des Gesagten, sondern schon eine Sammlung unterschiedlicher, durch die Interpretation festgestellte Bedeutungen für denselben Sinnzusammenhang (beispielsweise ‚gute Nutzer‘ vs. ‚schlechte Nutzer‘ in einem rationalisierenden Zugriff auf den Begriff). Würde man in einem dritten Schritt auch andere Konzepte und Kategorien aus dem Material auf die Frage der Inhalte und Funktionen des Nutzerbegriffs für die Entwicklerinnen und Entwickler ausrichten, lässt sich eine ganze Geschichte des Begriffs einschließlich seiner Bedeutungen im Feld der Computer Science entwickeln.⁴¹

Diese schrittweise Abstraktionsleistung wird in der Grounded Theory als Kodieren bezeichnet. Der erste Schritt, das *offene Kodieren*, erinnert dabei über weite Strecken an die Sequenzanalyse. Strübing nennt im Rückgriff auf Strauss verschiedene Funktionen dieser „mikroskopischen Analyse, die dem beschriebenen Vorgehen entsprechen: ‚Line-by-line-Analyse‘, Hinterfragen von Selbstverständlichem, weitere Sinndimensionen erschließen, und der interpretatorische Zugriff über die Frage ‚Was wird hier thematisiert?‘“ (Strübing 2013: 118). Dabei festgestellte Ähnlichkeiten und Wiederholungen,

⁴¹ Bardini und Horvath (1995) haben das anhand empirischen Materials allerdings ohne (expliziten) Einsatz der Grounded Theory getan.

beispielsweise eine stigmatisierende Art und Weise des Interviewten sich selbst zu thematisieren, werden unter demselben Konzept gefasst. Diese sind im ersten Analyse-schritt vorläufig (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014: 201). Sie lassen sich aber durch den Vergleich mit anderen Konzepten ggf. in höherwertige Konzepte, die bereits erwähnten Kategorien, fassen. Diese ergeben sich nicht von allein und auch nicht einfach durch das Zusammenfassen vermeintlich ähnlicher Konzepte. Sie müssen durch Interpretation Zusammenhänge zwischen Konzepten herstellen, worin ihre Abstraktionsleistung in Richtung Theoriebildung besteht (ebd.):

To achieve that status (...) the more abstract concept must be developed in terms of its properties and dimensions, the conditions which give rise to it, the action/interaction by which it is expressed, and the consequences that result. (Corbin & Strauss 1990: 420)

Die gezielte Suche nach kausalen Bezügen und Bedeutungsnetzwerken in den Konzepten markiert den zweiten Schritt, das *axiale Kodieren*. Dabei werden weitere Fundstellen und unterschiedliche Varianten des Ausgangskonzeptes gesucht, und es wird nach Ursachen, Umständen und Konsequenzen dieser unterschiedlichen Varianten gefragt (Strübing 2013: 119). Entlang der Achse *einer* Kategorie wird nach Zusammenhängen gefahndet, die mehr sind als eine Beschreibung der unterschiedlichen Fundstellen (ebd.). Kennzeichnend für diesen Arbeitsschritt ist, dass dabei gezielter als im offenen Kodieren vorgegangen wird: Es werden die Phänomene untersucht, „von denen – nach dem vorläufigem Stand der Analyse – angenommen werden kann, dass sie für die Klärung der Forschungsfrage relevant sind oder sein könnten“ (ebd.). Dies geht unweigerlich mit der Bildung von Hypothesen und auch weiterem offenen Kodieren einher, „da zur genaueren Ausarbeitung einer Kategorie auch neue Konzepte generiert werden müssen“ (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014: 211). Ziel des axialen Kodierens ist das Herausarbeiten so genannter Schlüsselkategorien, also Kategorien, die ihrerseits weitere Kategorien integrieren und zur Klärung der Forschungsfrage beitragen. Im Fall dieser Studie ist „Laborisierung“ eine Schlüsselkategorie der epistemischen Praktiken der Forschenden in der Sozialrobotik. Sie integriert verschiedene Kategorien wie „Mensch-Roboter-Interaktion als psychologischer Effekt“ oder „Komplexitätsreduktion“ und leitet Designentscheidungen der Entwicklerinnen und Entwickler an (vgl. VI.1).

Das axiale Kodieren verdichtet das Zustandekommen und die Konsequenzen eines bestimmten Typs von Ereignissen im Material, wodurch eine Reihe von Theorie-

Miniaturen entsteht (Strübing 2013: 121). Deren Integration geschieht im dritten Abstraktionsschritt, dem *selektiven Kodieren*. Hier wird die entstehende Theorie geformt, indem auf der Ebene der übergreifenden Forschungsfrage ein „roter Faden“ gesucht und (empirisch abgesichert) gebildet wird, der die bislang aufgedeckten Zusammenhänge integrieren kann (ebd.: 122). Dabei wird das Material noch einmal in einem auf diesen Zusammenhang ausgerichteten Kodierprozess durchgegangen. Die das bisherige Interpretieren kennzeichnenden Fragen nach Lesarten, Bedingungen und Konsequenzen der Handlung werden hier „systematischer, stärker auf theoretische Integration ausgerichtet“ und damit eben selektiv (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014: 211).⁴²

2. *Kategorien der Analyse*

Nachdem die grundlegenden Techniken der Analyse vorgestellt wurden, soll deren Anwendung in dieser Studie im Folgenden spezifiziert werden. Dazu werden zwei metatheoretische Kategorien vorgestellt, auf die sich die Auswertung richtete.

Prinzipiell wurden insbesondere in der Phase des offenen Kodierens verschiedene Phänomene im Material in den Blick genommen und auch schon mit dem Instrumentarium der interpretativen Sozialforschung theoretisiert. So wurden z.B. Deutungsmuster als verinnerlichte kognitive Gebilde, als „tacit knowledge“, thematisiert und ihre Rolle für die Bearbeitung wiederkehrender Handlungsprobleme der Alltagspraxis der Forschenden herausgearbeitet (Oevermann 2001). Auch wurde zu Beginn der Untersuchung in einem wissenssoziologischen Sinne nach dem gesellschaftlichen Wissensvorrat der Handlungsweisen des Sozialen in der Sozialrobotik gefragt, also nach den Deutungsmustern, die im Feld verbreitet sind, und nach deren Wirkung.

Im Laufe der Analyse und der Feldphasen wurde jedoch deutlich, dass die beobachteten Muster des Problemlösungshandelns nicht so sehr in biografischen oder kollektiv geteilten Wissensbeständen verankert sind. Dafür stellte sich das Feld schlicht als zu wenig

⁴² Das selektive Kodieren kann auch das Erschließen neuer Fälle und Vergleichsdimensionen sowie weitere Erhebungen bedingen, wenn beispielsweise eine Schlüsselkategorie große Ähnlichkeit zu einem verwandten Gegenstandsbereich aufweist und deswegen eine weitere Erhebung lohnenswert erscheinen lässt.

inhaltlich integriert dar. Deutungsmuster sind in den Entscheidungen der Forschenden durchaus wirksam, wie noch zu zeigen sein wird (vgl. VI.2.1); allerdings gilt dies nicht für die entscheidenden *Bedingungen* der beobachteten Phänomene. In der Analyse der Phänomenstruktur der Praktiken der Forschenden wurden vielschichtige, ‚handfestere‘ Bedingungen ihres Tuns sichtbar (a). Es ließ sich dennoch eine translokale Ressource der Behandlung des Sozialen durch das forschende Problemlösungshandeln beobachten. Diese bestand vor allem in der (auch materiellen) epistemischen Kultur der Instrumente und Theorien des Feldes (b).

a) *Phänomenstruktur von Praktiken*

Das erste Ziel der Analyse war die Phänomenstruktur verschiedener Praktiken der Forschenden in der Sozialrobotik. Dabei ging es darum, herauszufinden, welche der beobachtbaren Praktiken als Antwort auf die herausgearbeitete Problemstellung des Feldes – den diskretisierenden Umgang mit sozialen Phänomenen – verstanden werden können. Welche das sind, wurde im Sinne des methodischen Paradigmas über weite Teile des Forschungsprozesses hin offen gehalten. Zudem wurde recht schnell deutlich, dass es eben nicht nur wissenschaftliche Methoden sind, mittels derer sich die Forschenden ihre sozialen Gegenstände handhabbar machen.

Das in seiner Struktur zu erklärende Phänomen ist also zunächst einmal die Einheit einer Beobachtung, im Fall dieser Studie: eine beobachtete Praktik. Diese wird auf ihre spezifische „Problemstruktur oder -konstellation“ befragt (Keller 2007: 103). Für diese Studie wurden die Praktiken der Forschenden als Teil eines Problemlösungshandelns gerahmt. Dieses kann durchaus unterschiedliche Ziele haben, z.B. einen (guten) Aufsatz zu schreiben, einen Roboter zum Funktionieren zu bringen, einen erfolgreichen Nutzertest durchführen, eine für Nutzer als angenehm empfundene Mensch-Roboter-Interaktion herstellen, ein gutes Testdesign entwickeln etc.

Die damit im Zusammenhang stehenden Praktiken werden aber nicht einfach beobachtet und im Sinne der Durchführenden dargestellt, sondern auf ihre Phänomenstruktur hin *befragt*. Damit werden bereits im ersten Analyseschritt Zusammenhänge überprüft und erste, freilich basale theoretische Konzepte entwickelt (Strauss 1991: 59; Przy-

borski & Wohlrab-Sahr 2014: 210). Zu diesem Zweck half die Orientierung an Strauss' „Kodierparadigma“. Bei diesem werden die erhobenen Daten nach der Relevanz für das Phänomen in „gegebene Kategorie[n]“ eingeordnet: Die Phänomene werden im Hinblick auf ihre Bedingungen und Ursachen, Strategien und Taktiken der Akteure und ihre Konsequenzen befragt (Strauss 1991: 57); außerdem wird nach dem „Kontext“ des Beobachteten sowie nach den „intervenierenden Bedingungen“ der Strategien gefragt (Strauss & Corbin 1996: 78ff).

Die Kategorien sind insofern „gegeben“, als sie aus methodologischer Sicht zur Erschließung des Phänomens auf der Hand liegen. Es handelt sich um jene „Wer-Wie-Wo-Was-Warum-Fragen“, mit denen auch in Alltagswelten Ereignisse befragt werden, indem wir nach Zusammenhängen forschen, die als Erklärungen fungieren können (Strübing 2013: 120). Mögliche Fragen für die Analyse dieser Dimensionen der Phänomenstruktur lauten (ebd.):

- *Ursachen/Bedingungen*: Was führt zu dem untersuchten Phänomen?
- *Strategien/Taktiken*: Wie gehen die Akteure damit um?
- *Konsequenzen*: Worin resultieren die auf das Phänomen bezogenen Handlungen?
- *Kontext*: Was ist die Ausprägung des Phänomens? Was sind Bedingungen für die Strategien?
- *Intervenierende Bedingungen*: Welches sind die generellen (z.B. kulturellen oder biografischen) Bedingungen der Strategien der Akteure?

Insbesondere an den letzten beiden Dimensionen zeigt sich, dass es sich nicht einfach um Beschreibungen der Phänomene handelt, sondern vielmehr um universelle sozialwissenschaftliche Heuristiken (ebd.). Das Vorgehen bei der Analyse der Phänomenstruktur von Praktiken ist fallbasiert. Es wendet sich einzelnen Beobachtungen zu und versucht deren Dimensionen zu bestimmen. Ziel ist die *Erklärung* des Zustandekommens und der Konsequenzen eines bestimmten Ereignisses bzw. eines bestimmten Ereignistyps.

Die Analysekategorie nimmt ihren Ausgang in einzelnen Beobachtungen und Phänomenen, deren Rolle für die umfassende Forschungsfrage durch die Analyse näher bestimmt werden muss: Welche Handlungsprobleme der Forschenden und welche Praktiken ihrer Bearbeitung sind entscheidend für die Näherungsweisen an das Soziale in der

Sozialrobotik? Zur Beantwortung dieser Frage wurde die Phänomenstruktur verschiedener Gegenstände analysiert. Sie betraf zum einen die Ziele der Forschung in den Projekten (vgl. V.), zum anderen auch die konkreten epistemischen Praktiken der Forschenden (vgl. VI.). Entlang dieser Oberkategorien von Phänomenen wurden Erklärungen für die einzelnen beobachteten Praktiken gesammelt und zueinander ins Verhältnis gesetzt.

Die Analyse der Phänomenstruktur bezieht sich dabei sowohl auf die Bedingungen der einzelnen Praktik als auch auf die Einbettung derselben in den zu untersuchenden sozialen Zusammenhang. Die Analyse zielt anhand ihrer konkret beobachtbaren Ausprägung auf die Bestimmung der allgemeinen oder typischen Dimensionen des Phänomens. Diese werden in abstrahierender Form erschlossen. Nicht alle Dimensionen des Phänomens sind gleichzeitig in jeder beobachteten Praktik zu beobachten, sondern können erst durch den systematischen Vergleich herausgearbeitet werden. Welche Kategorien dabei in den Blick kommen und wie fein sie differenziert werden, hängt vom Erkenntnisinteresse der Studie ab. In diesem Fall wurden vor allem *Bedingungen* von Problemlösungshandeln und *Strategien der Akteure* differenziert. Die Analyse übergreifender Kategorien wie „Kontext“ oder „intervenierende Variablen“ erfolgte in einer zweiten Analysekategorie (b).

b) *Translokale Bedingungen*

Anhand des theoretischen Rahmens sind bereits unterschiedliche translokale Dimensionen des Problemlösungshandelns der Forschenden in den Blick gekommen, namentlich die epistemische Kultur eines Feldes, die sich z.B. in den Instrumenten der Forschung manifestiert (vgl. II.1). Knorr-Cetinas Begriffswahl (2002) verweist auf eine Ergänzung des in den Laborstudien verbreiteten Konzepts von Praktiken und Praxis um eine „Sensibilität für Symbole und Bedeutungen“ (ebd.: 21). Sie schreibt, dass „die Bedeutungsaspekte und die Verhaltensaspekte von Praktiken nicht getrennt werden können“ (Knorr-Cetina 2002: 22). In dieser sehr grundlegenden Lesart von „Kultur“ manifestiert sich ein produktives kulturosoziologisches Schlüsselmoment. Wenn Kultur als „Aspektstruktur aller Sozialität“ (Rehberg 1986: 107) verstanden wird, ist sie nicht bloß „Reflex oder Überbau des Sozialen“ (Moebius 2009: 7). Kultur als anthropologisch und phäno-

menologisch begründete Perspektive auf menschliches Tun ermöglicht die Beschreibung von Gesellschaften und deren spezifisch kultureller Formung. In Analogie dazu ist die „epistemische Kultur“ nicht als eine Teilkultur gedacht, sondern bezeichnet eine Querschnittskategorie, die sich prinzipiell in allen Praktiken der Erarbeitung und Problematisierung von Wissen und Erkenntnis analysieren lässt. Die kulturelle Konstituiertheit von Wissenschaft und Forschung ist hier keine Randbedingung sozialer Realität, sondern eine der Voraussetzungen sozialen Geschehens (Knorr & Grathoff 1988: 29).

Die epistemische Kultur manifestiert sich dabei nicht in kulturellen Erzeugnissen oder einem spezifisch reflektierten Beobachterstandpunkt, sondern in der Forschung als Alltag „im Sinne seiner Durchführungsrealität“ (ebd.). Spezifischer sind es Aushandlungsprozesse, die interessieren:

Eine Kulturanalyse kann es sich zum Ziel setzen, die verschiedenen Konstruktionsapparate sozialer Welt im Detail zu studieren. Dies erscheint vor allem dann von Interesse, wenn diesen Konstruktionsapparaten, wie im Wissenschaftsbereich, autoritative Erzeugungsfunktion für die soziale Welt *ebenso wie* für die Welt der Natur kommt. (ebd.: 31)

Die Analyse einer epistemischen Kultur zielt also auf die Rekonstruktion der lokalen „Konstruktionsapparate“ und entwerfenden Praktiken sowie die grundlegenden, translokalen Erzeugungsmechanismen deskriptiver Modelle, wie zum Beispiel der Vorstellung von Sozialität und damit verknüpfter Wissensbegriffe. Sozialtheoretisch betrachtet, handelt es sich dabei gewissermaßen um Institutionalisierungen von Problemlösungs-Routinen. Rheinberger beschreibt beispielsweise, wie ein über Jahrzehnte erforschtes Verfahren der Sequenzierung von DNA-Molekülen heutzutage ein standardisiertes Wegwerfinstrument in Molekularbiologie-Laboren ist (Rheinberger & Herrgott 2001).

Die Analysekategorie „translokale Bedingungen“ stellt mit dem Kulturbegriff auf Interdependenzen zwischen Orten der Praxis, zwischen Forschenden und ihren Strategien, zwischen dem resultierenden Wissen und den Bedingungen seiner Hervorbringung ab. Die epistemische Kultur entsteht erst aus der und durch die Praxis des Forschens und kann dadurch Rückschlüsse auf eine „posttraditionale gemeinschaftliche Struktur“ (Kirschner 2014: 124) zulassen, nicht umgekehrt. Sie wird dem einzelnen Forschenden gegenüber sicherlich auch als regelgeleitete „Orientierungsleistung“ wirksam (Detel

2009: 182-183), ist aber nicht über Gemeinschaft qua geteilter, expliziter Regeln zu operationalisieren.

Eine Verkörperung dieser Kultur(en) haben wir bereits in Rheinbergers technischen Dingen und ihrem Zusammenspiel mit den epistemischen Dingen in den Experimentalsystemen gesehen. Die Instrumente der Forschung sind bereits in Theorien und Praktiken der Hervorbringung von Wissensobjekten eingelassen. Die Anordnung eines Versuchs stellt nicht nur auf die Hypothese des Experiments ab, sondern trägt bereits andere Merkmale der jeweiligen epistemischen Kultur, wie z.B. die angestrebte Anschlussfähigkeit oder in den verwendeten Maßen inkorporierte Metatheorien, in sich. Die materielle Kultur der Forschung ist selbstverständlich Teil der translokalen Bedingungen des Problemlösungshandelns der Forschenden. Ebenso gehören die Bedingungen der Organisation von Forschung dazu. Die Art und Weise, wie Forschung beantragt, finanziert, abgerechnet und bewertet wird, ist ein translokaler Faktor der Praktiken in diesem Feld. Das wurde bereits mit Blick auf den epistemischen Lebensraum (Felt 2009; II.1) kurz angedeutet. In den Daten dieser Studie hat sich diese Kategorie „translokale Bedingungen“ als durchaus wirksam erwiesen, insbesondere im Hinblick auf die Formulierung und Operationalisierung von (sozialen) Zielen der Forschungsprojekte.

Ein weiteres Ergebnis der Analyse translokaler Bedingungen der Näherungsweisen an das Soziale in der Sozialrobotik ist die Genealogie des Roboters als Universalwerkzeug (IV.). Dabei wurde das epistemische Erbe der Problemlösungskultur von Computer Science und KI-Forschung für das Problemlösungshandelns der Sozialrobotik rekonstruiert. Damit wird nicht *das* Wesen oder *die* Identität der Sozialrobotik als historisches Subjekt rekonstruiert. Es handelt sich vielmehr um eine Perspektivierung verschiedener Quellen der Bedingungen der Möglichkeit von Sozialrobotik. Es geht also nicht um eine kontinuierliche (Ideen-)Geschichte der Robotik, sondern um die Rekonstruktion von (historisch wandelbaren) *Deutungen davon, was ihr Gegenstand und ihr Nutzen sei*. Die Auswahl der so präsentierten Stränge geschah nicht in losgelöster Literaturarbeit, sondern als zweiter Schritt der Analyse nach der Phänomenstruktur der Praktiken des Problemlösungshandelns. In dieser Form der Analyse werden translokale Bedingungen sichtbar, die im Feld selbst nicht herangezogen oder explizit werden (Foucault 1991: 52), um das forschersische Schaffen zu reflektieren.

3. *Typizität und Typenbildung als Schlüssel der Generalisierung*

Rekonstruktive Verfahren, wie sie für diese Studie angewandt und hier vorgestellt wurden, können aufgrund ihrer Datenbasis nicht, wie in hypothesenprüfenden Verfahren üblich, über den statistischen Induktionsschluss eine Verallgemeinerung ihrer Ergebnisse herstellen. Sie erfüllen nicht das Kriterium der (meist ohnehin eher bildhaft verwendeten) Repräsentativität, wie es die Zufalls- oder Quotenstichprobe für sich in Anspruch nehmen kann. Numerische Repräsentativität ist aber auch nicht das Ziel dieser Verfahren; sie verfügen über andere, konzeptuelle Schlussverfahren (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014: 32). Diese bestehen im theoretischen Schließen auf Basis des systematischen Vergleichs, der in eine Typenbildung mündet.

Typizität ist bereits mehrfach als Merkmal sozialen Handelns angeführt worden. Es handelt sich dabei, wie am Beispiel von Handlungsentwürfen bei Schütz gezeigt wurde (II.2), um ein alltagsweltliches Verfahren, das Fremdverstehen ermöglicht. Dieser Verweis ergeht nicht nur aufgrund der Ähnlichkeit der Begriffe, sondern auch im Hinblick auf die Methodologie der verwendeten Mittel: Qualitative Verfahren bedienen sich häufig Heuristiken der Alltagswelt, um ihre Gegenstände adäquat zu modellieren, wie auch am „Kodierparadigma“ von Strauss und Corbin zu sehen war. Im Folgenden soll das generalisierende Verfahren der Typenbildung anhand der Weber'schen Idealtypen gezeigt werden.

Die grundlegende These des Vorgehens lautet, dass jeder Fall, also jede empirisch beobachtete Handlungseinheit, sich in seiner „besondere[n] Allgemeinheit“ darstellt (Hildenbrand 1991: 257). Seine Individualität drückt sich immer vor dem Hintergrund und in der Vermittlung durch allgemeine(re) Gesetzmäßigkeiten aus. Dieser Zusammenhang wurde bereits in der Beschreibung der Rekonstruktion der Selektionsprozesse in der Sequenzanalyse erläutert. Die Typisierung ist ein Verfahren, das dieses Verhältnis von Besonderheit und Allgemeinheit mithilfe der zunehmenden Abstraktion als relevant herausgearbeiteter Merkmale, wie sie hier im Zusammenhang mit dem Kodieren beschrieben wurde, konzeptuell generalisiert.

Die qualitative Sozialforschung kennt verschiedene Verfahren der Typenbildung, z.B. die Rekonstruktion biografischer Typen aus narrativen Interviews (Oevermann 2000) oder die mehrdimensionale Typenbildung der dokumentarischen Methode (Bohnsack 2003). Für diese Studie wurde ein pragmatisches Verfahren gewählt, das auf dem Zwischenschritt der Idealtypenkonstruktion als prozessuale Methode beruht (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014: 377). Begründet wurde dieses Verfahren von Weber als „wirklichkeitswissenschaftliche“ Methode, die erfassen will, was „mehreren konkreten Erscheinungen gemeinsam ist“ (Weber 1985: 193). Damit ist weder eine normative Qualität (der ‚beste Typus‘) gemeint, noch dass die Idealtypen als solche ausgezeichnete tatsächlich empirisch beobachtete Fälle sind. Sie sind

kein Abbild der empirischen Realität [...], sondern eine Konstruktion des Wissenschaftlers, ein Vorgang der Abstraktion und gedanklichen Steigerung einiger Elemente dessen, was man in der empirischen Realität vorfindet, sowie ein Vorgang der Herstellung von Kohärenz, die sich in der Wirklichkeit nicht in derselben Weise findet. (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014: 376)

Idealtypen sind theoretisierende Verdichtungen, allerdings nicht einer Dimension des interessierenden Zusammenhangs, wie die (Schlüssel-)Kategorien, sondern Steigerungen der empirischen Merkmalsausprägung. Dabei verdichten die Idealtypen den „inneren Zusammenhang und [das] Gewordensein“ eines Phänomens (ebd.). Ihr Verhältnis zur empirisch beobachteten Realität lässt sich methodologisch als „Grenzbegriff“ fassen (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014: 378): Er dient als theoretisch zugespitzter Maßstab, an dem die beobachteten Fälle gemessen werden. Es handelt sich also nicht nur um eine beschreibende Einordnung von Fällen nach Merkmalsklassen, sondern bereits um einen abstrahierenden Zugriff auf diese Merkmale, die zum Zwecke der Herstellung eines typischen (kausalen) Zusammenhangs ins Verhältnis gesetzt werden. Idealtypenbildung verfolgt ein heuristisches Ziel (Nentwig-Gesemann 2007: 281); Idealtypen sind also bereits „Konstruktionen zweiten Grades“ (Schütz 1971: 7).

Analytisches Ziel der Typenbildung für diese Studie ist die Genese des Handelns der Forschenden in der Sozialrobotik – insbesondere im Hinblick auf ihren Bezug zum Sozialen. Die durchgeführte Typenbildung fragt also nach dem „Gemachtsein“ sozialer Tatbestände in der Sozialrobotik (Knorr-Cetina 1989: 87):

Es gilt, die wissens- bzw. erlebnismäßigen Konstitutionsbedingungen der Orientierungsrahmen oder des Habitus von Individuen oder Gruppen zugleich als Produkt und Voraussetzung einer kollektiven Handlungspraxis zu verstehen und in ihrer Prozesshaftigkeit zu rekonstruieren. (Nentwig-Gesemann 2007: 278)

Es geht also nicht nur um eine Beschreibung unterschiedlicher Handlungspraktiken und den Sinn, den die Forschenden damit verknüpfen, sondern auch um die Frage, wie diese interaktiv hervorgebracht werden bzw. auf welchen Zusammenhängen sie beruhen. Diese AnalyseEinstellung ist als prozessrekonstruktiv zu bezeichnen.

Die Typenbildung nimmt ihren Ausgangspunkt in den einzelnen Fällen und deren Fallstruktur, also den Regelmäßigkeiten und Merkmalen, die den Fall in seiner Gewordenheit auszeichnen. In dieser Studie handelt es sich dabei um wiederkehrende Muster, die das Handeln in Bezug auf das Soziale innerhalb eines Forschungsprojekts geprägt haben. Anhand dieser Muster werden Ähnlichkeiten zwischen den Fällen gesucht und gruppiert. Dies geschieht durch das Ausprobieren verschiedener Kombinationen von Merkmalsdimensionen der Idealtypen, anhand derer die Fälle zueinander ins Verhältnis gesetzt werden. Diese Dimensionen beruhen auf für die Erklärung der Fälle relevanten Kategorien, die sich durch die Interpretation ergeben haben. Schließlich wird die Zuordnung entlang der Dimensionen systematisiert und in ein Typenfeld bzw. Typentableau übertragen. Die für die Fragestellung relevanten Dimensionen bilden die Achsen dieser Darstellung (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014: 380).

Im Rahmen dieser Studie wurden zwei Typenbildungen vorgenommen. Zum einen wurden typische Ziele von Forschungsprojekten in der Sozialrobotik – und die damit implizierten Behandlungsweisen des Sozialen – in einem Typenschema entlang zweier zentraler Kategorien des Erkenntnisinteresses angeordnet (vgl. V.). Da dieses Schema entlang von Einzelfallanalysen erarbeitet wurde, lassen sich die Merkmale der Typen anhand besonders ausgeprägter „Kernfälle“ darstellen (ebd.). Durch die Relevanz der Kategorien für die Erklärung der Fragestellung und die theoretische Steigerung der Merkmale nimmt das Typenfeld in Anspruch, konzeptionell vollständig zu sein. Es müsste also jeder auch zukünftig beobachtbare Fall dieses Gegenstandsbereichs für dieses und ähnliche Forschungsinteressen sinnvoll – also erklärungskräftig – in das Schema integrierbar sein. Dabei geht es allerdings nicht darum, die Fälle anhand (ggf.

schwach ausgeprägter) Merkmalsähnlichkeiten zu parametrischen Ausprägungen gemeinsamer Variablen zu degradieren. Es muss immer das „Handlungszentrum“ sichtbar bleiben, das die Struktur des Falles ausmacht und erklärt, wie er in einer bestimmten Weise „funktioniert“ (ebd.: 384).

In einem zweiten Analyseschritt wurden Strategien und Taktiken der Forschenden im Umgang mit dem epistemischen Objekt „Mensch-Roboter-Interaktion“ analysiert (vgl. VI.). Gegenstand dieser Typenbildung sind Handlungsmuster, die sich in den entlang ihrer Ziele systematisierten Fällen auch überlappen. Die Dimensionen der Typenbildung sind hier die Modi des Wechselspiels zwischen technischen und epistemischen Objekten der Forschung, also die Erzeugungs- und Behandlungspraktiken des Problemlösungshandelns. Da diese Handlungstypen epistemischer Praktiken sowohl entlang der Problemstellung der Sozialrobotik als auch der übergreifenden epistemischen Bedingungen des Forschens gebildet wurden, lassen sie sich sogar auf strukturell ähnliche Prozesse übertragen.

4. Zusammenfassung

Das Vorgehen dieser Studie ist als theoriegenerierend und problemzentriert im Sinne des Forschungsstils der Grounded Theory dargestellt worden. Die Orientierung an diesem pragmatisch-pragmatistischen Forschungsstil und seinen methodologischen und methodischen Implikationen (III.1) hat sich bewährt. Die iterative Analyse und Erhebung von Material entlang inhaltlich präzisierter Kriterien hat trotz der notwendigen forschungspraktischen Einschränkungen eines Qualifikationsprojekts eine gesättigte Theoretisierung des Problemlösungshandelns in der Sozialrobotik hervorgebracht. Das kann insbesondere für die Strukturierung der Forschungsproblems entlang der Interaktion mit dem Feld und in Adäquanz zu den Relevanzsetzungen der Forschenden selbst gesagt werden: Die resultierende Studie ist keine „Lehnstuhl-Wissenschafts- und Technikforschung“, die die Praktiken von Technikwissenschaftlern aus der Ferne beurteilt.

Das wurde vor allem durch die gewählten Erhebungsmittel möglich, die das Feld und seine Problemstellung in vielfältiger Weise zugänglich machten (III.2). Die ethnografische Methode legt eine ganzheitliche Form der Beobachtung nahe, die durch eine theoretisch angeleitete Fokussierung auf Interaktions- und Handlungstypiken geschärft wurde. Das Wissen der Forschenden über Projektverläufe und Forschungsprozesse wurde zudem nicht in einem naiven Extraktionsmodell ‚abgefragt‘, sondern methodisch kontrolliert narrativ hervorgebracht.

Darin bestand eine wesentliche methodologische Voraussetzung für die hermeneutische Analyse des Materials. Im Zusammenspiel aus Sequenzanalyse und dem Kodieren der Grounded Theory wurde das Material schrittweise ‚geöffnet‘ – also auf die Horizonte seiner Selektionen befragt – und für die Theoriebildung abstrahiert. Dabei wurde insbesondere auf die Phänomenstruktur der Forschungspraktiken und translokale Bedingungen dieser fokussiert. Entlang dieser Analysekatoren ließen sich die Fallstudien schließlich zu zwei Typologien verdichten.

IV. Der Roboter als Universalwerkzeug

Im März 2014 beschwor der Titel des US-Wirtschaftsmagazins *Economist* einen bevorstehenden „Rise of the Robots“. Im Leitartikel zum Heftthema wurde das Ergebnis der derzeit beobachtbaren Robotik-Konjunktur prognostiziert: „As consumers and citizens, people will benefit greatly from the rise of the robots. [...] Robotic progress will to some extent be taken for granted“ (*Economist* 2014). Der Artikel knüpft damit an eine diskursive Figur an, die für die Robotikforschung kennzeichnend ist. Es handelt sich um den behaupteten Zusammenhang, dass eine gemeinsame Zukunft von Menschen und Robotern mittelfristig bevorstehe und alle davon profitieren werden. Instruktiv sind hierbei auch die den Menschen zugeordneten Rollen als Konsumenten und Staatsbürger. Die Beharrlichkeit und Verbreitung dieser Figur und ihres Versprechens in der KI- und Robotikforschung sowie in der Berichterstattung darüber ist erstaunlich.

Diese Figur und ihre Rolle im Feld ist Anlass einer genealogischen Rekonstruktion der diskursiven Bedingungen, unter denen Sozialrobotik ihren Gegenstand behandelt. Das wesentliche Mittel dieser Rekonstruktion sind also Bedeutungen, hier zumeist kollektiv hergestellte und geteilte, sinnhafte und symbolische Deutungen, die sich in verschiedenen Aspekten von Kultur verdichten. Damit soll, ähnlich wie im Foucault'schen Sinne, nicht versucht werden, *das* Wesen oder *die* Identität eines abgeschlossenen historischen Subjekts – hier: eines technikwissenschaftlichen Forschungsfeldes – zu rekonstruieren. Es handelt sich vielmehr um eine Perspektivierung von Wissen, genauer: um die Rekonstruktion verschiedener Quellen der Bedingungen der Möglichkeit von Sozialrobotik. Es geht also nicht um eine kontinuierliche (Ideen-)Geschichte der Robotik, sondern um die Rekonstruktion (historisch wandelbarer) *Deutungen davon, was ihr Gegenstand und ihr Nutzen sei*. Die Auswahl der so präsentierten Stränge geschah nicht in losgelöster Literaturliteraturarbeit, sondern als Nachbereitung der Feldforschung. Dabei werden gezielt Texte und Belege angeführt, die – erneut im Foucault'schen Sinne – insofern zwischen den Zeilen sprechen, als sie Bedeutungen sichtbar machen, die im Feld selbst nicht herangezogen oder expliziert werden (Foucault 1991: 52), um das eigene Schaffen zu reflektieren.

In der Analyse zeigt sich, dass die diskursive Figur der bevorstehenden alltäglichen Gegenwart von Robotern ihren historischen Ursprung deutlich vor der technischen Realisierung der Maschinen hat, nämlich in der Science-Fiction-Literatur (und sogar davor). Dort wird sie von Anfang an als wissenschaftliche Unternehmung gerahmt, woraus sich eine bis heute fortdauernde gegenseitige Bezugnahme entwickelt hat (IV.1).

Das Versprechen des allseitigen Profitierens entspringt einem volkswirtschaftlichen Zugriff auf Robotik als Ressource zur Automation. Dieser drückt sich aktuell in einer enormen Förderungskonjunktur für Sozialrobotik-Projekte aus, die auch auf einer nationalstaatlichen Konkurrenz fußt, die an ein Wettrüsten erinnert. Hier wirkt das Bild des bevorstehenden Alltags mit Robotern als regulatives Ideal der wissenschaftlichen Bemühungen (IV.2).

Beide Befunde verweisen auf eine kulturelle Besonderheit von ingenieur- und computerwissenschaftlichen Zugangsweisen zu ihren Gegenständen. Der Roboter wird dabei ebenso wie der Computer als ein universelles Werkzeug verstanden. Die (potentielle) Leistungsfähigkeit des Werkzeugs wird dabei so prominent betont, dass alle konkreten Umstände der Anwendung und sozialen Passung zu bloßem Kontext gerinnen. Diese Facette der Computer Science und ihre Folgen für die Verwendung ihrer Produkte in konkreten Lebenswelten ist auch innerhalb der Computerwissenschaften prominent kritisiert worden (IV.3).

Die Sozialrobotik tritt ein Erbe aus Fiktion, volkswirtschaftlichem Lösungsversprechen und Computer Science an, das bestimmte Thematisierungsweisen von sozialen Zielen impliziert. Es soll gezeigt werden, wie diese Einflüsse nahe legen, dass ‚Soziales‘ in der Sozialrobotik vorwiegend als zu optimierender „Anwendungskontext“ in den Blick gerät.

1. Roboter als fiktionale Apparate

Obwohl es nicht Ziel dieser Studie ist, fiktionale Roboterbilder aus Literatur oder Film zu rekonstruieren,⁴³ ist es nicht unerheblich, dass Roboter über Jahrhunderte zunächst *fiktional imaginierte Apparate* waren. Lange vor ihrer technischen Realisierung wurden die Bedingungen ihrer Möglichkeit und Konsequenzen ihrer Existenz diskursiv in Sagen, Legenden, Erzählungen und später Hörspielen, Serien, Filmen und Computerspielen konstruiert. Sogar der Begriff „Robotik“ und die damit verbundene Vorstellung einer wissenschaftlich-systematischen Herstellung von Robotern entstammt der Science Fiction-Literatur (1.1). Der damit initiierte wechselseitige Bezug von Roboter-Fiktion und Roboterforschung ist auch keine historische Fußnote in der Genese der Robotik, sondern schreibt sich in der Allgegenwart fiktionaler Roboterbilder und Technik-Zukünfte im Feld bis heute fort (1.2). Es zeigt sich, dass die Setzung, Robotik habe den Auftrag, an der Realisierung vorgestellter Zukünfte zu wirken, im Feld der Robotik- und Sozialrobotikforschung verschiedentlich aufgegriffen wird (1.3).

1. *Ursprung der Robotik in der Science Fiction*

Als Hauptarena der fiktionalen Auseinandersetzung mit Robotern gilt die Idee des *künstlichen Lebens*, die in der Literaturwissenschaft meist in drei jeweils bis zur Antike nachvollziehbaren Strängen verortet wird (Halft 2013: 168; Ruppelt 2003; Caduff 2003): dem magisch-mythischen (z.B. Golem-Sagen), dem mechanischen (E.T.A. Hoffmans „Sandmann“, Androiden) und einem biochemischen (Homunculi, Frankenstein) Strang. Eine weitere Traditionslinie der szenischen Auseinandersetzung mit dem, was später Roboter genannt werden wird, sind Bewegungsautomaten (Clarke 2011: 256). Diese sich selbst bewegenden Apparate zwischen Kunst und Handwerk sind ebenfalls seit der Antike bekannt. Ihre Blütezeit erlebten sie in der Neuzeit, als vor allem auf mechanischen Uhrwerken basierende Installationen zur Unterhaltung und Selbstdarstellung an Höfen und später in bürgerlichen Runden dienten. Das populärste Beispiel im deutschsprachigen Raum ist der so genannte „Schachtürke“ von 1769: Dabei handelte es sich um eine als Türke gekleidete Puppe, die den Eindruck vermittelte, selbstständig

⁴³ Dazu z.B. Telotte (1995) und Ichbiah (2005).

Schach spielen zu können, tatsächlich aber von einem Menschen gesteuert wurde (Bruns 2003: 299-322).

Am deutlichsten wird die enge Verbindung zwischen den Gegenständen der Robotik und den Gegenständen der Fiktion jedoch durch ihren Namen. Der tschechische Schriftsteller Karel Čapek veröffentlichte 1921 das Theaterstück R.U.R. über die fiktive Firma „Rossum’s Universal Robots“ (Čapek 2014). Darin werden menschengleiche Arbeitsmaschinen beschrieben, die keine Emotionen, dafür aber doppelte Arbeitskraft besitzen, massenindustriell hergestellt und an kleinere Firmen und Haushalte vertrieben werden. Der Titel des Stücks markiert die erste Verwendung des Begriffs „Robot“, der auf das tschechische Wort *robota* zurückgeht und harte (Fron-)Arbeit oder Sklavenarbeit bezeichnet.⁴⁴ In der Folge der Verbreitung des populären und mehrfach übersetzten Stückes erlebte das Motiv des Roboters als automatischem Arbeiter, der sich – wie schon im Golem-Mythos – gegen seinen Schöpfer stellt, eine Konjunktur in Literatur und frühem Film.

Von diesem „Zauberlehrling-Motiv“ dezidiert abgesetzt haben sich die Werke Isaac Asimovs aus den 1940er und 1950er Jahren. Ausgangspunkt seiner Erzählungen sind Roboter als verwirklichte Geräte, deren Handeln und Zusammenwirken mit Menschen koordiniert werden muss. Die bereits erwähnten Robotergesetze⁴⁵ illustrieren diese Erzählperspektive Asimovs paradigmatisch. Die drei Gesetze dienen Asimov erzählerisch als Aufhänger für handlungstragende Konflikte und Paradoxien, die sich aus den in das Verhalten der Roboter eingeschriebenen Regeln ergeben. Asimov hat damit die Formulierung und Programmierung von Regeln ‚guten‘ Roboter-Verhaltens als Aspekt der Entwicklung von Robotern konstruiert, bevor Wissenschaftler sich der Aufgabe tatsächlich stellten – wobei diese wiederum Bezug auf ihn nahmen. In den 1990er Jahren wurden die Asimov’schen Gesetze sogar computerwissenschaftlich auf ihre Tauglichkeit

⁴⁴ Zur Etymologie siehe z.B.: <https://en.wiktionary.org/wiki/robota> [03.09.2015]. Die Erfindung des Kunstwortes „robot“ geht wohl auf den Bruder von Karel Čapek, Josef Čapek, zurück, siehe: <http://blog.abchistory.cz/cl197-karel-capek-o-slove-robot.htm> [03.09.2015, Tschechisch].

⁴⁵ Die drei (hierarchischen) Gesetze lauten (Asimov 1982: 67):

1. Ein Roboter darf kein menschliches Wesen (wissentlich) verletzen oder durch Untätigkeit gestatten, dass einem menschlichen Wesen (wissentlich) Schaden zugefügt wird.
2. Ein Roboter muss den ihm von einem Menschen gegebenen Befehlen gehorchen – es sei denn, ein solcher Befehl würde mit Regel eins kollidieren.
3. Ein Roboter muss seine Existenz beschützen, solange dieser Schutz nicht mit Regel eins oder zwei kollidiert.

für Roboterarchitekturen geprüft. Es zeigte sich aufgrund ihrer Abstraktion wenig überraschend, dass sie zwar literarisch funktionieren, aber nicht als zuverlässige Quelle zur Erzeugung von Roboterverhalten dienen können (Clarke 1993).

Dieser Bezug zwischen Robotikingenieuren und Asimov geschah wechselseitig und durchaus nicht randständig. Der Schriftsteller hat die Konstruktion der Roboter in seinen Werken als wissenschaftliche Aufgabe, als systematische Auseinandersetzung beschrieben. In der zum Roman ausgestalteten Kurzgeschichtensammlung „I, Robot“ (Asimov 2004 [1950]) werden die drei Robotergesetze so zitiert, als würden sie aus dem „Handbook of Robotics, 56th Edition, 2058 A.D.“ stammen. Asimov selbst behauptete, den Begriff Robotik in der Kurzgeschichte „Runaround“ von 1942 erstmals überhaupt verwendet zu haben (Clarke 2011: 256). Belegt ist, dass Technikwissenschaftler den Terminus erst in den 1950ern zu verwenden begannen. Joseph Engelberger, der als ein Vater der Robotik als Wissenschaft gilt und 1956 die erste Firma zur Fertigung von Industrierobotern gründete, gab als wesentliche Quelle seiner Faszination für Roboter die Lektüre von Asimovs Werken an (ebd.). Er lud Asimov sogar ein, das Vorwort seines Handbuchs „Robots in Practice“ (Engelberger 2012 [1980]) zu schreiben. Asimov folgte der Einladung und gab den Lesern mit auf den Weg:

Of course, the robots that now exist and that are described in fascinating detail in this book that you are holding, are not yet as complex, versatile and intelligent as the imaginary robots of I, Robot, but give the engineers time! There will be steady advances in robotics, and, as in my teenage imagination, robots will shoulder more and more of the drudgery of the world's work, so that human beings can have more and more time to take care of its creative and joyous aspects. (ebd.: xiii)

Neben der an Marx' Frühschriften erinnernden Utopie des von der Arbeit freigesetzten Arbeiters (Marx & Engels 1969: 33) sticht in der finalen Passage des kurzen Textes heraus, wie schicksalhaft Roboter(fähigkeiten), der Wunsch danach und ihre zukünftige Realisierung ins Verhältnis gesetzt werden. Die Imaginationskraft des Schriftstellers ist gleichsam der Auftrag der Ingenieure, die einzig mehr Zeit bräuchten, um entsprechend komplexe, vielseitige und intelligente Roboter zu bauen, wie die Fantasie sie hervorbringen vermag. Der Weg zu ihrer technischen Realisierung sei ebenso fatalistisch durch stetigen Fortschritt gekennzeichnet. Dass ein literarischer Autor dieses Versprechen im Vorwort zum wissenschaftlichen Handbuch aus der Feder eines Robotik-

Pioniers macht, spitzt die Figur der zukünftigen Gegenwart in der Robotik beinahe idealtypisch zu.

2. *Science Fiction als Alltagskultur der Sozialrobotik*

Eine solche Bezugnahme auf fiktionale, technisch zu realisierende Zukünfte findet sich auch in den gegenwärtigen Robotik-Communities. Der Verweis auf Science-Fiction-Inhalte gehört zum festen Repertoire kommunikativer und symbolischer Selbstvergewisserungen und wird in vielen Momenten der Arbeit an und in der (Sozial-)Robotik aktualisiert.

So stehen Robotergeschichten und Robotergeschichte häufig am Beginn von Übersichtswerken, wie zum Beispiel im „Springer Handbook of Robotics“ (Siciliano & Khatib 2008: 1). Auch Artikel, die ein robotisches Forschungsfeld mit Review-Charakter betrachten, steigen häufig mit der Geschichte des Roboterbegriffs und illustrativen Bezügen zu Literatur und Mythologie ein (z.B. Hockstein et al. 2007). In konzeptionellen Papers, also Beiträgen, die eine bestimmte technische Lösung vorschlagen, ohne sie realisiert zu haben, finden sich explizite Bezüge zum Verhalten von Robotercharakteren in Science Fiction (Read & Bellpaeme 2012). Auch in theoretisierenden Artikeln wird Science Fiction zur Einordnung von Sozialrobotik-Konzepten genutzt. So wurden zum Beispiel Dialogsequenzen des autonomen Fahrzeugs „K.I.T.T.“ aus der TV-Serie Knight Rider herangezogen (Rosenthal-von der Pütten & Krämer 2014), um verschiedene Ebenen von Soziabilität zu illustrieren. Bei Präsentationen auf Konferenzen und Workshops sind Verweise auf Roboter in der Popkultur ebenso selbstverständlich, sei es auf Forschungs-Postern, als Illustration in Vortragsfolien oder als Referenz in der Beschreibung von Roboterverhalten („Er soll ein bisschen wie R2-D2 klingen“, Feldtagebuch 18.04.2014).

Science-Fiction-Literatur und -Filme werden von Forscherinnen zudem als Inspiration und persönliche Motivation zur Arbeit in der Robotik angeführt. Das wird sowohl in Selbstzeugnissen von Sozialrobotikforscherinnen deutlich (Breazeal 2003), als auch in kulturwissenschaftlichen Analysen des Feldes (z.B. Šabanović 2007). Der Verweis auf

die kulturelle Fundierung der Robotik im Allgemeinen und eigenen Forschung im Speziellen in Science Fiction ist sowohl im japanischen als auch im amerikanischen Kulturraum weit verbreitet.

Ein besonders anschauliches Beispiel für die Repräsentation populärer Robotervorstellungen in wissenschaftlichen Kontexten ist die „Robot Hall of Fame“ des Robotics Institute der Carnegie Mellon University in Pittsburgh, der weltweit größten und ältesten akademischen Institution der Robotik. In diese „Ruhmeshalle“ werden fiktive und realisierte Roboter gleichermaßen aufgenommen. So kommt es, dass der „T-800 Terminator“ aus der „Terminator“-Filmreihe dort ebenso geehrt wird wie der kommerzielle Staubsaug-Roboter Roomba und der als Forschungsplattform verbreitete Nao.⁴⁶ Zu einer feierlichen Aufnahme-Zeremonie im Jahr 2006 war zudem der Schauspieler Anthony Daniels als Sprecher eingeladen, der den C-3PO-Androiden in den ersten sechs Star Wars-Filmen verkörpert hat (Šabanović 2007: 15-21). Neben realisierten Robotern auch fiktionale Charaktere aufzunehmen (und deren Darsteller einzuladen), wird mit deren inspirierendem Potential begründet: Fiktionale Roboter „begeistern Zuschauer für das, was die Zukunft bereit halten mag, und inspirieren Robotiker zu größeren Leistungen“ (RHOF 2012, eigene Übersetzung). Konsequenterweise wurde die bislang letzte Aufnahme auch als Online-Voting aus 12 von Experten nominierten Kandidaten durchgeführt, an dem laut den Organisatoren über 17.000 Menschen teilgenommen haben (ebd.).

Die Bezüge zur Science Fiction beschränken sich allerdings nicht auf Öffentlichkeitsarbeit. Sie finden sich auch im Forschungsalltag, zum Beispiel in den Labors und Büros der Wissenschaftlerinnen. In knapp der Hälfte der Labors, die für diese Studie besucht wurden, fanden sich Filmplakate oder auf Science Fiction bezugnehmende Darstellungen. Außerdem fanden sich in etwas mehr als zwei Drittel der Büros von Robotik-Forschenden Plakate, Merchandise-Artikel und andere „Roboter-Devotionalien“. Solche Plakate oder ausgeschnittene Cartoons finden sich vermutlich in jedem Hochschulgebäude, das Abteilungen für Ingenieur- und Computerwissenschaften beherbergt.⁴⁷ Diese

⁴⁶ <http://www.robothalloffame.org/inductees.html> [07.09.2015]

⁴⁷ Während der Arbeit an dieser Studie sind mir selbst von verschiedenen Seiten solche kleinen Roboter-devotionalien wie Sticker, Zeitungsausschnitte oder Spielzeugfiguren geschenkt worden.

Gegenstände dienen nicht bloß der Dekoration, sondern deuten auch auf das (Selbst-)Verständnis der Wissenschaftlerinnen hin und können darüber hinaus, ähnlich wie in der Forschungsliteratur oder auf Konferenzen, auf wissenschaftliche Probleme der Sozialrobotik verweisen:

Ich treffe mich mit einem assistant professor, um mich vorzustellen und für meine Feldforschung geeignete Forschungsprojekte am Hochschulstandort zu erfragen. In einem lebendigen Gespräch empfiehlt mir Carl verschiedene Quellen und Gesprächspartner vor Ort, die etwas zur Frage der Sozialität von Robotern beitragen könnten. Neben Artikeln und Kollegen erwähnt er auch die Animation von Filmcharakteren als dazu verwandtes Feld und rät mir einen Film (Disneys „WALL-E“) zu schauen. Während er einen Anruf annimmt, lasse ich meinen Blick durch sein Büro schweifen. Neben verschiedenen Star Wars-Postern entdecke ich zwei Roboter-Matroschkas im Regal. Ich sehe, dass Carl mein Interesse an diesen Gegenständen aus dem Augenwinkel bemerkt und lächelnd gut heißt. Im weiteren Verlauf des Gesprächs nimmt Carl Bezug auf eine Star Trek-Episode, um auf ein wissenschaftliches Problem zu rekurren: ‚Kennst Du die Folge, in der Data[...]‘. (Feldtagebuch 03.04.2014)

Dieser Ausschnitt aus der alltäglichen Praxis der Sozialrobotik zeigt die Bedeutung von Science Fiction auch für die aktuell laufende Forschung. Die Star-Trek-Geschichte, die Carl in der Folge wiedergibt, bezieht sich auf die Figur des Humanoiden Data und dessen Dilemma: Da er selbst keine Emotionen empfinden kann, versucht er, sie rational nachzuvollziehen. Der Exkurs über Data markiert einen interessanten Themenwechsel. Zuvor problematisierte Carl, dass es unter Robotikern schwierig sei, eine gemeinsame Definition für „social robot“ zu finden. Mit dem Wechsel in das Star-Trek-Universum verlässt er nicht nur die Beschreibung konfligierender Ansichten im Forschungsfeld, sondern auch das ursprüngliche Problem: Die Frage nach einer mehrheitsfähigen Definition des Begriffs löst sich in einer Parabel auf ein metaphysisches Thema – die Frage nach der Grenze zwischen Roboter und Mensch – auf. Die Bezugnahme auf Star Trek ist hier also einerseits ein Anknüpfen an das Interesse des Besuchers und andererseits die Transposition eines koordinativen Problems im Feld auf eine metaphorische Ebene. Hieran zeigt sich die Funktion von Science-Fiction-Verweisen innerhalb der Sozialrobotik: Zukünfte und imaginierte Mensch-Roboter-Interaktionen bieten einen common ground für Forschende und andere Anspruchsgruppen.

In den Lebenswelten der Ingenieur- und Informatikfakultäten – und nicht nur dort – lassen sich viele Elemente einer globalisierten „Nerd-Kultur“ beobachten. Diese besteht aus kanonisierten Filmen, Serien und Computer- sowie Brettspielen verschiedener Fan-

tasy-Universen von Star Trek über Superhelden-Comics bis Anime und Cosplay⁴⁸. Der Besuch von Film- und Serienpremierer oder das Spielen von Fantasy-Spielen gehört für viele der beobachteten Forscherinnen, insbesondere bei Studenten und Doktoranden, zu den teils sogar gemeinsam ausgeübten Freizeitaktivitäten. In einem beobachteten Fall fand sogar eine monatliche „Robot Movie Night“ mit anschließenden Brettspielen im Labor der Forschungsgruppe statt (Feldtagebuch 02.05.2014). Ein weiterer konkreter Bezug auf Roboterfiktion geschah in einer Forschungsgruppe in den USA, die sich am Charakter „Rosie“, einem Haushaltsroboter aus der Zeichentrick-Serie „Die Jetsons“ (Hanna & Barbera, Warner Bros. 1962-63, 1985-87), orientiert. Die Figur diente den Forschenden als Inspiration für den Anwendungsfall einer robotischen Haushaltshilfe und darüber hinaus als Namenspatin für den konkreten Prototypen sowie als Bezugsrahmen für ethische Diskussionen, z.B. über die Frage, wie weit ein Roboter in das Handeln von Menschen eingreifen darf.⁴⁹ Kulturell geteilte Vorstellungen von Robotern können in der Sozialrobotik also auch zu epistemischen Mitteln werden. In der so genannten Akzeptanzforschung werden die Roboter-Vorstellungen von Nutzern erforscht, indem die Forscherinnen unterschiedliche robotische Fähigkeiten vorbereiten und mit den Maschinen zur Aufführung bringen. Die Inszenierung von Roboterbildern als wissenschaftliche Ressource wird später beleuchtet (VI.3).

Das Vorhandensein von Science-Fiction-Inhalten in der Sozialrobotik per se ist noch nicht erklärungskräftig. Für andere kulturelle Kontexte, wie die japanische Robotikforschung, ist ein sehr starker diskursiver Zusammenhang von Imagination und Ingenieurwesen bereits nachgewiesen (z.B. Šabanović 2007). In den Feldern der Sozialrobotik zeigt sich ein rekursives Verhältnis zwischen wissenschaftlicher Alltagspraxis und fiktiven Technik-Zukünften. Science-Fiction-Vorstellungen werden einerseits als einander Bezug auf kollektive und kollektivierende Vorstellungen wirksam; andererseits wird die eigene Arbeit in den Kontext solcher Vorstellungen und ihrer Realisierung gerückt.

⁴⁸ Kofferwort aus „costume“ und „play“. Wiedergänger des Kostümspiels, bei dem sich die Teilnehmer als Figuren aus Manga- und Anime-Serien verkleiden. Die zuvor zu Hause geleistete (und online dokumentierte) Kostümierung wird auf eigenen Messen und gemeinsamen Veranstaltungen präsentiert, Rollenspielelemente wie Choreografien und Showkämpfe können dazu gehören (Hitzler & Niederbacher 2010: 54ff.).

⁴⁹ Das Beispiel stammt (in allen drei Ebenen) aus einer Beobachtung einer Forschungsgruppe in den USA (Feldtagebuch 04.05.2014).

3. *Zwischenfazit – Fiktionale Roboterbilder und ihre Funktionen*

Die einleitend angelegte Perspektive auf die literarische Herkunft verschiedener Vorstellungen von Robotern und Robotikforschung ist nicht etwa ‚bloße Literaturwissenschaft‘ oder Analyse populärer Begleiterscheinungen eines davon losgelösten wissenschaftlichen Tuns. Die Bild- und Motivwelten der Fiktion und die Robotik sind nicht unabhängig voneinander, sondern sie stehen in Interaktion. Bei Asimov ist die gemeinsame Zukunft von Menschen und Robotern literarisches Motiv. Im Kontext von Engelbergers Handbuch wird sie zum Topos im rhetorischen Sinne (Wulff 2002: 7). Die Setzung, dass Robotik den Auftrag habe, an der Realisierung vorgestellter Zukünfte mitzuwirken, wird zur Legitimation und Motivation der Robotikforschung.

Der Blick auf die gegenwärtige Verbreitung von Science-Fiction-Bildern in der Sozialrobotikforschung hat zudem gezeigt, dass dieser Bezug nach wie vor akut ist. Wie schon Šabanović (2007) gezeigt hat, sind die sich gegenseitig stützenden Bezüge von Gesellschafts- und Zukunftsvorstellungen in der Sozialrobotik konstitutiv, wenn auch chronisch unterreflektiert, obgleich sie unterschiedliche Funktionen übernehmen. Neben der bereits erwähnten Legitimationsfigur, die auf ein fernes, aber erreichbares Ziel verweist (IV.2), ist im Rückbezug auf kollektiv geteiltes, popkulturelles Wissen auch ein vergemeinschaftendes Moment auszumachen. Fiktionale Roboter können aber auch konkreter Bezugspunkt für Forschung und Forschungsziele werden.

Fiktionale Roboter und Roboterbilder dienen den Forschenden in einem fließenden Kontinuum als Symbole der Identifizierung, als Anzeiger wechselseitiger Identifikation, als Grundlage für gemeinsame Kommunikation und sogar Freizeitbeschäftigung sowie als Inspiration zu konkreten Forschungen. Darüber hinaus bilden sie eine Folie zur Diskussion fachspezifischer, gesellschaftlicher und sogar metaphysischer Probleme. Die in der Science Fiction dargestellten technischen Zukünfte fungieren somit in mehrfacher Hinsicht als „hidden curriculum“, als verdeckter Kanon der Robotik (Rammert 2001: 22).

2. Robotik als Lösungsversprechen

Robotikforschung ist sehr ressourcenintensiv und stark auf Drittmittelfinanzierung angewiesen, um die hohen Kosten für Personal und Technik zu decken. Allein die Kosten für die Komponenten eines etwa menschengroßen Forschungsprototyps belaufen sich leicht auf mehrere hunderttausend Euro. Eine industriell konfektionierte Roboter-Plattform in gleicher Größe, wie zum Beispiel der PR2 von Willow Garage (Willow Garage 2015), kostet zwischen 200.000 und 400.000 US Dollar. Robotikforschung braucht für ihre Realisierung also nicht unerhebliche finanzielle Mittel, die sie vorwiegend im politischen, wirtschaftlichen und militärischen System findet. Die Anschlussfähigkeit robotischer Forschung für diese Systeme ist im zumeist expliziten Versprechen der Effizienzsteigerung begründet.

Bereits 1981, also weit vor der technischen Realisierung alltagstauglicher Roboter, wurde vom Kongress der Vereinigten Staaten ein explorativer Workshop zu „Social Impacts on Robotics“ durchgeführt (Weiss et al. 2011: 112-113). Ziel des Workshops war es, anhand fachlicher Expertise von KI-Forschern mögliche zukünftige Anwendungsfälle von öffentlichem Interesse sowie deren gesellschaftliche Folgen herauszuarbeiten. Vier „soziale Aspekte“, die für Integration von Robotiktechnologie relevant seien, wurden identifiziert: Produktivität und Kapitalbildung, Arbeit, Erziehung und Ausbildung und „Internationale Aspekte“ (Gibbons 1982; zit. n. Weiss et al. 2011). In dieser Begebenheit deutet sich an, dass Robotik zumeist im Hinblick auf ihr Lösungspotential für volkswirtschaftliche Problemstellungen thematisiert und bewertet wird.

Die aktuelle Konjunktur der Forschungsförderung für Robotik und die darin zum Ausdruck kommenden Zielstellungen unterstreichen diese Verknüpfung (2.1). Die Kompetitivität dieser Konjunktur auf nationalstaatlicher Ebene und die militärischen Förderprogramme in den USA verweisen zudem auf den Ursprung der KI-Forschung im technischen Wettrüsten (2.2). Robotische Anwendungsfälle können in dieser Konjunktur auch eine in die Zukunft verweisende und verschiedene Interessen bündelnde Funktion übernehmen. Der Blick auf die Figur der „Grand Challenges“ zeigt, wie stark Vorstellungen in der Forschungsförderung als *regulatives Ideal* dienen (2.3). Zusammenge-

nommen zeigt sich, dass die Zielstellungen von KI- und Robotikforschung auf eine bestimmte Art und Weise in den Blick geraten (2.4).

1. *Konjunktur der Robotikförderung*

Seit Mitte der 2000er Jahre lässt sich eine verstärkte förderungspolitische Konjunktur von Robotikprojekten im Allgemeinen und von Sozialrobotik im Speziellen beobachten. Das zeigt sich neben Entwicklungen im Feld, wie der zunehmenden Standardisierung von Bauteilen, vor allem durch breit angelegte Forschungsförderungsprogramme in den USA, Japan, Südkorea und der EU. Die damalige EU-Kommissarin für digitalen Wandel, Nellie Kroes, verdeutlichte die Motivation der Europäischen Union zur Finanzierung eines neuen Robotikprogramms im Sommer 2014 folgendermaßen: „Other parts of the world are taking this seriously. The US just launched their National Robotics Initiative; South Korea and Japan are both investing heavily.“ (Kroes 2014) Die in der Rede angekündigte Investitionssumme für Robotikforschung im Rahmen des „Horizon 2020“-Förderprogramms beläuft sich auf gut 700 Millionen Euro. Die von Kroes erwähnte „National Robotics Initiative“ in den USA soll bis Projektende 2020 ungefähr 500 Millionen US-Dollar ausgeschüttet haben. Beide Initiativen begründen sich inhaltlich darin, dass Robotik und Sozialrobotik einerseits als *Problemlösungsressource* zu *volkswirtschaftlichen Fragen* wie der Automatisierung von Arbeit oder dem Umgang mit dem demographischen Wandel eruiert und ausgebaut werden sollen. Andererseits haben sie *konjunkturelle Effekte* und die Investition in den eigenen Wirtschaftsraum im Blick. Durch Kooperationen mit Unternehmen (teils als öffentlich-private Partnerschaft) sollen die Investitionssummen vervielfacht und Arbeitsplätze in Forschung und Entwicklung geschaffen werden, um zukünftige Marktanteile zu sichern.

Die „National Robotics Initiative“ wird von unterschiedlichen Regierungsorganisationen koordiniert, u.a. vom Gesundheitsministerium, dem Landwirtschaftsministerium, der NASA und der Militärforschungsbehörde DARPA. Bereits im ersten Satz der Projektbeschreibung wird das Ziel der Initiative deutlich: „The goal of the National Robotics Initiative is to accelerate the development and use of robots in the United States that work beside or cooperatively with people“ (NSF 2015a). Roboter sollen also die Si-

cherheitskafige industrieller Fertigung verlassen, um Seite an Seite mit Menschen zu arbeiten. In Korrespondenz mit Asimovs Versprechen 35 Jahre zuvor wird auch hier zuerst von der (notwendigen) Entwicklung vor der eigentlichen Nutzung gesprochen und somit ein längerer Weg impliziert. Mit dem Begriff der Beschleunigung von Entwicklung und Nutzung kommt zudem eine steuerungspolitische Absicht zum Ausdruck.

Das europäische Robotikforderungsprogramm SPARC fokussiert in seiner Eigendarstellung vor allem auf die Stärkung des Wirtschaftsraums anstatt auf einen konkreten Einsatzmodus wie die amerikanischen Co-Bots. In einer kursorischen Aufzählung werden Anwendungsdomänen mit Potential zum Marktwachstum genannt: Landwirtschaft, Krankenhäuser und selbstfahrende Autos. Laut eigener Zielstellung soll SPARC vor allem „mehr als 240.000 Arbeitsplätze schaffen“ und so die europäischen Anteile im wachsenden Robotikmarkt verteidigen und ausbauen (Nordinger 2014). Die beiden prominenten Programme stehen damit beispielhaft für die Steuerungsziele ziviler Robotikförderung: direkte konjunkturelle Effekte und ein in die Zukunft adressiertes volkswirtschaftliches Potential der Automatisierung.

Die forderungspolitische Konjunktur der Robotik geht vielfach mit dem Befund einher, dass verkörperte, physische Schnittstellen in Verbindung mit Internetkonnektivitat die nächste große Umwälzung der Bedingungen von Produktion und Konsumption im Rahmen der digitalen Revolution seien (Economist 2014). Unter Schlagworten wie „Internet of Things“ oder auch „Industrie 4.0“ werden dabei autonome Fahrzeuge, digitalisierte Fertigungshallen oder sich selbsttätig regulierende Haushaltsgegenstände als unmittelbar bevorstehend, bzw. als ‚Flaschenhals‘ für weitere Entwicklungen besprochen. Beitragende dieses Trends sind neben massenmedialen Diskursen auch Investoren aus der Internetwirtschaft wie Google und Facebook, die Herstellerfirmen für solche ‚verkörperten‘ Digitaltechnologien aufkaufen. Gleichzeitig bereiten sich auch andere Akteure und Institutionen auf den Einsatz solcher Technologien im Alltag vor, wie zum Beispiel die erstmals vorgenommene internationale Standardisierung der Anforderungen an Pflegeroboter durch die ISO (ISO 13482) zeigt. Die Etablierung solcher Normen und Standards werden in der Technikgeneseforschung gemeinhin als wichtige Wegmarken in der Etablierung und Durchsetzung einer Technologie verstanden (Bijker & Hughes 1987).

Der beobachtbare Trend speist sich wesentlich aus dem Versprechen, die Automatisierung durch Robotereinsatz, wie sie aus der Industrie bekannt ist, auch auf andere Domänen des menschlichen Lebens auszudehnen. Ein noch zu diskutierendes Beispiel dafür ist die Fokussierung auf die Technisierung der Pflege alter Menschen als Anwendungsfeld von Sozialrobotik (V.4.2). Hieran zeigt sich das Automatisierungsversprechen in doppelter Hinsicht. Zum einen sollen Roboter als Assistenten oder Substitute von Pflegekräften den durch den demographischen Wandel steigenden Zahl von Pflegebedürftigen kompensieren. Zum anderen wird sowohl im europäischen als auch im US-amerikanischen Raum darauf hingearbeitet, durch emotional assistive Roboter die Qualität der Pflege unter diesen Bedingungen zu erhöhen. Dadurch werden vergleichsweise komplexe Phänomene wie das körperliche, geistige und emotionale Wohlbefinden im Alter verstärkt zum Gegenstand von Technikentwicklung (ebd.). Noch ohne Blick auf die Genese und soziale Konstruktion von Wirksamkeit und Erwünschtheit solcher Entwicklungen lässt sich feststellen, dass diese von institutionellen, politischen und wirtschaftlichen Akteuren gefördert und durch Ausschreibungen gewissermaßen gesetzt werden. Es handelt sich vor allem um förderungspolitisch gewünschte Anwendungen.

Innerhalb der Robotikforschung und -entwicklung zeigt sich die Konjunktur des Feldes in einer zunehmenden Standardisierung von Hard- und Software für robotische Plattformen. Insbesondere im Bereich der „Middle Ware“, also der Steuerung unterschiedlicher Komponentensysteme über eine integrierte Software-Architektur, hat es in den vergangenen Jahren große Fortschritte gegeben. Die Firma Willow Garage, getragen durch ehemalige Mitarbeiter aus dem Personal-Robotics-Programm der Stanford University, hat ein Open-Source-Programm entwickelt, das nicht nur kostenlos verfügbar ist, sondern auch zum gemeinsamen Weiterentwickeln offen steht (Open Source Robotics Foundation 2015). Die Verfügbarkeit von Ready-Made-Lösungen, wie dem bereits erwähnten Roboter NAO, deutet ebenfalls einen gewachsenen Markt von und für Sozialrobotikforschung an. Nun können auch Forschungsgruppen ohne Zugang zu großen Forschungsförderungen selbstständig kleinere Projekte aufsetzen und Robotikexperimente durchführen.

Im Feld der Sozialrobotik selbst wird diese Konjunktur durchaus ambivalent besprochen. Ein Robotikprofessor aus den USA formulierte mir gegenüber die Einschätzung, dass ihn die jüngste Konjunktur der Robotikforschung an die 1990er Jahre erinnert, als sich das WWW für Privatanwender durchsetzte (Feldtagebuch 15.04.2015): Der technologischen Möglichkeit der grafischen Benutzeroberfläche folgte eine „Kambrische Explosion“⁵⁰ an Erscheinungsformen und Darstellungsweisen von Webseiten, die – abgesehen von ästhetischen Präferenzen – nicht alle der Benutzerfreundlichkeit dienen/zuträglich waren. Auf diese sprunghafte Vielfalt folgte ein Einpegeln auf gewisse Standards des Webdesigns, die sich als nützlich und verbindlich herauskristallisiert hätten. Ein ähnliches Einpegeln stehe dem Design und den Forschungsansätzen der Sozialrobotik erst noch bevor.

2. *Militärische Förderung*

Die Finanzierung und Durchführung von Robotikforschung geschieht unter ausdrücklichen Verweisen auf die Kompetitivität von Wirtschaftsräumen. Gleichzeitig erinnert die derzeitige Konjunktur an eine für die KI-Forschung typische Figur des wellenförmigen „Wettrüstens“.

Die Geschichte der KI-Forschung war und seit ihrem Beginn eng an die der Militärforschung gebunden. Das Paradebeispiel für einen kybernetischen (Selbst-)Steuerungskreislauf ist der Vorschlag zu einem die Flugbahn des gegnerischen Bombers antizipierenden Luftabwehrgeschützes von Norbert Wiener und seinem Assistenten Julian Bigelow in den 1940er Jahren (Lettkeman & Meister 2004: 107). Die Intelligenz der Flugabwehrkanone „antiaircraft(AA)-predictor“ bestand darin, den zukünftigen Kurs des angreifenden Bombers nicht nur mechanisch-kausal zu prognostizieren, sondern ein mathematisches Selektionsschema zu erstellen, das „aus den statistischen Mustern der vorausgehenden Kursabweichungen einen realzeitlichen Schluss auf die wahrscheinlichen Bewegungen des Feindflugzeuges ermöglichen sollte“ (ebd.). Viele Stu-

⁵⁰ Die „Kambrische Explosion“ bezeichnet das fast gleichzeitige, erstmalige Vorkommen von Vertretern fast aller heutigen Tierstämme in einem geologisch vergleichsweise kurzen Zeitraum von 5 bis 10 Millionen Jahren. Die Analogie stammt vom Gesprächspartner.

dien zu Ursprung und Verbreitung der Kybernetik⁵¹ betten diese in die militärisch-wissenschaftliche Verquickung des so genannten „World War II-regime“ ein (Edwards 1996). In wiederkehrenden Schleifen (Breiter 1995) gehen seitdem populäre Paradigmen der KI-Forschung mit förderungspolitischen Konjunkturen einher, die regelrecht an ein Wettrüsten erinnern. Nachdem die japanische Regierung in den 1980er Jahren zum Beispiel ein zehnjähriges Programm zur Schaffung parallel verarbeitender Expertensysteme der „5. Generation“ auflegte, zogen Großbritannien („Alvey“), die Europäische Gemeinschaft („Esprit“) und die USA („MCC“) binnen kurzer Zeit mit ähnlichen Projekten nach. Es entspann sich ein internationaler Wettbewerb um die leistungsfähigste KI-Forschung, der sich überwiegend aus der Sorge um die „Sicherung des Wirtschaftsstandortes“ speiste (ebd.: 303).

Die große Bedeutung militärischer Förderung in der KI-Forschung ist auch in der gegenwärtigen Robotik- und Sozialrobotikforschung präsent. Das gilt vor allem für die US-Robotikforschung, die sich in das historische Erbe des höchsten Verteidigungsbudgets aller Staaten der Erde einreihet und auf das „World War II-regime“ beziehungsweise eine „Cold War-mentality“ rückführbar ist (Šabanović 2007: 70). Robotikprojekte werden beispielsweise vor dem Hintergrund asymmetrischer Konflikte auch im Hinblick auf den zivilen Verteidigungsfall begründet. Eine Forscherin stellte in einem Vortrag so die Relevanz für alltagstaugliche Search and Rescue Robots her: „in the days of terrorism, we need robots even more“ (ebd.: 72). Bis heute wird der deutlich überwiegende Teil der Robotik- und auch der Sozialrobotikforschung in den USA von der Militärforschungsbehörde DARPA oder anderen Förderprogrammen aus dem Militär und Verteidigungsministerium finanziert (ebd.: 68), während Sozialrobotik in der EU und Japan vor allem ein Feld ziviler Forschungsförderung ist. Ohne diese Finanzierung aus dem Pentagon hätte es die US-amerikanische Robotikforschung der 1990er und 2000er Jahre, und damit auch wesentliche Beiträge zur Forschung zu „social robots“, so nicht gegeben (Menzel & D’Alusio 2000: 27).

⁵¹ Die Kybernetik ist ein transdisziplinärer Zugang zu einer universalistischen Theorie der (Selbst-)Steuerung von Systemen unterschiedlicher Art und versucht zum Beispiel, Maschinen, organische Lebewesen und soziale Systeme nach ähnlichen Prinzipien zu analysieren und modellieren. Insbesondere im Hinblick auf ihr universalistisches, gesellschaftliches Lösungsversprechen bezieht sich die Künstliche Intelligenzforschung, die sich 1956 explizit unabhängig von der Kybernetik ausrief, bis heute auf kybernetische Ideen (Meister 2011b).

Gleichzeitig gilt die Sozialrobotik mit ihrer Ausrichtung auf zivile Anwendungsfelder auch als Domäne für Forschende, die nicht explizit im Rahmen von Militärprojekten arbeiten wollen. Diesen Eindruck vermitteln sowohl Beobachter des Feldes wie der australische Philosoph Robert Sparrow (2006, 2007) als auch Forschende selbst, wie die im Rahmen der vorliegenden Studie befragten Personen. Das heißt allerdings nicht, dass sich Forschende explizit oder gar öffentlich gegen „defense funding“ aussprechen. Stattdessen wird sich stillschweigend um andere Finanzierungsquellen für die eigene Forschung bemüht. Im Sample von 15 in den USA tätigen Sozialrobotikforscherinnen oberhalb des Doktorandenstatus erwähnten nur zwei selbstläufig, dass sie eine militärische Finanzierung ihrer Arbeit ablehnen und explizit vermeiden. In einem Fall seien dem betreffenden Forscher daraus handfeste Nachteile entstanden, wie ein Mitarbeiter vertraulich erwähnte (Feldtagebuch 3.4.2014). So ist das Hauptkriterium zur Entscheidung über die Festanstellung nach der Zeit als „assistant professor“ die Höhe eingeworbener Drittmittel, die für Sozialrobotikprojekte aus anderen als Militärförderungsmitteln, wie zum Beispiel dem NSF, schwerer zu erhalten sind und vor allem geringer ausfallen. Obwohl er als internationale Koryphäe seines Fachs gelte, sei die Entfristung seiner Stelle deswegen gefährdet gewesen. Im Umkehrschluss ist davon auszugehen, dass ein Großteil der im Rahmen der Studie begleiteten und interviewten „senior researchers“ in den USA Militärförderung annehmen oder angenommen haben.

Dass Sozialrobotik-Forschende die militärische Förderung oder Nutzung ihrer Arbeit thematisieren, ist, wie sich an obiger Beobachtung zeigt, eher selten, was die Ausnahme umso instruktiver macht. In einem Paper berichtet eine Forschungsgruppe vom Zentrum für angewandte KI-Forschung der US Navy, wie sie anhand spielerischer Experimente mit der Tochter eines Forschers Algorithmen zum Versteckspielen entwickelt hat (Traf-ton et al. 2006). Dabei wurden zwei verschiedene kognitionstheoretische Thesen zum Versteckspielen (Perspektivübernahme des Suchenden vs. Objekteigenschaften lernen) rechentechnisch und empirisch getestet. Zu den Zielen dieser Forschung heißt es in nebensächlichem Ton: „So if, for example, we want to create a robot that can search for hidden snipers, it makes sense to encode knowledge about how humans hide“ (ebd.: 1). Ein mögliches Anwendungsbeispiel der Forschung sei ein nach Scharfschützen suchender Roboter, der mit rechentechnischen Modellen von „Verstecken“ bei Menschen ausgerüstet ist. Dass ein Roboter, mit solchen Fähigkeiten und mit einer Waffe ausgerüstet,

selbst ein hervorragender Scharfschütze wäre, wird ausgespart – obwohl es im Kontext des explizierten Beispiels ebenso naheliegend, wenn nicht sogar plausibler wäre. Es entsteht der Eindruck, dass das Bild des Roboters *als* Waffe der Form halber vermieden wird. Obwohl die beiden Erstautoren Angestellte einer Militärforschungsinstitution sind, scheint es für den sozialrobotischen Kontext des Papers nicht angebracht, die mögliche Nutzung als Waffe explizit zu thematisieren.⁵²

Im Diskurs um so genannte „Killer-Roboter“ (Maschinen, die gezielt für den Kriegseinsatz entwickelt werden) mehren sich dagegen öffentliche Statements von KI-Forschern, die gegen die Verwendung ihrer Arbeit als Waffen Stellung beziehen. In einem offenen Brief riefen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der hoch profilierten „International Joint Conference on Artificial Intelligence“ dazu auf, „zum Wohle der Menschheit“ auf die Entwicklung autonomer Waffen zu verzichten (IJCAI 2015). Menschenrechtsorganisationen nehmen sich des Themas ebenfalls verstärkt an. Human Rights Watch veröffentlichte eine umfassende Studie (2012), in der ein prinzipielles Verbot von Kampfrobotern gefordert wird. Im Jahr 2013 haben insgesamt 40 Organisationen, darunter Amnesty International und Human Rights Watch, gemeinsam die Kampagne „Stop Killer Robots“ (2015) gestartet, mit der automatische Kriegswaffen international geächtet werden sollen. Im Rahmen der Vereinten Nationen ist bereits ein Prozess zur Verabschiedung einer Resolution gegen entsprechende Waffensysteme angestoßen worden. Im April 2015 fand das zweite „informal meeting“ zur Anhörung von Vertretern von 90 Nationen, UN-Organen, dem Internationalen Roten Kreuz und der Kampagne von Hilfsorganisationen, statt (UN 2015).⁵³

Die Sozialrobotik verhält sich gegenüber dem wissenschaftlichen und öffentlichen Diskurs über „Killerroboter“ und Drohnen ambivalent. Es handelt sich um ein Feld, in dem

⁵² Wohingegen die (in Vorträgen mit Fotos unterlegte) Beschreibung des spielerischen Experimentierens mit der eigenen Tochter in Verknüpfung mit der Möglichkeit, das daraus gewonnene Wissen in einem Militärroboter zur Anwendung zu bringen, von den Autoren offenbar nicht als Unangemessen empfunden wird.

⁵³ Für diese Entwicklungen ist mit Blick auf die US-Robotikforschung jedoch einschränkend zu sagen, dass US-amerikanische Forscher und Forscherinnen nur sehr selten öffentlich auftreten als Unterzeichner des Briefes oder als Experten für die Studien und Anhörungen der Menschenrechtsorganisationen auftreten. Zu den öffentlichen einsehbaren Befürwortern der unterschiedlichen Initiativen gehören beinahe ausschließlich Forscherinnen, die an europäischen, asiatischen oder südamerikanischen Forschungseinrichtungen angestellt sind.

wenig Unterstützung für solche Absichten vorherrscht, gleichzeitig werden politische Diskussionen nicht offen geführt. Alle Positionierungen zu diesen Themen, die im Rahmen dieser Studie erhoben wurden, fielen in vertraulichen Gesprächen, teilweise erst nach dem andere Personen den Raum verlassen hatten (Feldtagebuch 3.4.2015).

Zwar verdichtet sich seit Anfang der 2000er Jahre ein Feld „Roboethics“, das interdisziplinär, u.a. unter der Hinzuziehung von Philosophen und Juristen, ethische Fragen des Einsatzes von Robotern diskutiert. Viele Robotikforschende, auch in der Sozialrobotik, verhalten sich diesen Fragen gegenüber öffentlich allerdings indifferent. Wenn ethische Fragen im Feld thematisiert werden, dann häufig im Hinblick auf Forschungsethik oder die Gewünschtheit und Akzeptanz bestimmter Verhaltenssequenzen des Roboters. Eine Auseinandersetzung mit langfristigen und strukturellen Fragen der Entwicklung und des Einsatzes von Robotern – und der eigenen Rolle darin – wurde selbstläufig nur von einem Forscher thematisiert, der zu dieser Frage auch Vorträge hält und ein Curriculum von frei zugänglichen Texten veröffentlicht hat (Feldtagebuch 08.04.2014).

3. *Grand Challenges als regulatives Ideal von Forschung*

Forschungsförderung geht mit der Formulierung von Zielen einher, die ganz unterschiedliche Eigenschaften und Bewährungsansprüche haben können. Als US-Präsident Kennedy 1961 das Ziel ausgab, binnen einer Dekade einen Menschen zum Mond (und zurück) zu bringen, war das eine Reaktion auf Gagarins ersten Weltraumflug eineinhalb Monate zuvor. Das Ziel einer Mondmission wurde dementsprechend an der Historizität dieses Ereignisses gemessen und musste es übertreffen, wie Kennedy deutlich machte: „No single space project in this period will be more impressive to mankind, or more important for the long-range exploration of space; and none will be so difficult or expensive to accomplish.“ (Kennedy 1961) Neben der Eindrücklichkeit wird auf die Nützlichkeit im Sinne weiterer Weltraumprojekte abgestellt und die außerordentliche Schwierigkeit seiner Erreichung hervorgehoben, die das Bündeln von Kräften erfordert. Diese Kombination ist typisch für so genannte „Grand Challenges“ (Fisher et al. 2014: V).

Mertens und Barbian definieren in ihrer Untersuchung verschiedener Grand Challenges in der Informatik folgende integrierende Funktionen dieser diskursiven Figur:

mittel- bis langfristig fokussierte Themen, die signifikante Durchbrüche in Grundlagenforschung, angewandter Forschung und technischer Entwicklung [...] erfordern. [...] Es werden Szenarien entwickelt, die leicht zu kommunizieren und zu verstehen sein sollen. Das Ziel muss sehr anspruchsvoll sein und an der Grenze des ‚gerade noch Möglichen‘ liegen. (Mertens & Barbian 2013: 4)

Es handelt sich also um kommunikative Hybriden aus konkretem Szenario und Grenzfall des derzeit technisch Vorstellbaren, unter dessen Schirm sich sowohl Anwendungs- als auch Grundlagenforschung vereinen sollen. Außerdem soll das Ziel möglichst bildhaft und für verschiedene Empfänger verständlich sein. Die Unterschiedlichkeit dieser teils zueinander in Spannung stehenden Merkmale liegt vor allem in der komplexen Zielstellung von Grand Challenges begründet (ebd.: 6). Einerseits sollen sie ‚nach außen hin‘ das Interesse von Institutionen der Forschungsförderung und politischen sowie wirtschaftlichen Entscheidern wecken. Zum anderen sollen sie ‚nach innen‘ der ‚Verschweißung‘ (ebd.) unterschiedlicher Ansätze und Institutionen im Feld dienen und ein Wettbewerbsklima schaffen, das Weiterentwicklung ermöglicht, um einen technologischen Durchbruch zu erreichen.

Die Grand Challenge als gemeinsamer Horizont wirkt damit beinahe wie eine Antwort auf verschiedene Probleme technikwissenschaftlicher Forschung, die die Wissenschafts- und Technikforschung identifiziert hat. Mit Blick auf Governance-Mechanismen scheinen notwendigerweise unscharfe Konstrukte wie Grand Challenges als gut funktionierender Mittler für Innovationspolitik zu dienen (Rip & Voß 2013), zumal sich die übergreifenden Grand Challenges auf Akteursebene ganz unterschiedlich auf handlungsleitende Strukturen, Kontexte, Rationalitäten und Werte niederschlagen können (Felt & Fochler 2010: 4f.). Zum Zweiten korrespondiert die Idee der ‚Verschweißung‘ von Forschenden mit dem Problem der Herstellung gemeinsamer Bezugspunkte in heterogenen Kooperationen (I.3.2; Meister 2011b). Die in die Zukunft projizierten Ziele können dabei als Antwort auf die Schwierigkeit gelesen werden, gemeinsame Ziele in der Gegenwart zu formulieren. Zum Dritten wird die innovative Funktion von Wettbewerben – Challenges werden oft explizit kompetitiv ausgetragen – auch für die Robotikentwicklung seit einigen Jahren untersucht (Braun-Thürmann 2002; Mai-

baum 2012; Maibaum & Derpmann 2013). In diesen vereinen sich gleich mehrere wichtige epistemische Funktionen für Forschende wie „Praxistest, Vergleichsmaßstab und Demonstration“ (Maibaum & Derpmann 2013: 25).

Ein paradigmatisches Beispiel für die genannten Eigenschaften von Grand Challenges im Bereich der Robotik ist der Entwicklungswettbewerb RoboCup, dessen Initiatoren 2001 ein öffentlichkeitswirksames Ziel formuliert haben: Im Jahr 2050 wollen sie eine Roboter-Mannschaft stellen, die im direkten Vergleich mit den besten menschlichen Mannschaften die Fußball-Weltmeisterschaft gewinnen kann (Pearson 2001). Das Ziel ist sehr bildhaft und nicht zuletzt aufgrund der globalen Popularität des Fußballs für verschiedene Empfänger anschlussfähig. Es bietet ein konkretes Szenario (Fußballspiel), das gleichzeitig Grenzfall des technisch Vorstellbaren ist (Roboter spielen besser Fußball als Menschen).⁵⁴ Das Format des Fußballspiels liefert zudem konkrete Kriterien zur Vergleichbarkeit (Tor / kein Tor) und ein kompetitives Umfeld (Wettbewerb der Forschungsteams), das innovative Entwicklungen katalysiert.

Roboter in Alltagskontexten spielen in Grand Challenges aber auch häufig eine verweissende Funktion. In ihrer Untersuchung verschiedener Grand Challenges identifizieren Mertens und Barbian auch Ziele, die soziale bzw. alltägliche Roboter einschließen (Mertens & Barbian 2013: 7-14). So wurde in England die Grand Challenge formuliert, einen Roboter mit der Verhaltenskomplexität eines Kleinkindes zu entwickeln: Hierbei dient das ausgerufene Ziel als Fokussierungspunkt für die Entwicklung computationaler Modelle zur Erforschung und Simulation der Architektur von Gehirn und Denkweisen (Eder 2009: 33). In der technischen Informatik ist die Zielsetzung formuliert worden, Roboter zu konstruieren, die in nicht-technischen Lebensbereichen wie der Altenpflege eingesetzt werden können. Auch hier steht nicht zuerst die Entwicklung eines eigentlichen Sozialroboters im Zentrum, sondern die technische Erarbeitung einer prinzipiellen Problemlösung, von der andere nicht-technische Anwendungsbereiche dann profitieren können sollen (GIIT 2008). An beiden Beispielen zeigt sich, dass Vorstellungen von Robotern bzw. Anwendungsfällen, in denen Roboter vorkommen, selbst als regulatives

⁵⁴ Der selbst gesteckte Rahmen von 50 Jahren orientiert sich am Abstand zwischen den ersten Entwicklungen von KI für Computerschach und dem ersten Sieg eines Computerprogramms gegen den damaligen Schachweltmeister Gari Kasparow im Jahre 1997.

Ideal von Forschung funktionieren. Im Fall der neurowissenschaftlichen „Grand Challenge“ aus England fungiert die Idee eines kleinkindähnlichen Roboters als Spezifikation vom Abstrakten (computationale Modelle von neurowissenschaftlichen Modellen) zum Konkreten. Beim von der Technischen Informatik ausgerufenen Ziel von Robotern in Alltagskontexten handelt es sich um eine Abstraktion vom Konkreten – dem Entwickeln einzelner, ermöglichender Komponenten – zum Abstrakten, d.h. dem integrierten Funktionieren in einer Anwendungsdomäne. Viele Forschungsprojekte, die Roboter als mögliche Anwendung anführen, fallen in eine der beiden Kategorien, die Meister als Merkmale von „Boundary Objects“ rekonstruiert hat (Meister 2011b: 54). Mit diesem Konzept sind eben genau solch hybride Bezugsmöglichkeiten wie Grand Challenges mit ihren oben aufgezählten überbrückenden Funktionen gemeint.

Die Idee des alltäglichen Roboters wird von verschiedenen Akteuren im Feld als Zielstellung konstruiert. Grand Challenges sind dabei weniger deskriptive Vorstellungen möglicher Zukünfte als vielmehr wünschenswerte, normative, strategische Kursvorgaben. Ihr Funktionieren als regulatives Ideal impliziert nicht zwingend ein messbares Näherkommen an die große Vision; sie dienen nach innen und außen vor allem als Motivationsfaktor.

4. *Zwischenfazit – Doppelte Nützlichkeit*

Roboter werden anhand der stets mitgeführten Vorstellung von Automatisierung als forschungspolitisch und wirtschaftlich nützlich konstruiert. Die Steuerungsziele ziviler Robotikförderung sind dabei deutlich geworden: direkte konjunkturelle Effekte und ein in die Zukunft adressiertes volkswirtschaftliches Potential der Effektivitätssteigerung. Robotikentwicklung wird in diesem Kontext gewissermaßen zur nationalökonomischen Aufgabe. Der Einsatz von Robotern in verschiedenen Alltagskontexten ist in dieser Hinsicht vor allem ein förderungspolitisch gewünschtes Anwendungsfeld.

Die Finanzierung und Durchführung von Robotikforschung erinnert in ihrer derzeitigen Konjunktur an eine für KI-Forschung typische Figur des wellenförmigen Wettrüstens. Obwohl die Sozialrobotik mit ihrer Ausrichtung auf zivile Anwendungsfelder als Do-

mäne von Forscherinnen gilt, die nicht explizit im Rahmen militärischer Projekte arbeiten wollen, zeichnet sich zumindest im Fall der in den USA angesiedelten Projekte ein ambivalentes Verhältnis zu militärischer Förderung ab. Das wird weniger durch das Auffinden einzelner Beispiele von Sozialrobotikforschung für militärische Anwendungen deutlich als durch ein weiträumiges Ausklammern und Schweigen über die Kultur des „defense funding“, die offenbar so mächtig wirkt, dass man sich besser nicht öffentlich gegen sie stellt. In dieser Hinsicht wird der Transfer sozialrobotischer Forschungsergebnisse für die militärische Nutzung von vielen Akteuren im Feld sicherlich nicht gewünscht, die prinzipielle Nähe zu deren Fördertöpfen aber mindestens nützlich, wenn nicht gar notwendig.

Aufgrund der Popularität und kulturellen Anschlussfähigkeit von Robotervorstellungen sowie des integrierenden Moments der Robotikforschung sind Robotikanwendungen auch nützlich im Sinne eines regulativen Ideals. Anhand der in der KI-Forschung verbreiteten Figur der Grand Challenge zeigt sich, wie solche Ziele gewissermaßen als Antwort auf Probleme technikwissenschaftlicher Forschung funktionieren, nämlich vor allem als externe und interne Motivation für Forschung und deren Förderung.

Wir haben bislang zwei Aspekte der Genealogie der Sozialrobotik fokussiert: Die diskursive Figur der zukünftigen Gegenwart der Robotik anhand ihrer literarischen Ursprünge und das sich an den Zielen der Förderung von Robotikforschung ausdrückende Problemlösungsversprechen. Diese beiden Näherungen an die Frage, wie das ‚das Soziale‘ in der Sozialrobotik in den Blick gerät, wäre unvollständig ohne den Blick auf die epistemische Kultur der Computer Science. Diese und ihr Konflikt zwischen abstrahierender Theoriepraxis und praxeologischem Entwerfen kennzeichnen auch die Bezugsmöglichkeiten der Sozialrobotik zu ihren Gegenständen.

3. Computer Science zwischen Wissenschaft und Design

Computerwissenschaften und KI-Forschung zeichnen sich durch einen bestimmten Zugang zur Welt und ihren Gegenständen aus: Sie zentrieren sich um die Entwicklung von Werkzeugen zur Lösung von Problemen. Damit geht eine Tendenz zur Behandlung und epistemischen Rolle von Wissen, Methoden und Empirie einher. Als Kultur der Computer Science⁵⁵ ist diese Tendenz beschreiben und verschiedentlich diskutiert worden.

Der Turing-Preisträger Edsger Dijkstra (1986) hat den Zugang der amerikanischen Computer Science zu ihren wissenschaftlichen Gegenständen als werkzeughörig problematisiert (3.1). Mit dem Bild des Werkzeugmachers wiederum hat Frederick Brooks (1988 [1977]), ebenfalls Turing-Preisträger, das tastende, iterative Designen als einzig adäquates Vorgehen im Hinblick auf die praktischen Gegenstände der Computer Science verteidigt (3.2).⁵⁶ Im Zuge der Computerisierung weiterer wissenschaftlicher Disziplinen beanspruchen die vermeintlichen Werkzeuge zunehmend explanatorische Qualitäten. Zumindest in der Wissenschaftskommunikation dieser Disziplinen lässt sich das Credo „Bauens als Lösen“ beobachten, das auch für ‚letzte Fragen‘ gültig sei (3.3).

1. *Dijkstra: Kritik der Werkzeughörigkeit*

In zwei wegweisenden Aufsätzen entwickelte der Mathematiker und Informatiker Dijkstra eine Kritik der „kulturellen Kluft“ zwischen Computer Science und Mathematik (Dijkstra 1986, 1987). Schon im Namen „Computer Science“ drückt sich das von Dijkstra problematisierte Phänomen aus:

[...] the topic became – primarily in the USA – prematurely known as ‚computer science‘ – which, actually is like referring to surgery as ‚knife science‘ – and it was firmly implanted in people's minds that computing science is about machines and their peripheral equipment. Quod non. (Dijkstra 1986)

In den frühen Tagen der Computerwissenschaften bestand eine der wichtigsten Aufgaben der Forschenden darin, die Maschinen technisch in arbeitsfähigen Zustand zu ver-

⁵⁵ Ich verwende hier den englischen Begriff, weil die Entwicklungen im anglo-amerikanischen Wissenschaftsraum gemeint sind. Die hier fokussierte epistemische Entwicklung des Feldes ist stark vom US-amerikanischen Kontext der 1950er bis 1990er Jahre geprägt, und viele Aussagen ließen sich nicht problemlos auf die deutsche Informatik umlegen.

⁵⁶ Den Hinweis auf beide Autoren verdanke ich Cynthia Matuszek.

setzen bzw. diesen zu bewahren. Diese Aufgabe war beim damaligen Stand der Technik alles andere als trivial, aber eben auch keine wissenschaftliche Aufgabe. So entstand laut Dijkstra die Verwechslung, dass es in „computer science“ vorwiegend um Computer gehe, so als ob die Chirurgie Skalpelle zum Gegenstand hätte.

Dijkstra diagnostiziert, dass sich dieses Missverständnis in der Geschichte der Computerwissenschaften folgeschwer fortgesetzt habe. Als die technischen Grundlagen der Herstellung, Inbetriebnahme und Wartung eines Computers durch Massenproduktion trivial wurden, orientierten sich Computerwissenschaften auf *Anwendungen* und distanzieren sich damit von den Aufgaben der Elektroingenieure. Gleichsam verblieb das Formulieren und Konzeptualisieren dieser Anwendungen in seiner eigenen, computerwissenschaftlichen Domäne „losgelöst von all den spezifischen Problemen, die entstehen, wenn man Computer sinnvoll in gesellschaftliche Bereiche eingliedern will“ (Dijkstra 1986, Übersetzung AB). Die „computer science“ litt also weiterhin an einer Überbetonung ihrer Mittel auf Kosten ihrer Ziele und Wissenschaftlichkeit.

Dijkstra weitet diese Figur zur genealogischen Kritik der *Kultur* der Computerwissenschaften⁵⁷ aus und zielt dabei immer wieder auf den Unterschied zwischen ausprobierendem Programmieren und der Behandlung eines Programms als mathematisches Problem (Dijkstra 1988). Die Kritik richtet sich dabei auch explizit an „engstirnige“ Mathematiker. Die ersten Mathematiker, die mit Computern arbeiteten, hätten es versäumt, ihre wissenschaftlichen Standards den Maschinen in deren Geburtsstunde einzuschreiben. Den Kardinalfehler der Computerwissenschaften, den mathematischen Schluss nicht als Lösungsweg implementiert zu haben, fasst Dijkstra am Beispiel funktionierender und nicht-funktionierender Programme pointiert zusammen:

What is now known as ‚iterative design‘ is the paradigm for the pragmatist, who believes that his design will work properly unless faced with evidence to the contrary, upon which he will seek to improve his design. [...] The scientific designer, in contrast to the pragmatist, believes in his design because he knows why it will work properly under all circumstances. (Dijkstra 1986)

⁵⁷ Mit „Kultur“ meint Dijkstra zum einen (teils psychologisierten) Einstellungen und Praktiken, vor allem durch universitäre Ausbildung weitergegeben und sedimentiert werden. Zum anderen richtet sich seine Kritik an die Art des wissenschaftlichen Problemlösens.

Seine Kritik am designenden Programmieren kulminiert in der Wertung, dass diese Tätigkeit nicht wissenschaftlich sei. Das verbreitete „iterative design“ tauge nur so weit, wie die Umstände des Entwicklungsprozesses und der Implementierung in die Anwendung seine Fehler aufdeckten – anstatt von vornherein eine ‚saubere‘ Lösung zu erdenken.

Zusammengefasst markiert Dijkstra drei Unterschiede zwischen den Praktiken der Computer Science und einem (genuin) wissenschaftlichen Vorgehen: a) Das Bild vom Computer als Universalmaschine führe zu einer Unterbewertung von Wissen, welches nur noch als Kontext an und für sich universaler Anwendungen verstanden werde. Dadurch komme es epistemisch gesehen b) zu einem Fokus auf formallogische Prozeduren, die zwischen der ‚Natur‘ der Maschine und der Aufgabe des Programmierers, die Anwendungsdomäne daraufhin zu formalisieren, vermittele. Die Notwendigkeit der Formalisierung führe dazu, dass c) Computer Science (im Gegensatz zur ‚gildenhaft verschwiegenen‘ Mathematik) methodologische und methodische Fragen explizit verhandeln müsse.

2. *Brooks: Computerwissenschaftler als Werkzeugmacher*

Frederick Brooks' Aufsatz „The Computer ‚Scientist‘ as Toolsmith“ (1988 [1977]) lässt sich – obwohl neun Jahre zuvor geschrieben – als Replik zu Dijkstras Position lesen. Brooks folgt zwar der Beobachtung, dass Computer Science im Grunde der falsche Name für das Fach sei, zieht aber die entgegengesetzte Folgerung: Er verortet Sinn und Aufgabe der Disziplin zuerst im Erarbeiten von Werkzeugen statt im Lösen wissenschaftlicher Probleme. Dabei unterscheidet er grundlegend zwischen den Erkenntnismodi von Naturwissenschaftlern und Ingenieuren: „The scientist builds in order to study; the engineer studies in order to build.“ (Brooks 1988: 1) Die Computer Science sei dieser Unterscheidung folgend eine Ingenieurwissenschaft: „We are concerned with making things, be they computers, algorithms, or software systems.“ (ebd.)

Wesentliches Kriterium der Selbsterortung als Werkzeugmacher (wörtlich sogar *Werkzeugschmied*) ist aber nicht das schaffende Moment allein, sondern vor allem die Rolle als Dienstleister. Zwar seien die Produkte der Computer Science keine direkt dienstba-

ren Objekte wie Häuser, Autos oder Medikamente, wohl aber – den österreichischen Computerpionier Heinz Zemanek zitierend – „abstract objects“. Der Computerwissenschaftler designe nicht den letzten Schritt der Verwendung, also die konkrete Nutzung der Software, sondern die dafür hilfreichen und ermöglichenden Eigenschaften. Diese Selbstverortung korrespondiert mit Brooks' eigener Position im Feld: Er leitete bis Mitte der 1960er Jahre eine große Entwicklungsabteilung bei IBM und baute danach in diesem praktischen Geist das Computer Science-Institut der University of North Carolina at Chapel Hill auf. Das wichtigste Anliegen Brooks' war es, die dienstbare Rolle des Computer Scientist zu proklamieren und das Fach an den Erfolgen der Anwendung zu messen. Damit grenzte er sich deutlich von einem wissenschaftlichen Auftrag der Mehrung von abstraktem Wissen ab. Dies könne Computer Science nicht, da sie nicht nach Neuigkeit strebe, sondern nach passendem Design (ebd.: 2).

Die Hinwendung zum praktischen Design wird bei Brooks, ähnlich wie bei Dijkstra die logische Beweisführung, intellektuell ästhetisiert. Die Herausforderung des Computerwissenschaftlers als Werkzeugmacher sei eben nicht trivial, sondern bestehe im Umgang mit der „willkürlichen Komplexität“ von Designproblemen (ebd.). Diese Komplexität sei der formallogischen Darstellung und Abstrahierbarkeit mathematischer Lösungen nicht direkt zugänglich, ebenso wie ihre empirische ‚Willkür‘ – ihre Kontingenz im soziologischen Sinne – nicht notwendigerweise Ausdruck allgemeiner Gesetze sei, welche Physiker oder Biologen erforschen könnten. Für den Computerwissenschaftler wiederum sei sie ein schicksalhaftes Los und müsse offensiv angegangen werden.

Die Designprobleme, denen sich Brooks zuwendet, betreffen vor allem die Frage, wie menschliche Nutzer mit einem Computersystem möglichst effektiv im Hinblick auf die Lösung ihrer Probleme umgehen können. Dabei referiert er verschiedene Modalitäten der Mensch-Maschine-Interaktion, zum Beispiel Visualisierungen wirtschaftlicher Kennzahlen für Manager oder die Darstellung von Molekülsequenzen für die Arbeit von Biochemikern (ebd.: 3-9). Das Fazit der Auswertung verschiedener Experimentalstudien unterstreicht erneut das Konzept der idealen Passung von Produkt und Nutzerbedürfnis. Zentral sei, dass Schnittstellen ausreichend Modalitäten und Interaktionsmöglichkeiten bereithalten, sodass jede/r Nutzer das „working vocabulary“ anwenden

könne, das es ihm oder ihr am besten erlaubt, über das zu lösende Problem nachzudenken – anstatt über die Verwendung des Werkzeugs (ebd.: 9).

Methodologisch folgert Brooks aus dieser Anwendungsorientierung für die Entwicklung von Computerlösungen genau das Gegenteil von Dijkstra: die Notwendigkeit iterativen Designs. Im Rückgriff auf den Designforscher und Komplexitätstheoretiker Christopher Alexander (1964) verwirft er die Idee eines allgemein gültigen Vorgehens zum Lösen komplexer Probleme: „We observe that we have not found a direct design procedure for the man-machine interface; [...] Satisfactory man-machine systems, however, will always be the product of iterative design in which misfits are painstakingly removed.“ (ebd.: 9)⁵⁸

In einer Erweiterung seines Aufsatzes anlässlich der Verleihung des Newell-Awards definiert er die Rolle des Computerwissenschaftlers dementsprechend als „collaborator“ (1996: 64), der sich der Probleme der Anwendungsdomäne annehmen und versuchen müsse, diese zu lösen, um seine eigene Disziplin voranzubringen. Der Vorteil dieses Vorgehens sei, dass so das „ganze Problem“ in den Blick käme, nicht nur „the easy or mathematical parts“ desselben (ebd.: 65).

3. *Zwischenfazit – Werkzeuge vor Theorie?*

Mit Dijkstra und Brooks sind hier zwei Vertreter der Spannweite des (Selbst-)Verständnisses von Computer Science in den Blick gekommen. Im ersten Fall sind Computerwissenschaftler, heute auch „theoretische Informatiker“ genannt, die mit Bleistift, Papier und Ärmelschonern falsifizierbare theoretische Konstrukte erarbeiten,⁵⁹ die paradigmatischen Vertreter des Faches. Eine von Dijkstras akademischen Lebensleistungen bestand darin, die Tätigkeit des Programmierens zu verwissenschaftlichen und sie zu einer methodisch kontrollierten Praxis zu machen. Auf der anderen Seite steht der anwendungsorientierte Computingingenieur, der kein Wissenschaftler im engeren Sinne

⁵⁸ Die Widerständigkeit – gar Boshaftigkeit! – solcher komplexen Probleme hat Horst Rittel bereits in den 1960er Jahren designtheoretisch gefasst und u.a. in Bezug auf Domänen wie Stadt- und Entwicklungsplanung in Ingenieurdiskurse, u.a. in Berkeley, eingebracht (Rittel & Webber 1973).

⁵⁹ Dieses sehr anschauliche Bild und den Hinweis zur Schärfung verdanke ich Arne Berger.

sein will. Er ist Entwerfer von Lösungen für Probleme aus Anwendungsbereichen. Die dabei eingesetzten wissenschaftlichen Mittel – wie etwa quantitative Studien zur Messung von Unterschieden verschiedener Entwürfe oder Nutzungsweisen – dienen als Hilfsmittel. Dijkstra steht für eine abstrahierende Theoriepraxis und Brooks für ein praxeologisches Verständnis der Disziplin.

Obwohl beide Positionen mit entgegengesetzten Folgerungen schließen, ist es doch bemerkenswert, dass sie zunächst von demselben Problem ausgehen, nämlich der Frage, was das Problem der „computer science“ sei. Ebenso einig sind sich beide Autoren, dass sich dieses nicht in der Herstellung von Computern und Computerprogrammen an sich erschöpfen könne. Dabei wenden sich beide gegen ‚blindes‘, nicht gegenstandsadäquates Programmieren – Dijkstra mehr im Hinblick auf mathematische Gegenstände, Brooks im Hinblick auf die der Anwendung. Beide Ansätze kritisieren zudem einen Pragmatismus der Werkzeuge als handlungsleitende Größe der Computer Science. Beide Ansätze attestieren und kritisieren damit eine von ihnen wahrgenommene Tendenz in der Computer Science, Probleme auf diese Weise zu bearbeiten.

4. Fazit – Das Erbe des Universalwerkzeugs

Ziel dieses Kapitels war es, anhand dreier Rückgriffe eine Genealogie, d.h. eine kulturelle Herkunft der Sozialrobotik im Hinblick auf die Behandlung ihrer Gegenstände zu umreißen. Im ersten Rückgriff wurde die diskursive Figur der zukünftigen Gegenwart rekonstruiert, wie sie in der Robotik zu finden ist. Schon in ihren literarischen Ursprüngen verknüpft sich die Vorstellung von Robotern mit der Behauptung, dass das Zeitalter der Roboter im Alltagsleben kommen werde. Der zweite Rückgriff erfolgte im Hinblick auf die ökonomischen und politischen Bedingungen der Robotikforschung. Die derzeit beobachtbare Konjunktur der Förderung von Sozialrobotik speist sich aus einem Nützlichkeitsversprechen, die Automatisierung der Industriehallen in andere Lebensbereiche wie Altenpflege zu transportieren. In einem dritten Rückgriff wurde auf zwei Kulturen des Problemdefinierens (und -lösens) in der Computer Science geblickt, die der Disziplin annähernd gleichlautend ein problematisches Verhältnis zu ihren Gegenständen attestierten. Ausgangspunkt dieser Kritik war die überzeichnete Vorstellung vom Computer als Universalmaschine, die – im Falle Dijkstras – den sauberen mathematischen Schluss bzw. –im Fall von Brooks – das Erkennen von Nutzerbedürfnissen verhindere. Das Bild vom *Universalwerkzeug* eignet sich auch zur Darstellung der Implikationen und Wirkungen dieses Erbes für den Bezug zum Sozialen in der Sozialrobotik. In ihm vereinen sich die drei wesentlichen Befunde: Wird Sozialrobotik als prospektives Problemlösungsversprechen betrieben, so richtet sich die Problemdefinition der Entwicklung vor allem an den Fähigkeiten des Werkzeugs und dem universalisierenden Anspruch der Zielstellung aus – nicht an den konkreten Praktiken und Situationen der angestrebten Nutzung.

Die Werkzeughaftigkeit weiter Bereiche der (Sozial-)Robotik manifestiert sich in der vorherrschenden Assoziation von Robotern als *Lösung von Problemen*. Dieser Weltbezug ist grundlegend in der Robotik verankert und auch für die Ziele der Sozialrobotik typisch (vgl. V.). Der Einsatz von Robotern wird dabei in spezifischer Weise als nützlich apostrophiert, und zwar aus einer Perspektive des öffentlichen Interesses und mit Blick auf gesamtgesellschaftliche bzw. volkswirtschaftliche Folgen. Die beabsichtigten Folgen sind mitunter direkte Motivation für Forschungsförderungsprogramme zur

Technologieentwicklung, beispielsweise im Bereich „Ambient Assisted Living“.⁶⁰ Zwar sind die ‚sozialen Aspekte‘ in der Rhetorik solcher Ziele und ihrer Ausschreibungen nicht von einer trivial ökonomistischen Rhetorik geprägt. Allerdings drückt sich in ihren Zielen und vor allem einigen Formen ihrer Umsetzung (vgl. V.) ein politökonomisches Paradigma aus, das die Sozialrobotikforschung als Instrument der Steuerung und Kompensation gesellschaftlicher Entwicklungen versteht. In den Forschungszielen der Sozialrobotik manifestiert sich dies weniger als Suche nach Lösungen für konkrete Probleme in Anwendungsgebieten, sondern nach der Umsetzung des Lösungswegs „Roboter-einsatz“. Dem Einsatz des Werkzeugs wird in diesem Fall der Weg geebnet. Meister hat auf diesen Zusammenhang schon für die Servicerobotik hingewiesen (Meister 2011b: 120). Der klassische erkenntnistheoretische Weg der Naturwissenschaften wird dann umgekehrt beschritten; es handelt sich um eine „post-hoc“-Ausrichtung (Knorr-Cetina 1984: 108). Ob es sich bei den von Robotik und Sozialrobotik verfolgten Zielstellungen also tatsächlich um für die adressierten Akteure relevante Probleme handelt, ist zunächst kein übergeordnetes Kriterium der diskursiven Konstruktion derselben: Sozialrobotik beginnt in der Regel nicht mit einer Analyse der Notwendigkeiten innerhalb eines spezifischen Feldes, sondern fragt, welche Probleme sich für die bereitzustellende Lösung eignen. Ein methodologischer Wandel hin zu Ansätzen, wie sie etwa in den „Workplace Studies“ in der Computer Science der späten 1980er Jahre zu finden sind, lässt sich in der Sozialrobotik erst in Anfängen beobachten.

Die Konstruktion eines universellen Werkzeugs lässt sich zudem nur in der prospektiven Perspektive der Figur der zukünftigen Gegenwart aufrechterhalten. Die Idee, dass das Zeitalter der Roboter im alltäglichen Leben kommen wird und Ingenieure an seiner Umsetzung arbeiten, wirkt als *selbsterfüllende Prophezeiung*. Der derart motivierte Bezug auf konkrete Alltagswelten wird von weiteren Begründungen seiner Adäquanz zunächst freigestellt. Illustrierend dafür steht die Begründung eines Robotikforschers, der fordert, jetzt schon Feldtests in der Altenpflege durchzuführen, denn: „Das kommt.“ (Prof_m_EUa: 512-513). Diese schon bei Asimov beobachtbare fatalistische Überzeugung der Unausweichlichkeit einer robotischen Zukunft prägt auch das Selbstverständ-

⁶⁰ Der Begriff AAL, seine Ausrichtung auf Kompensation der Effekte des demographischen Wandels und die resultierende Forschungsförderung wurde für die Verwendung durch politische Forschungsförderungsinstitutionen wie das BMBF und die EU vorgeschlagen und entwickelt (Augusto et al. 2012).

nis der Sozialrobotik. In der Darstellung der Problemdimensionen der Sozialrobotik (vgl. I.2) wurde sichtbar, dass die Abgrenzung der ‚neueren‘ Robotik von der ‚klassischen‘ vor allem über die Untauglichkeit der letzteren in echten Alltagswelten geschieht. Eine der wesentlichen Motivationen der Sozialrobotik ist also, sich der Vision der zukünftigen Gesellschaft von Menschen und Robotern ‚besser‘ zu nähern als die ‚weltfremden‘ Labor-Roboter der ‚klassischen‘ KI. Interessanterweise ist die Wirkung dieser Prophezeiung weitgehend unabhängig davon, wie wahrscheinlich oder nahe das Eintreten der Prognose ist. Am Beispiel der Grand Challenges konnte gezeigt werden, dass Vorstellungen zukünftiger Roboter als *regulative Ideale* wirken, die den heterogenen Akteuren und Absichten nach innen wie nach außen als gemeinsamer Bezugspunkt dienen. Mögliche Nutzungssituationen und Nutzer geraten also auch in den Blick der Forschung, um die nicht unproblematische Gleichzeitigkeit von Ansätzen, Verständnissen, Motivationen und Akteuren in der Sozialrobotik zu katalysieren. Insbesondere in der Kommunikation zwischen Sozialrobotik und anderen Anspruchsgruppen ergibt sich dieses regulative Potential aus einem Wechselspiel zwischen Vorstellungen aus Science Fiction und Bezügen der Robotiker darauf. Die Vermittlungen zwischen wünschenswerten und technologisch machbaren Zukünften sind als Einfluss auf Forschung und Technologieentwicklung in verschiedener Hinsicht nachgewiesen worden (Jasanoff & Kim 2009; Bopp & Böhle 2014).

Der durch das Lösungsversprechen der Sozialrobotik als Universalwerkzeug zuweilen instrumentelle Bezug zum Gegenstandsbereich wird im Feld nicht explizit reflektiert. Bislang war das am Beispiel des Schweigens über Militärförderung zu sehen. Es lässt sich aber jetzt schon vorausblicken, dass die Modi der Konfiguration der Nutzer und Nutzungssituationen ‚sozialer‘ Ziele selten Gegenstand expliziter Beforschung sind (vgl. V.4). Die Selbstbeobachtung, dass die Ziele und Anwendungsszenarien der eigenen Forschung nicht nur „nützlich“ sondern auch sozial und kulturell bedingt sind – und wiederum weitere Schritte der Entwicklung bedingen –, gehört bislang nicht zum Werkzeugkasten der Sozialrobotik. In der Kritik durch Beobachter wie Dijkstra und Brooks wurde deutlich, dass dieser blinde Fleck der epistemischen Kultur der Computer Science entstammt, er haftet dem Bild vom Universalwerkzeug an.

Insbesondere Brooks’ sehr lebensweltliches Verständnis von Designproblemen verwies im Gegenzug auf die Eigengesetzlichkeit und Verschränkung menschlicher Praktiken,

für die es keinen universalen Schlüssel gibt. Seine Hauptthese ist deshalb eine methodologische: die Suche nach der idealen Passung von Nutzerbedürfnis und System. Dijkstra hat dagegen davor gewarnt, dass das pragmatische Tun des Anpassens die Funktionsweise des Werkzeugs selbst zur „black box“ werden lässt. Dieser Konflikt lässt sich bis heute in der Sozialrobotik beobachten, z.B. in der Frage, ob ein System eher abstrakt modelliert sein sollte, oder konkret aus einer Verwendung heraus (vgl. V.2.2). Hier zeichnet sich das Erbe des Kognitivismus ab, der bis heute als Deutungsmuster in Disziplinen und Derivaten der Computer Science weit verbreitet ist. Dieses wurde hier bislang nur kurz angedeutet (vgl. I.2.1) und würde im Grunde eine eigene Genealogie erfordern, die hier allerdings nicht geleistet werden kann.

Während viele Felder und Derivate der Computerwissenschaften sich den Vorwurf der Werkzeughörigkeit 30 Jahre nach Dijkstra und Brooks nicht mehr in dieser Form anheften müssen,⁶¹ trifft er auf die stärker technische orientierte Robotik weiterhin zu großen Teilen zu. Nutzungssituationen und Nutzern werden hier weiterhin vor allem auf Formalisierbarkeit ihrer Charakteristiken und Bedürfnisse befragt. Der Roboter muss dann nur noch für verschiedene Kontexte umgesetzt werden, so die Implikation der Idee vom Universalwerkzeug. Sozialrobotik, die stark unter diesem Erbe steht, läuft Gefahr ‚Soziales‘ nur auf das zu reduzieren, was technisch darstellbar ist.⁶²

Zusammengenommen stellt sich die Frage, welche Näherungsweisen an ihre Gegenstände die Sozialrobotik mit diesem kulturellen Erbe hervorbringt. Versucht sie auch, universale Werkzeuge zu produzieren, oder wendet sie sich den Situationen ihrer Verwendung in einer lebensweltlicheren Form zu? Die rekonstruierte Genealogie impliziert keine direkte Kausalität oder gar Determiniertheit für die Praktiken der Forschenden. Dennoch wirkt die Idee vom Universalwerkzeug und ihre Implikationen oftmals als Wissen von vortheoretischem Gehalt, als Selektionen davon, welche Selektionen getrof-

⁶¹ Weil sie sich zum Teil wissenschaftlicher Modelle anderer Disziplinen bemächtigen, und theoriegeleitet testen oder ausbauen, oder weil sie sich als anwendungsnahe Disziplinen expliziter Methoden und Methodologien bedienen, wie die Mensch-Computer-Interaktion (HCI). Diesen Hinweis verdanke ich einer Diskussion mit Michael Teichmann.

⁶² Das bedeutet nicht, dass auf Reduktion bzw. Abstraktion generell zu verzichten sei. Das ist in der Technisierung (auch sozialer) Wirkzusammenhänge gar nicht möglich. Es geht vielmehr um die Adäquanz der Reduktion: Die Frage, ob die Formalisierung an den zu beobachtenden Regelmäßigkeiten des Feldes gemessen ist, oder am zuhandenen Werkzeug.

fen werden können. *Wie* sich diese in den Zielen der Sozialrobotik niederschlagen ist Gegenstand der folgenden empirischen Rekonstruktion.

V. Forschungs- und Entwicklungsziele der Sozialrobotik

Die Frage nach der Konstruktion des Sozialen in der Sozialrobotik erfordert den Blick auf die *Ziele* dieser Forschung. Als Ziele werden in diesem Zusammenhang in der Zukunft liegende, angestrebte Zustände verstanden, die als Ergebnis einer abgeschlossenen Ereignisfolge gedacht werden (Schütz 2003). Das Reizvolle an der Untersuchung von Zielen ist, dass sie uns viel über den Punkt verraten, von dem aus sie gesetzt werden – unabhängig davon, ob und wie die Zielsetzung (tatsächlich) eintritt. Ein Forschungsziel beinhaltet einen Handlungsentwurf, in den die Deutungsmuster und Handlungsressourcen der Entwerfenden eingelassen sind (ebd.). Die Ziele der Sozialrobotik sind deshalb ein wesentlicher Schlüssel zum Verständnis der Näherungsweisen an ‚das Soziale‘ in diesem Forschungsfeld.

Die Ziele der beobachteten Forschung (z.B. Weiterentwicklung einer Baugruppe) sind dabei nicht zwangsläufig deckungsgleich mit den in Anträgen oder auf Projektwebsites formulierten Zielen (z.B. Verbesserung des Lebens älterer Personen). Mit einer Selbstbeschreibung wie „das Leben älterer Menschen verbessern“ können in der Sozialrobotik unterschiedliche Arten und Auflösungen von Zielstellungen einhergehen. Dabei kann die Lebenswelt von Senioren z.B. über Institutionen wie Pflegeheime und die strukturierte Pflegepraxis in den Blick geraten. Das Wohlbefinden von Senioren kann auch als wissenschaftliches Konstrukt operationalisiert und gemessen werden. Eine eher technische Perspektive auf Robotikentwicklung würde dagegen eher einzelne Abläufe aus dem beobachteten oder vermuteten Alltag von Senioren herauslösen, um sie zu funktionalen Tasks zu modellieren, die ein Roboter dann übernehmen oder unterstützen kann. Diese unterschiedlichen Behandlungsweisen und Erfassungen spezifischer Ausschnitte sozialer Welten sind bereits in den typischen Zielstellungen der Projekte verankert. Sie haben eine konstitutive Rolle für die Konstruktion des Sozialen in der Sozialrobotik.

Sowohl die Formulierung von Zielen als auch das Verfolgen (davon ggf. abweichender) Entwicklungsziele sind von den spezifischen Bedingungen projektförmiger Forschung geprägt. Die Ziele der Sozialrobotik müssen dementsprechend im Kontext der Forschungspraxis und deren Herausforderungen und Widersprüchlichkeiten verstanden

werden. In der Rekonstruktion sollen deshalb zuerst die epistemischen Bedingungen von Zielen der Forschung betrachtet werden (V.1). So wird deutlich, welche Anforderungen projektförmig organisierte Forschung an Forschungs- und Entwicklungsziele stellt.

Die Frage, welche Formen des Bezugs zu den sozialen Gegenständen der Forschung dadurch konstituiert werden, lässt sich in Form von zwei wesentlichen Dimensionen von Zielen der Sozialrobotik und vier daraus resultierenden Typen beantworten (V.2). Die Verteilung der Fälle im Typenschema zeigt, wie die Ziele der Sozialrobotik und die damit verknüpften Erscheinungsformen des Sozialen divergieren: Sie reichen vom hypothetischen Beispiel einer zukünftig möglichen Anwendung im Labor konstruierter Formalobjekte der Mensch-Roboter-Interaktion bis hin zu mit konkreten Anwendergruppen entwickelten und partizipativ umgesetzten Zielen (V.3). *Wie* diese Typiken im Forschungsprozess schließlich wirksam werden, soll an einzelnen Fallbeschreibungen in einem abschließenden Schritt verdeutlicht werden. Dabei wird untersucht, wie Nutzer und Anwendungen durch die Ziele der Sozialrobotik konfiguriert werden (V.4).

1. Bedingungen projektförmiger Forschung

Eine Analyse der Ziele von Sozialrobotikforschung muss für die unterschiedlichen Zwecke von Zielen und Zielformulierungen sensibel sein. Diese Notwendigkeit ergibt sich einerseits aus der bereits mehrfach beschriebenen Heterogenität des Feldes und deren Überbrückung durch den Bezug auf (scheinbar) gemeinsame Begriffe und Ziele, wie etwa das Lösen von „real world problems“ (vgl. I). Zum anderen ist es wichtig, zu verstehen, dass innerhalb eines Forschungsprojekts zu verschiedenen Zeitpunkten und Zwecken unterschiedliche Ziele definiert werden können und müssen. So kommt es, dass ein Projekt in seiner Selbstbeschreibung für einen Forschungsantrag auf einer Makroebene an einen gesellschaftlichen Diskurs z.B. über würdevolles Altern anschließt und später in der Evaluation seiner Arbeit auf mikroanalytischer Ebene Verbeuge-Gesten im Verhalten eines Roboters analysiert. Diese Gleichzeitigkeit verschiedener Ebenen ‚des Sozialen‘ darf nicht zu vorschnellen Schlüssen verleiten. Bevor im weiteren Verlauf des Kapitels die Ziele der beobachteten Projekte analysiert werden, sollen sie hier durch einen Blick auf die Bedingungen projektförmig organisierter Forschung kontextualisiert werden.

Das Sprichwort „It takes a village to raise a child“, das vermutlich einen afrikanischen Ursprung hat,⁶³ ist im anglophonen Sprachraum weit verbreitet. In ihrer Ethnografie US-amerikanischer und japanischer Sozialrobotikprojekte wandelte Šabanović (2007) das Sprichwort für eine Kapitelüberschrift ab: „It takes a village to make a robot“ (ebd.: 202). Darunter beschrieb sie die heterogenen Anforderungen an die Konstruktion eines Roboters, die nur interdisziplinär gelöst werden können. Das Bild lässt sich auch auf Sozialrobotik als Forschungsfeld übertragen: Es braucht eine Menge von Leuten, Argumenten und Ideen, um ein Sozialrobotikprojekt zum Laufen zu bringen. Den Pragmatismus der damit verbundenen Handlungsweisen beschrieb eine erfahrene und erfolgreiche Forscherin aus den USA wie folgt: Die Festlegung von Zielen eines Sozialrobotikprojekts hänge davon ab, welche Anwendungsbereiche ausgeschrieben seien, über welche Expertise die Antragsteller verfügten und wie genau diese glaubten, aus der Kombination einen erfolgreichen Antrag formulieren zu können (Prof_w_USa: 179-186).

⁶³ Die Authentizität der Zuschreibung ist umstritten. In einer Debatte englischsprachiger Afrikanisten konnte eine Reihe sinnverwandter Sprichwörter nachgewiesen werden, aber nicht die direkte Herkunft der Phrase. (vgl. <http://www.h-net.org/~africa/threads/village.html>, 20.11.2015)

Die wissenschaftssoziologische Konzeption des „epistemischen Lebensraums“ (Felt 2009) macht auf den Einfluss dieser vermeintlich äußeren Bedingungen für die daraus resultierende Forschung aufmerksam. Es hat sich gezeigt, dass insbesondere unter interdisziplinären Umständen die Selektion wissenschaftlicher Fragestellungen und Paradigmen stark von den durch Organisations- und Finanzierungsweisen vorgegebenen Rahmenbedingungen geprägt sind (Felt et al. 2013). In der folgenden Darstellung sollen deshalb drei vergleichsweise allgemeine Herausforderungen für Forschende beleuchtet werden, die die projektförmige Organisation der Forschung und Forschungsförderung mit sich bringt: das Beantragen von Forschungsgeldern (1.1), die Strukturierung eines Forschungsprojekts (1.2) und die (insbesondere in Technikwissenschaften übliche) Evaluierung des entwickelten Systems (1.3).

1. Beantragen

Leserinnen und Lesern aus dem wissenschaftlichen Betrieb dürfte es kein Geheimnis sein, dass das Schreiben von Anträgen für Forschungsprojekte zu den Kernkompetenzen einer erfolgreichen wissenschaftlichen Karriere gehört. Das gilt für die Robotikforschung in verstärktem Maße, da diese so kostenintensiv ist, dass sie sich nicht vollständig aus den Haushaltsmitteln einer Fakultätsstelle finanzieren ließe. Auch die z.B. für geistes- und sozialwissenschaftliche Vorhaben übliche⁶⁴ Forschungsfinanzierung über Personalmittel wäre nicht ausreichend, um ein Sozialrobotikforschungsprojekt zu ermöglichen. Ob die Idee zu einem Sozialrobotikprojekt realisiert werden kann, entscheidet sich wesentlich an der Frage, ob und wie Fördergelder dafür zu akquirieren sind.

In den beobachteten Sozialrobotikprojekten ist das Schreiben eines erfolgreichen Antrags dementsprechend zentral für die Ermöglichung und Rechtfertigung des eigenen Forschens. Für die beobachteten Projekte waren unterschiedliche, meist öffentlich kofinanzierte Förderungsinstitutionen und -programme relevant: die Europäische Union

⁶⁴ Forschungsförderungen in diesen Feldern bestehen zumeist aus der Finanzierung von Personalstellen für den Projektzeitraum (meist drei Jahre) und einen deutlich kleineren Beitrag für so genannte Overheadkosten (Verwaltungskosten) bzw. Reisemittel. Die Anschaffung und Entwicklung von (Groß-)Technik ist in solchen Budgets also i.d.R. nicht vorgesehen.

(durch Verbundprojekte unter dem 6. und 7. Rahmenprogramm), nationale Forschungsförderung in den einzelnen Ländern (wie etwa durch den National Science Fund in den USA), Kooperationsprojekte zwischen Universitäten und lokalen Firmen oder Dienstleistern (z.B. aus dem Maschinenbau oder der Pflege), und gezielte Robotikförderprogramme wie die „National Robotics Initiative“ in den USA oder SPARC in der EU. In den US-amerikanischen Fällen kommt zudem die Finanzierung durch Programme der Militärforschungsagentur DARPA hinzu (vgl. IV.2). Für die (erfolgreiche) Bewerbung auf solche Programme gelten Kriterien, die sich auch auf die Formulierung und Umsetzung sozialer Ziele der Forschung auswirken.

Ein Sozialrobotikforschungsprojekt muss, wie jedes andere Forschungsprojekt auch, zunächst nachweisen, dass sich sein Anliegen an bestehender Forschung orientiert und Relevanz für den Fortschritt der Disziplin oder gar für die Lösung gesellschaftlicher Probleme besitzt. Während die Ziele von „Anwendungen“ in bestimmten gesellschaftlichen Teilbereichen in den folgenden Kapiteln eingehender thematisiert werden, soll hier die Bedingung der Selektion solcher Themen kurz beleuchtet werden. Ausgangspunkt der Überlegung ist die Beobachtung, dass das Erzeugen von Relevanz für ein Forschungsvorhaben ein anderes Geschäft ist als das Erforschen und Bearbeiten sozialer Zielstellungen innerhalb eines Projekts. Diese Unterscheidung zeigte sich sehr deutlich in den Interviews mit den Forschenden, die selbstläufig auf die strategische Bedeutung des Bezugs zu sozialen Zielen und Moden der Forschungsförderung hingewiesen haben. Unabhängig davon, ob die Forschenden ihre eigene Praxis explizit als strategisch motiviert begründet haben (wie z.B. Prof_m_EUa), wurde in beinahe allen Interviews auf die Konjunktur der Robotikforschungsförderung und der Sozialrobotik im Speziellen hingewiesen. Ein 42-jähriger Forscher im Post-Doc-Status fasste die Bedeutung von Förderungszyklen im Bild einer unabhängigen Verlaufskurve zusammen (Post_m_USa: 678-692):

there is sort of two curves one is the actual like progress we're making and the other one is the funding cycle / I: ((kichert)) / ahm just the nature of the funding cycle is that ah ah the funders get bored of the funding and they think that they need to do something new and so (.) and so everyone rewrites the same work under a different set of descriptions and rubrics (.) try to fit it to the new paradigm (.) [...] there is/ the actual work which is of course independent from the funding ((lacht)) it's the nature of it (.)

Ausgehend vom eigentlichen wissenschaftlichen Fortschritt, den er im weiteren Verlauf des Interviews als kleinteilig und mühsam beschreibt, eröffnet er eine zweite Dimension von Sozialrobotikforschung, den Finanzierungskreislauf, der offenbar eigenen Regeln folgt. In der zitierten Passage wird dessen Streben nach immer neuen Begriffen expliziert. Auch andere Gesprächspartner sprachen von Moden der Forschungsförderung, an die man sich eben anpassen müsse. Im Zitat mündet das in der Zuspitzung, dass jeder im Feld mit dem Auftauchen einer solchen Mode seine Arbeit unter neuen Begrifflichkeiten umschreiben würde. Unabhängig vom Geltungscharakter der Aussage ist interessant, wie damit (wiederholt) die Trennung zwischen der Antragsrhetorik und der *eigentlichen* Arbeit manifestiert wird – als läge dies in der Natur von (derart organisierter) Forschung.

Ein weiteres beobachtetes Phänomen stützt diese Beschreibung des Anschließens an Zyklen: Die im Feld weit verbreitete Einordnung der eigenen Arbeit unter schlagwortartige Begriffe. Auch wenn die Frage danach nicht gestellt wurde, folgten viele Interviewte einem Explizierungsdrang, ihre Forschung mit einem konkreten Namen zu benennen. Allerdings wurde in den seltensten Fällen „social robotics“, Sozialrobotik oder HRI genannt. Stattdessen schien jede Kombination aus Anwendungsziel und robotischer Plattform einen eigenen Namen zu haben. Diese Bezeichnungen von Sub- und Subsubfeldern reichten beispielsweise von „emotionally assistive robotics“ als Untergruppe von „socially assistive robotics“ über „community robots“ und „expressive motion robots“ bis hin zu „co-bots“ oder „capable robots“. Diese Vielfalt und Kleinteiligkeit zeigt zum einen, dass das beobachtete Feld nicht sehr stark über Begriffe und Theorien integriert ist. Zum anderen ist es eben Ausdruck der hohen Bedeutung und Volatilität von ‚Überschriften‘ für die eigenen Forschungsziele.⁶⁵

Im Hinblick auf die sozialen Ziele von Sozialrobotikforschung heißt das vor allem, dass man diese nicht einfach aus Dokumenten wie Projektbeschreibungen und Förderanträgen ableiten darf. Vielmehr stellen sie ein Genre eigener Logik und Pragmatik dar, wie es der zitierte Forscher illustrierte. Gleichzeitig sind diese begrifflichen Bezüge natür-

⁶⁵ Von diesem Phänomen sind selbstverständlich alle wissenschaftlichen Disziplinen betroffen. Ein Großteil der Differenzierung von Methodologien und Methoden innerhalb des Spektrums qualitativer Sozialforschung in den vergangenen 20 Jahren lässt sich aus forschungspolitischen Motiven erklären.

lich nicht folgenlos, wie wir noch sehen werden. Im Hinblick auf die durch die Forschungsförderung evozierten Zieldimensionen muss aber zunächst deren pragmatischer Charakter festgehalten werden, der sich nicht zuletzt auch an der rhetorischen Qualität der Begriffe bemisst. Ähnlich wie „real-world problems“ als bildsprachliche Bezugspunkte der heterogenen Servicerobotik funktionieren (Meister 2011b: 112-126), geraten die Ziele der Sozialrobotikforschung oftmals zunächst als extrinsisch gesetzt, bildhaft und wenig verbindlich in den Blick.⁶⁶

2. Einteilen

Ein förderfähiges Vorhaben muss des Weiteren auf eine, meist in der Ausschreibung festgelegte, zeitliche Dauer ausgerichtet und in Arbeitsschritte strukturiert sein. Im Fall der beobachteten Projekte reichte diese Dauer von den in der Forschungsförderung üblichen drei Jahren (Gläser & Laudel 2014: 1212) über einen Zeithorizont von sieben bzw. fünf Jahren, den Doktoranden an US-amerikanischen Hochschulen für ihr Promotionsprojekt angaben (z.B. Dok_m_USa), bis hin zu einem zehnjährigen Forschungsprogramm für eine ganze Arbeitsgruppe, das ein Forschungsgruppenleiter akquirieren konnte (Prof_m_USe). Ähnlich wie es Gläser und Laudel für die experimentelle Physik beschrieben haben, bleibt die zeitliche Strukturierung durch Forschungsförderungsvorgaben nicht ohne epistemische Konsequenzen. So kollidiert insbesondere die „Eigenzeit“ (ebd.) von wissenschaftlichen Objekten, Experimentalbedingungen und Forschungsprozessen häufig mit dem vorab definierten zeitlichen Rahmen eines wohlgeformten Projektes. Im Rahmen von Robotikprojekten nimmt die Entwicklung eines funktionierenden Roboters die größte und am schlechtesten zu kalkulierende „Eigenzeit“ ein. Ein mittlerweile emeritierter und sehr bekannter Robotikforscher brachte diesen Umstand in einer Diskussion im Rahmen einer interdisziplinären Konferenz mit entwaffnender Ehrlichkeit: Robotikforschende hätten schlicht so viel mit der Komplexität und Kompliziertheit ihrer Maschinen zu tun, dass sie sich als Feld bislang nicht ein-

⁶⁶ Dieser Hinweis ergeht hier nicht, um das Feld und die gegenwärtig laufende Forschung abzuwerten, sondern um seinen spezifischen Bezug zu Sozialität näher zu beleuchten – und eben nicht dem Irrtum zu erliegen, diese Frage ließe sich vor allem aus Selbstzeugnissen wie Texten auf Projektwebsites ableiten.

mal auf gemeinsame „long term visions“ und deren koordinierte Verfolgung einigen konnten. (Feldtagebuch 15.02.2014)

In den beobachteten Projekten wurde mit der schwierigen Kalkulation der „Eigenzeit“ einer Roboterentwicklung auf unterschiedliche Weise umgegangen. Zum einen bietet es sich an, auf bereits bestehende Plattformen zurückzugreifen. In etwa der Hälfte der beobachteten Fälle fanden selbst entwickelte Plattformen, also Roboterprototypen aus früheren Projekten, Verwendung. Teilweise wurden dabei einzelne Komponenten, etwa ein Greifer, weiterentwickelt oder erstmals erprobt. In der anderen Hälfte der Projekte wurde auf konfektionierte kommerzielle Plattformen wie Nao (Aldebaran 2015) oder My Keepon bzw. Keepon Pro (Beatbots 2015) zurückgegriffen, teils unter Modifizierung der Roboter. Die Neuentwicklung einer robotischen Plattform fand in keinem der beobachteten Projekte statt, allerdings wurde in drei Fällen an Plattformen gearbeitet, die maximal zwei Jahre alt waren. In zwei Fällen kam es gar zum Einsatz von audiovisuellem Stimulusmaterial anstelle einer verkörperten robotischen Plattform. In diesen Fällen handelte es sich also nicht nur um Sozialrobotikentwicklung ohne eigenen, sondern gänzlich ohne Roboter. Diese Strategie wird vor den epistemischen Bedingungen des Feldes plausibel, die – auch und besonders im Hinblick auf Forschungsanträge – vermehrt empirische Daten aus Experimenten zum Zwecke der Evaluation und Legitimation von Sozialrobotik fordern (vgl. VI.1.1).

Das Forschungsvorhaben muss für einen Antrag aber nicht nur als Ganzes zeitlich bemessen werden, sondern auch als Abfolge aufeinander folgender, getimter Schritte konzipiert sein. Die Abfolge im Antrag muss den folgenden Forschungsprozess zwar nicht zwangsläufig determinieren. Es zeigte sich in den Beobachtungen aber, dass solche zeitlichen Strukturierungen vor allem bei Abstimmungs- und Orientierungsproblemen in den Forschungsgruppen letztlich doch als handlungsleitender Rahmen herangezogen werden. Das gilt insbesondere in heterogenen Kooperationen mehrerer Institutionen, von denen ein europäisches Verbundprojekt den Extremfall dieser Studie manifestiert. Am Projekt, das zwischen 2011 und 2014 mit etwa 5 Millionen Euro von der EU gefördert wurde, waren acht Hochschulen aus vier europäischen Ländern sowie eine Organisation für angewandte Forschung und Technikentwicklung aus einem fünften Land beteiligt. Die Koordination dieser Menge und Diversität an Beteiligten war zum einen

durch die Verwendung einer bestehenden robotischen Plattform eines Projektpartners und zum anderen durch die Strukturierung als „Arbeitspakete“ möglich. Acht Arbeitspakete fungierten als Bausteine, aus denen sich das Projekt zusammensetzt, für die aber nie mehr als zwei Projektpartner gleichzeitig zuständig waren. So war eine enge Koppelung innerhalb der Arbeitspakete möglich, ohne dass die neun am Projekt beteiligten Institutionen dauerhaft gleichzeitig koordiniert werden mussten. Das Zeitregime der Arbeitspakete, die nach einem halben Jahr abgeschlossen werden sollten, um die Ergebnisse anderen Projektpartnern zur Verfügung zu stellen, erwies sich aus Perspektive der Forscherin (die im beobachteten Fall nicht zu den Antragsstellern gehörte) allerdings als sehr rigide. Zum Stress der termingerechten Fertigstellung kamen Enttäuschung und Unzufriedenheit darüber, wie die Ergebnisse im weiteren Projektverlauf verwendet wurden.

Nutzerbedürfnisse vs. Projektbedürfnisse

(Feldtagebuch 30.08.2013 & Interviewtranskript Dok_w_Eua)

Die Forscherin (eine studierte Industriedesignerin) hatte in einem der ersten Arbeitspakete den Auftrag, konkrete Einsatzmöglichkeiten des Roboters zur Assistenz alleinlebender Senioren zu erforschen („Nutzeranforderung & Definition des Szenarios“). Anhand von Fokusgruppen-Diskussionen mit Senioren, pflegenden Angehörigen und professionellen Pflegekräften sowie dem Studium medizinischer Literatur und Experteninterviews erstellte sie eine Liste mit für allein lebende Senioren problematischen Tätigkeiten, die robotisch gelöst werden könnten.

Im Projektkonsortium entschied man sich aufgrund technischer Limitierungen der Plattform für zwei beispielhafte Aufgaben, die der vorhandene Roboter gut ausführen konnte. Die Forscherin beschrieb diesen Prozess so, dass recht schnell aus einer breiten Fragestellung wenige umsetzbare Faktoren isoliert wurden. Diese Entscheidungen wurden von technischen Projektpartnern im Hinblick auf die Fähigkeiten der robotischen Plattform getroffen. Im Rückblick bedauert die Forscherin einige dieser Entscheidungen, da sie sich in den Evaluationstests teilweise als untauglich oder konträr zu den Erwartungen der Nutzer erwiesen haben. Drei Jahre seien allerdings eine kurze Dauer, in denen keine Zeit bleibe, innezuhalten und zu überlegen, ob man etwas besser so oder so mache oder eben durch einen weiteren Nutzertest überprüfe.

An dieser Fallbeschreibung werden verschiedene Aspekte sichtbar, zum Beispiel die ungleiche Verteilung von Entscheidungsmacht über Entwicklungsrichtungen meist zugunsten der technischen Projektpartner, die i.d.R. die Fördergelder akquirieren. Daran kommt auch die potentiell konfliktförmige Diversität der Ziele in Verbundprojekten zum Ausdruck. In diesem Fall konfliktieren die möglichst gute Passung für Nutzer und Nutzungssituation mit dem Ziel, dass die Plattform im Nutzertest möglichst gut abschneidet.

Für die Frage der Strukturierung von Forschungsprojekten zeigt sich, dass die Ziele der Sozialrobotikforschung – wie die Forschenden selbst – einem pragmatischen Zeitregime unterliegen. Ziele können in Sozialrobotikprojekten nur so intensiv und extensiv verfolgt werden, wie es der zeitliche Rahmen des Projekts zulässt. Insbesondere Ziele wie die Integration einer Plattform in einen konkreten Kontext oder die Steigerung der Qualität einer Mensch-Roboter-Interaktion aus Sicht der Nutzer werden in diesem Zeitregime selten priorisiert. Stattdessen wird die technische Zuverlässigkeit der Plattform und des Set Ups bzw. die Generierung laboratisierter Daten präferiert. Das liegt zum einen daran, dass die Gangbarmachung des Roboters der limitierende und zeitintensivste Faktor aller weiteren Schritte ist. Zum anderen erfolgt die Zielpriorisierung nach Anschlussfähigkeit für den projektförmigen Kontext. Anschlussfähig in diesem Sinne sind Publikationen (Anzahl & Qualität) oder Entscheidungen von finanzierenden Institutionen (beispielsweise aufgrund einer überzeugenden Vorführung). Die Instrumente der Wissenschaftsförderung stellen i.d.R. nicht auf ein Gelingen in lebensweltlichen Zusammenhängen ab, sondern auf Innovation innerhalb von Forschung und Entwicklung. Daran richten sich letztendlich auch die Ziele und deren Priorisierung innerhalb der Forschungsprojekte aus.

3. *Evaluieren*

In den Worten einer Wissenschaftlerin lässt sich dieser Befund zuspitzen (Prof_w_USa: 233-234): „So you have a grant and boy you better publish something“. Die Publikation als Ziel und Legitimation des Forschungsprozesses hat einen weiteren wesentlichen Einfluss auf die Formulierung und Verfolgung von Zielen. Sie müssen im Rahmen einer Erhebung evaluiert werden können. Die Sozialrobotik, insbesondere als der HCI verwandtes interdisziplinäres Forschungsfeld HRI, zeichnet sich durch eine zunehmende Bedeutung quantitativer Evaluationsstudien aus. Anders als in frühen Veröffentlichungen zu Robotern in Alltagsszenarien, etwa die Museumsroboter der 1990er Jahre (Thrun et al. 1999), reicht es zur Veröffentlichung einer Publikationen i.d.R. nicht mehr aus, eine kurze statistische Aufzählung von im Einsatz beobachteten Ereignissen zu liefern. Stattdessen sind elaboriertere (zumeist Labor-)Experimente zum Abschluss eines Projekts oder als Bedingung einer Veröffentlichung mittlerweile der Standard im Feld (vgl.

VI.1). Diese Hinwendung zu Evaluationen ist auch Teil der Ausschreibung von Forschungsförderung geworden: Ein gefördertes Projekt muss seinen Erfolg mittels einer Studie nachweisen. Das gilt für Dissertationsprojekte ebenso wie für europäische Verbundprojekte.

Für die Ziele der Sozialrobotik bedeutet das, dass sie operationalisierbar sein müssen. Zwar verwehrt sich die neuere Robotik gegen das Paradigma der (vollständigen) rechen-technischen Modellierung ihrer Gegenstände im Vorhinein (vgl. I.1; Meister 2011b: 119); durch die Evaluation ihrer Ergebnisse wird die Sozialrobotik aber dennoch gezwungen, methodisch überprüfbare und damit explizite Modelle ihres Gegenstandsbereichs, der Mensch-Roboter-Interaktion, zu entwickeln. Durch diesen Diskretisierungszwang⁶⁷ geraten soziale Ziele in der Sozialrobotik in bestimmten Formen in den Blick: als zu isolierende *Faktoren* und als zu performende *Tasks* (Handlungsschritte), die als Teilmengen von *Szenarien* verstanden werden. Die Bestimmung dieser Faktoren kann in unterschiedlichen Auflösungen, in divergierenden methodischen und methodologischen Perspektiven und auch Qualitäten erfolgen, wie wir noch sehen werden. Sie können vergleichsweise explorativ und induktiv aus einer spezifischen Anwendungssituation und den Perspektiven der Nutzerinnen und Nutzer gewonnen werden, wie zum Beispiel die ursprüngliche Methodenwahl im Fallbeispiel oben impliziert. Soziale Faktoren können aber auch in eine übergreifende Systematik computationaler Logik eingelassen sein, wie sich am Beispiel eines europäischen Forschers zeigen lässt:

wir ham so'ne untere technische Ebene / I: mhm / die gelaufen ist ja? also wir ham äh wir brauchen text to speech unter Umständen (.) wir brauchen Sensoren wir brauchen äh Möglichkeiten die äh joints anzusprechen und so weiter (.) interessiert uns nich ne? dann haben wir äh ne Ebene drüber (.) die ich Interaktionsebene nenn wo's wirklich nur darum geht OK [Räuspern] turnbasiert / I: mhm / das analysieren was der Benutzer gerade gemacht hat wir haben wir haben unterschiedliche Modalitäten wir haben vielleicht Sprache vielleicht Gestik / I: mhm / und die Körperhaltung / I: ja ja / vielleicht benutzen wir physiologische Sensoren / I: mhm / oder was auch immer ne? (.) ne Kamera die im Raum ist ich hab keine Ahnung ja? das daraus müssen wir irgendwie (.) äh Bedeutung generieren für das Programm / I: ja / das muss auf der anderen Seite dann natürlich auch in der Lage sein (.) mit den Effektoren die es hat entsprechende Signale zu generieren / I: mhm / [Husten] wieder auf'ner sehr (.) basalen turn-basierten Ebene (.) und on top hat äh haben wir dann natürlich äh ne Art kognitives Level das heißt wir müssen natürlich auch größere Zusammenhänge in Betracht ziehen ne? also (.) was machen wir denn eigentlich gerade ja? @(.)@ also lösen wir ne spespezifische Aufgabe / I: ja /

⁶⁷ Zur notwendigen Diskretisierung unter computerisierten Bedingungen von Technisierung vgl. II.2.

das ist vielleicht relativ einfach dann ne? wir haben bestimmte Schritte die wir abarbeiten (.) äh wenn was schiefgeht OK dann fragen auch nochmal nach oder so was oder sind wir in einer vereinten Interaktion (.) ne? äh wie kann man so was handeln (.) [Räuspern] müssen wir uns merken mit wem wir gerade reden ne? äh ham wir schon ne Interaktionshistorie wissen wir bestimmte Verhaltensmuster die der Benutzer schon hat (.) und dann noch ne Ebene höher (.) denk ich haben wir Sachen die dann dieses Verhalten beeinflussen wie zum Beispiel Kultur Emotion Personality ja? (.) / I: hm / die dann aber wieder auf allen Ebenen zu finden sind ne? / I: hm / aber die / I: mhm / aber ein bisschen schwammig da drüber (Prof_m_EUa: 389-411)

Der Forscher beschreibt ein Modell, das auf verschiedene Ebenen der Mensch-Roboter-Interaktion abstellt. Die unterste Ebene ist die der technischen Koordination unterschiedlicher Bauteile oder der Hervorbringung von Verhalten („text to speech“). Die Ebene der Interaktion selbst wird als „turn-basiert“, d.h. als unter Zugwechseln hervorgebracht, beschrieben, und vollzieht sich durch unterschiedliche Modalitäten des Ausdrucks (Signale generieren) bzw. der Erkennung (Kamera, physiologische Sensoren). Spätestens in der Beschreibung der nächsthöheren, der kognitiven Ebene wird auch klar, wer mit dem Personalpronomen „wir“ gemeint ist: der Roboter im Blick seines Entwicklers. Beide müssen die Interaktion „kognitiv“ durchdringen. Als Beispiele für die Leistungen dieser Schicht werden in einzelne Schritte zerlegte Aufgaben sowie eine Art Interaktionsgedächtnis beschrieben. Die nächste Schicht befindet sich wiederum außerhalb des Roboters. In einer gleichwertigen Aufzählung nennt der Forscher Kultur, Emotion und Persönlichkeit als Einflüsse der Mensch-Roboter-Interaktion. Diese seien sowohl auf allen Ebenen zu finden, als auch „schwammig da drüber“.

Die Inkonsistenz der Verortung und Gleichsetzung von Kultur, Emotion und Persönlichkeit sowie ihre Bestimmung als unkonkret und vielseitig interpretierbar („schwammig“) verweisen auf die Schwierigkeit der Bestimmung und Operationalisierung dieser sozialen Faktoren. Dass sie nur als externe Größen in das Modell integriert werden können, spricht für den kognitivistischen Ursprung des Deutungsmusters, das unter vielen Sozialrobotikforschenden verbreitet ist (vgl. IV.4).⁶⁸

Mit Blick auf die Formulierung und Behandlung der Ziele der Sozialrobotikforschung zeigt sich an diesem Beispiel, dass die zentrale Herausforderung der Evaluation von Mensch-Roboter-Interaktion die Operationalisierung sozialer Faktoren ist. Das gilt ins-

⁶⁸ Interessant ist, dass das Modell selbst bzw. die daran abgeleiteten Handlungen und Erkenntnisschritte nicht als sozial und kulturell geformt verstanden werden. Hier reproduziert sich die von Knorr-Cetina beschriebene Angst vor der „sozialen Verschmutzung“, ‚sauberer‘ Wissenschaft (1988).

besondere dann, wenn das Funktionieren der Mensch-Roboter-Interaktion gewissermaßen aus Perspektive der Funktionalität des Roboters betrachtet wird. Dann gerät die Mensch-Roboter-Interaktion als Strukturanalogie der rechen-technischen Architektur des Roboters in den Blick.

2. Dimensionen und Typen der Ziele von Sozialrobotik

Zur Analyse der Ziele der Fälle im Material⁶⁹ und den typischen Modi ihres Bezugs zu konkreten Alltagswelten wurde ein Typen-Modell entwickelt. Ausgangspunkt dafür sind Unterscheidungen, die die Forschenden selbst wiederholt problematisierten. Die Interviews begannen zumeist mit persönlichen oder feldspezifischen Entwicklungsgeschichten. Dabei differenzierten die Gesprächspartner zwischen etablierten, überkommenen und neueren Zielstellungen und Strategien der Sozialrobotik. Anhand dieser Unterscheidungen ließen sich zwei Zieldimensionen verdichten. Zum einen grenzten sich viele Gesprächspartner von entwicklungsgetriebener Forschung ab und kennzeichneten Sozialrobotik im Gegenzug als anwendungsorientierte Forschung (2.1). Weniger explizit, aber dennoch als deutliche Grenzziehung fungierten divergierende Konzeptionen von Mensch-Roboter-Interaktion als universell wirksam oder konkret für einen spezifischen Anwendungsfall gültig (2.2).⁷⁰

Das resultierende Typenraster (2.3) verdeutlicht die Heterogenität der Zielstellungen von Sozialrobotikforschung – die sich durchaus auch in unterschiedlichen Perspektiven auf ein und dasselbe Projekt manifestieren kann. Die analytische Qualität des Schemas liegt in der Identifikation zweier entgegengesetzter Strategien, die als Antworten auf das Problem der Sozialrobotik – den Umgang mit sozialen Gegenstandsbereichen – verstanden werden können: *Abstraktion* und *Integration*.

1. Zieldimension Entwicklung – Anwendung

Die Charakterisierung von Sozialrobotik als Forschung, die sich aus einem Anwendungskontext heraus motiviert, wird von einigen der Interviewten als allgemeines Gütekriterium des Feldes beschrieben und als Abgrenzung gegenüber früherer, entwicklungsgetriebener Robotikforschung verwendet. In entsprechenden Beschreibungen wird darauf abgestellt, dass Projekte entweder eher dadurch motiviert sein können, einen

⁶⁹ Als „Fall“ wird dabei folgende Konstellation verstanden: ein an einer Hochschule oder im Umfeld einer Hochschule verankerter Forschungszusammenhang, innerhalb dessen eine verkörperte robotische Plattform mindestens für Testzwecke mit Laiennutzern bzw. in alltagsweltlichen Umgebungen interagiert.

⁷⁰ Im Hinblick auf die epistemische Praxis wird in jüngerer Zeit auch zwischen entwicklungsorientierter und publikationsorientierter Forschung unterschieden (vgl. VI.1.1).

Roboter als technische Plattform (weiter) zu entwickeln, oder darauf, die sinnvolle Verwendung eines Roboters zu ermöglichen. Besonders plastisch wird die Unterscheidung im Interview mit einer Designerin, die in den 1990er Jahren als eine der ersten ihres Fachs eine Anstellung an einem Institut für Robotikforschung erhielt: „when I was hired [...] most of the robots being developed were technology for technology’s sake“ (Prof_w_USa: 13-14). Eine andere Forscherin, die in verschiedenen europäischen Robotikprojekten gearbeitet hat, beschrieb die Motivation eines Projekts, das Roboter als Berater im Verkauf einsetzte, so: „They wanted it, because it can do that“ (Post_w_EUa, Feldtagebuch 29.08.2013). „Technik um der Technik willen“ ist ein Extrempunkt dieser Dimension: Roboter entwickeln, weil es eben geht. Das technische Entwickeln wird zum Selbstzweck.

Je nach Gesprächspartner und dessen Einstieg ins Feld wird die Abgrenzung von der entwicklungsgetriebenen Forschung auch bis in die Gegenwart ausgedehnt. So schätzt der europäische Forscher Prof_m_EUa ein, dass „die meisten Robotikprojekte zumindest bist jetzt würde ich mal sagen (.) entwicklungsgetrieben waren“ (Prof_m_EUa: 60-61). Diese Form der Abgrenzung fällt in vielen Fällen mit der Selbstverortung der Forschenden zusammen. Das betrifft zumeist die Motivation, im Feld Sozialrobotik zu arbeiten: Statt Technikentwicklung wolle man etwas Praktisches bzw. Anwendungsorientiertes tun. Das kann sich auf die manuelle Arbeit am Roboter (im Unterschied zum Programmieren an der Tastatur) beziehen (Prof_w_USb); häufiger ist allerdings die „praktische Anwendung“ des Roboters selbst gemeint. Unter „Anwendung“ sind dann zunächst meist allgemeine, typisierte Situationen und Kontexte gemeint, oder Organisationen und Institutionen öffentlicher oder privater Träger (Kindergärten, Schulen, Krankenhäuser, Pflegeheime), oder aber Unternehmen aus dem produzierenden Gewerbe, Verkauf oder Logistik.

Die vorzunehmende Dimensionierung kann diesen Selbstverortungen nicht uneingeschränkt folgen. Vielmehr zeigt sich im Material, dass auch Forscherinnen, die die ‚reine‘ Technikentwicklung ablehnen, in ihren Projekten einen stark vermittelten, teilweise nur mehr symbolischen Bezug zu konkreten Anwendungskontexten haben. Zwar bezieht sich ihr Selbstverständnis als Forschende auf die Anwendungsorientierung. Das Ziel ihrer Arbeit – sei es als Projektangestellte oder im Rahmen einer Qualifikationsar-

beit – besteht aber im Wesentlichen in der Herstellung oder Verbesserung von Komponenten, die den Einsatz von Robotern in sozialen Situationen oder zu sozialen Zwecken erst ermöglichen. Ein Beispiel dafür ist Dok_w_USa, die in mehrfacher Hinsicht sehr stark in der sozialen Situierung von Robotern engagiert ist (vgl. VI.3). Ihre Arbeit als Sozialrobotikerin besteht aber vor allem in der Quantifizierung und Computerisierung eines Bewegungsmodells aus dem Tanztheater, damit zukünftige Roboter anhand dieser Prinzipien (glaubhafter) expressiv agieren können. Im Rahmen dieser Arbeit hat sie zwar Kontakt mit Schauspielern und beobachtet auch expressive Gesten im Alltag genauer; die Entwicklungsarbeit selbst ist aber nicht direkt auf eine Anwendung oder eine konkrete Situation ausgerichtet. Vielmehr wird die universelle Anwendbarkeit (vgl. 2.2) dieser Entwicklung für einen Robotereinsatz in Alltagswelten betont.

Das Kriterium der Unterscheidung entlang dieser Dimension ist also nicht, ob die Forschenden sich von entwicklungsgetriebener Forschung distanzieren, sondern ob die Ziele der Forschung und Entwicklung eher nachfrageorientiert oder eher an der Verbesserung der eigenen technischen Fähigkeiten ausgerichtet sind. Anwendungsorientiert ist Sozialrobotikforschung dann, wenn sich ihr *Ziel aus einer lebensweltlichen Problemstellung und deren Bearbeitung* herleitet. Entwicklungsgetrieben ist sie dagegen, wenn diese Problemstellungen vor allem als Beispiel für die Weiterentwicklung der technischen und epistemischen Objekte der Forschenden dienen.

Ein Fall anwendungsorientierter Forschung ist das Projekt „Handwerks-Roboter“. Der Projektleiter ist ein Designer und studierter Architekt, der zu Robotereinsatz im Baugewerbe forscht. Motivation seines Forschungsprojekts an einer US-Universität ist es, handwerkliche Techniken von Stuckateuren beim Auftragen von Gips an Decken und Wänden auf eine Industrieroboterplattform zu übertragen, um diese Form von Expertenwissen zu sichern und ortsunabhängig reproduzierbar zu machen. Ein entwicklungsgetriebenes Forschungsziel manifestiert sich im Fall Heimassistent, den wir bereits als Verbundprojekt kennen gelernt haben (1.2). Hier ist zwar ein konkreter Anwendungsfall benannt (Roboter für allein lebende Senioren); Ziel des Projektes ist es aber, die technische Performance und die zu messenden Akzeptanzwerte des Roboters zu erhöhen – anstatt ihn in konkrete Seniorenhaushalte zu implementieren.

An diesem Beispiel zeigt sich erneut, dass die Verortung von Projekten entlang dieser Dimension nicht aufgrund ihrer Selbstbeschreibung und auch nicht durch das Vorhandensein bestimmter Schritte (Nutzerstudie durch Fokusgruppen), abgeleitet werden kann. Stattdessen geht es um Selektionen im Entwicklungsprozess, durch die das Verhältnis der gegenseitigen Dienstbarkeit bestimmt wird: Wird ein Anwendungsfall definiert und ausgewählt, um den Roboter(einsatz) zu verbessern, oder wird entlang eines Anwendungsfalls eine mögliche robotische Lösung entwickelt? Eine einfache Gegenprobe für eine Einordnung ins anwendungsorientierte Spektrum könnte lauten: Wurde im Rahmen des Forschungsziels erwogen, eine andere (oder gar keine) robotische Plattform einzusetzen? In entwicklungsgetriebenen Projekten ist das i.d.R. nicht der Fall. Da die Dimensionierung als Kontinuum gedacht ist, sind Projekte denkbar, in denen beide Motivationen zu gleichen Teilen bedient werden. Die meisten beobachteten Forschungsprojekte dienten jedoch entweder vorrangig dazu, eine technische Weiterentwicklung zu ermöglichen, oder die Performance und Passung für einen alltagsweltlichen Einsatz zu verbessern.

2. *Zieldimension universal – konkret*

Nicht gänzlich losgelöst von dieser Ebene verläuft die Dimension „universal – konkret“. Im Feld wird sie u.a. an Diskussionen um Komplexität oder die Eignung von bestimmten Modellierungsverfahren sichtbar. Ein Beispiel dafür ist die Diskussion zwischen zwei Forschenden während eines Workshops zum Thema Sozialrobotik (Feldtagebuch 03.05.2013): Nach einer Präsentation zum Einsatz eines Roboters als Therapiespielzeug für autistische Kinder wies ein Forscher aus dem Bereich „Cognitive Neuroscience“ darauf hin, dass es auch Szenarien gebe, in denen komplexere Modellierungen von Kognition notwendig seien als das Erkennen von Blickrichtungen (was eine der wenigen „komplexen“ Leistungen des vorgestellten Roboters war). Die Vortragende antwortete mit deutlicher Emphase und verwies auf ein Beispiel eines gescheiterten Robotikprojektes mit „zu komplexer“ Kognitions-Architektur. Sie schloss ihre Antwort mit einem Rezept für die Modellierung von Sozialrobotern: „so einfach wie möglich, so komplex wie nötig“. In der Zurückweisung des Einwands drückt sich eine große Skepsis gegenüber der Adäquanz kognitivistischer Modellierungen für alltagsweltliche Eins-

ätze aus. Eine ähnliche Wertung nimmt Forscher Prof_m_EUa vor: „wenn’s dann halt laufen muss @(.)@ is’es vielleicht dann doch besser ein bisschen zu vereinfachen“ (Prof_m_EUa: 507-508). Hinter diesem beispielhaft vorgeführten Konflikt verbirgt sich noch eine andere Dimension der Unterscheidung als die zwischen entwicklungsgetriebener und anwendungsorientierter Forschung.

Wenn in der Sozialrobotik Komplexität und Vereinfachung von computationalen Modellen im Hinblick auf die Passung und Funktion („laufen muss“) für konkrete Anwendungskontexte diskutiert werden, ist dies zumeist Ausdruck unterschiedlicher Entwicklungsziele, nämlich die Unterscheidung zwischen dem Ziel, einen Roboter für das Funktionieren in einem *konkreten* Kontext zu entwickeln, und die entgegengesetzte Zielstellung, Mensch-Roboter-Interaktion *universal* zu modellieren. Letzteres ist im Feld vor allem an der Orientierung an menschlicher Kognition abzulesen. Eine rechen-technische Modellierung von Kognition wird als universaler Schlüssel angesehen, um Roboter für Menschen akzeptabel und funktional zu machen (z.B. Breazeal 2003). Die dabei avisierten Anwendungsbereiche sind häufig typisierte, dyadisch konzipierte Nutzungssituationen, wie etwa ein Roboter, der einem menschlichen Nutzer individualisiert über einen langen Zeitraum dienen soll – also kein bestimmter Nutzer, der den Roboter im Entwicklungsprozess tatsächlich extensiv benutzt. Diese Aufgabe wird dann über kognitionspsychologische Theorien konzeptualisiert und operationalisiert, um „vertrauenswürdige“ Mensch-Roboter-Interaktion (Breazeal et al. 2008) herzustellen bzw. zu erforschen. Aber auch andere Mensch-(Mensch-)Modelle von Sozialität werden für solche universellen Entwicklungsziele herangezogen. So werden vereinzelt auch soziologische oder sozialpsychologische Theorien auf Mensch-Roboter-Interaktion übertragen (Prof_w_USa: 94-103). Die Entwicklung einer universellen HRI hat zum Ziel, menschlich „korrektes Verhalten“ zu generieren, das insofern situationsangemessen ist, als es allgemeinen Regeln der Interaktion folgt.

In Forschungsprojekten, die Sozialroboter für konkrete Anwendungssituationen entwickeln, wird die Hypothese der Deduktion von gelingender HRI aus universellen Regeln abgelehnt bzw. spezifiziert. Das geschieht nur selten auf Basis wissenschaftstheoretischer Argumente, sondern zumeist vor dem Hintergrund eigener Erfahrung in der Auseinandersetzung mit konkreten sozialen Gruppen und Situationen. Im Zuge dieser Er-

fahrungen stellen die Forschenden fest, dass die kognitivistischen Konzepte und Methoden in der konkreten Umsetzung nicht ohne wesentliche Vereinfachungen funktionieren: „Wissen Sie, diese Theorien sind alle so abstrakt, die müssen wir erst einmal herunterbrechen, bevor wir etwas damit anfangen können“ (Feldtagebuch 02.05.2013). Die Gegenbewegung zu diesem Vorgang der Abstraktion ist die Integration der Mensch-Roboter-Entwicklung in konkrete Situationen. So entscheiden sich einige Forschende dafür, gewissermaßen induktiv zu arbeiten, indem sie sich entweder selbst in die avisierten Alltagswelten einbringen oder versuchen, diese methodisch in den Entwicklungsprozess einzubinden. Das geschieht zum Beispiel ganz explizit durch partizipative und involvierende Designmethoden, die mit einer aktiven „Outreach“-Arbeit hin zu den avisierten Gruppen kombiniert ist (Prof_m_USa). Diese explizit „aufsuchende“ und integrierende Form ist jedoch zumindest in dem Material, das dieser Studie zugrunde liegt, ein Extremfall.

Häufiger zu beobachten sind implizite Bezüge wie die Anwendung von (teils elaborierten) Alltagstheorien durch Forschende oder bestimmte Formen von „Laienethnografie“ (vgl. VI.2.2). Konkrete Entwicklungsziele in diesem Kontext zeichnen sich dadurch aus, dass sie in doppelter Hinsicht am Funktionieren des Roboters orientiert sind. Sie versuchen entweder, das technische Funktionieren in Alltagswelten zu ermöglichen, oder stellen gar auf bestimmte, gelingende Formen von Interaktion ab, die hervorgebracht werden sollen. Statt universellen Effekten (die durch dekontextualisierende Laborexperimente belegbar sind) wird auf konkrete Effekte abgestellt, die *in situ* wirksam und beobachtbar sein müssen. Ein Beispiel dafür sind Roboter in öffentlichen Räumen, wie einem Museum oder einer Universitäts-Cafeteria, die von den Forschenden regelmäßig (teils verdeckt) aufgesucht werden, um ihren Erfolg in der Unterhaltung der Besucher zu überprüfen und ggf. anzupassen.

Das Kriterium der Verortung entlang der Dimension „universal – konkret“ ist also, wie *alltagsweltliche Situationen und Nutzer* in die Entwicklung eingebunden werden. Dafür ist nicht entscheidend, wie gut oder explizit der Anwendungsbereich beschrieben und in Selbstzeugnissen verankert ist. Es ist auch egal, ob das Projekt eher auf die Weiterentwicklung eines Roboterantriebs für Teppichböden in Altenheimen oder auf die Verbesserung der Interaktion zwischen Museumsbesuchern und ehrenamtlichen Museumsführern abzielt. Stattdessen geht es um die Frage, ob der Roboter im Entwicklungsprozess

in einen konkreten Ausschnitt von – vom Projekt zunächst unabhängiger – Umwelt integriert wird, oder ob vielmehr die Umwelt in den Forschungsprozess integriert wird.

Ein solcher universalisierender Bezug kann auch in anwendungsorientierten Projekten vorkommen. Ein Indikator dafür ist die Verwendung des Begriffs „Kontext“. Damit ist eine Typisierung von Anwendungsfällen durch die Forschenden gemeint, die dem zu entwickelnden universellen Wirkprinzip gewissermaßen nur noch den je anwendungsspezifischen Hintergrund liefert. Als „Kontext“ rücken alltagsweltliche Situationen und Nutzer also durchaus in den Blick, allerdings weniger als eigengesetzliche Entitäten, sondern als (ggf. anzupassende) Parameter einer universalen Lösung.

Beide Momente sind in ein- und demselben Robotikprojekt denkbar, beispielsweise in Form einer laboratisierten Vorstudie grundlegender Effekte (universal) und einer anschließenden partizipativen Entwicklung zur Integration in ein soziales Setting (konkret). Man könnte sogar behaupten, dass ein erfolgreiches Sozialrobotikprojekt in wechselnden Bewegungen beide Enden des Spektrums bedient (vgl. VII).

3. *Typenschema*

Die Auswahl der beiden Dimensionen „Entwicklung – Anwendung“ und „universal – konkret“ rechtfertigt sich zum einen durch die Adäquanz zu den Deutungsmustern der Interviewten. Zum anderen erlaubt sie eine von diesen abweichende Typisierung der Entwicklungspraxis, da sie die Kriterien „Motivation der Ziele“ und „Bezugsmodus zum Gegenstandsbereich“ hervorhebt. Da die Dimensionen auf unterschiedliche Kategorien der Zielstellungen fokussieren, erfassen sie sowohl epistemische als auch forschungspraktische und technische Ziele, die sich sonst nur schwer entlang gemeinsamer Dimensionen beschreiben ließen.⁷¹ Weil die beiden Dimensionen in der Phänomenstruktur relativ nah beieinander liegen, ermöglichen sie eine analytisch sehr fruchtbare Kombination. Die dabei entstehenden vier Typen eröffnen ein Raster, das die Sozialro-

⁷¹ Auch die mit eigenen Begriffen ausgestatteten unterschiedlichen (Sub-) Forschungsfelder implizieren nicht automatisch eine gemeinsame Verortung anhand der verdichteten Zieldimensionen.

botikforschung anhand ihrer Ziele und den daran zum Ausdruck kommenden übergreifenden Strategien der Zielerreichung erfasst (vgl. Tabelle 2).

Bei den durch Kombination gewonnenen Typen handelt es sich um Idealtypen. Sie entstehen durch „einseitige Steigerung eines oder einiger Gesichtspunkte“ (Weber 1973: 191). Es handelt sich also insofern um fiktive Extreme, als von den Verortungen, Handlungen und Motiven der beobachteten Fälle abstrahiert wurde, um ein Modell zu erzeugen. Das dargestellte Raster dient wiederum als analytisches Hilfsmittel, um im nächsten Schritt die beobachteten Fälle darin zu verorten und anhand der Mischungen und Abweichungen die Regelmäßigkeiten ihrer Konstitution zu entdecken (vgl. V.3).

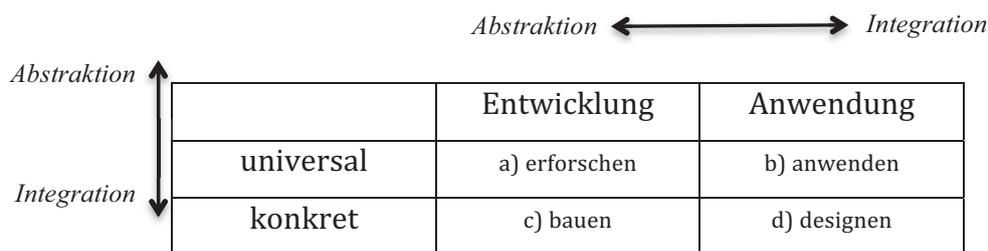


Tabelle 2 - Dimensionierung und Typenschema

Die Merkmalskombinationen wurden mit Tätigkeitsbegriffen benannt, die die je typische Art von Zielen illustrieren. Sie lassen sich in ihrer Typizität auch verschiedenen wissenschaftlichen bzw. professionellen Disziplinen zuordnen:

- a) *Erforschen* – entwicklungsgetrieben & universalisierender Bezug zu Anwendungen – Formalobjekte und Prototypen für HRI konstruieren, testen und erforschen – typisch für „klassische“ KI-Forschung, Kognitionsforschung
- b) *Anwenden* – anwendungsgetrieben & universalisierender Bezug zu Anwendungen – Einsatz von Robotern für Feld testen; Faktoren für Anwendungsspezifische HRI erforschen – typisch für akademisierte Anwendungsfelder wie Pflegewissenschaften oder Occupational Science
- c) *Bauen* – entwicklungsgetrieben & konkrete Nutzer / Situation – Robotereinsatz im Anwendungsfeld technisch ermöglichen; technische Lösung in konkreter Situation etablieren – typisch für Ingenieurwissenschaften

- d) *Designen* – anwendungsgetrieben & konkrete Nutzer / Situation – Roboter für konkrete Gruppe / Situation konstruieren und einsetzen; Empowerment von Nutzern – typisch für Design

Anhand des Vergleichs der Idealtypen b) und c) lässt sich das analytische Potential des Rasters verdeutlichen: Phänotypisch sind sich Projekte der beiden Typen durchaus nicht unähnlich. In beiden werden Roboter in alltagsweltlichen Umgebungen eingesetzt und die Ergebnisse dieses Einsatzes gemessen. Im Typ „Anwenden“ geschieht das im Hinblick auf die avisierten Effekte der Mensch-Roboter-Interaktion für das spezifische Anwendungsfeld, z.B. die Verbesserung des Wohlbefindens eines Patienten. Im Typ „Bauen“ liegt der Fokus vielmehr darauf, wie die robotische Plattform gewissermaßen *trotz* der Mensch-Roboter-Interaktion funktional bleibt.

Ein weiteres Merkmal wird an den Typen b) und c) deutlich. In ihnen überschneiden sich zwei auseinanderstrebende Strategien: *Abstraktion* und *Integration*. Der Typus „Bauen“ verdeutlicht, dass die Orientierung auf ein konkretes Anwendungsziel auch entwicklungsgetrieben erfolgen kann. Am Typus „Anwenden“ zeigt sich, dass die aus Anwendungsfeldern gewonnene Motivation für eine Zielstellung nicht zwangsläufig mit Blick auf konkrete Realgruppen entwickelt wird, sondern für abstrahierte, typische, teils anhand rechtlicher Vorschriften konstituierte Gruppen wie „Pflegebedürftige“.⁷² Die Typen „Erforschen“ und „Designen“ zeichnen sich dagegen durch gleichlaufende Meta-Strategien aus. In dieser Art von Zielstellungen findet relativ wenig Vermittlung zwischen unterschiedlichen Sinnprovinzen statt: Sie sind entweder deutlich auf die Abstraktion zu wissenschaftlichem Wissen bzw. technisierten Wirkprinzipien ausgerichtet, oder auf die Integration von Nutzerbedürfnissen in die Entwicklung von in Alltagswelten einzusetzender Technik.

Abstraktion und Integration lassen sich als Strategien bezeichnet, weil sie Denkprozesse, epistemische Praktiken und Bewegungsrichtungen entlang der Zieldimensionen beschreiben. Abstraktion – sowohl von der ‚Nachfrage‘ im Anwendungsbereich als auch von konkreten Fällen – sichert das Funktionieren technischer und wissenschaftlicher Konzepte, die mit den Störungen ambivalenter und kontingenter sozialer Situationen

⁷² Die Implikationen und Effekte dieses Vorgehens werden in V.4.2 verdeutlicht.

konfrontiert sind. Abstraktion manifestiert sich bspw. in der Laborisierung von Faktoren der Mensch-Roboter-Interaktion (vgl. „Erforschen“). Integration – sowohl von Zielen aus Anwendungsfeldern als auch von konkreten Nutzerinnen und Nutzern – ist die notwendige Gegenbewegung, die zu entwickelnde Technik und wissenschaftliche Konzepte in der Praxis der (avisierten) Verwendung verankert und gangbar macht. Integration lässt sich bspw. an nutzerzentrierten Entwicklungsprozessen wie partizipativem Design beobachten.

3. Beschreibung der Typen anhand der Verteilung der Fälle

Die Herleitung des Typenrasters wurde unter anderem mit den Einschränkungen versehen, dass innerhalb eines Projektes gleichzeitig unterschiedliche Zieltypiken vorliegen können bzw. dass unterschiedliche Zieltypiken zeitlich nacheinander in einem Projekt bearbeitet werden können. Die statische Verortung der Fälle im Raster ist also ein Behelf.⁷³ Zweck dieser Konstruktion ist, anhand der entstehenden Gruppierungen, Abweichungen und Vermischungen die Konstitutionsbedingungen der Fälle zu analysieren. Das aus der Verdichtung gewonnene Raster dient als Hilfskonstruktion, mittels derer die den Zielen inhärenten Handlungsentwürfe, Deutungsmuster und Handlungsressourcen sichtbar werden.

Die Differenzierung der Fälle basiert auf einer gemeinsamen Problemstellung. Die beobachteten Projekte haben alle zum Ziel, bestimmte Verhaltensweisen sowohl auf Seiten der robotischen Plattform als auch bei den avisierten Nutzern zu erzeugen. Die grundlegende ingenieurhafte Vorstellung, dass man durch technische Mittel auch soziale Lebenswelten gestalten kann, wirkt in allen vier Typen. Die vorzunehmenden Unterscheidungen beginnen dort, wo gefragt wird, was eine nützliche Funktionalität ist, wie diese zum Entwicklungsziel wird, und wie man sie modellieren und umsetzen kann. Die Antworten auf diese Fragen implizieren bestimmte Näherungsweisen an soziale Situationen und Nutzergruppen und liegen quer zu Einteilungen nach (Sub-)Forschungsfeldern oder Anwendungsdomänen. In den folgenden Darstellungen finden sich deswegen so unterschiedliche Gegenstandsbereiche wie Entwicklungsprototypen von Fahrstuhl fahrenden Robotern, kommerziell vertriebene Therapieroboter oder Selbstbausätze für den Schulunterricht.

⁷³ Wie bereits erwähnt fällt die Entscheidung vor allem anhand der Frage, welche Typik im Verlauf des Projekts letztendlich wirksam bzw. dominant wird. Diese Entscheidung ist häufig Ergebnis machtförmiger Aushandlungen bzw. Setzungen und deswegen gut zu beobachten. Wir werden im nachfolgend vorgeführten Material Beispiele dafür sehen.

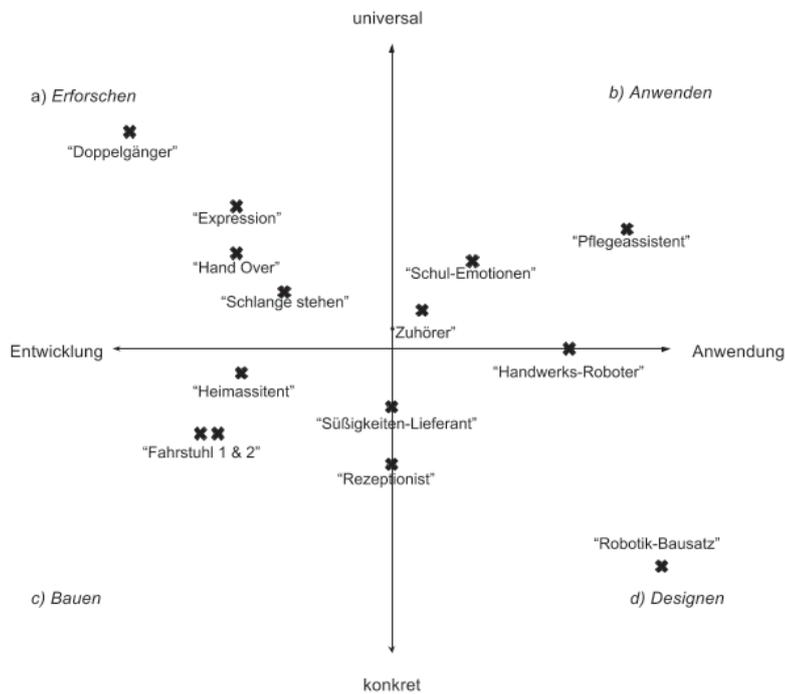


Abbildung 4 – Verteilung der Fälle im Typenraster

Das Soziale der Sozialrobotik wird je nach Zieltypik vorwiegend als messbarer Effekt konzeptualisiert („Erforschen“), als lösungsorientiertes Szenario in einem Kontext wie Altenpflege („Anwenden“), als technisch zu bearbeitende Aufgabe („Bauen“) oder als sorgsam zu integrierender Beitrag zu einer lokalen Gemeinschaft („Designen“).

1. *Erforschen*

Sozialrobotikforschung vom Typ „Erforschen“ entwickelt ihre Problemstellungen meist aus der Forschungsliteratur bzw. wissenschaftlichen Diskursen. Die Ziele solcher Projekte können als *epistemisch* beschrieben werden. Sie sind darauf ausgerichtet, neues Wissen für die HRI-Forschung zu generieren, indem sie Formalobjekte und/oder Prototypen für Mensch-Roboter-Interaktion konstruieren, testen und erforschen. Die Forschenden in diesen Projekten haben häufig eine formale Ausbildung in einer kognitions-

oder (hypothesenprüfenden) sozialwissenschaftlichen Disziplin (z.B. Prof_m_USe, Dok_w_USc).

Zwar stehen alle Forscherinnen in projektförmig organisierter Wissenschaft – und damit alle Fälle dieser Studie – unter dem Zwang, regelmäßig zu publizieren (vgl. V.1); die Projekte aus dem Quadranten a) richten ihre Ziele aber sehr stringent auf Publikationskriterien bzw. bereits publizierte Forschung aus. Eine typische Quelle für die in diesen Projekten verfolgten Ziele ist daher das Lesen von Forschungsliteratur (Prof_m_EUa: 167-180):

[...] und dann in der Literatur geschaut OK was wissen wir denn über affektive oder emotional beachtete Körperbewegungen (.) und dann äh stellt sich heraus dass jeder was anderes dazu sagt ne? und abhängig davon welche Schauspieler bei den Studien eingesetzt / I: mhm / @(.).@ worden sind / I: mhm / kommen unterschiedliche Parameter raus die relevant sind äh und dann gab's n ähm äh nettes Paper von äh [FORSCHERIN] 2010 wo sie genau auf diesen Punkt eingegangen ist ja OK da wird das irgendwie standardisiert ne? an diese Datenerhebung (.) und hat dann angefangen sich auf eine einzige Bewegung zu konzentrieren (.) hat dann äh Schauspieler wieder genommen die diese Bewegung dann fröhlich äng/ ärgerlich ängstlich und so weiter ausführen sollten (.) hat das dann aber rückgekoppelt an ne Analyse mit äh mit Labans Movement Parametern und ne Bewertung durch Benutzer / I: mhm / ob sie wirklich diese Emotion dann auch erkennen können / I: mhm mhm / woraus dann äh zum Schluss nur noch ein Drittel der Bewegungen übergeblieben @(.).@ ist sozusagen [Husten] und die hat sie dann genommen um Parameter zu extrahieren die man mit Bewegung modifizieren muss damit sie entsprechend diese emotionale Konnotation (.)

Der Interviewte beschreibt seinen Weg in ein neues Forschungsgebiet, das er sich über ein Literaturstudium mit zunächst unbefriedigendem Ausgang erschlossen hat: Jeder sagt etwas anderes zum fraglichen Thema. An dieser Beschwerde – und der Standardisierung als Lösung – expliziert sich die Orientierung an szientistischer Objektivität. Die Standardisierung und experimentelle Validierung des Stimulusmaterials (Videoclips von Schauspielern, die Bewegungen ausführen) durch eine Veröffentlichung hat das zuvor unübersichtliche Feld „affektiver Bewegungen“ auf ein Drittel reduziert und daraus manipulierbare Parameter extrahiert. Erst damit ist das Feld für den Interviewten anschlussfähig geworden. Dass der Weg zum eigenen Forschungsprojekt hier mit dem Verweis auf eine Schlüsselstudie beschrieben wird, ist typisch für Forschungsziele unter „Erforschen“. Der Fall „Expression“ ist in denselben wissenschaftlichen Diskurs eingebunden und versucht eine standardisierte Quantifizierung der ursprünglichen Laban-Notation aus dem Tanztheater (von Laban 1975) zu erzeugen. Das Projektziel knüpft also gewissermaßen an die im Zitat erwähnte Studie an und versucht sie rechentechnisch

nisch zu operationalisieren. Auch solche Projektziele entsprechen dieser Typik, da sie zwar keine Formalobjekte für die experimentelle Überprüfung konstruieren, aber versuchen, aus anderen Wissensobjekten (wie einer Bewegungsnotation aus dem Tanztheater) eine Operationalisierung für Ziele der Sozialrobotik zu erzeugen.

Die epistemischen Ziele unter „Erforschen“ sind nicht zwingend an die (derzeitige) *technische Realisierbarkeit des Vorhabens* gebunden. Es ist möglich, dass Szenarien getestet werden, die auf weit in der Zukunft liegende Kriterien wie etwa das alltägliche Zusammenleben von Menschen und sehr menschenähnlichen Robotern fokussieren (Fall „Doppelgänger“). Solche Studien werden dann häufig entweder mithilfe von Videoclips von Roboterverhalten durchgeführt, oder sie werden durch so genannte „Wizard of Oz“-Methoden getestet. Dabei übernimmt ein menschlicher Experimentator bestimmte Funktionen für den Roboter bzw. wählt ‚per Knopfdruck‘ ein Verhalten, das im avisierten Nutzungskontext eigentlich automatisiert hervorgebracht werden soll. Die Methode ermöglicht das Simulieren technisch (noch) nicht möglichen Roboterverhaltens. Sie ist seit ihrer Etablierung in den Usability Studies (Kelley 1984) umstritten und mit einem Diskurs über methodische Kontrolle verbunden (z.B. Steinfeld et al. 2009) und gleichzeitig immer noch weit verbreitet. So stellte eine Meta-Studie fest, dass zwischen 2003 und 2011 immerhin 54 Studien mit „Wizard of Oz“-Methoden in den wesentlichen Publikationsorganen der Sozialrobotik mit peer-review veröffentlicht wurden. Feldtypisch entfielen hierbei über zwei Drittel davon auf die Proceedings der großen Konferenz HRI und ROMAN (Riek 2012).

Das Testen und Erforschen technisch noch nicht möglicher Mensch-Roboter-Interaktionen ist für die Zieltypik „Erforschen“ legitim, da Projekte mit dieser Zielstellung *universelle* Effekte der Sozialrobotik thematisieren. Der Fall „Doppelgänger“ nimmt diesbezüglich eine Extremposition im Feld ein, weil das Projekt ausschließlich darauf ausgelegt ist, experimentelle Daten zu einer sehr spezifisch dekontextualisierten HRI zu liefern. Der Forschungsgruppenleiter ist Kommunikations- und Medienwissenschaftler und hat den Bau eines Roboters in Auftrag gegeben, der ihm äußerlich sehr stark nachempfunden ist. Das wissenschaftliche Ziel des Projektes ist, durch die Konfrontation mit diesem Androiden (teilweise gleichzeitig mit dem Professor) Extrapolationen auf zukünftige Gesellschaften vorzunehmen. Das ganze Vorgehen ist technisch,

methodisch und vom Erkenntnisinteresse her so zugespitzt, dass es im Grunde nur noch im selbst hergestellten experimentellen Kontext, der „Konfrontationstherapie“ mit der Zukunft (vgl. Kap. VI.3.2), anschlussfähig ist.

Diese geringe Ausrichtung an konkreten Alltagswelten resultiert häufig aus einer kognitivistischen Grundausrichtung der Forschungsziele. Universalismus kommt aber auch in sich vom (repräsentationalen) Kognitivismus abgrenzenden Paradigmen wie „embodied intelligence“ zum Tragen. In diesem Fall liegt die Universalisierung in Abstraktionen auf wenige Wirkprinzipien, zum Beispiel: „Alle Aktion ist Interaktion zwischen Körper, Gehirn und Umwelt“ (Feldtagebuch 14.02.2014). Da in diesem Quadranten viele theoretische Paradigmen ursprünglich nicht-technikwissenschaftlicher Forschung vertreten sind, kommt es häufig zu modellhaften Vergleichen, die einerseits die Übertragbarkeit der Wissensbestände und Methoden auf die Robotik signalisieren sollen und andererseits auch als prototypische Metaphern für die Konzeption von Roboterverhalten oder Mensch-Roboter-Interaktion dienen. Das kann vom Nervensystem des Oktopus als Modellorganismus für Roboterarchitektur bis hin zum (sehr verbreiteten) Vergleich der Roboterintelligenz mit verschiedenen Stadien der Kindesentwicklung in entwicklungspsychologisch geprägten Projekten reichen (ebd.).

Gemeinsam ist diesen Abstraktionen die damit einhergehende *Dekontextualisierung* der Mensch-Roboter-Interaktion. In einem eher technisch geprägten Projekt lautete das Ziel, Algorithmen für die Übergabe von Gegenständen zwischen Menschen und Robotern zu entwickeln (Fall „Hand Over“). Das Ziel wurde als Generierung sozial adäquaten Verhaltens beschreiben. Gemeint sind Bewegungen, die wie bei Menschen Hinweise über die Intention der Bewegung andeuten. Im Projekt werden dabei verschiedene Verfahren von „machine learning“ angewandt, um selbstlernende mathematische Modelle zur Verbesserung des Übergabeverhaltens zu entwickeln. Zwar werden in Veröffentlichungen und Interviews rhetorische Bezüge zu konkreten Anwendungsbereichen hergestellt; deren spezifische soziale Kontexte sind aber weder für die technische Zielstellung noch für das wissenschaftliche und technische Vorgehen entscheidend. Der Forschungsgruppenleiter nennt als Beispiel für solche Übergabegesten das gemeinsame Kochen mit seiner Frau als Modellsituation. Die im Projekt ablaufende Modellierung

könnte aber genauso gut zum Anreichen von Werkzeug in einer Fabrik oder von Munition beim Nachladen eingesetzt werden.

2. *Anwenden*

Projekte der Typik „Anwenden“ zielen dagegen auf eine praktische Umsetzung. In diesen Projekten soll der Einsatz von Robotern für spezifische Felder getestet bzw. erforscht werden. Im Material dieser Studie manifestierte sich das z.B. in einem Projekt zur Verbesserung der Pflege bei Demenzkranken („Pflegeassistent“) oder der Beeinflussung des Gruppenverhaltens in Schulklassen („Schul-Emotionen“). Der Anwendungsbezug drückte sich dabei auch in der Beteiligung nicht-technikwissenschaftlicher Experten, z.B. von Pflegewissenschaftlern oder Pädagogen, aus. Die Ziele (und avisierten Lösungen) dieser Art von Sozialrobotikforschung werden allerdings nicht aus den betroffenen Gruppen selbst entwickelt, sondern entstammen zumeist breit angelegten Förderprogrammen und damit verknüpften Diskursen, z.B. zur Gesundheit im Alter. Sie sind darüber hinaus meist durch institutionelle Kooperationen und/oder deren Forschungsförderung angeleitet.

Das wird besonders am Einsatz von Sozialrobotern in der Pflege deutlich, welcher in der EU und den USA derzeit in zwei großen Forschungsförderungsbereichen vorangetrieben wird. Unter dem Begriff „Ambient Assisted Living“ (AAL) werden im europäischen Raum Projekte gefördert, die technische Neuentwicklungen für die Bedürfnisse älterer oder körperlich eingeschränkter Nutzerinnen und Nutzer zum Ziel haben. Die „(Health Related) Quality of Life“ (QOL) ist in den USA das Leitbild für technologische Forschung zu Altenpflege.⁷⁴ Die Zielstellungen der beiden Förderstränge korrespondieren darin, die spezifischen Bedürfnisse älterer und eingeschränkter Menschen durch Entwicklung von Technologien aufzufangen und deren Alltag zu verbessern (z.B. Strese 2009) bzw. aktiv umzugestalten: „Transforming Lives Through Innovative Technology“ (QoLT 2015). Die Ziele der in diesen Kontexten geförderten Sozialrobotik sind

⁷⁴ Unter beiden Förderthematiken werden sehr unterschiedliche Technologien gefördert. Die Bandbreite reicht dabei von technisch gesehen recht simplen Meldesystemen wie Alarmknöpfen über die Anpassung bestehender Technologien wie Tablet-Computer(-Anwendungen) bis zur Entwicklung so komplexer Technologien wie eines Serviceroboters für die Pflege.

dementsprechend an Gesundheitsdiskurse und insbesondere den damit verbundenen Vorstellungen von wünschenswertem Leben gekoppelt. Durch diese Einbettung werden vergleichsweise komplexe Phänomene Teil der Roboterentwicklung, die interdisziplinäre Betrachtungsweisen voraussetzen. Damit gehen auch bestimmte Formen von Operationalisierung einher, wie individuelle, quantitativ messbare Aspekte von Wohlbefinden und Lebensqualität (QOL) oder die Entwicklung integrierter Anwendungsszenarien (AAL).

In der Literatur zur Entwicklung von Technologie für Anwendungsgebiete wie Pflege und Gesundheit (z.B. Park & Jayaraman 2003) fallen Argumentationsmuster auf, die die Robotikforschenden in den Interviews auch reproduzierten. Diese zerfallen im Wesentlichen in drei Kategorien: Senkung der Kosten, Erhöhung der Qualität und die gebotene Realisierung der technischen Möglichkeiten. In einigen Interviews (z.B. Fall „Zuhörer“: „Bedarf“, „main player“, „importieren“) zeichnete sich ein volkswirtschaftliches und steuerungspolitisches Deutungsmuster ab, das den Einsatz von Robotern in diesen Domänen gewissermaßen zur Notwendigkeit macht. Sozialrobotikforschung vom Typ „Anwenden“ versteht sich deswegen als Pionierforschung, die den Einsatz in diesen Alltagswelten vorbereitet und erprobt. Eine Episode mit einem hohen EU-Beamten für Technologieförderung unterstreicht diese Deutung: Auf einer interdisziplinären Konferenz ordnete er Roboterentwicklung vor allem als (zukünftige) Arbeitsmarktfrage ein. In der Robotikforschung in Anwendungsfeldern sah er ein Steuerungsinstrument, um die derzeit noch spürbaren Vorbehalte in der Bevölkerung zu bearbeiten und eine Normalität des Robotereinsatzes in der Pflege oder in Schulen herzustellen (Feldtagebuch 15.02.2014).

Robotikprojekte innerhalb dieser Förderinstrumente müssen solche Deutungen selbstverständlich nicht übernehmen. Es zeigt sich jedoch, dass sie in ihrer Anlage dazu tendieren, dementsprechende Universalisierungen vorzunehmen. So taucht der menschliche Teil der Mensch-Roboter-Interaktion in diesen Projekten häufig nicht als Handelnder, sondern als Behandelter auf. Auch wenn die Bezeichnung verwendet wird und Bestandteil der Ausschreibung ist, lässt sich zeigen, dass die Entwicklung oft *nicht* nutzerzentriert verläuft. Genauer gesagt werden in den beobachteten Entwicklungsprozessen Nutzer wie Pflegepersonal oder Angehörige relevant, die eigentlich Sekundär- und Ter-

tiärnutzer sind. Das wird auch dadurch erleichtert, dass die konkreten Anwendungs- und Testbereiche solcher Projekte häufig in Institutionen wie Schulen, Krankenhäusern und Pflegeeinrichtungen angesiedelt sind (vgl. V.4.2).

Die bereits im Förderinstrument apostrophierte Werkzeughaftigkeit des technischen Einsatzes zur Lösung volkswirtschaftlicher Herausforderungen führt zuweilen zu einer nur geringen Reflexion von Designentscheidungen und der eigenen Lage im Feld. So findet meist schon in der Antragsphase eine Festlegung auf eine bestimmte Technologie wie humanoide Roboter statt, die weniger durch im Anwendungsfeld identifizierte Bedürfnisse gedeckt ist als durch die lokale Verfügbarkeit dieser Technologie.

Trotz der universalisierenden Tendenz in Bezug auf das Anwendungsfeld finden in solchen Projekten mindestens in der Evaluationsphase (meist auch schon früher, etwa in Vorstudien) konkrete Begegnungen mit ‚echten‘ Nutzern statt. Diese Projektphase ist dann häufig vom Versuch geprägt, die Einsatzsituation und/oder den Roboter für den ursprünglichen avisierten Nutzen passend zu machen. Diese für die Forschenden und ihre Partner im Feld sehr anstrengende Arbeit wird häufig ebenfalls nicht explizit reflektiert und in den resultierenden Publikationen und Projektberichten sogar ausgespart. Obwohl es einen Großteil der Projektarbeit ausmacht, sich auf den avisierten Anwendungsbereich einzustellen und mit Fachfremden zu kooperieren, wird diese Form der Leistung oft ausgeblendet⁷⁵ – vermutlich, um den Robotereinsatz als unabhängige, saubere, technische Lösung darzustellen, als die er in der Anlage dieser Zieltypik konzipiert ist.

3. *Bauen*

Etwas „passend zu machen“ ist in der Zieltypik „Bauen“ das handlungsleitende Ziel. Die Typik entspricht ‚klassisch‘ entwicklungsgetriebener Forschung, die die Verbesserung ihrer technischen Plattformen anstrebt. Das beinhaltet sowohl, den Einsatz in (für

⁷⁵ In der Bewertung der Forschungsarbeit, z.B. in der Frage, ob man einen Post-Doc einstellt, spielt diese Art der Arbeit durchaus eine Rolle. Die Gruppenleiterinnen wissen um die Herausforderung solcher Projekte und stellen gern Forschende ein, die bereits Erfahrungen in der Arbeit mit Anwendungsfeldern haben.

Roboter) „unstrukturierten“ Alltagswelten technisch zu ermöglichen, als auch Versuche, konkrete robotische Lösungen in konkreten Situationen zu etablieren. Diese Art von Zielen ist typisch für ingenieurwissenschaftliche Arbeit. Tatsächlich haben viele Forschende aus den beobachteten Projekten dieser Art von Zielen eine formale Ausbildung in eher technischen Disziplinen wie Elektrotechnik (z.B. Dok_w_USb, Prof_w_USb).

Die konkreten Ziele sind meist nicht von übergreifenden Diskursen oder institutionellen Kooperationen motiviert (wobei sie durchaus aus AAL-Programmen gefördert werden können), als vielmehr von vergleichsweise einfachen Beobachtungen und technischen Problemen. Das illustriert zum Beispiel die Beobachtung eines Forschenden, der als junger Projektmitarbeiter Zeuge der ersten Roboterentwicklungen für öffentliche Museen in den 1990er Jahren wurde (Post_m_USa 678-692):

it was driving around/ it was driving around and it did have to deal with humans
a trying to interfere with it actually / I: hmh / that's the exciting part right? so it
definitely had to engage social strategy as a practical measure / I: yeah / ahm (.)
[...] I think there is usually a logic to these things you try to solve a task (by)
put a robot in a kitchen, put a robot in a museum (1) you know the human is
suddenly there aaand as a roboticists this is like another problem to solve (.) an
obstacle, something to communicate with, something who actively interferes
with you, something that's afraid of you and than you just look for what can we
do to solve it (.) ahm (.) my/ that's my perception/ my perception is that ah the
roboticists ((lacht)) kind of discover the human / I: ((lacht)) / the don't start with
the human they sort of try to do something else and the human pops up at the
middle and you have to like manage him (.)

Der Einsatz von Robotern in alltagsweltlichen Umgebungen schafft zunächst einmal eine neue Art von Problem: den Umgang mit Menschen als Hindernis („obstacle“). Der Interviewte beschreibt diese Begegnung als plötzliche Entdeckung, was vor dem Hintergrund des geplanten Einsatzes im Museum kontraintuitiv erscheint. An der Wortwahl drückt sich die Fremdheit und Unerwartetheit dieser Begegnung aus. Diese Irritation hat ihren Ursprung in dem mit dieser Zieltypik einhergehenden Deutungsmuster des (technischen) Problemlösens. Das plötzliche Auftauchen des Menschen in der Ingenieurswelt erzwingt eine Anpassung der Aufgabenschritte: Wenn der Roboter nun mit Menschen umgehen muss, dann braucht er eben ‚soziale Regeln‘, die diesen Verkehr koordinieren. Dass diese deduktiv regelbasierte Strategie für Alltagswelten nicht automatisch erfolgreich ist, deutet der Interviewte mit der Betonung der aktiven Rolle der menschlichen Nutzer (Eingreifen) und ihrer Deutungen (Angst) an.

Menschliche Nutzer und den Kontakt zwischen ihnen und dem Roboter zu managen ist die Kernaufgabe der Zieltypik „Bauen“. Dieses Ziel gerät zumeist aus Sicht der Maschine in den Blick und muss auf dieser Ebene bearbeitet werden. Dementsprechend werden soziale Situationen in den Kategorien sensorische Wahrnehmung, Verhaltensregeln und adäquate Bewegungen oder Manipulationen konzipiert. Die Zerlegung von Einsatzsituationen in diese technischen Kategorien lässt sich in allen Robotikprojekten beobachten. Die Besonderheit der Typik „Bauen“ ist aber, dass diese zum dominanten Deutungsmuster der sozialrobotischen Zielstellung werden. Das wird insbesondere in der Differenz zum Typ „Anwenden“ deutlich. Ist die Verbesserung der Qualität und Kosten eines Konstrukts wie „Wohlbefinden Pflegebedürftiger“ durch einen „einfühlenden“ oder therapierenden Roboter dort ein typisches Ziel, so gilt im Bereich „Bauen“: „The purpose is not to engage [...] it's just (.) being able to do the task despite the (.) inevitable engagement“ (Prof_w_USb: 828-830) Das Erfüllen der Aufgabe muss nicht *aufgrund*, sondern *trotz* des Umgangs mit menschlichen Nutzern ermöglicht werden.

Ein Beispiel für solche Aufgaben ist das Fahrstuhlfahren, das in zwei voneinander unabhängigen Projekten zum Ziel wurde. In beiden Fällen („Fahrstuhl 1“, „Fahrstuhl 2“) bestand die Herausforderung darin, dem Roboter das autonome Wechseln der Etage in einem öffentlichen Gebäude zu ermöglichen. Der Fahrstuhl war das Mittel der Wahl und gleichzeitig der Brennpunkt der Bemühungen, weil hier auf kleinem Raum technische Probleme (Wie wird Fahrstuhlsteuerung bedient?) und die Notwendigkeit der Koordination mit menschlichen Nutzern aufeinander trafen. Das Fahrstuhlfahren wurde dabei jeweils in eine Kaskade zu erledigender Tasks überführt, für die jeweils die gültigen Regeln ermittelt werden sollten.

Wie bereits erwähnt, stammen solche Ziele meist aus pragmatischen Überlegungen, häufig als herausgelöster Teil einer übergeordneten Aufgabe. Es handelt sich um eine technisch gebotene Konkretisierung eines Szenarios, um es gangbar zu machen. Insbesondere die technischen Mitglieder eines Projektteams brauchen konkrete Spezifikationen, an denen sie das System testen und messen können. Zu diesem Zweck können ‚soziale Aufgaben‘ auch selbst erfunden werden – wenn z.B. keine konkrete Einsatzsituation zugänglich ist. Es gibt Projekte mit einem Hintergrund in Servicerobotikforschung

(Fall „Heimassistenz“), die auf diesem Weg Mensch-Roboter-Interaktion erforschen. Ihre Stärken im Konstruieren von mobilen Robotern, die z.B. in Haushaltsumgebungen Gegenstände manipulieren können, werden dann auf Tasks übertragen, die den Forschenden in diesem Kontext als nützlich erscheinen. Dieses Vorgehen ist eine beliebte Strategie der Relevanz-Erzeugung, was sich daran ablesen lässt, dass viele Robotikprojekte als Beispiel-Aufgaben „den Müll herausbringen“ oder „ein Getränk aus der Küche holen“ setzen. Häufig entwerfen die Forschenden solche Tasks, indem sie sich selbst, basierend auf persönlichen Erfahrungen, als Nutzer imaginieren und eigene Vorlieben oder Wünsche zu Kriterien der Aufgaben machen. Die typische Situation dafür ist das Lab-Meeting, indem jemand fragt „What would be a cool thing to do?“, und jemand antwortet: „It could fetch a beer from the fridge!“ (Feldtagebuch 01.05.2014). In der STS-Literatur wird diese Form der Herstellung von Zielen „I-Methodology“ genannt (Akrich 1992, Oudshoorn et al. 2004). Geschieht sie in Form der Zerlegung in Tasks, wie sie hier als typisch beschrieben wurde, zeichnet sie sich trotz der Konkretisierung in spezifischen Situationen und Aufgaben ebenfalls durch eine Dekontextualisierung aus: Die sozialen Kontexte und Bedeutungsgehalte (beispielsweise des Fahrstuhlfahrens) werden in der Näherung an die Aufgabe systematisch ausgeblendet. Stattdessen steht die Definition eines wohldefinierten (technischen) Problems im Mittelpunkt.

In einigen Fällen im erhobenen Material war eine bestimmte Qualität der Mensch-Roboter-Interaktion allerdings Teil der Formulierung des (technischen) Problems: So ging es in zwei Fällen darum, eine möglichst lang andauernde oder wiederkehrende Mensch-Roboter-Interaktion zu initiieren (Fall „Rezeptionist“, Fall „Süßigkeiten-Lieferant“). Diese Fälle bilden Mischtypen mit der Typik „Designen“, weil sie darauf ausgerichtet sind, in einem konkreten Umfeld (hier: Universitätsgebäude) auf die dort befindlichen Gruppen durch Mensch-Roboter-Interaktion einen Einfluss zu erzeugen. Dieser sollte sich teilweise auf das Verhalten der Vorbeigehenden auswirken, teilweise aber auch auf die Einstellungen der Kollegen gegenüber dem Roboter (Prof_w_USa: 381-390). Zwar waren diese Ziele nicht aus den Bedürfnissen der Gruppen abgeleitet, aber ihr Entwicklungsprozess war vor allem vom Anspruch gekennzeichnet, den Roboter für diesen (interaktiven) Zweck „zum Funktionieren zu bringen“: „The opportunity to put a robot in the environment got me thinking about, ok when we got a robot there I don't want them to take them out after a year because no one uses it“ (Prof_m_USb: 93-

96). Das Ziel des Einsatzes eines Roboters in einer Alltagsumgebung wird hier vom Werkstolz eines Ingenieurs geprägt, dass dieser auch benutzt werden möge.

4. *Designen*

In der Zieltypik „Designen“ ist die Integration des technischen Systems in die Benutzungszusammenhänge sowie seine selbstständige Benutzung im Alltag kein zusätzlicher Wunsch, sondern Ausgangspunkt der Entwicklung. Diese anwendungsgetriebene Forschung fokussiert auf konkrete Nutzer bzw. Nutzungssituationen, die auch am Anfang der Zielformulierung stehen. Der zu entwickelnde Roboter ist nicht das Ziel, sondern das Mittel für die Ermächtigung von bestimmten Nutzergruppen. Diese Haltung ist typisch für die Domäne Design und davon angeleitete angewandte Technikforschung.

Die Projekte dieser Typik nehmen im Vergleich zu den anderen Fällen in doppelter Hinsicht eine Außenseiterrolle ein. Zum einen produzieren sie vergleichsweise wenig komplexe Technik. Das soll nicht heißen, dass die unter diesen Zielen entwickelten Systeme nicht auch schwierig herzustellen, anzupassen oder gangbar zu machen sind. Es bedeutet viel mehr, dass die Avanciertheit der technischen Plattform an sich nicht im Vordergrund steht. Anstatt neue und bislang noch nicht mögliche Formen der Mensch-Roboter-Interaktion zu testen, werden häufig vorhandene Technologien so eingesetzt, dass sie eine möglichst große Wirkung in einer Mensch-Roboter-(Mensch-)Interaktion haben. Die Forschenden in diesem Feld verstehen sich selbst als Interagierende in sozialen Feldern: “it's uh Robot Engineer Community Interaction right it's (.) a form of interaction between communities and roboticists” (Prof_m_USa: 233-237). Die zweite Dimension des Außenseitertums von „Designen“ besteht in der empirischen Verteilung im Material. Der Forschungsgruppenleiter ordnete sich selbst auch als Ausnahme im Feld ein, was durch selbstläufig hervorgebrachte, gleichlautende Einschätzungen anderer Forschender bestätigt wurde. Für die Bildung des Typenschemas ist der Extremfall allerdings hilfreich, zeigt er durch seine inhaltliche Ausnahmestellung doch, wie weit die Dimensionierung empirisch reichen kann. Zur Grundgesamtheit der Sozialrobotik gehören die Forschungsgruppe und ihr Leiter in jedem Fall; sie gelten sogar als recht prominent und publizieren regelmäßig auf Konferenzen und in Periodika des Feldes.

Der Kernunterschied ihrer Zielstellung liegt im Verhältnis zur zu schaffenden Technik. Ausgangspunkt im Fall „Roboter-Bausatz“ ist nicht ein epistemisches oder ingenieurwissenschaftliches Problem (vgl. V 4.4). Die Ideen zu solchen Projekten lassen sich auch nicht aus lösungsorientierten volkswirtschaftlichen Motivationen generieren, wie sie der AAL-Diskurs nahe legt. Stattdessen basieren sie auf Beobachtungen, Diskussionen mit Mitarbeitern von Stiftungen, Brainstormings mit Nutzergruppen oder dem gezielten Zusammenbringen von Künstlern und Sekundärnutzern wie Lehrern im Fall „Roboter-Bausatz“. Dabei werden gezielt Methoden aus dem Design eingesetzt, die als Katalysatoren von Innovation und guten Produkten verstanden werden.

Eine zweite wichtige Quelle von Wissen über den Anwendungsfall ist von den Forschenden inkorporiertes Wissen, das etwa durch eine formelle Ausbildung in einer anderen Domäne als den Technikwissenschaften erworben wurde. So hat Dok_w_EUa, die im entwicklungsgetriebenen Fall „Heimassistent“ mit Senioren arbeitet, schon während des Studiums als bezahlte Aushilfe in der Altenpflege gearbeitet. Das gilt auch für den bereits erwähnten Architekt Prof_m_USc, der als junger Mann von seinem Großvater, einem Zimmermann, handwerkliche Fähigkeiten beigebracht bekam. Eine andere Quelle solchen inkorporierten Wissens sind über lange Zeiträume verfolgte Interessen, wie z.B. das Musiktheater im Fall von Prof_m_USb, der wesentlich am Fall „Rezeptionist“ beteiligt war. Anders als in den angrenzenden Typen wird dieses inkorporierte Wissen für diese Art von Forschung allerdings gezielt reflektiert und nutzbar gemacht. In der Typik „Designen“ wird von den Forschenden explizit versucht, verstehende und erklärende Wissensbestände zu ihren Anwendungsbereichen zu erwerben (Feldtagebuch 09.04.2015). Diese elaborierte Bedeutung von Wissen über die konkrete Anwendungssituationen verdeutlicht die Bedeutung der lebensweltlichen Einbettung und Nutzerinterpretationen für die Mensch-Roboter-Interaktion: „We needed to really understand (.) äähm (.) how people would interact with the technology.“ (Prof_w_USa: 45-46)

Im beobachteten Fall spitzte sich das in der elaborierten Rolle von „communities“, also lokalen Gemeinschaften, zu. Deren Bedeutung für diese Zieltypik verdeutlichte der Forschungsgruppenleiter an einem beinahe gescheiterten Einsatz von Robotern in Museen in den 1990er Jahren (Prof_m_USa: 170-190):

the kids followed it around (.) because it was novel and shiny and robotic /I: and because they were kids / yeah (.) aaand they learned/ we did careful you know testing of their educational stage before and after and yeah they learned some facts (1) do I think they learned those facts better than they could have with a wonderful animated tour guide human? of course not (.) a tour guide human who's good at their job (.) would have excited them far more than a robot could (.) about the contents (.) umm (1) but the tour guides (.) hated us (1) they would damage the robot (.) because they said why are you taking our jobs away, we're volunteers we don't even get paid by the museum to be here (.) we just come here because () (.) and now you're taking our one job away (3) and so we started changing the way the robot behaves, where the robot would say: 'You should ask [NAME] one of the tour guides about this question' (1) so the robots starts prompting the people to go to the tour guides (2) and then we started teaching the tour guides how the robot works {trinkt} (4) as we did this (2) they became knowledgeable, with inside knowledge about the robot (1) then they started using that knowledge (.) so they (told) the kids you know what it has a bump sensor on the front, if you go up to it and push on the front it will stop it (.) then come back and I'll tell you about triceratops (1) so what happened is (.) the relationship between the tour guide and the robot changed completely /I: hmh / from antagonism (.) to inside knowledge (.) uh basically empowering them to know more they see they could incite-excite the children with /I: hmh/ (1) and that's where I saw this idea of empowerment (.)

Dem Forscher wurde durch das deviante Verhalten der Museumsführer, die die eingesetzten Maschinen sogar manipulierten, deutlich, dass der Roboter zwar entlang der oberflächlichen Ziele des Einsatzes (Kinder begeistern) funktionierte, das soziale Setting des Museums aber nachhaltig störte. Das Bemerkenswerte an dieser Erzählung ist, dass das Team daraufhin die freiwilligen und unbezahlten Museumsführer in die Mensch-Roboter-Interaktion integrierte. Die „Tour Guide“-Roboter verwiesen jetzt an ausgewählten Stellen auf die menschlichen Museumsführer als zusätzliche Wissensquelle. Außerdem wurden die Museumsführer mit technischem Wissen über die Roboter ausgestattet, so dass sie auch in dieser Richtung eine Verweismöglichkeit hatten. Damit hatten sich die Machtverhältnisse in der Museumssituation umgekehrt, und die Museumsführer wurden ermächtigt, die Mensch-Roboter-Interaktion der Besucher in ihre Interaktionen mit den Besuchern zu integrieren. Erfolgreich war das Projekt also erst, als die Verwender ‚verhandlungssicher‘ im Umgang mit der Technik waren. Die Kategorie Ermächtigung („Empowerment“) wird anhand einer später vom Forscher eingeführten Differenz deutlich: Er unterscheidet zwischen grundlegendem Wissen um die Bedienung („literacy“, wörtlich Schriftkundigkeit) und „fluency“, also „flüssigem Sprechen“ (vgl. Prof_m_USa: 257-268).

Lokale Gemeinschaften und die zwischen ihnen bestehenden sozialen Beziehungen und auch Machtgefüge sind also Teil des Entwicklungsprozesses in dieser Zieltypik. Forschungsprojekte dieses Typs enden nicht mit der Konstruktion eines technischen Systems, sondern erst mit dessen gelungener Integration in einen konkreten sozialen Verwendungskontext.

4. Ko-Konstruktion der Anwendung an Fallbeispielen

Wir haben gesehen, dass mit den vier typischen Forschungszielen unterschiedliche Fokussierungen des *Sozialen* in der Sozialrobotik einhergehen. Die Mensch-Roboter-Interaktion wird als messbarer Effekt konzeptualisiert („Erforschen“), als lösungsorientiertes Szenario in einem Ausschnitt sozialer Wirklichkeit („Anwenden“), als technisch zu lösendes Problem („Bauen“) oder als sorgsam zu integrierender Beitrag zu einer lokalen Gemeinschaft („Designen“). Diese Beschreibungen sind insofern Zuspitzungen, als auch im Verlauf von Projekten der Typik „Erforschen“ oder „Anwenden“ konkrete Nutzerinnen und lokale Gemeinschaften auftauchen können, z.B. als Partizipanten an Experimenten oder als Kooperationspartner der Robotik-Forschenden. Genauso wenig kommt ein Projekt mit dem Ziel, Nutzer zu ermächtigen („Designen“), umhin, die Mensch-Roboter-Interaktion *auch* als technisch zu lösendes Problem zu betrachten. An den erhobenen Fällen lässt sich allerdings zeigen, dass die typischen Forschungsziele insbesondere in Bezug auf die sozialen ‚Gegenstände‘ der Projekte wirksam werden.

In den folgenden Fallbeschreibungen soll anhand des Projektverlaufs oder Episoden des Nutzerkontakts verdeutlicht werden, wie Nutzerinnen und Nutzer und die resultierende Mensch-Roboter-Interaktion durch die Zieltypiken vorstrukturiert wurden. Der Fokus der Darstellungen liegt auf der Frage, *wie* die Ziele im Hinblick auf den Anwendungsfall in den Projekten verfolgt wurden. Wie wurden die Forschungs- und Entwicklungsziele praktisch umgesetzt? Wie schalten sich die Forschenden in die avisierten Nutzungssituationen ein? Diese Fragen beleuchten die Konfiguration von Nutzern und Nutzungssituation durch die Projektziele und die Art ihrer Verfolgung (Woolgar 1990, Mackay et al. 2000, Oudshoorn et al. 2004).

1. Spürbarer Effekt: Schlange stehen mit Wissenschaftlern

Die Zieltypik „Erforschen“ zeichnet sich durch zwei Abstraktionen aus: Sie sieht von einer Verankerung der eigenen Ziele in anwendungsrelevanten Problemdiskursen ab, und sie abstrahiert von konkreten Mensch-Roboter-Interaktionen auf universelle Effekte der HRI. Dementsprechend schwierig ist es, für diese Typik inhaltlich gesättigte Fallbeispiele für das Verhältnis von Forschenden und Anwendungsbereich zu finden. Zwar lässt sich rekonstruieren, wie in den laboratisierten Umgebungen dieser Art von Projekten Nutzer und Nutzung konfiguriert werden; das soll aber im folgenden Analyseschritt betrachtet werden (vgl. VI.1). Als Ersatz kann die Frage dienen, wie die *Effekte*, die als Formalobjekte der Sozialrobotik konstruiert und erforscht werden, beispielsweise in Vorführungen für die Lebenswelt der Forschenden wirksam werden – wie sie also selbst (als erste und manchmal einzige Nutzer) die Wirkungen, die sie herzustellen suchen, erfahren. Es handelt sich dabei wie gesagt um einen Behelf. Die folgende Episode hält dem Vergleich mit den anschließenden Fallbeispielen im Hinblick auf Typizität und analytische Qualität für die Frage der Konfigurierung der Nutzung durch die Entwicklungsziele nicht stand. Dennoch ist sie in einer unterhaltsamen Art und Weise instruktiv.

Demonstration „Schlange stehen“

(Feldtagebuch 16.02. & 31.03.2014 & Interviewtranskript Prof_m_USb)

Während eines Forschungsfreisemesters Ende der 1990er Jahre orientierte sich ein KI-Professor neu in Richtung Sozialrobotik. Zuvor hatte er zwei oder drei Projekte mit Post-Docs betreuet, die aus Sicht eines Robotikers ‚soziale Fragen‘ tangieren. Eines davon behandelte „soziale Regeln“ des Schlangestehens. Technisch gesehen bestand es vor allem in der Entwicklung eines Algorithmus zur Detektion des Endes einer Schlange von Menschen, um sich dort anzustellen und die durch das Aufrücken entstehenden Lücken zu schließen.

Im Jahr 2002 schrieb eine namhafte KI-Konferenz eine „Grand Challenge“ aus, die darin bestand, Roboter zu programmieren, sich auf der nächstjährigen Konferenz wie ‚normale‘ Teilnehmer zu verhalten. Die Aufgaben beinhalteten das selbstständige Betreten (bzw. Befahren) des Konferenzhotels, die Teilnehmer-Registrierung und das Finden eines bestimmten Raumes. Da der Professor auf Vorarbeiten zur Navigation in Räumen und zum Schlangestehen zurückgreifen konnte und mehrere Doktoranden zur Hilfe hatte, entschloss er sich teilzunehmen.

Auf der Konferenz schließlich kam es zu einem bemerkenswerten Moment, der dem Roboter des Professors schließlich den Sieg einbrachte: Als der Roboter die Schlange an der Konferenzregistrierung anfuhr, war diese nicht sehr geordnet. Die Wissenschaftler in der Schlange waren teilweise in Gespräche vertieft und ließen Lücken. Der Detektions-Algorithmus interpretierte eine dieser Lücken als Ende der Schlange und schlüpfte hinein. Die Beobachter des Wettbewerbs reagierten mit spontanem Applaus und Gelächter. Der Roboter war offenbar nicht nur in der Lage, die Regeln des Schlangestehens zu befolgen, sondern auch, sie zu brechen.

An der Episode zeigt sich, welche Bedeutung Abweichungen vom erwarteten Verhalten für den universalisierenden Zugriff des „Erforschens“ haben. Das scheinbar allzu menschliche Verhalten führt zu spontanem Applaus und schließlich auch dem Gewinn des Wettbewerbs. Ein weiteres Beispiel für den Erfolg ‚abweichenden Verhaltens‘ in der erforschenden Sozialrobotik ist das absichtliche Täuschen durch Roboter: In einem im Forschungsfeld viel zitierten und sehr bekannten Experiment (Short et al. 2010) wurde ein Roboter so programmiert, dass er Menschen beim „Stein, Schere, Papier“-Spielen betrog.⁷⁶ Er behauptete entweder entgegen des Ergebnisses der Runde, gewonnen zu haben, oder änderte seine Zeigegeste nachträglich so, dass sie die des menschlichen Probanden schlug.

Was im Fallbeispiel „Schlange stehen“ noch Zufall war, ist in diesem Experiment die Hypothese: Menschen attribuieren aufgrund von gezeigtem „Betrugsverhalten“ innere Zustände und Intentionalität. Humor oder Verblüffung werden hier also als epistemische Strategie eingesetzt. Dabei werden sicherlich auch die rhetorischen Eigenschaften des Unerwarteten und Gegensätzlichen (wie im Witz) genutzt, um das eigene Experiment oder den eigenen Roboter eindrücklich zu präsentieren. Im Wesentlichen verweist diese epistemische Strategie allerdings auf die Agenten dieser sozialen Belebung des Roboters, die menschlichen Beobachter. Die Forschenden haben herausgefunden, das betrügerische Verhalten zu einer Klassifikation als intentionalem Agenten führt, und erforschen die Wirkungsgrade solchen Verhaltens seitdem experimentell. Sie leiten daraus Methoden der Gestaltung für ‚erfolgreiches‘ im Sinne von überzeugendem Roboterverhalten ab (vgl. Prof_m_USe).

Gegenstand dieser Art von Forschung ist also *menschliche Kognition* und wie sie für die Nutzung beeinflusst, d.h. gewissermaßen gestaltet werden kann. Der Roboter dient in solcher Forschung vorwiegend als verkörperter Stimulus. (Potentielle) Nutzer werden vor allem kognitionstheoretisch repräsentiert; eine kontextualisierte Anwendung der Prinzipien findet höchstens beispielhaft statt. Im Fall „Schlange stehen“ spitzt sich das anekdotenhaft zu, da die Robotikforschenden hier ungeplant die Probanden einer (vorschnellen) Attribution von Intelligenz wurden.

⁷⁶ Ich wurde von mindestens vier Gesprächspartnern im Feld unabhängig voneinander auf diesen Aufsatz hingewiesen. Außerdem war er Teil des HRI-Curriculums an zwei Hochschulen, die ich besucht habe.

2. Szenarien entwickeln: Die Pflege für den Roboter fit machen

Am Fall eines europäischen Projekts zum Robotereinsatz in der Altenpflege lässt sich der Bezug der Zieltypik „Anwenden“ zu ihrem Gegenstandsbereich verdeutlichen.

Projektverlauf „Pflegeassistenz“

(Feldtagebuch 29.08. & 30.08.2013 & Interviewtranskript Post_m_EUa)

Das Team aus einem Informatiker, zwei Ph.D. mit Methodenkenntnis aus den Pflegewissenschaften und einem Gerontologen wollte als eines der ersten in Europa eine systematische Studie zum Wirkungsgrad des Einsatzes von „socially assistive robots“ in der Pflege durchführen. Das Prinzip solcher Roboter ist, durch ein spielzeugähnliches Aussehen und Tierbabyähnliches Verhalten beruhigend und affizierend auf die Nutzer zu wirken. Die Entscheidung für die letztlich verwendete (kommerzielle) Plattform fiel aufgrund deren Einsatzreife, insbesondere da sie über eine CE-Zertifizierung verfügte und die technische Robustheit für den Einsatz im europäischen Binnenmarkt damit gegeben war. Zu Beginn des Projekts im Jahr 2008 war das eine der wenigen Plattformen, die für den Einsatz in einem Pflegeheim zertifiziert war.

Anhand von Experteninterviews und informellen Gesprächen mit Medizinern und Pflegepersonal wurden im Anschluss drei Problemdimensionen und mögliche „Interventionen“ mithilfe des Roboters entwickelt. Innerhalb dieser Interventionen – eine war das Anreichen des Roboters durch die Pflegekräfte während der morgendlichen Waschroutine – sollte die Effektivität des Einsatzes gemessen werden.

Allerdings erfuhren die Forschenden auf ihrem Weg ins Feld einige Ablehnung, was den Einsatz des Roboters in konkreten Pflegeeinrichtungen betraf. Entweder war das Pflegepersonal nicht willens, an der Studie teilzunehmen, oder die Angehörigen erteilten kein schriftliches Einverständnis, ihre dementen Eltern oder Großeltern an dem Experiment teilhaben zu lassen. Deswegen entschied man sich im Forscherteam, das „research protocol“ erst beim Gesundheitsministerium des Landes genehmigen zu lassen. Mit diesem Schritt und mehreren Vorstellungs-Workshops zur Vorführung der robotischen Plattform gelang es, sechs Pflegeheime, deren Personal und die Angehörigen von 80 Patienten zur Teilnahme zu bringen. Die Workshops waren sogar so erfolgreich, dass einige der Einrichtungen die Roboter (6.000 € pro Stück) selbst bezahlten.

In einer Pilotstudie wurden Pflegekräfte und Patienten anschließend an den Roboter gewöhnt. Schließlich waren es die Pflegerinnen und Pfleger, die den Roboter im Pflegealltag einsetzen sollten und in Fragebögen über den Erfolg berichteten. Das eigentliche Experiment war ein aufwendiger viermonatiger A-B-A-B-Test, dessen Ergebnisse international publiziert wurden.

Das Projekt begann mit dem Ziel, die erste europäische Gruppe zu sein, die die Verwendung eines „socially assistive robot“ systematisch überprüft. Kennzeichnend ist daran erstens, dass die robotische Plattform an sich für das Ziel des Projekts eine untergeordnete Rolle spielt. Das Testdesign stellt nicht auf einen Vergleich verschiedener Plattformen oder bestimmter Eigenschaften der gewählten Plattform ab, die experimentell variiert werden müssten (das wäre für das „Erforschen“ typisch). Die Motivation lautet vielmehr, den Einsatz von Robotern in diesem Feld exemplarisch durchzuführen und zu überprüfen. Diese Motivation lässt sich in den Worten eines Forschers aus dem

ähnlichen Fall „Zuhörer“ so zusammenfassen: „Wir wollten halt etwas mit Robotern in care machen.“ (Feldtagebuch 29.10.2013) Die Operationalisierung des Maßes *Effektivität* verdeutlicht die Art des Bezugs zum Anwendungsfeld: Das Pflegepersonal soll einschätzen, ob der Einsatz des Roboters die Pflegeroutine (positiv) beeinflusst. Zudem wurde eine medizinische Indikationsskala des Befindens von Demenzpatienten angewandt, die ebenfalls auf Einschätzungen des Personals beruht. Eine gelungene Nutzung wäre also eine, die die Prozeduren der Pflegepraxis (hier: morgendliches Waschen) erleichtert und eine Verbesserung des allgemeinen Zustands des Patienten bewirkt. Effektivität impliziert zudem, dass die eingesetzten Mittel und die Effekte schließlich ins Verhältnis gesetzt werden. Die Nutzung des Sozialroboters wird auf ihre Qualität als effektive Lösung („Intervention“) in der Pflegepraxis überprüft.

An der Fallbeschreibung wird zweitens deutlich, dass die Durchführung und Auswertung des Experiments keineswegs die einzige Herausforderung für das Forschungsprojekt war. Ein Großteil der Leistung der Forschenden bestand darin, sich ihren Feldzugang zu erarbeiten. Die Kommunikation mit den unterschiedlichen Instanzen, Akteure und Anforderungen, die ihnen dabei begegneten, können als „boundary work“ verstanden werden (Gieryn 1983). Es handelt sich um soziale Aushandlungsprozesse darüber, unter welchen Umständen die Nutzung des Roboters in diesem Anwendungsfeld zulässig, möglich, gewünscht und durchführbar ist. Im Fall „Pflegeassistentz“ erfolgte diese „boundary work“ nach anfänglichen Schwierigkeiten von oben nach unten. Da zu Beginn keine geeigneten Kooperationspartner gefunden werden konnten, arbeiteten sich die Forschenden von der höchsten Instanz in diesem Feld, dem Gesundheitsministerium, über die Geschäftsführerinnen und Geschäftsführer der Pflegeeinrichtungen bis hin zum Pflegepersonal und den Angehörigen vor. Für die ersten Instanzen war vorwiegend die Korrektheit der Rahmenbedingungen entscheidend (CE-Zertifizierung, Zusage Ministerium), woraus geschlossen werden kann, dass das Anliegen selbst wohlwollend behandelt wurde.⁷⁷ Auf den lokalen Instanzen, insbesondere bei den Pflegekräften, war das zunächst nicht der Fall. Diese mussten erst in Workshops von der Aufrichtigkeit des

⁷⁷ An einem anderen Fall der Typik „Anwenden“ („Schul-Emotionen“) zeigte sich auch, dass die kooperierenden Institutionen aus dem Anwendungsbereich zunehmend auf solche Forschungsk Kooperationen angewiesen sind, um Innovativität und damit Wettbewerbsfähigkeit zu repräsentieren, oder um vom sozialen Status des wissenschaftlichen Kooperationspartners zu profitieren (Feldtagebuch 15.05.2014).

Anliegens und vor allem der Harmlosigkeit des Roboters überzeugt werden.⁷⁸ Die Ablehnungsgründe reichten von ethischen Bedenken über Probleme, die Dienstpläne so anzupassen, dass das viermonatige Testdesign durchgeführt werden konnte, bis hin zum Verweis auf die ohnehin knappe Zeit in der Morgenroutine. Um die Pflegekräfte zu überzeugen, bezeichneten die Forschenden den Roboter unter anderem als Werkzeug, das am Ende Zeit sparen würde. Neben den experimentellen Ergebnissen ist die eigentliche Leistung des Projekts also, eine erste Passung zwischen avisiertem Anwendungsfeld und vorgeschlagener Lösung hergestellt zu haben. Diese Anpassung mündet in der Schaffung eines Szenarios, den Entwurf einer typischen Nutzungssituation, das die Gegebenheiten des Anwendungsfeldes und des Roboters integriert. In der Conclusio einer Veröffentlichung des Falls heißt es: „The resulting intervention can be well implemented in day to day care.“ (Feldtagebuch 26.11.2014).

Drittens lässt sich beobachten, wie verschiedene Nutzer in diesem Fall konstituiert und konfiguriert wurden. Das zeigt sich schon am „top down“-Verlauf der Einbindung der Anspruchsgruppen: von politischen Organisationen über wirtschaftliche Einheiten bis hin zum Personal und den Angehörigen. Die vermeintlichen Primärnutzer, die Demenzkranken, tauchen in der Erarbeitung des Szenarios nicht als Hindernis auf. Sie werden vielfach Thema der Bemühungen der Forschenden, z.B. als Rechtssubjekte in der Frage nach der Einwilligung ihrer rechtlichen Vertreter oder als Verbraucher im Hinweis auf das CE-Zeichen, und auch in der diskursiven Begründung des Ziels „to increase [...] the quality of life for the elderly“. Als Nutzer selbst sind sie im Prozess aber nur durch die Skala des Wohlbefindens repräsentiert, das vom Pflegepersonal eingeschätzt wird. Das lässt sich bei Demenzkranken aus forschungspraktischer und methodologischer Sicht auch legitimieren. Für den Entwicklungsprozess ist es konstitutiv, dass die Demenzkranken – als Behandelte – bereits in rationalisierte Tagesroutinen eingebunden waren. Sie sind Insassen einer „totalen Institution“ des Typs 1 im Goffman’schen Sinne (Goffman 1973). Sie sind unfähig, aber gleichzeitig harmlos und werden deswegen umsorgt. Das erleichterte die Erarbeitung des Nutzungsszenarios insofern, als die Rahmenbedin-

⁷⁸ Der Roboter nimmt dabei die Rolle eines „boundary objects“ (Star & Griesemer 1989) ein, auf das von verschiedenen Akteuren unterschiedlich Bezug genommen werden kann. In der direkten Begegnung mit dem spielzeuggroßen Roboter können die Angehörigen eine Deutung entwickeln, die der Dehumanisierung der Pflege ihrer Eltern oder Großeltern durch ein stählernes Ungetüm entgegensteht. Für die Forschenden bleibt es das Werkzeug zur effizienten Pflege.

gungen, die zu erledigenden Aufgaben und die Rolle der Primärnutzer von Beginn an in einem rigorosen Maß definiert waren. Die eigentliche Implementationsarbeit erfolgte dann entlang der Sekundärnutzer, d.h. der Pflegekräfte, die schlussendlich die Anwendung umsetzten. Dieses Verhältnis ist kennzeichnend für viele weitere Beispiele aus dem Bereich „Anwenden“. Hier geht es häufig um Schulkinder („Schul-Emotionen“), Kinder mit Autismus (Feldtagebuch 1.11.2013), Senioren in Pflegeeinrichtungen oder Patienten in Krankenhäusern. Deswegen bezeichne ich die Typik dieses Anwendungsbezugs auch als *universalisierend*. Zwar wird ein Szenario entwickelt und implementiert; die Praktiken und Kontexte, auf die es ausgerichtet ist, sind aber sowohl global als auch lokal hochgradig institutionalisiert und teilweise bis auf 30 Sekunden genau strukturiert. Das Ziel des Projekts war nicht die letztendlich resultierende Interaktion des Demenzkranken mit dem ‚niedlichen‘ Roboter, sondern die Implementierung eines gewissermaßen beispielhaften *Szenarios der Anwendung* und der Nachweis seiner Effektivität. Handlungsleitend waren Bedingungen des institutionellen Kontexts, nicht etwa separat erhobene Nutzerbedürfnisse. Das so entwickelte Szenario soll nicht nur für den lokalen Fall gelten, sondern vor allem auf strukturell ähnliche Umstände übertragbar sein.

3. *Tasks als eigene Wirklichkeit: Der Roboter, der die Tür nicht öffnet*

Nutzertests sind für die Frage nach der Konfigurierung des Nutzers und der Nutzungssituation besonders instruktiv, wie das Beispiel „Heimassistent“ zeigt:

1. Nutzertest „Heimassistent“

(Feldtagebuch 28.08. & 29.08.2013 & Interviewtranskript Dok_w_EUa)

Das Team aus einer Industriedesignerin und zwei Ingenieuren führt im Rahmen eines europäischen Verbundprojekts erste Nutzertests einer etwa 1,50 Meter großen robotischen Plattform für alleinlebende Senioren durch. Ziel des Projekts ist die Weiterentwicklung der Plattform, die ursprünglich auf einem Industrieroboter basiert, und die quantitative Erfassung ihrer Akzeptanz bei den avisierten älteren Nutzern. Die Plattform gilt als „produktnah“, was bedeutet, dass anhand der an ihrer Entwicklung gewonnen Erkenntnisse in Zukunft marktfähige Roboter entstehen sollen.

Das Szenario des Projekts entstammt einer Ausschreibung zur AAL-Forschung, weswegen sowohl sicherheitsrelevante Funktionen (eine Art Hausnotruf) als auch Butler-Dienste (Getränke holen) angestrebt werden. Für die ersten Nutzertests wurde die Butler-Funktion zu zwei konkreten Tasks operationalisiert, die nun getestet werden sollen. Das geschieht in einem so genannten Szenario-Labor, einem Raum in der Forschungseinrichtung, der wie eine Wohnküche gestaltet ist, inklusive Küchenzeile mit Kühlschrank.

Zum Test sind über zwei Tage verteilt Senioren bestellt, die teilweise auf einen Aushang in der benachbarten Pflegeeinrichtung reagiert haben, teilweise aber auch schon als Probanden an einem früheren Experiment der Forschungsgruppe beteiligt waren. Diese Teilnehmer kommen per Taxi aus einer etwa 30 Fahrminuten entfernten Stadt.

Während des Tests sitzen die Senioren auf dem Sofa im Szenario-Labor und sollen den Roboter mit einem Tablet-Computer durch die ihnen gestellten Aufgaben manövrieren. Die erste Aufgabe besteht darin, auf das Türklingeln eines imaginierten Postboten zu reagieren und den Roboter ein Päckchen von der Tür des Labors abholen zu lassen. In der zweiten Aufgabe soll ihnen der Roboter eine Wasserflasche aus dem Kühlschrank bringen. Beide Tasks müssen zweimal nacheinander ausgeführt werden.

Da es der erste Nutzertest ist, treten erwartungsgemäß viele Probleme auf. Die Testleiterin, die neben den Probanden auf dem Sofa sitzt, muss häufig über Pausen hinweg moderieren, die durch das Nicht-Funktionieren (der Bedienoberfläche oder des Roboters) entstehen, oder erneut erklären, worin die Aufgabe besteht. Das größte Problem ist allerdings, dass der Roboter aufgrund technischer Schwierigkeiten in der Ansteuerung des Robotergreifers den Kühlschrank und die Tür nicht selbst öffnen kann. Deswegen müssen die Probanden bei der Wasserhol-Aufgabe selbst aufstehen, zum etwa drei Meter entfernten Kühlschrank laufen, dem Roboter die Flasche auf eine Art Tablett an seinem Torso stellen und sich wieder hinsetzen, damit ihnen die Flasche gebracht werden kann. Das Aufstehen ist für einige Probanden (teils mit Gehstock, eine mit Rollator) mühsam. Am Kühlschrank und auf dem Weg zurück kommt es wiederholt zu Koordinationsproblemen zwischen Roboter und Probanden, wenn diese durch den (nicht sichtbaren) Bereich seines Laser-Scanners laufen und die Maschine deswegen aus Sicherheitsgründen stoppt.

Es würde dem Gedanken eines Tests widersprechen, von einem ersten Nutzertest zu erwarten, dass dieser technisch reibungslos funktionieren würde. Vielmehr wird er eben zur Identifizierung dieser Probleme durchgeführt. Die Abstimmung zwischen räumlichen Gegebenheiten, den unterschiedlichen Hardware-Komponenten, der Sensorik, der

Bediensoftware am Tablet-Computer und nicht zuletzt der Testleiterin, den Ingenieuren (die den Test überwachen) und Probanden bedarf viel Zeit und bringt Momente des Nicht-Funktionierens mit sich. Am Beharren auf den zuvor festgelegten Aufgaben – trotz des komödiantischen Potentials der resultierenden Mensch-Roboter-Interaktion – zeigt sich allerdings die spezifische Dekontextualisierung, die die Zerlegung von Mensch-Roboter-Interaktion in Tasks nach sich zieht.

Dafür ist es zunächst wichtig, nach der Herkunft der auszuführenden Aufgaben zu fragen. Die Tasks im beschriebenen Fall entstammen einer Vorstudie aus Fokusgruppen-Interviews (teilweise mit den späteren Probanden), Experteninterviews mit Pflegekräften und pflegenden Angehörigen sowie einer Literaturlauswertung zu gesundheitlichen Problemen von Senioren. Die Aufgabe des Wasserholens wurde als Operationalisierung des Items „Drinking“ aus der Problemdimension „Self Care“ abgeleitet. Das geschah nicht zuletzt aufgrund der hohen Passung dieses identifizierten Problems mit den vorhandenen Funktionalitäten der robotischen Plattform (vgl. Fallbeschreibung Nutzerbedürfnisse vs. Projektbedürfnisse, V.1.2). Der verwendete Roboter wird vor allem im Hinblick auf seine Fähigkeit, Haushaltsgegenstände zu identifizieren, vermarktet, weswegen die Umsetzung in Form des Holens einer Flasche nahe lag. Diese für das „Bauen“ typische Herleitung der technischen Aufgabe mündet in der (idealisierten) Bedeutung des Nutzertests als Überprüfung der Funktionalität der herausgearbeiteten Handlungseinheit: Befehl empfangen, (sich selbst und) den Kühlschrank lokalisieren, zum Kühlschrank fahren, Kühlschranktür öffnen, Flasche detektieren, Flasche entnehmen, Benutzer lokalisieren, Flasche bringen, Flasche abstellen.

Relevant an der Fallbeschreibung ist nun weniger die Differenz der tatsächlichen Performance des Roboters im Hinblick auf das „Öffnen der Kühlschranktür“,⁷⁹ sondern dass das gesamte Testsetting auf die unterbrochene Handlungskette ausgerichtet bleibt, auch wenn diese mit der avisierten Funktion nicht mehr viel gemeinsam hat. Wenn die Probanden das Wasser selbst aus dem Kühlschrank holen müssen, damit der Roboter sie bedienen kann, ist die Butler-Funktion obsolet. Dennoch investieren die Testleiterin, die Ingenieure und die Probanden viel Zeit und Energie in das Testen dieser Aufgabe. Da-

⁷⁹ Auch wenn das Nicht-Funktionieren ein starker Hinweis für die Analyse war.

ran zeigt sich, dass die Aufgabe im Nutzertest eher eine verbindliche Bedienanweisung als eine zu bewertende Idee der Forschenden ist. Getestet wird, ob das Zusammenspiel aus Nutzer und Roboter in der (durch das Nicht-Funktionieren fragwürdigen) Gesamthandlungskette funktioniert. Weder im Nutzungstest noch im Vorfeld findet z.B. ein freies Explorieren durch die Testnutzer statt. Stattdessen wurden die Nutzer bereits im Vorfeld nach ihrer Eignung für den Test ausgewählt. Das betraf zum einen ihre soziodemografische Ähnlichkeit zu den avisierten zukünftigen Nutzern, zum anderen aber ihre Motivation und ihr Interesse an der Teilnahme. Dafür wurden sogar bereits bekannte Probanden aus einem früheren Forschungszusammenhang eingeladen, die teils aus einiger Entfernung anreisten. Außerdem wurde den Teilnehmern in den zuvor durchgeführten Fokusgruppen-Interviews durch Beschreibungen und Fotografien bereits eine Vorstellung der Plattform vermittelt. In der Formulierung der Aufgabe und ihrer Operationalisierung im beobachteten Nutzertest wird vor allem minimiert, was der Nutzer falsch machen kann. Deswegen fühlten sich einige der Probanden sichtlich selbst in der Situation, getestet zu werden. Das betraf insbesondere den zweiten Durchlauf der Aufgaben ohne direkte Anleitung durch die Testleiterin, der eigenständig vom Tablet-Computer aus erfüllt werden soll. Am deutlichsten zeigt sich der Charakter der Tasks als Bedienungsanleitung darin, dass Forscher und Probanden die defizitäre Funktionalität des Roboters durch verschiedene Normalisierungen und Überbrückungen ausgleichen mussten, um das Funktionieren der Handlungskette zu ermöglichen.

Am Beispiel des Nutzertests zeigt sich eine typische Eigenart entwicklungsgetriebener Forschung: Die Zerlegung von Mensch-Roboter-Interaktion in *als technische Probleme modellierte Tasks* und deren Überprüfung schafft eine Realität eigener Ordnung. Zwar verstehen sich die Forschenden als objektive Beobachter, die die ‚natürliche‘ Mensch-Roboter-Interaktion beobachten wollen (Woolgar 1990: 84f.). Gleichzeitig tauchen im Test eine Reihe von Zufällen und Unfällen auf, die ihr Eingreifen notwendig machen. So war die Testleiterin, nicht zuletzt aufgrund ihrer Expertise in der Altenpflege, eine ständige Moderatorin des Verfahrens. Die Ingenieure mussten in jedem Test mehrfach ihr abgetrenntes Abteil des Szenario-Labors verlassen, um den Roboter oder die grafische Benutzeroberfläche neu zu starten. Anstelle eines ‚natürlichen‘ Nutzerverhaltens in den Aufgaben wird also vielmehr beobachtbar, wie viele Praktiken des technischen und sozialen Debuggens nötig sind, um die avisierte Aufgabe zu erfüllen. Dass die Aufgabe

selbst in diesem Zusammenhang in Kraft bleibt,⁸⁰ verdeutlicht ihre Dekontextualisiertheit. Die Kontexte und Bedeutungsgehalte einer unkontrollierten Mensch-Roboter-Interaktion werden zugunsten der Forschungs- und Entwicklungslogik ausgeblendet. In diesem Fall geht das so weit, dass die getestete Interaktion keine sinnvolle Entsprechung im angestrebten Verwendungszusammenhang ergibt. Der beobachtete Test dient der Aufrechterhaltung der Definition eines wohlgeformten (technischen) Problems – das im Moment eben nur nicht gelöst ist. Der Nutzer ist in solchen Tasks ein Systembestandteil, der die Ausführung der Aufgabe mit bedingt und dementsprechend mithilfe von Testläufen, Bedienungsvorschriften und moderierter Nutzung konfiguriert werden muss.

⁸⁰ Die beteiligten Forscher und die Forscherin führten die defizitäre Aufgabe so aus, weil sie sich im Verbundprojekt als „Personal vor Ort“ verstehen, während ein Großteil der Entscheidungen von Projektbeteiligungen an anderen Orten getroffen wird. Dazu gehört insbesondere die Gestaltung der Tasks. So wurden beispielsweise bei einem gemeinsamen Mittagessen aufkommende Vorschläge zur Anpassung der Tasks innerhalb der beobachteten Gruppe verworfen, da dies „nicht unsere Entscheidung“ sei.

4. *Communities erreichen: Beziehungen herstellen*

Im Fall „Robotik-Bausatz“ verschieben sich die Grenzen von Designer und Nutzer. Anhand der Rolle von „Outreach Activity“ wird ein die anderen Fälle kontrastierendes Selbstverständnis der Forschenden sichtbar:

„Outreach Activity“ im Fall „Robotik-Bausatz“

(Feldtagebuch 15.04. & 18.04. 2014 & Interviewtranskript Prof_m_USa)

Die Entwicklung des Robotikbausatzes begann im Sommer 2006 als Reihe von Participatory-Design-Workshops mit Schülerinnen der Mittelstufe aus den lokalen Schuldistrikten. Ziel der Workshops war es, die Bedürfnisse von Schülerinnen dieser Altersstufe im Hinblick auf ihre Auseinandersetzung mit Technik kennen zu lernen. Ausgangspunkt dafür war die (von quantitativen Studien gestützte) Beobachtung, dass in jener Altersphase ein geschlechtsspezifisches Deutungsmuster wirksam werde, dem zufolge Technik ‚etwas für Jungs‘ sei.

Die ursprüngliche Zielgruppe wurde allerdings bald erweitert, da das Team erkannte, dass die Lehrer und Erzieher in den Schulen und Nachmittags-Einrichtungen der Schlüssel zur Verwendung von „educational technologies“ sind. In iterativen Designzyklen wurden verschiedene Konzepte für einen Robotikbausatz in Kooperation mit Schulen und Lehrern ausprobiert, wodurch sich die Reichweite der Zielgruppen auf alle Geschlechter und Altersstufen von der Grundschule bis zur Oberstufe ausdehnte. Zur Durchführung dieser Workshops wurde ein eigenes Programm zwischen der kommunalen Schulbehörde und der Forschungseinrichtung aufgelegt.

Der dritte in diesem Programm entwickelte Prototyp erwies sich in den sukzessive fortgeführten Workshops als besonders vielversprechend. Es handelt sich um einen Bausatz aus einer Hauptplatine, die mit verschiedenen Sensoren und Aktuatoren aus einem Open Source-Hardware-Programm (Arduino) erweitert werden kann. Außerdem wird eine Software mitgeliefert, die ein grafisches Programmier-Interface beinhaltet, über das die Komponenten angesteuert werden können. Die äußere Gestalt und Funktionalität des damit zu bauenden Roboters sind nicht determiniert. Vielmehr wurden Vorschläge für konkrete Funktionalitäten und Erscheinungsformen in Design-Workshops mit Schülern und in der Kooperation mit Pädagoginnen aus dem Spektrum Kunst, Literatur, Naturwissenschaften und Technik erst entwickelt.

Um die kommerzielle Produktion des Bausatzes zu ermöglichen, wurde 2010 eine Firma aus gegründet. Geschäftsführer wurde der Doktorand, dessen Hauptaufgabe die Entwicklung des Bausatzes war. Im Jahr 2012 erfolgte die erste Lieferung von 250 vorproduzierten Bausätzen. Neben den etwa 100 USD teuren Bausätzen stellt die Firma auch kostenlos Dokumentationen der Workshops, Beispiel-Curricula und Tutorials als Videos und PDFs bereit.

Mit der kommerziellen Fertigung der Bausätze wurden die Anstrengungen im Hinblick auf Workshops und Kooperationen noch verstärkt. In Kooperation mit mehreren Non-Profit-Firmen, die Schulen mit Lernmaterialien ausstatten, werden bis heute regelmäßig Workshops für Lehrerinnen und Lehrer angeboten, um die Funktionalität des Bausatzes und seine Einsatzmöglichkeiten zu verbreiten. Die Lehrer werden dabei als „Innovatoren“ innerhalb der „Community“ bezeichnet. Der Bausatz ist derzeit in mehreren Mittel- und Grundschulen Kindergärten und Nachmittagsprogrammen sowie Museen in der Stadt und den benachbarten Schulgemeinden im Einsatz.

Bemerkenswert an diesem Beispiel ist, wieviel Energie und Zeit in die Situierung des Bausatzes in den Verwendungskontext investiert wurde. Das ursprüngliche Entwicklungsziel – die Auseinandersetzung mit Technik für Mädchen attraktiv zu machen –

wurde dabei früh im Prozess angepasst. Nach den ersten Workshops wurde anhand des Zwecks des Projekts – die Verwendung des Bausatzes in Schulen – eine Neudefinition der Zielgruppe vorgenommen. Der zu entwickelnde Bausatz wurde fortan als Ermächtigungsmittel für Lehrerinnen und Lehrer verstanden und auch so kommuniziert. Mit dieser Neudefinition geht eine spezifische Form der Konfigurierung der Nutzer einher. Die Lehrkräfte werden fortan als zu befähigende Nutzer verstanden, die eigene Nutzungsweisen entwickeln können und sollen. Das spiegelt sich unter anderem in den Repräsentationen dieser Nutzer sowohl innerhalb des Projekts als auch in seiner Außendarstellung: Die Nutzer werden auf Basis von Einzelfallbeschreibungen als „Pioniere“ adressiert und auch kommuniziert, die ihre Anwendungsvorschläge in Form von Videos und Fotos selbst präsentieren. Teilweise werden Verwendungsberichte und Dankesbriefe der Lehrer veröffentlicht.

Ein Beispiel für einen realisierten Einsatz lieferte ein Englisch-Lehrer: Die Schüler hatten eine Woche lang Zeit, die persönliche Bedeutung eines auswendig zu lernenden Gedichts in einem selbstgebauten Roboter auszudrücken. Durch diesen Umweg sei die Bereitschaft, das Gedicht tatsächlich zu lesen und sich damit auseinanderzusetzen, signifikant gestiegen.

Eine erfolgreiche „Outreach Activity“ war die Voraussetzung dieser Arbeitsweise der Forschungsgruppe. Schon früh im Entwicklungsprozess wurden Beziehungen zu Schulen, Behörden, Stiftungen und Firmen aufgebaut, um das eigene Anliegen zu präsentieren und zu ermöglichen. Das von der Schulbehörde zertifizierte Programm firmierte als Lehrerfortbildung, so dass eine offizielle Einbindung in die Verwaltungsstruktur der staatlichen Ausbildung ermöglicht wurde. Im Schritt nach der Firmengründung kam zudem die Kooperation mit anderen Firmen hinzu, die Lernmaterialien anschaffen, verleihen und aufbereiten, sodass der Bausatz in die Zirkulation an in öffentlichen Schulen verfügbaren Lernmaterialien integriert werden konnte. Das Entwicklungsteam durchlief damit den gesamten für Lernmaterialien relevanten Prozess der Zertifizierung, Produktion, Bereitstellung und vor allem das Training der Lehrerinnen und Lehrer. Das war notwendig, da das Ziel des Projektes lautete, die Implementation im Verwendungskontext zu realisieren. In der Gruppe sind deswegen auch zwei Personen angestellt, die ausschließlich für „Outreach Activity“ zuständig sind. Ihr Aufgabenbereich umfasst das Aufsuchen und Akquirieren von Kooperations- und Anwendungspartnern sowie die PR-

Arbeit gegenüber möglichen Unterstützern und die Zusammenarbeit mit den Stellen für Öffentlichkeitsarbeit der beteiligten Institutionen. Dennoch verstehen sich die Forschenden als Sozialrobotiker. Aus dem Projekt sind beispielsweise mehrere Publikationen in Organen der Sozialrobotik hervorgegangen, u.a. Studien zu den pädagogischen Effekten des Einsatzes. Auch wenn der resultierende Roboter(-Bausatz) technisch gesehen vergleichsweise simpel ist und aus Readymade-Komponenten besteht, kann das Projekt für sich Anspruch nehmen, in vergleichsweise kurzer Zeit ein funktionierendes Produkt in den avisierten Verwendungszusammenhang integriert zu haben. Damit erfüllt es die eigene Definition von Sozialrobotik des Forschungsgruppenleiters, der das Unterfangen als Herstellung robotischer Gegenstände mit konkretem Wert für die Gruppe der Verwender („Community“) versteht.

Die Konfigurierung der Nutzer in dieser Zieltypik ist nicht frei von Momenten der Persuasion (so sind beispielsweise die Lehrer vom Vorteil der Verwendung der Roboter zu überzeugen) oder auch des Opportunismus.⁸¹ Zudem erfolgte der Weg ins Feld ganz wesentlich über öffentliche Institutionen. Dennoch ist der Prozess von anderen Prinzipien geprägt als die Typik „Anwenden“ im Fall „Pflegeassistenz“. Es findet seitens der Forschenden eine aktive Auseinandersetzung mit den Perspektiven der Nutzerinnen statt, die sich nicht nur in der Verwendung einer partizipativen Methode erschöpft, sondern vielmehr in der *Anpassung des Entwicklungsziels* an die Ergebnisse dieses Vorgehens mündet. Die avisierten Nutzer werden dabei zu Kollaborateuren, nicht zu Behandelten. Ihre Einbeziehung übersteigt auch das Moment der Überzeugung zur Teilnahme an der Studie – sie sollen vielmehr eigene Nutzungsweisen explorieren. Das Vorgehen im Projekt wurde stets am Ziel des intrinsisch motivierten alltagsweltlichen Einsatzes gemessen.

Anhand der Rolle von „Outreach-Activity“ im Fall „Roboter-Bausatz“ zeigt sich die Herstellung von *Beziehungen zwischen Anspruchsgruppen* als typische Bezugsform

⁸¹ Das wurde z.B. am Fall einer Ausschreibung für eine Industriekooperation zur Produktion eines Luftverschmutzungsmessers deutlich. Das Team hatte in den Jahren zuvor erfolgreich auf dem Gebiet entwickelt, nun wollte ein großer Konzern das Produkt massenmarktreif machen. „Wir sollten dabei sein, anstatt es andere machen lassen“, sagte der Forschungsgruppenleiter im Team-Meeting. Er plädierte aus strategischen Gründen dafür, sich um die ausgeschriebenen Gelder zu bewerben. Man könne dann „Leute einstellen, die es machen“, und selbst die Kontrolle über die ethisch adäquate Verwendung behalten.

zum Anwendungsbereich. Sozialrobotikforschung dieser Art reflektiert sehr explizit über Akteure, Institutionen und auch die eigene Rolle im Feld. Das Konfigurieren des Nutzers und der Nutzung wird dadurch nicht ein unsichtbar zu machender Teil einer an sich reinen Forschungspraxis (Latour 1987), sondern ist immer schon eingebunden in lebensweltliche Praktiken.

5. Fazit – Typen von Sozialität in Entwicklungszielen

Wir haben gesehen, wie die Ziele der Sozialrobotik den Bezug zu den sozialen Welten ihrer Gegenstände konstituieren. Dabei wurde zunächst deutlich, dass die Definition von „Anwendungsfeldern“ vor dem Hintergrund projektförmig organisierter Forschung verstanden werden muss: Soziale Situationen der Verwendung kommen hier zunächst von Ausschreibungen motiviert, bildhaft und häufig wenig verbindlich in den Blick. Außerdem wird das Funktionieren in der Nutzungssituation – insbesondere in der technisch komplexen Robotik – innerhalb der Forschung selten gegenüber anderen Indikatoren von Innovation, wie Publikationen, priorisiert. Da in Forschungsprojekten allerdings häufig die Vorgabe existiert, die Entwicklungen zu evaluieren, besteht ein gewisser Zwang zur Operationalisierung sozialer Faktoren der Mensch-Roboter-Interaktion.

Mit diesen vergleichsweise allgemeinen Bedingungen projektförmiger Forschung geht noch keine Bestimmung der Näherungsweisen an ihre Gegenstände einher. Der Bezug zu Nutzungsweisen und Nutzern geschieht an dieser Stelle absichtlich offen bzw. unter wechselnden rhetorischen Strategien (vgl. „funding cycle“; V.1.1). In dieser Lage entscheiden eher pragmatische Überlegungen über den einzuschlagenden Weg und die angestrebte Nutzungssituation, je nach Stärken und Erfahrungen der Forschungsgruppe und der vermuteten Wahrscheinlichkeit, dafür eine Förderung zu bekommen. Gemeinsam ist den Projekten der Sozialrobotik an dieser Stelle, dass sie die ingenieurtypische Zielstellung verfolgen, mit technischen Mitteln (Roboter) ein gewolltes Verhalten (Mensch-Roboter-Interaktion) zu erzielen. Als Mittlerin zwischen diesen Entitäten wird sehr oft die Idee einer ‚sozialen Komponente‘ formuliert. Sie wird in Team-Meetings, Lehrveranstaltungen sowie in formellen und informellen Gesprächen zwischen Forschenden immer wieder thematisiert.⁸²

Sozialrobotikforschende verfolgen sehr unterschiedliche Wege zur Bestimmung und Operationalisierung dieser sozialen Komponente. Entlang der Unterscheidungen im Feld wurden zwei Dimensionen verdichtet, die die Ziele von Sozialrobotik einordnen. Dabei wurde zum ersten zwischen Motivationen unterschieden, die sich genuin aus

⁸² Entsprechende Anlässe und Erwähnungen finden sich an mehreren Stellen meines Feldtagebuchs (u.a. am 26.08.2013, 01.11.2013, 17.04.2014, 14.04.2014, 21.04.2014, 03.05.2014, 09.05.2014)

Anwendungsgebieten oder lebensweltlichen Problemstellung ergeben – in denen der Roboter Mittel zum Zweck ist – und solchen, die auf die Entwicklung von Sozialrobotern und ihren Komponenten an sich abstellen. Zum zweiten wurde für den Modus des Einbezugs von Nutzungssituationen und Nutzern in die Entwicklung eine Dimension der Typisierung bestimmt. Diese Dimensionen und ihr Zusammenspiel lassen sich auch als Strategien lesen, um Sozialrobotik zum Funktionieren zu bringen: die *Abstraktion* konkreter Situationen oder Anwendungsprobleme auf der einen Seite und die *Integration* von Sozialrobotern in konkrete Situationen und Anwendungsfelder auf der anderen.

Die aus der Kombination der Dimensionen gewonnenen Idealtypen sind problemrealisierend benannt worden. Ihre Namen bezeichnen vier für die Sozialrobotikforschung typische Ziele: „Erforschen“, „Anwenden“, „Bauen“ und „Designen“. Die Beschreibung ihrer Eigenschaften und Näherungsweisen an das Soziale geschah anhand konkreter Fälle aus dem Material und hat die Divergenz und Vielschichtigkeit dieser Ziele gezeigt. Insbesondere konnten vier entsprechende Bezugsweisen auf das Soziale in den Typen beschrieben werden: Sozialrobotik stellt auf standardisiert messbare *Effekte* der Mensch-Roboter-Interaktion ab, auf *Szenarien* als Entwürfe typischer Nutzungssituationen in Anwendungsfeldern, auf *Tasks* als technisch definierte Handlungsketten, und auf die Herstellung von *Beziehungen* zwischen Anspruchsgruppen (und Forschenden) zur Integration der HRI in konkrete Alltagswelten. Diese Bezugsformen kommen durchaus gemischt vor bzw. können auch in ein und demselben Projekt zu unterschiedlichen Zeitpunkten auftreten. Auf die technisch problematisierende Bezugsweise des „Bauens“ kann beispielsweise kein Projekt verzichten, das einen eigenen Roboter (weiter-)entwickelt. Es ließ sich in den Projekten jedoch in den meisten Fällen eine für den Bezug zum Sozialen dominante Zieltypik beobachten.

Alle beobachteten Projekte folgten einer Rhetorik der Nutzereinbindung. Sie folgten der These, dass eine gute Passung an Nutzerbedürfnisse ein gutes System zur Folge habe. Mit Blick auf die Zieltypiken konnte jedoch gezeigt werden, wie unterschiedlich die tatsächliche Einbindung von Nutzungssituationen und Nutzern geschah. Das gelang, indem Beobachtungsprotokolle und Interviewausschnitte herangezogen wurden, die Selektionen in den Projekten beleuchten, welche in der Regel nicht Teil der offiziellen Darstellung von Projektverläufen und Forschungsergebnissen sind. Es zeigte sich, dass

der Bezug auf soziale Situationen und Nutzer außerhalb des Labors unter stark strukturierenden Vorzeichen geschah: Dabei war vor allem immer wieder die Differenz zwischen Bestrebungen einer szientistischen Dekontextualisierung und einer Integration der Mensch-Roboter-Interaktion und der eigenen forscherschen Praktiken in die Anwendungskontexte sichtbar. Es konnte gezeigt werden, dass diese Bewegungen schon in den Zieltypiken angelegt sind, z.B. wenn auf eine bestimmte Granularität von Zielen wie Tasks scharfgestellt wird – und Bedeutungshorizonte der integrierten Praxis der Nutzerinnen und Nutzer dabei ausgeblendet werden.

Wir haben gesehen, wie auch im verhältnismäßig kleinen Rahmen eines Sozialrobotikprojekts soziale Institutionen der Nutzung aktiv (wieder-)hergestellt und damit die Rollen und Reichweiten der aktuellen oder späteren Nutzer konstituiert werden. Mit dem Konzept des „Konfigurierens“ (Woolgar 1990, Mackay et al. 2000, Oudshoorn et al. 2004) wurden Aktivitäten der Forschenden beschrieben, die die Nutzer und Nutzungssituation konstituieren: Sie werden als Zielgruppe mit spezifischen Bedürfnissen definiert; sie werden durch die Forschenden befähigt und/oder begrenzt; sie werden in expliziten Modellen und impliziter Projektkommunikation repräsentiert; sie werden statistisch kontrolliert und ihnen wird zuweilen auch imponiert, wie wir am allzu menschlichen Vordrängler gesehen haben.

Insbesondere im Hinblick auf Anwendungsbereiche, in denen die Nutzer als Behandelte konfiguriert werden, ist ein deutliches Defizit in der Reflexion über diese Konfigurationen zu beobachten. Die Argumentationskette „demografischer Wandel – Arbeitskräftemangel in der Pflege – Pflegeroboter“ diente in mehreren Projekten zur Begründung der Forschungsziele und wurde in keinem von ihnen zum Gegenstand der Reflexion. In der anwendungsbezogenen Forschung im Bereich Pflege lässt sich ein „innovation bias“ beobachten (Greenhalgh 2013), der stark an Jonas' technischen Imperativ erinnert: die zwangsläufige Realisierung der „zu Gebote stehenden technischen Möglichkeiten“ (Jonas 1993: 83). Wenn Sozialrobotik die Implikationen ihrer Näherungsweisen an Nutzung und Nutzer nicht explizit reflektiert und sich den Ambiguitäten und Unsicherheiten integrierter lebensweltlicher Praxis nicht stellt, läuft sie Gefahr, nicht mehr als die Erfüllung dieses Imperativs zu sein.

Gleichzeitig können die Bezugnahmen auf soziale Situationen und Nutzer in der Sozialrobotik nicht nur als defizitär beschrieben werden. Zum einen müssen die Bezüge im Kontext der Bedingungen ihrer Praxis verstanden werden, die nun einmal die Reduktion von Komplexität für die Ermöglichung der maschinellen Bearbeitung erfordert. Vor dem genealogischen Hintergrund der Disziplin lässt sich außerdem eine zunehmende Orientierung hin zu Anwendungskontexten beobachten. Die Zieltypik „Designen“, die ihre Ziele in der gelungenen Integration in konkrete soziale Situationen definiert, ist historisch gesehen eine neuere Bewegung, die vor allem erst durch den Kontakt mit konkreten Lebenswelten außerhalb der Werkstätten und Labore entstanden ist. Sie bildet einen idealisierten Bezugspunkt der Selbstverortungen, obwohl sie – zumindest im Material dieser Studie – in der forschungspraktischen Umsetzung ein empirischer Sonderfall bleibt. Aber auch in Projekten anderer Typik ließen sich Praktiken beobachten, die als verstehend und integrierend im Hinblick auf die Lebenswelten von Nutzerinnen und Nutzung zu bezeichnen sind (vgl. Dok_w_EUa). Wir werden solche häufig nicht offiziellen Praktiken und ihre Rolle für den Forschungs- und Entwicklungsprozess im nächsten Analyseschritt betrachten (vgl. VI.2).

VI. Epistemische Praktiken und Instrumente der Sozialrobotik

Die Problemstellung der Sozialrobotik ist als „wicked problem“ beschrieben worden (I.): Die Aufgabe der Forschenden besteht in der Technisierung soziologisch gesehen komplexer Phänomene wie Mensch-Roboter-Interaktion in die (notwendigerweise) trivialisierende und formalisierende Operationsweise der Maschinen (II.). Alltagsweltliche Phänomene und Ausschnitte aus konkreten Lebenswelten geraten dabei – im Zusammenspiel mit oder als angestrebte Einsatzorte des Roboters – als *epistemische Objekte* in den Blick. Damit beschreibt Rheinberger die Dinge, „denen die Anstrengung des Wissens gilt“ (2001: 24). Es sind notwendigerweise verschwommene und vage Dinge, deren Funktion, Strukturen und Erzeugung (noch) nicht klar sind (ebd.). Um die Eigenschaften dieser Objekte dingfest zu machen (Lettkemann 2014: 64), greifen Forschende auf verschiedene Repräsentations- und Manipulationsinstrumente zurück. In Rheinbergers Fällen sind das die Labore, Mikroskope und DNA-Sequenzierautomaten der Molekularbiologie.

Die Sozialrobotik greift auf andere „technische Objekte“ – wie Rheinberger die Instrumentarien, Methoden und Theorien der Forschenden nennt – zurück. Diese technischen Objekte und die mit ihnen verbundenen Praktiken sind der Gegenstand dieses Kapitels. Damit soll der Blick also nicht auf die Sozialroboter als resultierende Maschinen gerichtet werden, sondern auf die Frage, wie sich die Forschenden ihren sozialen Gegenständen nähern. Es geht um die Praktiken, mittels derer die widerständigen sozialen Gegenstände handhabbar gemacht werden sollen. Diese Praktiken heißen hier *epistemische Praktiken*, da sie die Erkenntnisobjekte und Methoden ihrer Konstruktion konstituieren.

Ein Modus der Auseinandersetzung wurde bereits im Rahmen der Zieltypik „Erforschen“ beschrieben: die Laboratisierung von sozialen Situationen und Effekten der Mensch-Roboter-Interaktion. Die Kontingenz und Komplexität sozialer Situationen wird hierbei reduziert, indem spezifische Ausschnitte sozialer Welten dekontextualisiert und in laboratisierte Ordnungen gefasst werden (VI.1). In der Analyse werden aber auch divergierende und zum Teil überraschende Praktiken sichtbar. In die der Laboratisierung entgegengesetzte Richtung wirkt eine Gruppe von Praktiken, die in der Nutzbar-

machung von alltagsförmigen Beobachtungen und Wissensbeständen besteht. Lebensweltliche Erfahrungen der Forschenden werden zu Ressourcen für die Forschungs- und Entwicklungsarbeit der Sozialrobotik (VI.2). Epistemisch ist auch eine dritte Form der Handhabbarmachung zu nennen, die sich bei vielen Forschenden beobachten lässt: Sie inszenieren robotische Fähigkeiten und arbeiten damit selbst aktiv an Deutungen und Imaginationen von Mensch-Roboter-Interaktion (VI.3).

Die sehr unterschiedlichen Praktiken lassen sich auf die Dimensionen ihres erkenntnispraktischen Charakters für den Umgang mit dem Sozialen hin befragen: Dabei werden Wechselspiele zwischen erzeugenden und beobachtenden Praktiken in allen drei Gruppen sichtbar (VI.4).

1. Praktiken der Laborisierung des Sozialen

Robotikforschung findet zum Großteil in so genannten „Laboren“ statt: Räume, in denen sich meist ein oder mehrere Roboter und mehrere vernetzte Computerarbeitsplätze befinden. Knorr-Cetina und Kollegen würden wohl am ehesten von einem „Ringlabor“ (1988: 90) sprechen, weil der Zweck der räumlichen und sozio-technischen Aufteilung darin liegt, dass mehrere Forschende gleichzeitig an netzwerkförmig bereitgestellten Ressourcen teilhaben und Aufgaben bearbeiten können. Abgesehen von einzelnen Anlässen wie einem „Tag der offenen Tür“ oder Vorführungen für Gäste sind die Labore geschlossen. Der Zutritt zu ihnen wird in der Regel über magnetische Schlüsselkarten geregelt; in manchen Fällen wird die Tür aber offen gelassen, sobald der erste Mitarbeiter mit Schlüsselkarte das Labor betreten hat (Feldtagebuch 03.05.2014). Die so etablierte Grenze zwischen innen und außen funktioniert nicht nur im Hinblick auf die Zugangs- und Zugriffskontrolle zu den fragilen und teuren Robotern.

Das Labor ist in der Sozialrobotik nicht nur der Ort der Entwicklung, sondern auch eine verräumlichte Form epistemischer Praktiken. Als *Laborisierungen* sollen hier Praktiken beschrieben werden, die Mensch-Roboter-Interaktionen oder andere soziale Situationen in einer kontrollierenden Art und Weise in epistemische Objekte überführen, beispielsweise durch Laborexperimente. Es handelt sich um Rekonfigurationen ‚natürlicher‘ Ordnungen, durch die eine wissenschaftlich überprüfbare Realität eigener Ordnung entsteht (Knorr-Cetina 2002: 45). Dabei isolieren Laborisierungen soziale Faktoren der Mensch-Roboter-Interaktion und leisten damit einen ermöglichenden Beitrag sowohl für die Forschung an sich als auch für das sich konstituierende Feld.

Die Bedeutung und Verbreitung von Laborisierungen wird an einem sich derzeit abspielenden Konflikt über Kriterien guter Sozialrobotikforschung deutlich (1.1). Der Blick auf die epistemischen Praktiken der Laborisierung zeigt unterschiedliche Formen der Zerlegung von Mensch-Roboter-Interaktion z.B. in Akzeptanzmaße oder Performance-Maße. Außerdem ist die Wirkung der Laborisierung nicht auf Labore beschränkt (1.2). Trotz offensichtlicher Probleme an den Übergängen zu „real world problems“ sind Laborisierungen das dominierende Erkenntnismittel, was durch ihre ermöglichende, legitimierende und orientierende epistemische Funktion für das Feld er-

klären lässt (1.3). Ihre wesentliche Wirkung besteht in ihrer Fähigkeit der Bearbeitung des zentralen Problems der Sozialrobotik, nämlich der Reduktion von Komplexität und Kontingenz sozialer Situationen (1.4).

1. „*Studying to build or building to study?*“

Laboratisierungen strukturieren das Feld der Sozialrobotik und seine wissenschaftlichen Gütekriterien nachhaltig um. Dieser Prozess lässt sich insbesondere im interdisziplinären Forschungsfeld HRI flächendeckend beobachten. Dort zeigt sich, dass standardisierte Evaluationsstudien und psychologische Laborexperimente – nicht unumstritten – zur Voraussetzung für wissenschaftliche Veröffentlichungen innerhalb des Feldes geworden sind.

Beispielhaft brachte das ein älterer Professor auf den Punkt: Es werde immer schwerer, technische Papers auf Konferenzen zu platzieren. HRI honoriere psychologische Experimente und sauberes Testdesign mehr als das Bauen funktionierender Roboter. Es gebe eine große Diskussion im Feld, ob man nicht sogar eine neue, eher technische HRI-Konferenz in Leben rufen müsse, damit gute Robotik-Paper wieder akzeptiert werden, was, so der Gesprächspartner, allerdings lächerlich sei (Feldtagebuch 08.04.2014). Ein Doktorand aus dem Software Engineering war nach seinem ersten Besuch der zentralen HRI-Konferenz in seinem Bild vom Feld Sozialrobotik nachhaltig irritiert. Er hatte sich die Themen und Arbeitsweisen der Forscherinnen und Forscher auf der Konferenz ganz anders vorgestellt. Als der erste Vortrag eine Laborstudie referierte, habe er sich noch nichts dabei gedacht; als der zweite, dritte und vierte Vortrag aber so fortführen, war er konsterniert. Auch zwei Monate später brachte er dieses Erlebnis noch mit deutlicher Emphase zum Ausdruck: „What is the purpose of all these studies? I expected to see some cool robots. We’re still engineers!“ (Feldtagebuch 09.05.2015). Als ich mit seiner Betreuerin einige Tage später über seine Beobachtung sprach, fasste sie das ebenfalls als Konflikt im Feld: „There is a real clash going on in HRI, it’s social scientists versus computer science people“. Anschließend brachte sie den Kern des Konflikts in ihren eigenen Worten auf den Punkt. Es gehe um die Frage, ob man forsche, um zu bauen, oder baue, um zu studieren (Feldtagebuch 11.05.2015).

Dieser Konflikt ist Ausdruck des Erfolgs von Laborexperimenten in der zuvor eher technikwissenschaftlich geprägten Robotik. Laboratisierungen liefern Daten, die die Quantifizierung und Qualifizierung von Mensch-Roboter-Interaktion implizieren – zunächst unabhängig von ihrer Geltung und ihrem Zustandekommen. Der Zugang zu Konferenzen und Publikationen der Sozialrobotik ist ohne empirische „user study“, eine zumeist quantitative Evaluationsstudie, nur noch schwer möglich. Es reicht nicht mehr aus, die Konzeption eines umgesetzten Roboters in einem „technical paper“ zu beschreiben. Die Effekte und Effektivität des Roboters oder einer seiner Komponenten auf die Mensch-Roboter-Interaktion müssen methodisch belegt sein.

Die Gesprächspartner legten eine mögliche Reaktion auf den Erfolg dieser Gruppe epistemischer Praktiken nahe: die Einreichung von Veröffentlichungen nach verschiedenen Gruppen im Forschungsfeld zu trennen. Eine der zentralen Fachzeitschriften, das Journal of Human-Robot Interaction, wendet diesen Behelf an und unterteilt ihr Inhaltsverzeichnis nach Beiträgen aus den Gruppen „Robotics, Computer Science and AI“ und „Behavioral and Social Science“. ‚Lächerlich‘ findet der zuerst zitierte Professor solche Lösungen vermutlich deshalb, weil sich daran eine (aus seiner Sicht unberechtigte) Verschiebung der Machtverhältnisse in der Sozialrobotik andeutet: Bislang waren sozialwissenschaftlich ausgebildete Forscherinnen und Forscher den Kollegen aus technischen Disziplinen forschungspolitisch unterlegen, da letztere in der Regel die Fördergelder akquirierten. Damit ging auch eine Durchsetzungshoheit für die Relevanzkriterien ‚guter Forschung‘ einher. Es ist aus dieser Perspektive also zunächst überraschend, dass Laborexperimente und quantitative Nutzungsstudien einen so großen Erfolg im Feld haben.

Der thematisierte Konflikt „studying to build vs. building to study“ lässt sich zunächst als ein Deutungskonflikt verschiedener Projekttypiken (z.B. „Bauen“ vs. „Erforschen“) interpretieren. Umstritten ist dabei die Frage, ob laboratisierende Forschung Ziel oder Zweck der Entwicklung von Robotern sei. Betrachtet man diese Praktiken und ihre Verwendung in der Sozialrobotik, so wird deutlich, dass die Interessen unterschiedlicher Forschergruppen und Herkunftsdisziplinen nicht der entscheidende Faktor sind, der die Durchsetzung von Laboratisierungen begünstigt. Es sind deren epistemische Eigen-

schaften, die ihre weit verbreitete Anwendung als Gütekriterium und Maßstab innerhalb des Feldes befördern.

2. *Objekte und Instrumente der Laboratisierung*

Im Folgenden soll beleuchtet werden, wie die sozialen Gegenstände der Sozialrobotik rekonfiguriert werden, um epistemischen Gewinn zu erzielen. Dabei werden unterschiedliche Kombinationen von Objekten und Subjekten – Roboter, menschliche Probanden, Forschende –, Instrumenten und Konzepten sichtbar. Wie diese Kombinationen Unterscheidungen zwischen innen und außen, zwischen relevanten und irrelevanten, beabsichtigten und messbaren Effekten treffen, ist Gegenstand der folgenden Beispiele.

Dabei soll auf Rheinbergers Unterscheidung von epistemischen Dingen und technischen Dingen zurückgegriffen werden (vgl. II.1): Epistemische Objekte sind die Dinge, denen das Interesse der Forscher gilt, also (erfolgreiche) Mensch-Roboter-Interaktion. Technische Dinge sind Instrumente, die die auf sie bezogene Forschungspraxis stabilisieren: Sie betten die epistemischen Objekte in „übergreifende Felder von epistemischen Praktiken und materiellen Wissenskulturen“ (Rheinberger 2001: 25) ein, ermöglichen ihre Betrachtung dadurch erst, begrenzen sie aber auch in spezifischer Weise (ebd.: 26).

a) Emotionen mit FACS messen

„Emotionen“ haben als Faktor zur Gestaltung und Analyse von Mensch-Roboter-Interaktionen eine lange Tradition in der Sozialrobotik, wie sich an der kognitivistischen MIT-Forschungslinie, z.B. durch Cynthia Breazeal, zeigt. Das „emotion system“ ihres Roboters Kismet (Breazeal 2003) wurde bereits erwähnt (I.2.2). Dabei errechnete das Programm aus sieben entwicklungspsychologisch abgeleiteten Grundkategorien einen emotionalen Zustand des Roboters, der durch entsprechende Mimik ausgedrückt wurde. Emotionen werden in dieser Art von Forschung als innere Zustände (und die Übergänge zwischen ihnen) aus einem mehrdimensionalen mathematischen Raum operationalisiert (Becker-Asano & Wachsmuth 2008).

Geht es darum, diese Konstrukte in konkreten Experimenten zur Mensch-Roboter-Interaktionen zu messen, dann muss die epistemische Strategie umgekehrt werden. Der mathematischen Erzeugung muss eine quantifizierende Messung zur Seite gestellt werden. Als tauglicheres Mittel als Fragebögen zur Selbsteinschätzungen von Gefühlen, die teils sogar als Online-Test anhand von Bildern und Videos durchgeführt werden, gilt das digitale Aufzeichnungs- und Annotationssystem Facial Action Coding System (FACS):

Begrüßungs-Emotionen

(Feldtagebuch 13.05.2014)

Im Rahmen eines Sozialrobotikprojekts soll eine Mensch-Roboter-Interaktion experimentell getestet werden. Ziel der zu testenden Interaktion ist, dass ein Mensch beim Betreten des Raumes vom Roboter erkannt und durch das Abspielen einer Audiodatei begrüßt wird, sobald er dem Roboter das Gesicht zuwendet. Für das Experiment betritt je ein Proband (meist Studierende des Professors) das Labor und werden – ohne zuvor davon zu wissen – vom Roboter begrüßt.

Verschiedene Aufzeichnungsgeräte kommen zum Einsatz: Zwei Videokameras auf Stativen filmen die Szenerie, eine Motion Capture-Anlage registriert mittels Kameras an der Wand die Bewegungen von Mensch und Roboter im Raum, außerdem zeichnet ein Computer die Sensordaten des Roboters (Sonar, zwei Mikrofone, taktile Sensoren im Kopf und an den Extremitäten, zwei Kameras im Kopf) auf. Hinzu kommen noch Beobachtungen durch die Experiment-durchführenden, die durch eine verspiegelte Scheibe das Experiment verfolgen können.

Zur Auswertung wird eine Metrik zur Analyse von Emotionen anhand von Gesichtsausdrücken verwendet. Das Kodier-System heißt Facial Action Coding System (FACS). Damit werden die beobachtbaren Bewegungen im Gesicht anhand der Videoaufnahmen erfasst. Einer der Forscher, der sich als „Coder“ hat zertifizieren lassen, ordnet diese Bewegungen so genannten „Action Units“ zu. Anhand dieser Annotation werden die emotionalen Ausdrücke der Probanden dann interpretiert und damit die Qualität der Begrüßung bestimmt.

FACS geht auf den US-amerikanischen Psychologen Paul Ekman zurück (Ekman & Friesen 1977; Hager et al. 2002). Es basiert auf der Annahme, dass Mimik und die ihr zugrunde liegenden Emotionen in ihren Grundzügen anthropologisch universell sind. Mimik ist demnach gewissermaßen ein ‚Gesichtsaffekt-Programm‘, das direkter Ausdruck der Emotionen eines Menschen ist. Mittels FACS werden die Bewegungen der 98 Gesichtsmuskeln in 44 so genannten Action Units kodiert, die wiederum den Grundemotionen zugeordnet sind.⁸³ Dies, so die Annahme, ermöglicht den Schluss auf die hinter dem Ausdrucksverhalten liegenden Befindlichkeiten. Die Zuordnung der Gesichtsausdrücke (leicht gekräuselte Nasenwurzel, gehobene/gesenkte Mundwinkel, Augenbrauen etc.) basiert auf Datenbanken von zehntausenden Bildern von Gesichtsausdrücken

⁸³ Es gibt dabei sowohl einzelne Muskeln, die verschiedene AUs hervorrufen als auch AUs, für deren Entstehung mehrere Muskeln notwendig sind.

aus interkulturellen Vergleichsstudien, die den universellen Charakter der Zuordnung ermöglichen sollen. Eine Variante der Methode (samt zugehöriger Software) stellt nur auf die Action Units ab, für die der empirisch nachweisbare Zusammenhang von Gesichtsaffect und Emotion besonders groß ist. Es wird empfohlen, dass zwei Coder unabhängig voneinander die Videosequenzen „scoren“, um ein reliables Ergebnis zu erhalten.

Die Zurechnung von Emotionen anhand des Gesichtsausdrucks ist innerhalb einer hypothesenprüfenden Forschungslogik des Experiments plausibel und reliabel. Experimente mit FACS versuchen, subjektive Verzerrungen zu minimieren und ein komplexes Phänomen wie „Emotion“ auf überprüfbare und reproduzierbare Maße (Videos von Gesichtsausdrücken) einzugrenzen. Ziel des Einsatzes in diesem Experiment ist, die emotionale Qualität unterschiedlicher Begrüßungssequenzen für die Probanden zu testen. Anhand ihres Gesichtsausdrucks wird analysiert, wie gut ihnen die Begrüßung gefallen hat, oder ob sie z.B. als inadäquat oder unnatürlich empfunden wurde. Dieses Forschungsinteresse lässt sich der weit verbreiteten „Akzeptanzforschung“ zurechnen: Dabei werden die Effekte robotischen Verhaltens auf menschliche Nutzer getestet.

Allerdings werden die damit einhergehenden Implikationen selten reflektiert. Das betrifft zum einen die Ebene der Anwendung und Durchführung: Dort werden methodische Mängel der Durchführung wie die das unzureichende Sampling der Probanden (Studierende aus einem Robotik-Zusammenhang) und das Abweichen von der Empfehlung, das Material zweimal codieren zu lassen, nicht hinsichtlich ihrer Auswirkung auf das Experiment thematisiert. Außerdem wird das Verfahren als solches schon als objektiv betrachtet, obwohl die entscheidenden Schritte – die Annotation und die Interpretation – zwangsläufig durch menschliche Coder geschehen. Die Selektivität und Kontextualität ihrer Entscheidungen werden nicht Teil der Darstellungen der Ergebnisse. Das Verfahren selbst wird also zu einer black box (Passoth & Wehner 2013: 8).

Zum zweiten wird in der Anwendung von FACS das technische Instrument häufig fälschlich synonym zum Erkenntnisobjekt verstanden. FACS erfasst nicht den *Erlebensgehalt* einer Emotion – was aber den wesentlichen Inhalt der Bedeutung des Wortes darstellt. Dieser Hinweis scheint methodologisch vielleicht trivial. Aber genau der da-

mit einhergehende reduktionistische Fehlschluss lässt sich in Vorträgen und Veröffentlichungen der oben beschriebenen Art beobachten: Es werden Standbilder aus den Videos vorgeführt, auf denen per Einblendung die annotierten Muskelgruppen farblich markiert sind. Die anhand dieser mimischer Mikrosequenzen gescoreten Werte und deren statistische Analyse werden dann zum Beleg, dass bestimmte Begrüßungsformen dem Nutzer gefallen, ihn ängstigen etc. (Feldtagebuch 23.04.2014). FACS sammelt zweifelsohne empirische Hinweise für solche Aussagen; es bleibt aber ein Instrument der Messung und nicht das eigentliche Erkenntnisobjekt. Dieses – das Gefühl und die Akzeptanz eines Nutzers – lässt sich in diesen laboratisierten Bedingungen, ohne den Kontext der angestrebten Nutzung, nicht herstellen. Das Testsetting ist nicht der zu vermessenden Welt entnommen, sondern ein Vorgehen eigener Logik.

FACS bietet als Netzwerk aus Aufzeichnungs- und Annotationssystem samt kommerzieller Software und Zertifizierungskursen gut aufeinander abgestimmte Möglichkeiten für Testdesign und Systemgestaltung. Die zugrunde liegende These, dass Emotionen als äußerlich ablesbarer Ausdruck von inneren Zuständen ein Kriterium sozialer Interaktion sind, ermöglicht eine Reihe von Bezugnahmen und liefert eine entwicklungsleitende Metapher. Sie kann wie in Forschungen zu (computeranimierten) virtuellen Agenten auch umgekehrt werden: FACS dient dann zur Hervorbringung von Gesichtsausdrücken, die menschliche Nutzer eine glaubhaftere Interaktion ermöglichen soll. Dabei können der Begriff „Emotion“ und die Idee seiner Funktion für soziale Interaktion so unterschiedliche Forschungsfelder wie Cognitive Neuroscience und eine psychologische HCI zumindest auf einer rhetorischen Ebene in einem Forschungsprojekt vereinen, indem zum einen die kognitive Modellierung von Emotionen im Hirn untersucht wird, und zum andern die Effekte von durch FACS generierten Gesichtsausdrücken gemessen werden (Forschungstagebuch 05.06.2013).

Die damit einhergehende Zuspitzung des Emotionsbegriffs wird vor diesem Hintergrund gewissermaßen in Kauf genommen, so sie denn methodologisch überhaupt bewusst wird: Ein mimischer Affekt umfasst nicht den *Erlebensgehalt* einer Emotion auf Nutzerseite und ist als isolierter Effekt auch nicht ohne weitere Studien auf Mensch-Roboter-Interaktionen in anderen Kontexten übertragbar.

b) Performance anhand Tasks messen

Andere Laboratisierungsprozesse messen nicht die Effekte am menschlichen Nutzer, sondern das Zusammenspiel von Menschen und Robotern anhand von Tasks. Diese Formen der Zerlegung von Handlungseinheiten sind bisher als Übersetzungen von Handlungsketten in Subeinheiten und technische Probleme besprochen worden (vgl. V.4.3), sie tragen aber auch eine epistemische Funktion in sich. Durch die Zerlegung in abgrenzbare Einheiten beobachtbaren Verhaltens ermöglichen sie die vergleichende Messung der *Performance*. Insbesondere in der anwendungsbezogenen Forschung kommen dabei Metriken und Maße aus anderen epistemischen Kontexten, z.B. aus der klinischen Psychologie oder der Usability-Forschung, zum Einsatz. Einige Autoren im Methodendiskurs der Sozialrobotik plädieren für Sozialrobotik-spezifische Maße, die sich an der „task effectiveness“ der Mensch-Roboter-Interaktion orientieren sollen (zum Überblick Steinfeld et al. 2006). Für die Frage nach Laboratisierungsprozessen ist dabei interessant, wie die Mensch-Roboter-Interaktion in solchen task-orientierten Performance-Tests operationalisiert wird.

Olsen & Goodrich (2003) schlagen beispielsweise eine Metrik aus fünf Kernmaßen vor, die vor allem die Freisetzung menschlicher Zeit messen: Die Interaktion wird dabei in zwei Faktoren daraufhin gemessen, wieviel Aufwand sie für den menschlichen Anwender verursacht und wie effektiv sie ist – gemessen an Fehlerrate und Zeit. Außerdem wird die Autonomie der Aufgabenerledigung durch den Roboter zur Messung der Effektivität herangezogen. Anhand dessen wird ein Verhältnis zwischen notwendiger Aufmerksamkeit des menschlichen Nutzers für die Mensch-Roboter-Interaktion und daraus resultierender „freier Zeit“ abgeleitet (ebd.: 4).

Die Formulierung dieser Maße und ihrer Operationalisierungen diene insbesondere in der frühen Formierungsphase des Feldes als Vorschlag für Standardisierungen von Mensch-Roboter-Interaktion. Auch wenn sich bis heute keine verbindlichen Metriken in der Sozialrobotik durchgesetzt haben, verdeutlichen die beobachtbaren Methodendiskurse weiterhin den Wunsch danach. „Task effectiveness“-Metriken bieten sich dafür an, da sie technische und menschliche Leistungsfähigkeit in ein messbares Verhältnis setzen. Außerdem erleichtert das Diskretisieren (vgl. II.2) von Handlungen in Einheiten

und messbare Faktoren im Umkehrschluss die rechentechnische Herstellung derselben. Die epistemische Funktion der Laborisierung durch Tasks besteht auf dieser forschungspraktischen Ebene in der Schaffung eines gemeinsamen Instrumentariums zum methodisch gestützten Vergleich der Erkenntnisobjekte.

An einer Beobachtung aus einem Projekt der Typik „Bauen“ lässt sich zeigen, dass diese Form der Laborisierung vergleichend wirken mag, aber deswegen nicht zwingend das epistemische Objekt Mensch-Roboter-Interaktion erfolgreich bestimmt:

Wegabschneiden

(Feldtagebuch 13.04.2013)

Zwei Doktoranden arbeiten gemeinsam an der Konzeption und Umsetzung eines Modells zur Navigationsplanung in natürlichen Umgebungen. Wesentliche Aufgabe dieser automatischen Pfadplanung ist die Kollisionsvermeidung bei der Begegnung mit Menschen.

Das Modell für das automatische Ausweichverhalten soll dabei anhand von ‚natürlichen Daten‘ von Fußgängern durch maschinelles Lernen errechnet werden. Dazu werden Experimente ausschließlich mit menschlichen Probanden durchgeführt, bei denen diese im Rahmen verschiedener Spiele immer wieder ihre Wege kreuzen müssen. Eine Motion-Capturing-Anlage filmt die Begegnungen und errechnet aus den Trajektorien der zurückgelegten Strecken und des Ausweichverhaltens ein Modell „kooperativen Ausweichens“. Das Modell berechnet den eigenen Pfad und den angenommenen Pfad des Gegenübers und entwirft dabei fortlaufend je zwei Ausweichwege (einen rechts herum und einen links herum), die je nach Verhalten des Gegenübers gewählt werden.

Die Performance des Modells soll in einem Experiment mit menschlichen Probanden (Freunde und Kollegen der Forschenden) getestet werden. Dabei haben die einzelnen Probanden die Aufgabe, in dem etwa 10 x 10 Meter großen Raum auf den Roboter zuzulaufen. Der in der anderen Ecke startende Roboter soll anhand des Modells dann ausweichen. Zum Erstaunen der Forschenden scheitert das Experiment – allerdings nicht an der Funktionalität des Modells. Stattdessen zeigt sich, dass die menschlichen Probanden oft schon nach dem ersten Durchlauf beginnen, den Roboter zu testen. Sie schneiden ihm den Weg ab, und verunmöglichen das „kooperative Verhalten“ so weit, dass das erfolgreiche Ausweichen des Roboters – zumindest in diesem ersten Experimentdurchlauf – nicht nachgewiesen werden kann.

Die Operationalisierung der Aufgabe ging von beidseitig kooperativem Verhalten aus, das durch die menschlichen Probanden einseitig gebrochen wurde. Die Probanden verhielten sich gegenüber dem Roboter anders als gegenüber ihren Mitmenschen im ersten Experiment, weil sie dessen Verhalten nicht erwarten und ihm auf den Grund gehen wollten: Sie explorierten die Mensch-Roboter-Interaktion, um sie zu verstehen, auszuprobieren und ggf. auch zu manipulieren.⁸⁴

⁸⁴ Forschende aus der Sozialrobotik sind mit dem Phänom auch „in freier Wildbahn“ konfrontiert. Dort spitzt es sich auch bis hin zu Beschädigungen an den Maschinen zu. Ein Aufsatz, der die Erfahrungen

Der Modellierung des Ausweichverhaltens lag die These der Konvergenz in der Durchführung der Aufgabe durch die Menschen und den Roboter zugrunde. Wenn das Modell menschliches Ausweichen erfolgreich berechnet, lässt es sich auch auf den Roboter übertragen. Diese Gleichsetzung im Hinblick auf das Erkenntnisobjekt ist den vorgeschlagenen Instrumenten von Performance-Tests häufig implizit. Der zugrunde liegende Fehlschluss ist ein epistemisches Merkmal dieser Form von Laborisierungen. Tasks stellen auf quantifizierbare, scheinbar objektive Ziele wie gelingendes Ausweichen ab und modellieren ihr epistemisches Objekt, die Mensch-Roboter-Interaktion, dabei inadäquat reduktionistisch. Methodisch gesehen ließe sich das beobachtete Scheitern an Übergängen zum echten Nutzerverhalten auch als Ausgangspunkt neuer Forschungen und eines veränderten Verständnisses der Mensch-Roboter-Interaktion nutzbar machen (vgl. VI.2). Für task-orientierte Performance-Tests in der Sozialrobotik muss allerdings eine ungebrochene Beliebtheit dieser universalisierenden Annahmen konstatiert werden.

c) *Laborisierungen außerhalb des Labors*

Labore sind nicht die einzigen Orte von Laborisierungen (vgl. Shapin 1988). Die Übergänge und Vermittlungen zwischen ‚echter Welt‘ und ‚laborisierter Welt‘ differenzieren sich beim Blick auf die epistemischen Praktiken der Sozialrobotik in verschiedene Erscheinungsformen aus (vgl. VI.2). Ein anschauliches Beispiel dafür sind die unterschiedlichen Arten von Laboren.

Zum einen existieren rein technische Labore, die der Koordination von Arbeit und Forschenden im Sinne des Funktionieren des Roboters dienen (z.B. Fall „Hand Over“). Sie bestehen aus Computerarbeitsplätzen, einer Netzwerkinfrastruktur und der robotischen Plattform. Die meisten Labore weisen aber zumindest rund um die verkörperte Plattform eine Reihe von *Requisiten* der angestrebten Mensch-Roboter-Interaktion auf. So steht beispielsweise im Labor von Prof_w_USb ein kleiner Tisch vor dem Roboter, auf dem unterschiedliche Haushaltsgegenstände (Flüssigwaschmittel, Besteck, Pflegeprodukte) ausgebreitet sind. Vor dem Whiteboard des Labors liegen außerdem ein Staubwedel und ein Schwamm, die durch eigens angefertigte Kunststoffabdeckungen für den

aus dem Einsatz eines Roboters in einem öffentlichen Museen zusammenfasst, trifft die ernüchterte Aussage: „people are basically destructive“ (Willeke et al. 2001: 516).

Roboter greifer gut zu fassen sind. Einen Schritt näher an der Nachbildung von Alltagswelten sind *Szenariolabore*, von denen wir eines in der Fallbeschreibung „1. Nutzertest Heimassistent“ kennengelernt haben (vgl. V.4.3). In diesen Fällen werden einzelne Räume der Forschungseinrichtung (zumindest temporär) so hergerichtet, dass sie als Ersatz für eine häusliche Wohnsituation dienen können. Teilweise werden dafür auch Räume und Mobiliar genutzt, das die Forschenden sonst selbst benutzen, wie das Hinweisschild „Inhalt privat“ am Kühlschrank des Testsettings gezeigt hat (Feldtagebuch 27.08.2015). Insbesondere in Forschungsprojekten zu „Ambient Assisted Living“-Technologie hat sich zudem eine weitere Form von alltagsnahen Laboren entwickelt: Die Forschungsgruppen bauen ganze Wohnungen oder Häuser auf dem Hochschulgelände nach und statten diese mit Sensoren aus, um eine „*Wohnung der Zukunft*“ zu simulieren. Die Einrichtung dieser künstlichen Alltagswelten orientiert sich dabei an echten Wohnsituationen und wird auch mit Möbeln und Produkten aus dem Einzelhandel ausgestattet. Phänotypisch besteht der einzige Unterschied darin, dass in diesen Wohnungen – außer zu Testzwecken – niemand lebt. Experimente in echten Wohnungen wurden im Rahmen dieser Studie nicht beobachtet. Stattdessen sind öffentliche Orte wie Universitätsgebäude oder Museen oft der erste Einsatzort außerhalb von Laboren.

Laboratisierungen finden aber auch in diesen konkreten Alltagswelten statt, also wenn die Forschenden die eigens geschaffenen Ausschnitte von Alltagswelten verlassen. Mit dem aufwendigen Testdesign von „Pflegeassistent“ und der damit beabsichtigten Implementierung der Roboternutzung in den Pflegealltag wurde bereits ein Beispiel dafür vorgestellt (V.4.2). Durch verschiedene Maßnahmen (Abstimmung der Dienstpläne mit dem Testdesign; Anwendung als „Intervention“ in Pflegeroutine) wurde dabei ein laborisierender Zugriff auf die alltagsweltliche Praxis ermöglicht: Kontingenzen der Mensch-Roboter-Interaktion und methodisch störende Einflussfaktoren der avisierten Lebenswelt Pflegeheim wurden dadurch reduziert.

Ein ähnlich lautendes Beispiel aus der Literatur ist die Studie von Alač und Kollegen über die Arbeit eines Entwicklungsteams in einer Vorschule (2011). Die Forschergruppe war sehr interessiert daran, ihren Roboter in alltäglichen Aktivitäten der Kinder, ihrer Erzieher und Eltern zu beobachten. Die Entscheidung, in den angestrebten Anwendungskontext zu gehen, wurde explizit getroffen, um einen besseren Roboter zu entwi-

ckeln, als Laborstudien es erlauben. Die Forschenden verstanden die Besuche in der kooperierenden Vorschule auch nicht als Test, Evaluierung oder Validierung, sondern eher als wiederkehrende Designworkshops mit echten Nutzern. Durch ihre teilnehmende Beobachtung an diesen Besuchen und dem weiteren Entwicklungsprozess konnte Alač allerdings zeigen, dass die Forschenden dabei zum einen eine sehr interaktive Rolle einnahmen und wesentlich zur Belebung des Roboters als sozialem Agenten beitrugen (vgl. VI.3). Zum anderen wurde dabei deutlich, dass die laboratisierenden Funktionen einzelner Designentscheidung auch in der nicht-künstlichen Alltagswelt wirksam waren. So bestand die wichtigste Interaktionskomponente des Roboters in einem an seinem Torso befestigten Touch-Screen. Alač rekonstruierte, dass die Entscheidung für den Bildschirm als Ein- und Ausgabemodalität deswegen fiel, weil dieser die Mensch-Roboter-Interaktion in spezifischer Weise messbar machte. Der Effekt der Mensch-Roboter-Interaktion mit den Kleinkindern sollte anhand von Lernspielen gemessen werden, die auf dem Bildschirm ausgeführt wurden. In mehreren misslingenden Feldversuchen mit dem Roboter zeigte sich, dass die Idee der bildschirmbasierten Interaktivität mit dem Roboter von den Kleinkindern nicht angenommen wurde. Stattdessen hat sie die soziale Situation der Nutzung in diesem Kontext, durch mehrere Kinder gleichzeitig, sogar eher behindert. Dennoch blieb die bildschirmbasierte Interaktion aufgrund ihrer epistemischen Eigenschaften – einfach hypothesenprüfende Daten liefern zu können – Kern der angestrebten Mensch-Roboter-Interaktion.

3. *Epistemische Funktionen für das Feld*

Der Erfolg der Verbreitung laboratisierender Wissens- und Handlungsformen in der Sozialrobotik ist in dieser Studie im Hinblick auf die epistemischen Traditionen des Feldes Robotik als nicht zwangsläufig, sondern sogar als unwahrscheinlich gekennzeichnet worden (1.1). Dass sie dennoch – und trotz beobachtbarer Dysfunktionalitäten im Übergang zur konkreten Verwendung – mit einem nicht zu unterschätzenden Aufwand betrieben werden, verweist darauf, dass diese epistemischen Praktiken einen ermöglichenden Charakter für die Forschung haben. Bevor also die epistemischen Implikationen für den Gegenstandsbereich der Sozialrobotik analysiert werden (1.4), sollen

im Folgenden die epistemischen Funktionen der Laborisierungen für Sozialrobotik als Forschungsfeld zusammengefasst und diskutiert werden.

Die erste und grundlegende Funktion laborisierter Ordnungen besteht in der *Reduktion technischer Störungen*. Sie ermöglichen die Produktion von Daten und Wissen auch unter Bedingungen des eingeschränkten Funktionierens der Roboter (vgl. I.1.1). Insbesondere Forschungsprototypen sind über weite Strecken des Entwicklungsprozesses störanfällig. Für Einsätze im eigentlichen Feld sind die meisten robotischen Plattformen erst am Ende eines mehrjährigen Projektzyklus' robust genug. Außerdem erlauben Laborexperimente auch die Verwendung technisch weniger komplizierter Roboter. Geht es um einen vergleichsweise schnellen Test von Effekten eines bestimmten Parameters, zum Beispiel der Stimmhöhe auf die Akzeptanz des Roboters, können konfektionierte Plattformen wie der bereits mehrfach erwähnte Nao zum Einsatz kommen. Etwa ein Viertel der im Rahmen dieser Studie beobachteten Projekte arbeitet mit solchen vergleichsweise unkomplizierten Plattformen.

Experimentelle Studien erzeugen zweitens *Legitimation*. Die aus Laborisierungen gewonnenen Daten implizieren die Figur des „austauschbaren Beobachters“ (Daston 2003), die kontextindifferente Geltungsbedingungen von Aussagen suggeriert und sich leichter in andere epistemische Domänen transferieren lässt. Die Ergebnisse von Laborisierungen einer angestrebten Mensch-Maschine-Interaktion können so als Legitimation eines Modellierungsparadigmas funktionieren (wie in der Fallbeschreibung „Ausweichen“ angestrebt wurde). Außerdem können die Ergebnisse von Laborisierungen auch gegenüber Anspruchsgruppen der Forschung, wie Förderinstitutionen, Kooperationspartnern, Nutzern oder ‚Öffentlichkeit‘ legitimierend wirken.

Damit erfüllen Laborisierungen die organisatorischen Bedingungen von Forschungszielen in besonders adäquater Art und Weise (vgl. V.1). Die Form der Organisation von Forschung (und ihrer Evaluation) beeinflusst den Stellenwert von Laborexperimenten also erheblich. Nur wenige Forscher und Forscherinnen arbeiten mit unbefristeter Einstellung oder langfristiger Finanzierung (etwa in einem zehnjährigen Programm). In der Regel müssen Sozialrobotik-Projekte deshalb in kleinere Schritte zerlegt arbeiten, um (Einzel-)Finanzierungen zu erhalten. Um die Chance auf einen positiven Bescheid zu erhöhen, muss das wissenschaftliche Problem dabei jeweils gut definiert – also abge-

grenzt, nachvollziehbar und bearbeitbar – sein. Standardisierte Laborexperimente sind dabei eine praktikable Einheit des wohldefinierten Problems.

Drittens funktionieren Laborexperimente und ihre Ergebnisse als *Orientierung im heterogenen Feld*. Auch wenn sie sich nicht als verbindliche Standards durchsetzen, dient das diskursive Aushandeln gemeinsamer Metriken, Relevanzkriterien und Vergleichswerte der Erhöhung der Erwartungssicherheit in der Produktion von Wissen. Das lässt sich an der Diskussion über die Vergleichbarkeit von Veröffentlichungskriterien besonders gut beobachten. An diesem Problem aus dem epistemischen Lebensraum der Forschenden (Felt 2009) nahm die Beobachtung der Laboratisierungen auch ihren Ausgang: Die größte Schwierigkeit beim Schreiben wissenschaftlicher Paper sei, dass Kriterien der Bewertung schwer vorauszusehen seien (Feldtagebuch 09.05.214). Der beschriebene Konflikt „studying vs. building“ kann in dieser Lesart als Begleitgeräusch eines Implementierungsprozesses gedeutet werden. Dass die Hervorbringung der Ergebnisse von Laborexperimenten vor allem der *Orientierung* im Feld dient, deutet folgende Episode an:

Gute Ergebnisse

(Feldtagebuch 13.05.2013)

Während des wöchentlichen Lab-Meetings berichtet eine Mitarbeiterin mit Post Doc-Status von einem Paper, das sie bis zur Einreichungsfrist dieser Woche Freitag fertig schreiben möchte. Sie möchte vom Forschungsgruppenleiter wissen, ob die Werte, die ihr Algorithmus im Test ausgibt, gut genug sind, damit die Einreichung angenommen wird.

Sie beginnt zu erklären, dass der Algorithmus die Blickrichtung von (aufgezeichneten) Testpersonen vorhersagen solle. Die Ergebnisse des Algorithmus würden anschließend mit den durchschnittlichen Ergebnissen menschlicher Partizipanten verglichen. Der Wert liege bei etwa 50 %, sage also halb so gut wie ein Mensch voraus, wohin eine Person als nächstes schaut.

Der Professor fragt nach, wie viele Klassen [ein Strukturmerkmal von objektorientierten Programmiersprachen; die Anzahl unterschiedlicher Datentypen, die dabei prozessiert werden] das Programm hat. Die Mitarbeiterin antwortet, dass es neun Klassen seien, woraufhin der Professor zufrieden ist. Ein zweiter Wert beziehe sich auf die Vorhersage sprachlichen Verhaltens; dieser liege allerdings nur bei 30 %. Auch das sei „worth reporting“ sagt der Professor und fügt als Hinweis an: Wenn man möchte, dass der Wert 50 oder 60 % sei, könne man ja einfach aus neun Klassen fünf machen; das würde die Ergebnisse automatisch verbessern.

Die Ergebnisse des Laborexperiments dienen in diesem Gesprächsausschnitt in doppelter Hinsicht dem orientierenden Vergleich. Einerseits werden sie mit menschlichen Testergebnissen verglichen, die im selben Experiment erhoben wurden. Der für die Forschenden in diesem Laborgespräch wichtigere Vergleich ist allerdings andererseits der

zu anderen Ergebnissen. Der Forschungsgruppenleiter, selbst Reviewer von Artikeln, Herausgeber einer Fachzeitschrift und Organisator einer internationalen Konferenz, kann dieses Vergleichswissen zur Verfügung stellen. Die im Experiment produzierten Ergebnisse werden dabei an einer informellen Marke gemessen, deren auch noch so geringe Überschreitung der Professor „berichtenswert“ nennt. Um diese Marke zu erreichen oder zu überschreiten, bietet er zudem die Strategie an, die Ergebnisse insofern anzupassen, als durch das Zusammenziehen verschiedener Objektklassen ein statistisch besserer Wert entstände. Diese Hinterbühnen-Verhandlung darüber, was ein gutes Ergebnis ist, hat in diesem Fall nicht nur eine legitimatorische Funktion im Sinne des Nachweises der Leistungsfähigkeit des Algorithmus, sondern auch eine abstimmende, orientierende Funktion im Hinblick auf Gütekriterien innerhalb des interdisziplinären Feldes.

Diese drei Funktionen lassen sich im Kontext des von Knorr-Cetina (1988, 2002) und anderen Laborstudien herausgearbeiteten Alltagspragmatismus von Hochtechnologieforschenden erklären. Das wissenschaftliche Handeln in den komplexen und komplizierten Anordnungen aus Gerätschaften, Förder-, Forschungsinstitutionen und zunehmend auch medialen Vermittlungen bevorzugt eine bestimmte Form von Verfahren und Ergebnissen: Laboratisierungsprozesse, die eine erhöhte Erwartungssicherheit im Hinblick auf die eigene epistemische Arbeit gewährleisten sollen.

In der Wissenschaftssoziologie wurde darüber gestritten, ob die Art der hier aufgeführten Faktoren im Wortsinne „epistemisch“, also die Erkenntnis betreffend, sind, oder eher notwendige Randbedingungen von Forschung als einer menschlichen Alltagspraxis unter vielen (Hitzler & Honer 1989). Die Praktiken und Instrumente der Laborisierung in der Sozialrobotik lassen sich durchaus als epistemisch bezeichnen, weil sie ihre Erkenntnisobjekte formen. Sie treffen meist unreflektiert Selektionen darüber, was mit ihnen (nicht) gesehen werden kann, wie im Folgenden deutlich werden wird.

4. *Zwischenfazit: Laborisierung als Komplexitätsreduktion*

Es wurde gezeigt, dass das epistemische Paradigma von Laborisierungsprozessen in der Kontrollierbarkeit der Erkenntnisobjekte besteht. Um die Kontrolle über diese und

die Prozesse ihrer Hervorbringung zu erhöhen, werden die Erkenntnisgegenstände – hier die Mensch-Roboter-Interaktion und die sozialen Situationen der Verwendung von Robotern – räumlich und zeitlich isoliert und aus ihrem Kontext gelöst (Knorr-Cetina 2002: 46). Diese Prozesse lassen sich in Projekten unterschiedlicher Zieltypiken und wissenschaftlicher Paradigmen beobachten. Sie treten nicht nur in der Sozialrobotik auf, die *per definitionem* einen abstrahierenden und universalisierenden Zugriff auf Sozialität hat, z.B. bei der Modellierung menschlicher Kognition in auf Robotern umgesetzter Software. Sie sind auch zu beobachten, wenn das primäre Ziel des zu entwickelnden Roboters lautet, möglichst praktisch in konkreten Situationen mit Menschen zu interagieren. Obwohl die Kriterien „guter Robotik“ in beiden Ansätzen stark divergieren, bedienen sie sich derselben Praktiken, um ihre Forschung zum Funktionieren zu bringen.

Diese zunächst kontraintuitive Verbreitung der Laboratisierungsprozesse – als nicht-traditionelle epistemische Mittel der Ingenieurwissenschaften und konträr dem Ziel, außerhalb von Laboren zu funktionieren – erklärt sich aus zwei wesentlichen Funktionen der epistemischen Eigenschaften der Laboratisierung. Auf einer forschungspraktischen Ebene ermöglichen sie zunächst die Handhabbarmachung des Erkenntnisgegenstands Mensch-Roboter-Interaktion, sowohl auf der Ebene einzelner Projekte als auch als Relevanzkriterien aushandelndes Feld. Auf einer erkenntnistheoretischen Ebene ermöglichen die Instrumente und Praktiken der Laboratisierung die Formalisierung der Mensch-Roboter-Interaktion im Sinne der computationalen und ingenieurwissenschaftlichen Mittel der Forschenden, wie sich am Beispiel FACS zeigen lässt. Erst als diskrete Zustände werden Emotionen für Analyse und Herstellung zugänglich (Suchman 2007: 233). Die Wissenschaftsgeschichte dieser Diskretisierung von Emotionen in Tabellen und Kurven geht bis ins 19. Jahrhundert zurück (Dror 2001). Das Ziel, klare und abgrenzbare Emotionen zu messen und zu produzieren, führt zur beschriebenen technischen Konfiguration von Emotionen. FACS ist dabei mehr als eine Analysemethode. Es handelt sich um ein Instrumentarium aus Kameras, Software, menschlicher Interpretation und einer maschinistischen Metatheorie. Zusammengenommen abstrahieren sie von Emotionen als Erfahrungen eines (menschlichen) Subjekts auf die regelgeleitete Hervorbringung von Emotionen und ihrer Ablesbarkeit an der Körperoberfläche. Laboratisierungen kann man deswegen als eine Reaktion auf die „complexity gap“ (Meister

2014: 119) zwischen alltäglichen Lebenswelten und Robotik sehen: Sie sind sind Mittel zur *Reduktion von Komplexität und Kontingenz sozialer Situationen*.

Komplexitätsreduktionen sind im Problemlösungshandeln der Sozialrobotik als Technikwissenschaft notwendig (vgl. II.). So erklären sich die in der Roboterentwicklung immer wieder anzutreffenden „nivellierende[n] Reduktionismen“ (Böhle 2014). Allerdings schaffen diese eine Wirklichkeit eigener Geltung, in der das technische Instrument der Messung, wie FACS, fälschlich als synonym zum Erkenntnisobjekt verstanden wird. Die implizite Gleichsetzung von Erkenntnisobjekt und vorgeschlagenen Instrumenten ließ sich auch in den Performance-Tests beobachten. FACS ist als Instrument so starr, dass es nur der Replikation standardisierter Effekte dienen kann (Rheinberger 2001: 84). Das größte methodische Problem⁸⁵ der beobachteten Laboratisierungen ist also ein methodologisches: Der Grad ihrer Adäquatheit für die Bearbeitung von Mensch-Roboter-Interaktion in konkreten sozialen Situationen ist zunächst vollkommen unklar.

Stattdessen wird die Mensch-Roboter-Interaktion in eine translokale, isolierte Ordnung überführt, die in eigens dafür eingerichteten Räumen unter Einsatz audiovisueller Aufzeichnungs- und Analysegeräte hergestellt wird. Dabei werden formalisierte Zeichensysteme angewandt, die die Leistungen der Forschenden, wie Annahmen, Interpretationen und Inszenierungen, verdecken. Die Forschenden verstehen sich entgegen ihrem tatsächlichen Aktivitätsgrad zumeist als Ausführende objektiver bzw. objektivierender Verfahren, deren Einhaltung ihnen viel Kraft und Disziplin abverlangt. Ihr Handeln in solchen Laboratisierungen richtet sich auf imaginierte oder reale Kolleginnen und Kollegen aus dem Feld. Ihre Verfahren implizieren gemeinsame Standards oder sollen sie herstellen. Die menschlichen Probanden tauchen in diesen Ordnungen als passive Zeichenträger auf, deren Verhalten höchstens durch ein Nicht-Funktionieren entgegen der in den Methoden eingelassenen Metatheorie epistemisch wirksam werden können.

⁸⁵ Gemessen an ihren eigenen Gütekriterien geschieht die Umsetzung laboratisierender Methoden in der Sozialrobotik häufig nicht reliabel. So lassen sich wiederkehrende Nachlässigkeiten in der Auswahl, Akquise und Anzahl von Probanden so wie in der Korrektheit der Durchführung von Experimenten beobachten. Zudem werden Fragebögen oder Fragebogen-Items häufig unter Missachtung interner Validität verwendet oder falsch interpretiert (Feldtagebuch 28.08.2013). Auch statistische Analysen werden zuweilen falsch angewandt. So ließen sich z.B. Mittelwertvergleiche ohne Signifikanztest in Ergebnisberichten beobachten (Feldtagebuch 07.05.2014).

Soziale Interaktionen wären allein durch epistemische Praktiken der Laborisierung nicht adäquat erforsch- und modellierbar. Das Zurückgreifen auf Laborisierungen kann deswegen auch viele Fragen der Sozialrobotik – insbesondere in Kontexten noch nicht institutionalisierter und auszuhandelnder Nutzungsweisen (Šabanović et al. 2006: 577) – nicht beantworten. Laborisierungen reduzieren nicht die Komplexität sozialer Situationen an sich, sondern nur auf der Seite des wissenschaftlichen Beobachters. Die Sozialrobotik-Forschenden erfahren diese Begrenzung selbst und nähern sich ihren sozialen Gegenständen daher auch auf anderen Wegen (VI.2).

2. Alltägliche und implizite Heuristiken

Nimmt man Publikationen und Konferenzen der Sozialrobotik zum Maßstab, so drückt sich darin ein deutliches Übergewicht an laboratisierenden Zugriffen aus. Die allermeisten Forschungsberichte greifen auf quantifizierende (Labor-)Experimente zurück, um Faktoren der Mensch-Roboter-Interaktion oder die Performance ihrer Plattform zu testen. Daneben, oder besser: im Schatten der Laborisierung lässt sich jedoch eine Gruppe epistemischer Praktiken beobachten, die die Labor-Praktiken als Umgang mit sozialer Komplexität komplementär ergänzt. Sie wird in den wissenschaftlichen Veröffentlichungen deswegen zumeist nicht besprochen, weil sie *alltagsförmig* ist. Sie ist in Momenten der Alltagswelten der Forschenden verankert. Außerdem greift sie auf informelle Expertisen aus anderen Feldern als Technikwissenschaften zurück, um die epistemische Arbeit an den Gegenständen der Sozialrobotik zu ermöglichen.

Insbesondere in Erzählungen über die Motivation (und Eignung) für die Arbeit im Feld Sozialrobotik wird deutlich, dass alltägliche Begebenheiten im Leben der Forschenden einen epistemischen Wert erhalten. Da diese häufig als Schlüsselmomente der eigenen Forscherbiografie eingeordnet werden, deutet sich ihre Qualität als epistemische Ressourcen der Arbeit an Mensch-Roboter-Interaktion an (2.1).

Wirksam werden diese nicht-laboratisierten Heuristiken zumeist implizit, z.B. in der Nutzbarmachung von inkorporierter Expertise oder Differenzerfahrungen der Forschenden. In Form von „Laienethnografie“ werden sogar alltagsweltliche Beobachtungsformen für die Herstellung wissenschaftlicher Ergebnisse oder die Bearbeitung von Designzielen wirksam (2.2).

Zusammengenommen verweisen diese Praktiken auf eine intuitive Form der Beobachtung (2.3), die als epistemisches Mittel fungiert. Im Unterschied zu den Analysen der KI-Forschung der 1980er und 1990er Jahre (vgl. I.3.4) lassen sich in der Sozialrobotik also zwar zumeist implizite, aber ernsthaft betriebene und weit verbreitete Praktiken des Verstehens und Aneignens von Alltagswelt beobachten.

1. *Forschungsbiografische Schlüsselmomente*

Die Rolle impliziter und alltäglicher Heuristiken für die Sozialrobotikforschenden lässt sich am besten über die Figur der forschungsbiografischen Schlüsselmomente einleiten. In den Interviews beschrieben die Forschenden eine bestimmte Form von Begebenheiten als Einstieg in das Feld. Es handelt sich um Erlebnisse, in denen die Interviewten die Mensch-Roboter-Interaktion in alltagsförmigen Beobachtungen auf spezifische Weise wahrgenommen haben.

Vier dieser Fälle sollen gezeigt werden, um das Phänomen zu beschreiben. Sie fungieren als Ankerpunkte der eigenen Forscherbiografie oder ordnen diese als beispielhaft für die Geschichte des Fachs ein. In beiden Lesarten zeichnen sich die berichteten Schlüsselmomente dadurch aus, dass sie Erlebnisse der Forschenden als Alltagsmenschen zu epistemischen Begebenheiten ihrer Forschung verdichten.

a) Unerwartete Effekte beobachten

Eine besonders zentrale Rolle nahm die Erzählung von Prof_m_USb ein. Der Interviewte begann seine Antwort auf die Frage nach dem Weg ins Feld mit der Rahmung, dass dies einfach zu beantworten sei, da er eine sehr genaue Erinnerung daran habe, wie das passiert sei (Prof_m_USb: 7-8). Er führte aus, wie Anfang der 1990er Jahre das mathematische Modell eines Dissertationsprojekts zur Roboternavigation auf seine Zuverlässigkeit geprüft werden sollte. Dafür waren extensive Testfahrten durch die Korridore des Forschungsinstituts angesetzt worden, die er als Betreuer über einen Zeitraum von insgesamt sechs Monaten mit durchführte und beaufsichtigte (ebd.: 9-14). Der eingesetzte Roboter wurde dabei in einigem Abstand von den Forschern begleitet, da man sich „nicht 100 Prozent sicher“ war, ob alles funktionieren würde (ebd.: 16-17). Bei diesen Begleitungen beobachtete der Interviewte wiederholt etwas, das ihn überhaupt erst zum Nachdenken über „social interaction“ gebracht habe (ebd.: 17-31):

aaand doing so I-I noticed how people would interact with the robot (.) so what the robot was trying to do was finding the largest amount of free space and head towards that-that free space aaand ahm (.) so people would be very confused because/ they would act confused because they've seen the robot coming at them they moved to the side so that the robot could paaas, aand because was/ it was-was slower than them they were/ it would see where they were, yeah (it sees) ok there's an open space over here, it would start turning but in the

meantime the person was already over there (.) so there was this little dance, you know sometimes when you go through the door there is that little dance, it happened all the time (.) and eventually what-what we noticed was is that a lot of people when they saw the robot would just kind of move to the side, let the robot go by and they would continue which is not very/ if you think about aaahm (.) wha/what would that mean to have a robot all the time aaaand clearly would aaah negatively impact your ahm-ahm (1) you know your experience (going) (.)

Interessant für die Form der Beobachtung durch den Interviewten ist zunächst der Anlass seiner Schlussfolgerung. Das Problem der Handlungsabstimmung wird für ihn anhand ihres Nicht-Gelingens sichtbar. Der Roboter konnte aufgrund seiner Verarbeitungsgeschwindigkeit nur deutlich langsamer als die Passanten zwischen dem geplanten Ziel der Bewegung und deren Vollführung prozessieren. Das führte mitunter dazu, dass der Roboter genau dorthin fuhr, wohin ihm ein Passant ausgewichen war. Dieses Nicht-Gelingen wird vom Interviewten, ganz im Sinne eines ethnomethodologischen Krisenexperiments (Heritage 1984), als Offenlegung der eigentlichen Regel interpretiert. Man weicht einander bei begrenztem Platz aus und zeigt diskret, aber zuverlässig an, wohin man sich bewegt, um möglichst schnell aneinander vorbeizukommen. Der „little dance“ ist also Ausdruck der Unfähigkeit (der Umsetzung) des Navigationsmodells, *implizite soziale Regeln* des gegenseitigen Passierens zu beachten.

Dementsprechend läuft auch die Deutung des Erlebten: Stellt man sich Roboter als Normalität in Alltagssituationen vor, dann dürfen solche „negativen Einflüsse“ auf das regelgeleitete Laufverhalten nicht vorkommen. Die Szene und die Schlussfolgerungen erinnern an Goffmans Analysen von Fußgängern, die einander anhand weniger Zeichen (Schulterwinkel, Kinnhaltung) einschätzen und ausweichen (Goffman 2002: 33ff.). Für Goffman handelt es sich bei diesem Verhalten um eine Vorstufe von Interaktion, eine Koordinationsübung zur Vermeidung derselben, was parallel zum Befund des Gesprächspartners Prof_m_USb läuft. Was er als Interaktion bezeichnet, ist eine von den Mitarbeitern entwickelte Strategie in *Reaktion* auf die Unfähigkeit der Regelbefolgung durch den Roboter. In der Wortwahl des Interviewten deutet sich schließlich noch eine Sensibilität für beobachtbares Verhalten als Gegenstand der Analyse an: Er korrigiert sich selbst von „die Leute waren sehr verwirrt“ zu „verhielten sich verwirrt“.

Formell ist der Schlüsselmoment durch seine detaillierte und beinahe szenische Erzählung gekennzeichnet. Im Hinblick auf die Beantwortung der Ausgangsfrage des Interviews (nach dem Weg ins Feld) kann sie sogar als eine Gründungsgeschichte der Sozialrobotik gelesen werden; schließlich impliziert der Interviewte, die Bedeutung sozialer Interaktion für die Robotikforschung anhand dieses Erlebnisses selbst erfahren und verstanden und nicht etwa dem Forschungskanon oder der Sensibilisierung durch einen Lehrer/Kollegen entnommen zu haben. Dafür spricht auch eine weitere Fundstelle der Erzählung in einem Oral-History-Projekt von 2010.⁸⁶ Dort kündigt der Interviewte die Erzählung derselben Begebenheit als „good story“ an. Die Anschaulichkeit der Metapher des „little dance“ und der Vergleich zur Alltagserfahrung von Koordinationsproblemen („you know sometimes when you go through the door there is that little dance“) fungieren ebenfalls als rhetorische Mittel.

b) Roboter als Bedeutungsträger verstehen

Der Forschende Post_m_USa kennzeichnete eine spezifische Differenzenerfahrung als programmatisch für seine Berufsbiografie. Diese zeichnet sich durch die Verknüpfung unterschiedlicher „Welten“ aus, wie er selbst formulierte. Die auseinanderstrebenden Pole seiner Beschäftigung sind die technisch-funktionalen Aspekte der Roboterentwicklung und die eigene künstlerische Praxis außerhalb der Universität (Post_m_USa: 41-47). In seiner Tätigkeit als Robotikforscher führt er Kooperationsprojekte mit der benachbarten Schauspiel-Fakultät sowie Kunstkurse für Informatik- und Robotikstudenten durch, während er als freier Künstler sein technisches Wissen nutzt, um kinetische Skulpturen und robotische Installationen zu bauen. Dadurch hat er sich eine gewisse Bekanntheit als Grenzgänger verschafft, die dafür sorgte, dass mir gleich mehrere Feldkontakte am Hochschulstandort den Interviewten als Gesprächspartner empfahlen.

Seine die Fallstruktur reproduzierende Eingangserzählung kulminiert in der Aussage, dass die Entwicklung von Sozialrobotern ein Vermitteln zwischen Sprachen sei (Post_m_USa: 116-121). Die dabei explizit genannten Lager sind einerseits Entwickler mit technisch und mathematisch informierten Perspektiven und andererseits Menschen,

⁸⁶ Aus Gründen der Anonymisierung ist diese Fundstelle hier nicht belegt beziehungsweise verlinkt.

die den Roboter in einer „komplett anderen Art und Weise“ (ebd.) sehen. Das Bewusstsein für diesen Unterschied sei wiederum auf der Seite der Robotikforschenden unterreflektiert, weshalb er als ‚Übersetzer‘ daran arbeite, dass diese ein besseres Verständnis davon bekämen, was ihre Arbeit *bedeute*. Er selbst habe diese Differenz durch eine Begegnung im Labor erfahren (Prof_m_USa: 121-133):

ehm my very first (impression) that I actually remember, I remember as a graduate student when I was sort of first meeting the/ the art students, (met through social life at that time), and one of them wanted to come to see my lab, then she walks into the lab and she looks at my thesis machine, that's going to my/ the basis of my PhD research, and she's like 'Oh show me your **pieeeeee**' and to her it was a sculpture on the ground and that point to me was still like a research tool for investigating you know running robots (.) ah and it struck me clearly that the same hardware is (sort of what you make of it) (.) that's always been the theme since then/ eh we try to build something that is technologically interesting to the engineers but also in a view of a different framework as something that's expressive or tells a story (.)

Seine erste Erfahrung divergierender Bedeutungszuschreibungen löste eine Kunststudentin aus, die die robotische Plattform, an der er arbeitete, als (Kunst-)Werk im Sinne einer Skulptur bezeichnete und seiner Arbeit damit in einen neuen, im Grunde konträren Referenzrahmen stellte.

Auffällig ist zunächst, dass die illustrierende Begebenheit als erste dieser Art die folgenreichste gewesen sei. Dafür spricht neben der expliziten Setzung, dass diese künstlerische Perspektive „seitdem immer [das] Motiv [der eigenen Arbeit] war“, auch die Formulierung „davon getroffen worden zu sein“, die sonst im Englischen im Zusammenhang mit dem Blitz, einem Sonnenstich oder Stein sprichwörtliche Qualität hat. Während die Kunststudenten als Gruppe nicht näher beschrieben werden, wechselt der Interviewte ins Präsens, um die Begegnung im Labor szenisch nachzuerzählen. In der knappen Darstellung ihres Auftretens wird die Kunststudentin als forsch, wenn nicht gar fordernd, charakterisiert. Es wirkt, als sei sie durch die Labortür direkt auf seine in der robotischen Plattform verkörperte Arbeit zugegangen, um diese auf eine bislang nicht bedachte Qualität zu befragen – ihre Expressivität im Sinne eines Kunstwerks. Sein Verständnis der Maschine als Forschungswerkzeug, als Plattform zur Erprobung neuer Bewegungsalgorithmen, wird dabei vollkommen konterkariert. Der Roboter verwandelt sich im Blick der Künstlerin von der Versuchsanordnung zur Wirkungsmöglichkeit; vom ingenieurwissenschaftlichen Mittel zum ästhetischen Zweck.

Mit der Formulierung, die Bedeutung von Hardware hänge davon ab, was man daraus mache, bringt der Interviewte ein interpretatives, konstruktivistisches Konzept von verkörperter Technologie auf. Dieses spitzt sich in der Beschreibung des seitdem zentralen Motivs seiner beiden Tätigkeiten zu: Es komme darauf an, Objekte zu bauen, die sowohl technisch interessant für Ingenieure seien, als auch aus der Perspektive anderer Bezugssysteme („framework“) expressiv oder narrativ. Dieser doppelte Bezug auf dasselbe Objekt erinnert an die Kernidee des wissenschaftshistorischen Konzeptes der „Boundary Objects“ (Star & Griesemer 1989: 393). Sowohl die Reflexion seiner Rolle im Feld, als auch die vorgebrachte Theorie der doppelten Bezüge sind nicht nur sehr explizit, sondern scheinen auch durch kultur- und sozialwissenschaftliche Diskurse informiert. Damit bildet Post_m_USa eine Extremposition im Sample.

c) Die Perspektive wechseln

Weitaus weniger explizit reflektiert, dafür durch eine ausdrückliche Abgrenzung gekennzeichnet, ist die Erzählung eines Perspektivwechsels durch eine Forscherin in den USA. Sie begann ihre Erzählung mit dem ersten Anlauf zu ihrem Dissertationsprojekt, den sie als sehr frustrierend erlebt hat. Dies habe daran gelegen, dass darin zum einen kein konkreter Roboter involviert war und der Zugang ihres damaligen Betreuers zum anderen auf entwicklungspsychologischer Literatur basierte, welche sie als zu abstrakt und „high level“ empfand (Prof_w_USb: 60-75). Als eine der wesentlichen Motivationen, das eigene Dissertationsprojekt fortzuführen, kennzeichnete die Interviewte ihren Spaß daran, Nutzerstudien durchzuführen (Prof_w_USb: 100, 105, 119, 129). Dabei faszinierte sie, wie das Zusammenspiel des Roboters mit den Probanden deren Deutung und Erleben der Situation anreicherte. Das betraf vor allem Momente, in denen die Nutzer der Maschine auf Grundlage deren Verhaltens Emotionen und Intentionen unterstellten. In der Eingangserzählung blieb mir zunächst unklar, welche Rolle diese Beobachtungen für ihr Projekt und ihre Perspektive auf Mensch-Roboter-Interaktionen gespielt haben, weshalb ich nachfragte, wie sich das Entdecken dieser Differenz für die Interviewte angefühlt habe (Prof_w_USb: 125-140):

I: how do you felt then when ahm people ascribe(d) emotions on this?

Prof_w_USb: ahm it was really fun

I: yeah?

Prof_w_USb: yeah it it was fun (.) ahm (.) I-I don't know if it was like expected or unexpected (.) It's definitely true like when I was doing pilots (.) I did have (.) an initial frustration of things that didn't work as I expected like äh or I had to also tell them yes or (.) ahm so I had to break that like (.) engineer (.) view of (.) the interaction (.) ah but yeah again that was/it was a very quick switch from me to make things intuitive for people (.) ahm and that I learned a lot from Sabrina /I:hmm/ she was °very good with that°

Das Beobachten der Probanden und ihrer Interpretationen hätte der Interviewten „Spaß“ gemacht. Etwas kontraintuitiv wird die Elaborierung von „Spaß“ durch die Erwähnung anfänglicher Probleme bei den Pilotstudien eingeschränkt. Die Durchführung der Nutzerstudien sei zunächst nicht so verlaufen wie erwartet, was von ihr eine *Veränderung der Perspektive* auf die (Mensch-Roboter-)Interaktion erfordert habe. Ihre Betreuerin habe ihr helfen können, „die Dinge“ intuitiver für die Nutzer zu gestalten.

Zentral für diesen Schlüsselmoment ist in doppelter Hinsicht der Begriff der Erwartung. Obwohl im Detail unklar bleibt, worin genau die Erwartungen der Forscherin bzw. der Probanden bestanden und wie diese erfüllt oder enttäuscht worden, wird deutlich, dass die *Reflexion eigener Erwartungen und fremder Erwartungserwartungen* das Thema der Episode ist. Die Forschende beschreibt in den sehr aktiven Worten „(durch)brechen“ und „umschalten“ die Veränderung ihrer Perspektive als notwendige Voraussetzung zum Gelingen der Mensch-Roboter-Interaktion: das Ablegen ihrer „Ingenieursperspektive“.⁸⁷ Näher bestimmt wird die Ingenieursperspektive im zitierten Ausschnitt vor allem durch ihr Gegenteil: eine HRI, die „intuitiv“ für die Nutzer funktioniert. Für den Moment sei festgehalten, dass im Fall von Prof_w_USb der Begriff „intuitiv“ zum einen als Argument für den „Reichtum“ von Mensch-Roboter-Interaktion fungiert, in der der Erlebnisgehalt der menschlichen Beteiligten berücksichtigt wird (711_0040: 101-104). Eine zweite wesentliche Bedeutungsdimension liegt in der Abkehr von der Explikation der Funktionsweise bzw. dem Zwang dazu, den Expe-

⁸⁷ Es bleibt zunächst unklar, ob die Formulierung „engineer view of the interaction“ als stehende Wendung oder gar Zitat für diesen Zusammenhang steht. Anhand der Phrasierung mit den vier einrahmenden und strukturierenden Pausen lässt sich jedoch eine recht selbstläufige Hervorbringung unterstellen.

rimentalaufbau oder die Funktionsweise der Maschine vorab ausführlich zu erläutern („I had to also tell them yes or (.)“).

Hier stellt die Interviewte auf eine Unmittelbarkeit von Interaktion ab, die später als „natürlich“ beschrieben wird (Prof_w_USb: 242, 443). Eine gute Mensch-Roboter-Interaktion kann nicht eine sein, die erst erklärt werden muss – sie muss vielmehr „intuitiv“ an das Vorhandene anknüpfen. Der Gegensatz „intuitive“ vs. „engineer view of interaction“ soll an späterer Stelle noch einmal ausführlich diskutiert werden (vgl. VI.2.3).

d) Bauen, beobachten, besprechen

Die Erzählung von Dok_w_USa kreist um zwei aufeinanderfolgende Sommerpraktika in einem Sozialrobotik-Labor der Hochschule, an der sie ihr Bachelorstudium absolvierte. Zunächst sei das Projekt recht technisch, anstrengend und zeitintensiv gewesen. Es bestand unter anderem darin, aus mehreren tausend Glasfasern die Hülle für einen robotischen Wurm zu bauen, der auf einer Konferenz über mehrere Tage als Demonstration vorgeführt werden sollte. Obwohl das Design von einem anderen Teammitglied stammte und sie es nur technisch ausführte, gefiel ihr die Arbeit an der Installation. Aufgrund einer technischen Begrenzung (Akkulaufzeit vs. Ausstellungsdauer) kam das Team auf die Idee, den Roboterwurm regelmäßig „schlafen“ zu lassen. Das erklärte Ziel wurde, die Besucher der Konferenz mit dem durch Licht- und Musikwechsel untermalten Verhalten der robotischen Kreatur zu unterhalten. In den Erlebnissen der Konferenz lag schließlich ihre Motivation begründet, selbst als Sozialrobotikerin zu forschen (Dok_w_USa: 52-59):

but the best part was by the end of that week like I was/ could also like debug the system when it failed, restart it, talk to anyone that came byyy and like (.) I got to **watch** all the people coming through the conference ehm interacting with the system without needing really explanation but then (being able) to talk to them about what it represents, where it could go, what the implication were for technology (.) so for me I got into robots by building them but also by seeing people interact with them (.) / I: mhm/ specifically social robots (.)

Durch das Erlernen der technischen Betreuung („debug the system“) hatte die Interviewte nicht nur Gelegenheit, die Effekte des Systems auf Besucher zu beobachten, sondern auch anschließend als Vertreterin des Projektteams mit ihnen informell über allgemeine und fachliche Aspekte der robotischen Installation zu sprechen.

Der Schlüsselmoment von Dok_w_USa zeichnet sich weniger durch einen Wandel oder die Erschütterung einer Sichtweise aus als durch eine Vervollständigung bzw. Erfüllung der eigenen Arbeit. Entscheidend ist für sie dabei die Gelegenheit, die Effekte des Vorbereiteten auf Betrachter zu beobachten und deren Implikationen zu besprechen. Im Rahmen der Konferenz war es der Interviewten erstmals möglich, die Wirkung des robotischen Systems mit seiner kleinen Tag-Nacht-Erzählung – und damit der eigenen Arbeit über zwei Sommerpraktika – auf Dritte zu erleben. Dafür spricht auch ihre später geäußerte Faszination dafür, etwas Physisches zu bauen, das sich bewegt und (scheinbar) atmet (Dok_w_USa: 66-67). Die überzeugende Verkörperung der Fantasiecreatur kann als Begründung vermutet werden, warum die Besucher keine Erklärung gebraucht hätten, um mit der Installation „zu interagieren“. Neben Intuitivität kann hier auch die Konsistenz der Expressivität und modalen Rahmung (Sound und Licht) als Kriterium einer gelingenden HRI gelesen werden.

Ein zweiter Schwerpunkt ihres Schlüsselmoments liegt in der Gelegenheit, mit den Betrachtern über die fachlichen Implikationen der Installation ins Gespräch zu kommen. Die für die Besucher wie für die Arbeitsgruppe interessanten Themen seien gewesen, was die Installation repräsentiere, wie sie weiterentwickelt werden könne und welche Implikationen für (zukünftige) Technologien darin steckten. Diese drei Fragen umreißen eine Diskussion zweiter Ordnung, innerhalb derer sich ein fachlich informiertes Publikum anhand der Installation über Relevanzen des Feldes austauscht bzw. diese reproduziert und anhand der Installation diskutiert. Diese Art von Anlass wäre auch für Studierende jeder anderen Fachdisziplin als Schlüsselmoment denkbar, wenn sich an eine Präsentation auf einer Konferenz beispielsweise eine fruchtbare Diskussion angeschlossen hätte. Hier zeichnet er sich allerdings durch die spezifische Triade aus Bauen, Beobachten und Besprechen aus. Die Art der vorher geleisteten Arbeit – nämlich manuell, gestalterisch, intensiv und zunehmend selbstbestimmt – spielt dabei ebenso eine entscheidende Rolle wie die Wechselseitigkeit der Reaktion auf das hergestellte System: Sowohl die zunächst nicht reflektierte, unterbestimmte Faszination der Betrachter als auch deren Analyse im Gespräch zeichnen die Sozialrobotik in den Augen der Interviewpartnerin aus.

Dieser Befund korrespondiert mit der angerissenen Fallstruktur ihres Projekts „Expression“, das die Funktion expressiver Bewegungen für Mensch-Roboter-Interaktion thematisiert: Die Bewegungen der Schauspieler, Tänzer und Roboter werden einerseits in ihrer vorsprachlichen Qualität als Bewegungen verstanden und gelesen und gleichzeitig auf ihren Zeichencharakter, ihre Einsetzbarkeit als Wirkungsmittel und ihre Effekte evaluiert und diskutiert. Die Mensch-Roboter-Interaktion spricht – sofern informiert gestaltet – zunächst für sich selbst, bevor sie besprochen wird.

e) *Zusammenfassung*

Die von den Forschenden geschilderten Begebenheiten erhalten in den Erzählungen jeweils einen epistemischen Wert. Sie nehmen ihren Ausgang in der Beobachtung von Dritten, die mit einem Roboter interagieren, bzw. deren Perspektive auf den Roboter. Diese Beobachtungen sind gekennzeichnet durch die Irritation über Unerwartetes oder Nicht-Beabsichtigtes, zumindest im Effekt Überraschendes. Daraus leiten die Interviewten ganz unterschiedliche Zugänge von gelingender Mensch-Roboter-Interaktion ab: das Beachten impliziter sozialer Regeln, die (abweichende und eigensinnige) Zuschreibung von Bedeutung durch Nutzer, ein intuitives Anknüpfen an Nutzerbedürfnisse oder der für menschliche Beobachter zwangsläufig expressive Charakter auch einer mechanischen Bewegung. Unabhängig vom Gegenstand der Beobachtung sind ihr Modus und Ort dabei interessant: Es handelt sich um Erlebnisse aus Alltagswelten, die in der Logik dieser Sinnprovinz, gewissermaßen qualitativ interpretierend, nachvollzogen werden.

Die gezeigten Fälle rahmen diese Beobachtungen auf zwei unterschiedliche Weisen. Die Forschenden Post_m_USa und Prof_w_USb berichten vorwiegend vom *Erleben der Differenz* zwischen der von der technischen Kenntnis des Robotersystems geprägten Ingenieursperspektive und den Erwartungen Dritter. Diese jeweiligen Dritten betreten in Form von Probanden oder einer Besucherin die technische Welt des Labors von außen. Beide Fälle weisen eine krisenhafte Struktur auf: Das beobachtete Erlebnis unterlag zunächst nicht der eigenen Kontrolle und konterkarierte die eigenen Absichten oder Erwartungen. Im Fortgang werden beide Fälle zu Transitions geschichten der Überwindung eines Hindernisses respektive des Erlernens einer zentralen Fähigkeit, nämlich, andere sinnhafte Bezugsrahmen bzw. abweichende Erwartungserwartungen seitens der

Forscher zu verstehen und sogar zu erlernen. Diese Hinwendung zu einer für Kontingenz und Bedeutungszuschreibung sensiblen Perspektive auf Mensch-Roboter-Interaktion wird dabei je als etwas beschrieben, hinter das es im Sinne guter, ergo funktionierender Sozialrobotik kein Zurück gibt.

Die Erzählungen von Prof_m_USb und Dok_w_USa beginnen in Alltagssettings. Sie fokussieren die spezifischen Effekte der Maschinen auf unvorbereitete und teils unfreiwillige Nutzer in diesen so genannten natürlichen Umgebungen. Prof_m_USb thematisiert nicht-intendierte Effekte, die zum Anlass von Sozialrobotik werden, Dok_w_USa dagegen die Beobachtung und Besprechung intendierter Narrative auf die Betrachter. Die Perspektiven beider Schlüsselmomente rahmen die Konfrontation mit dem unbekanntem Sozialen eher als *Entdeckung* denn als Krise. Bei Prof_m_USb nimmt die vorbereitete Erzählung gar den Charakter der Parabel auf eine naturwissenschaftliche Entdeckung an: Ähnlich wie der fallende Apfel der Erkenntnis im Gleichnis auf die Formulierung der Gravitationsgesetze durch Isaac Newton beschreibt der Interviewte, wie er Zeuge einer Begebenheit wurde, die ihm ein ‚soziales Gesetz‘ der Mensch-Roboter-Interaktion offenbarte. Beide Schlüsselmomente sind auf Kriterien guter Mensch-Roboter-Interaktion ausgerichtet. Im Fall von Prof_m_USb ist die Gelingensbedingung das ‚natürliche‘ Verhalten in Korridoren, dem der Robotereinsatz entsprechen soll. Die Interviewte Dok_w_USa reflektiert die Gelingensbedingungen auf einer anderen Ebene als das Effizienzargument im Fall des den Flur blockierenden Roboters. Statt konkreter Erfolgskriterien, die auf der Entdeckung impliziter Regeln basieren, führt sie die erprobende intersubjektive Beobachtung und Diskussion solcher Kriterien als Schlüsselmoment ein.

Die in diesen Schlüsselmomenten geschilderten alltagsförmigen Beobachtungen der Forschenden sind nicht nur anekdotische Erzählungen. Sie berichten vom epistemischen Wert alltagsweltlicher Begebenheiten, die die Forschenden als Alltagsmenschen (nach-)vollziehen. Die technischen Instrumente und epistemischen Praktiken dieser Form der Beobachtung speisen sich also aus den Ausstattungen und Ressourcen der Alltagswelten der Forschenden.

2. *Ressourcen alltagsweltlicher epistemischer Praktiken*

Anschließend an die zwei Rahmungen der Schlüsselmomente als einerseits informelles Erleben und andererseits aktives Entdecken sollen hier zwei Ressourcen alltagsförmiger epistemischer Praktiken der Sozialrobotik vorgestellt werden. Zum einen wird inkorporiertes Wissen in der Sozialrobotik zu einem wichtigen Erkenntnismittel. Es stützt sich auf Erfahrungen und Expertise in bestimmten Lebenswelten. Seine epistemische Funktion für die Forschung kann als eine Form „interaktionaler Expertise“ erklärt werden. Eine explizitere Form der Anwendung alltagsweltlicher epistemischer Praktiken manifestiert sich in den ethnografischen Ausflügen der Forschenden. Diese dienen der Inspiration durch konkrete lebensweltliche Phänomene und lassen sich als „Laienethnografien“ bezeichnen.

a) Interaktionale Expertise und feldspezifisches Wissen

Das Konzept der „interaktionalen Expertise“ (Collins 2004, Collins & Evans 2007) verweist auf inkorporiertes Wissen im Umgang mit Menschen und Aufgaben einer bestimmten Domäne.⁸⁸ Diese Expertise besteht vor allem im anschlussfähigen Handeln und Kommunizieren innerhalb einer Lebenswelt. Es handelt sich also um anwendbares Wissen, das näher an den informellen als an den formellen Wissensbeständen eines Feldes angesiedelt ist (Collins & Evans 2008: 30). Collins und Evans führen als Beispiel dafür wiederholt den (Wissenschafts-)Soziologen an, der sehr spezialisierte Felder von Wissen – etwa die Physik – erforscht. Um sein Feld zu erforschen, muss er sich interaktionale Expertise im Umgang mit den Physikern erarbeiten, ohne deswegen am Ende selbst physikalische Forschung durchführen können zu müssen. Mit diesem Konzept soll die Frage nach dem feldspezifischen Wissen gestellt werden, das Forschende in der Sozialrobotik nutzen, um sich ihren sozialen Gegenständen zu nähern.

Im Vergleich zu Collins' Beispiel des Wissenschaftssoziologen lässt sich die Zielrichtung der interaktionalen Expertise in der Sozialrobotik aber umkehren: Die Forschenden überbrücken mit ihrer Expertise die grundlegende Differenz der (formalisierenden)

⁸⁸ Soziologisch eingeführt wird es von Collins als dritte Art von Wissen zwischen den Extrempunkten des propositionalen Wissens und des körperlichen Könnens (2004; vgl. 2.3).

Sprache ihrer Systeme und der interaktiven Praxis in sozialen Situationen. Die interaktionale Expertise der Forschenden besteht dabei nicht in einer formal erworbenen, zu einem Feld „beitragenden“ Expertise (wie z.B. als ausgebildete Therapeutin), sondern in der zumeist latenten Form (ebd.: 37) ihres eigenen Alltagswissens.

Die Nutzertests im entwicklungsgetriebenen Projekt „Heimassistent“ wurden bereits vorgestellt (vgl. V.4.2). Sind in mehrfacher Hinsicht laboratisierend: Sie zerlegen einen (angeblich) natürlichen Ablauf in eine Reihe von Tasks. Zudem wird die beobachtbare Reichhaltigkeit der Reaktionen der Probanden auf die Angaben in einem Fragebogen mit einer Likert-Skala reduziert. In der Durchführung und Ermöglichung des Tests lässt sich aber auch interaktionale Expertise der Testleiterin beobachten, wie eine Vignette aus dem Feldtagebuch illustriert:

Empathische Testleiterin
(Feldtagebuch 27.08.2013)

Während der Nutzertests sitzt die Probandin auf der Couch im Szenario-Labor. Unmittelbar neben ihr sitzt die Testleiterin. Die Testleiterin erläutert den Tablet-Computer und dessen Bedienung. Dabei sitzt sie Schulter an Schulter und Hüfte an Hüfte mit der Probandin. Sie lässt die Probandin das Tablet in beiden Händen halten und lehnt sich herüber. So kann sie sehen, was die Probandin auf dem Tablet sieht, und ihr die grafische Benutzeroberfläche erklären. Das Gespräch hat weniger den Charakter einer Instruktion als den einer angeregten Unterhaltung.

Ich bin sehr beeindruckt, mit wieviel Einfühlungsvermögen die Testleiterin mit der Seniorin interagiert. Sie gibt sich nicht nur Mühe, laut, deutlich und langsam mit ihr zu sprechen, sondern geht auch auf alle Nachfragen sehr ausführlich ein, auch wenn diese mit dem durchzuführenden Test nicht viel zu tun haben. Ich habe den Eindruck, dass die Probandin weder mich noch die anderen Forscher im Raum wahrnimmt. Sie ist mit ihrer ganzen Aufmerksamkeit bei der Testleiterin.

Auf ihre Interaktion mit den Probanden angesprochen, erzählt mir die Testleiterin später, dass sie zehn Jahre lang in einem Alten- und Pflegeheim mit Demenz-Patienten gearbeitet habe und großen Wert darauf lege, die Probandinnen und Probanden gut zu betreuen. Sie sagt: „I want them to have a good time.“ Bei den Probanden, die per Taxi anreisen, entstünden zum Teil längere Aufenthaltszeiten vor und nach den Tests, in denen sich die Testleiterin ebenfalls um sie kümmere. Scherzhaft sagt sie: „Danach weiß ich ALLES über deren Kinder!“

Die Testleiterin ist bemüht, für die Probanden eine vertraute Situation herzustellen. Dabei geht sie sehr vorausschauend auf die Bedürfnisse der Senioren ein. Sie stellt durch lautes Sprechen und körperliche Nähe nicht nur das Verstehen der Aufgabe im Sinne der Durchführung des Nutzertests sicher; sie arbeitet auch daran, dass sich die Senioren über den Test hinaus wohlfühlen, indem sie auch die Situationen des Empfangs und der Verabschiedung persönlich betreut. Die Durchführung der Nutzertests dauerte je etwa

30 Minuten; hinzu kam eine etwa 15-minütige Befragung der Teilnehmer durch die Testleiterin. Die Zeit, in der sich die Testleiterin für die Probanden verantwortlich fühlte, betrug etwa 90 Minuten, also doppelt so lang wie die eigentliche Datenerhebung.

Für die Nutzertests bringt die Forscherin kein beobachtbares formales Wissen aus ihrer zehnjährigen Arbeit in einem Pflegeheim ein. Im Rahmen der Tests muss sie keine Pflegeroutinen vollführen, es bedarf auch keines medizinischen Wissens über Medikamente oder ähnliches. Stattdessen profitieren die Probanden – und das Forschungsanliegen – von ihren informellen Fähigkeiten im Umgang mit Senioren. Sie geht dabei so selbstverständlich und selbstläufig auf deren Bedürfnisse ein, dass diese sich sichtlich wohl fühlen und gern am Test partizipieren. Sie weiß, wie sie mit ihnen sprechen muss, damit sie sich öffnen und aktive Teilnehmer der Situation des Tests sein können. Das ist keine Selbstverständlichkeit, wie unter anderem das zurückhaltende Verhalten der anwesenden Ingenieure zeigt. Außerdem wird diese interaktionale Expertise auch epistemisch wirksam. Die Verwendbarkeit der Ergebnisse der Nutzertests hängt wesentlich von der gelingenden Bedienung durch die Senioren ab. Nur wenn die meisten von ihnen die gestellten Aufgaben erfüllen, werden genügend Daten generiert, um die Aussage treffen zu können, dass der Roboter in diesem Szenario gut funktioniert – was das Ziel des Tests in dieser Projektkonstellation ist (vgl. V.3.3).

Die Handlungen der Testleiterin wirken nicht nur entlang ihrer intrinsischen Motivation, die Senioren möglichst gut aufzufangen, um diesen den Nutzertest zu einem angenehmen und freudvollen Ereignis zu machen. Sie konfiguriert die Probanden in den Vorgesprächen und der intensiven Interaktion während der Instruktion zu erfolgreichen Teilnehmern des Tests. Dazu benutzt sie unter anderem gestische und sprachliche Bilder, um die gelingende Bedienung zu ermöglichen („Wie eine Fernbedienung!“). Zwischen den zu erledigenden Aufgaben und deren einzelnen Aufgabenschritten gibt sie selbstläufig immer wieder orientierendes Feedback wie eine Trainerin („Das war also die erste Aufgabe, sehr gut.“). Sie stellt in diesem Verhalten auch aktiv semantische Verknüpfungen zur angestrebten Funktionalität her. So erläutert sie z.B. bei der letzten Aufgabe des Tests: „Wenn Sie nicht trinken, kann der Roboter das Programm Wasser-Holen nicht beenden“. Die Anweisung entspricht zum Zeitpunkt des Tests nicht der Wahrheit, da der Roboter nicht detektieren kann, ob (oder wieviel) Wasser getrunken

wurde. Die Anweisung der Testleiterin dient der Aufrechterhaltung des epistemischen Ziels des Tests, die Tauglichkeit der Plattform für das mögliche Szenario „Erinnerung an Flüssigkeitsaufnahme“ zu überprüfen. In den anschließenden Gesprächen zum Ausfüllen des Fragebogens hat sich in den beobachteten Fällen gezeigt, dass die Probanden sehr hohe kognitive Fähigkeiten an den Roboter attribuierten: „Ich hatte das Gefühl, er hat mich wahrgenommen“ (Feldtagebuch 28.08.2013). Das liegt wesentlich an der interaktiven Herstellung der angestrebten, aber technisch noch nicht möglichen Nutzungssituation durch die Vermittlungen der Testleiterin.

Die Testleiterin bringt ihre informelle Expertise aus dem Feld der Pflege in ein zentrales epistemisches Moment der Forschung ein: den Nutzer-Test als soziale Arena. Es handelt sich also durchaus um spezifisches Wissen, aber eben nicht in Form eines formellen Beitrags, sondern als latent wirksame Form interaktionaler Expertise. Diese Form feldspezifischer, interaktionaler Expertise wird auch in anderen Beispielen aus dem Material wirksam. Eine Form davon ist die Ermöglichung heterogener Kooperationen insbesondere mit nicht-technikwissenschaftlichen Domänen. Im Fall von Prof_m_USb schuf dessen langjähriges Interesse am Musiktheater den common ground für eine Kooperation mit Dozenten aus dem benachbarten Schauspielinstitut. Das Wissen um Formen von Inszenierungen, schauspielerische Darstellungen und auch zu Aspekten des Bühnenbilds half ihm, sich mit den Kollegen zu verständigen und deren Ideen in einen interaktiven „Rezeptions-Roboter“ für ein Universitätsgebäude umzusetzen (Feldtagebuch 23.04.2014). Der studierte Architekt Prof_m_USo verfügt über handwerkliche Fähigkeiten, die er schon als kleiner Junge von seinem Großvater, einem Zimmermann, vermittelt bekam. Diese beziehen sich dementsprechend vor allem auf die Bearbeitung von Holz. Seine handwerklichen Fähigkeiten eilen ihm unter seinen Kooperationspartnern aus verschiedenen Disziplinen des Bauens und Planens u.a. als statusförmiges Kapital voraus: „He definitely knows what he’s talking about“ (Feldtagebuch 03.04.2014). Sie helfen ihm außerdem, die Arbeit der robotisch nachzubildenden Stuckateure zu *begreifen*. Im Interview und während einer ausgedehnten Runde durch sein Labor beschreibt er mehrfach die Arbeitsschritte der Stuckateure durch nachvollziehende Gesten in der Luft, auch um das angestrebte Roboterverhalten zu erklären. Sein Wissen um die manuelle Bearbeitung von Baustoffen wird hier als kommunikative Brücke zu Kooperations-

partnern, aber auch in der manuellen und haptischen Erfassung seines Gegenstandsreichs wirksam.

b) Laienethnografie

Längst nicht alle alltagsweltlichen epistemischen Praktiken der Sozialrobotik sind so implizit, dass sie nicht zum Gegenstand (manchmal lautstarker) Verhandlungen würden. Das trifft insbesondere auf eine Form von „sense making“ der Forschenden zu, die hier „Laienethnografie“ genannt werden soll. Unter Laienethnografie fallen gezielte Beobachtungen von Alltagswelten, die als epistemische Ressourcen der Forschenden wirksam werden. Mit der Apostrophierung „Laien“ soll einerseits auf den Unterschied zur methodisch kontrollierten Anwendung von Ethnografie hingewiesen werden. So ist z.B. die Reflexion des eigenen Beobachterstandpunkts in diesen Ethnografien selten ausgeprägt. Damit soll den Praktiken aber weder ihre Funktionalität noch ihre Legitimation abgesprochen werden.⁸⁹ Laienethnografien unterscheiden sich von professionellen Ethnografien vor allem durch die anders geartete Zielstellung: Laienethnografien dienen sich selbst. Sie sind Mittel zur Erzeugung von Sinn innerhalb der Welten, in denen die Forschenden arbeiten (Weeks 2006: 14-15). Sie werden selten außerhalb eines Entwicklungsprojekts diskutiert oder auf Konferenzen präsentiert. Sie zielen nicht wie professionelle Ethnografien darauf, in einen das eigene Verstehen explizierenden Diskurs überführt zu werden.

Dennoch sind die so bezeichneten Praktiken mehr als zufällige Alltagsbeobachtungen, wie am Beispiel von Post_m_USb deutlich wird. Der Forscher hatte in einem Meeting einige Tage zuvor erwähnt, dass er für das laufende Fahrstuhl-Roboter-Projekt „für eine Weile Fahrstuhl gefahren“ sei (Feldtagebuch 01.05.2014). Im Interview darauf angesprochen, explizierte er seine Tätigkeit und schränkte sie gleichzeitig ein (Post_m_USb: 381-387):

I just wanted to/ to get an idea of which directions to look for (.) [...] just just for a day eh to get some inspiration and then eeh walk through the the building followed/ shadowed some people maybe(.) But that wasn't really a-eh a scientific experiment at all but the fact that we are actually trying to the/ ehm

⁸⁹ Das würde auch den methodologischen Ursprung der ethnografischen Methoden in den Verstehens- und Sinnmachungsprozessen von Alltagswelten konterkarieren.

we have to identify some problems in this whole huge space of problems we can/ha/ we can attack so that was a good I think at this point a good way of getting eh a inspiration aand some idea of eh yeah what can we focus on now what can we narrow down.

Er sei einen Tag lang Menschen durch das Gebäude gefolgt, was aber kein richtiges wissenschaftliches Experiment gewesen sei. Der epistemische Wert habe allerdings darin bestanden, den Raum bearbeitbarer Probleme einzugrenzen, um den weiteren Verlauf des Projekts zu bestimmen. Interessant ist dabei die der Methode zugeschriebene Nützlichkeit für den jetzigen Stand des Projekts.

In dem Projekt soll ein Roboter über die Universitätsflure fahren und dabei noch näher zu definierende Ausgaben ausführen. Die von Forscher Post_m_USb angewendete Heuristik ist dabei explorativ und typisch für (Laien-)Ethnografien: Schauen wir einfach, wie die Leute es machen. Um herauszufinden, zwischen welchen Stockwerken die Studierenden und Mitarbeiter typischerweise mit dem Fahrstuhl fahren und welche Ziele ihre Gänge haben, folgte er einen Vormittag und einen Nachmittag per Zufallsauswahl einigen von ihnen durch das Gebäude. Zwar wurden die resultierenden Beobachtungen in diesem Fall nicht schriftlich fixiert; sie reichten aber aus, um dem Forscher einen Eindruck zu vermitteln, welche Arten von Aufgaben durch den Roboter substituiert werden *könnten*. In diesem Fall wurden anschließend zwei mögliche Aufgaben definiert: einen Ausdruck abholen und Unterschriften von Kollegen einholen. Die anschließende qualitative Interviewstudie eines Doktoranden mit einigen Mitarbeitern im Gebäude ergab, dass sie diese Aufgaben eigentlich ungern einem Roboter übertragen würden, da sie Gelegenheiten darstellen, sich die Beine zu vertreten und andere Kollegen in ihrem Büro zu besuchen (Feldtagebuch 08.05.2014).

An diesem Fortgang der Episode zeigt sich, dass die ethnografischen Ausflüge der Forschenden auf einen schnellen und pragmatischen Erkenntnisgewinn ausgelegt sind. Hätten die Beobachtungen von Dok_w_USa auf Faktoren wie z.B. Zufriedenheit mit dem Arbeitsalltag oder soziale Kontakte zu Kollegen mit einbezogen, wären die entworfenen Szenarien unplausibel gewesen. Laienethnografien zielen aber auf bereits stark eingegrenzte Ausschnitte des beobachtbaren Verhaltens. In dieser Fokuslegung kommt oft schon eine das Ergebnis strukturierende These zum Ausdruck: In diesem Fall lautet sie, dass den Wegen der Menschen im Gebäude den beschriebenen Tasks ähnliche Ziele

zugrunde liegen. Die Laienethnografie zielt nicht darauf ab, die ad hoc getroffenen Sinnmachungen über das Alltagsverhalten der Beobachteten zu perspektivieren oder zu hinterfragen. Sie werden eher als unkompliziertes – und damit auch nicht wissenschaftliches – Mittel zur Inspiration angesehen.

In einem Projekt mit einem ähnlichen Gegenstandsbereich wurde sichtbar, wie laienethnografische Beobachtungen zum Gegenstand von Gruppen-Interpretationen werden. In diesem Projekt lautete das Ziel, einen Roboter in einem sehr belebten Universitätsgebäude den Fahrstuhl benutzen zu lassen. Das Projektteam suchte zum Zeitpunkt der Beobachtung nach Regeln zur Modellierung adäquaten Verhaltens des Roboters, insbesondere beim Anstehen an der Fahrstuhltür. Ein Mitglied des Projektteams machte dafür Fotografien und Skizzen von Wartesituationen an verschiedenen Fahrstühlen und auf verschiedenen Etagen des Gebäudes. Im folgenden Team-Meeting stellte der Mitarbeiter mithilfe einer Beamer-Präsentation einige seiner Beobachtungen vor. Schon nach wenigen Bildern entwickelte sich die Vorstellung zu einer angeregten und teils kontroversen Diskussion innerhalb der Gruppe der Anwesenden (Feldtagebuch 08.04.2014). Gegenstand der Diskussion waren Motive und Implikationen des beobachteten Verhaltens. Die Diskutanten stritten dabei vor allem über die Rückführbarkeit des Beobachteten auf die Motive der Handlungsträger: ob eine bestimmte Positionierung vor dem Fahrstuhl gewollt gewesen sei, und wenn ja, mit welcher Begründung. Dabei wurden insbesondere gegenüber beobachteten Studenten immer wieder Psychologisierungen angeführt: ob jemand etwa schüchtern sei oder verträumt und deswegen eher weiter von der Fahrstuhltür entfernt stehe. Die Szenerie erinnerte der Form nach an eine Forschungswerkstatt oder eine lebhaft interpretierende Gruppe.

Auffällig war dabei, dass immer wieder eigene Erfahrungen als Argumente angebracht wurden oder das eigene Erleben in der Situation imaginiert wurde. Da jeder der Teilnehmenden Erfahrungen mit den Fahrstühlen im Gebäude und der Tätigkeit des Fahrstuhlfahrens im Allgemeinen hatte, fühlte sich jeder berufen, eigene Interpretationen und Begebenheiten beizutragen. Die Beweiskraft beobachteten, erinnerten oder vorgestellten Verhaltens differierte dabei nicht wesentlich. Da Diskussion und Interpretation wenig strukturiert verliefen, waren sie im Ergebnis wenig aussagekräftig. Als besonders interessant und vielversprechend wurden schließlich Situationen ausgewählt, die eine anekdotenhafte Qualität hatten und von den statushöheren Personen im Raum vorgetra-

gen wurden. Eine Ordnung der beobachteten Muster – beispielsweise als Typisierung – oder eine Suche nach kontrastierenden Fällen fand nicht statt.

Dieser Befund korrespondiert mit der Beobachtung, dass Laienethnografien der Sozialrobotik häufig auch autoethnografisch durchgeführt werden. Ein Anlass dafür sind Demo-Runden innerhalb der Labore, in denen neu programmiertes Roboterverhalten oder neu angeschaffte Technik rund um die robotische Plattform ausprobiert werden. Die Forschenden sind beim Auspacken und Anwenden dieser neuen Hardware oder Funktionen selbst Nutzer und explorieren die Technik aktiv und interaktiv. In einem Lab-Meeting wurde die Übertragung eines frei zugänglichen Chat-Bots, einer Dialogsoftware mit Spracheingabe und -ausgabe, auf die Roboterplattform getestet. Der Doktorand, der die Implementierung ausgeführt hatte, erklärte die Funktionalität des Chat-Bots und ließ dann sein Smartphone, dessen Mikrofon zur Eingabe diente, unter den Anwesenden herumgehen (Feldtagebuch 07.05.2014). Reihum stellten die Anwesenden dem System je eine Frage, was sich zu einem Spiel um die lustigste Frage-Antwort-Kombination steigerte. Die Fragen zielten auf ein Ertappen des Systems bzw. die Probe seiner Robustheit: „Do you remember me? Are you actually intelligent? Can you say your name backwards?“ (ebd.)

Die Demo-Runde diente also nicht nur dem Kennenlernen der neuen Technik oder der Unterhaltung. Sie hatte eine epistemische Funktion, indem die Entwickler als erste Nutzer nach Grenzen, Schwachstellen oder versteckten „Easter Eggs“ suchten.⁹⁰ Zur autoethnografischen Begebenheit wurde die Demo-Runde, als ihre Ergebnisse anschließend retrospektiv diskutiert wurden. Das reichte von der Bestimmung der lustigsten Antwort über die Diskussion ethischer und gestalterischer Implikationen („Wollen die Nutzer nicht lieber eine ‚dumme‘ Sprachausgabe?“) bis hin zur gedanklichen Übertragung der beobachteten Effekte auf konkrete Nutzungssituationen.

⁹⁰ „Easter Eggs“ sind in Programme eingelassene, zu entdeckende Besonderheiten wie etwa Geheimlevel in Computerspielen oder witzige Antworten einer Sprachsoftware wie Apples Siri.

1. *Zwischenfazit: epistemische Alltagspraktiken als (Wieder-) Aufnahme von Komplexität*

Wir haben zunächst gesehen, dass Biografien der Forschenden in alltagsförmigen Erkenntnismomenten verankert sind. Die beiden typischen Erfahrungsgehalte dieser Momente waren unerwartete *Bedeutungszuschreibung* und das *Erleben* der Effekte von Roboterverhalten auf Dritte. Diese Erlebnisse von Komplexität und Kontingenz der Mensch-Roboter-Interaktion wurden als Schlüsselmomente interpretiert. Sie gründen einerseits in der konstitutiven Herausforderung der Disziplin, die Roboter in konkreten Lebenswelten zum Einsatz zu bringen. Andererseits verweisen sie auf die Funktion alltagsweltlicher epistemischer Praktiken in der Forschung: die (Wieder-)Aufnahme von sozialer Komplexität.

In der Praxis der Forschenden wird das als Handlungsproblem wirksam, was die grundlegende Lesart dieser Praktiken als epistemische nach Rheinbergers Unterscheidung von epistemischen und technischen Objekten unterstützt: In den un-laboratisierten, lebensweltlichen Zugriffen wird deutlich, dass die Mensch-Roboter-Interaktion eben durch ein gewisses Maß an Unbestimmtheit (Rheinberger 2001: 24) gekennzeichnet ist. Schon in den Schlüsselmomenten wurde sichtbar, dass diese Unbestimmtheit mit alltagsweltlichen Sinnmachungen bearbeitet wird: beobachten, verstehen, Perspektiven wechseln und Beobachtetes besprechen.

In etwa der Hälfte der begleiteten Projekte ließen sich inkorporierte, nicht-technikwissenschaftliche Wissensbestände als Ressourcen für die Forschung beobachten. Diese reichten von formeller und in einem Bildungsabschluss institutionalisierter Expertise in einer Anwendungsdomäne wie etwa Instruktionspsychologie, bis zu den beschriebenen Formen interaktionaler Expertise. Diese ließ sich als inkorporiertes handwerkliches Können, empathisches Interagieren mit Senioren, eigene Erfahrung als Künstler oder Belegen eines Schauspielkurses beobachten (Dok_w_USa). Es handelt sich um zumeist latente Form von Wissen (Collins & Evans 2008: 37), das aus Erfahrungen stammt – nicht aber zwangsläufig in expliziten Begriffen und Beschreibungen gefasst werden kann. Am Beispiel der von Dok_w_EUa durchgeführten Nutzertests wurde deutlich, wie die interaktionale Expertise epistemisch wirkt: als interaktive Über-

setzungsleistung zwischen den formalisierenden Beschreibungen und Anforderungen eines task-orientierten Tests und den Senioren und Seniorinnen, die als Probanden dienten.

Die Erfahrungen und Deutungen der Forschenden als Alltagsmenschen wurden auch in der Praktik der Laienethnographie wirksam. Es handelt sich um eine alltagsförmige Methode, um Design-Entscheidungen anzuleiten. Gemeinsam mit der professionellen Ethnographie ist dabei das Ziel, (mögliche) Nutzungspraktiken und Verhaltensweisen in ihrer lebensweltlichen Einbettung zu beobachten und dabei die eigene Erfahrung als Ressource einzusetzen. Im Gegensatz zur professionellen Ethnographie hat Laienethnographie aber nicht zum Ziel, die Praktiken einer Gruppe dadurch zu erforschen, dass man zumindest temporär ein Teil von ihr wird. In den beobachteten Fällen handelte es sich vielmehr um eine Extrapolation eigener alltagsweltlicher Erfahrungen und Theorien auf andere Kontexte und Nutzergruppen. Selten werden die zu treffenden Design-Entscheidungen durch Laienethnographien an den Heuristiken der Beobachteten selbst gemessen, wie es etwa eine Forscherin aus Europa beschrieb: Sie nehme jeden ihrer Prototypen für einen Nachmittag mit nach Hause nehmen, damit ihre Kinder damit spielten. An ihren Reaktionen, der Dauer und der Intensität der Beschäftigung mit der Maschine könne sie mittlerweile recht gut abschätzen, wie erfolgreich die angestrebte Mensch-Roboter-Interaktion verlaufen werde (Feldtagebuch 03.05.2013).

Die hier vorgestellten, alltagsförmigen Praktiken der Sozialrobotik lassen sich als „intuitive Form der Beobachtung“⁹¹ der Sozialrobotik bezeichnen. Es handelt sich um Beobachtungen erster Ordnung, die oft auch in Alltagsbegriffen und -kategorien verbleiben. Als epistemische Praktiken werden sie nicht reflektiert. Die Form der Beobachtung oder die eigene Perspektive wird nicht problematisiert. Die aus ihnen gewonnenen Theorien und Erkenntnisse bleiben zumeist implizit; sie werden außerhalb des Lab-Meetings und auch auf Nachfrage nicht expliziert; sie werden selten in Erklärungen überführt, sie werden nicht verschriftlicht und zirkulieren nicht. Dennoch ist diese alltägliche Form der Beobachtung als epistemisch zu bezeichnen.

⁹¹ Diese begriffliche Verdichtung verdanke ich Philipp Schäfer.

Ihre Wirksamkeit geht über den von Knorr Cetina geschilderten Alltagspragmatismus naturwissenschaftlich Forschender hinaus, die beispielsweise im alltäglichen „shop talk“ Ergebnisse ihrer Experimente interpretieren (1988). Die Alltagsförmigkeit dieser Gruppe von epistemischen Praktiken verweist auf die besondere Natur ihres Gegenstandes, der eben nicht nur in der Komplexitätsreduktion laboratisierender Praktiken erfasst werden kann. Die alltagsweltlichen epistemischen Praktiken nehmen ebenfalls Reduktionen vor, wie wir z.B. am Beispiel der Interpretation von Beobachtungen gesehen haben. Sie finden aber in derselben Sinnprovinz wie die sozialen Gegenstände statt, was eine Integration ihrer Komplexität und Kontingenz zumindest auf der Ebene der Handlungsprobleme der Forschenden ermöglicht.

Es handelt sich um lokale Praktiken, die auf den Fluren und in den Fahrstühlen der Universitätsgebäude stattfinden. Sie betrachten (Mensch-Roboter-)Interaktion zwar vorstrukturiert, aber dennoch integriert statt isolierend. Die alltagsweltlichen Erkenntnisobjekte werden (zumeist) nicht absichtlich hergestellt, sondern besitzen eine (oft als Störung auftretende) Eigenperformanz. Sie werden nicht in formalisierten Zeichensystemen dargestellt, sondern in alltagsförmigen Modi der Herstellung von Sinn besprochen. Die Akteure dieser Praktiken sind zum einen die Forschenden selbst, die beobachten, interpretieren und Heuristiken verwenden. Die Beobachteten tauchen hier ebenfalls als sinnförmig Handelnde auf. Die so beschriebenen epistemischen Praktiken sind allerdings idiosynkratisch in dem Sinne, dass ihre Kriterien nicht standardisiert werden. Sie werden lebensweltlich nachvollzogen und bearbeitet, jedoch nicht wissenschaftlich und damit auch nicht methodisch kontrolliert.

Das entspricht auch der apostrophierten Qualität dieser Praktiken der Forschenden im Feld. Solche Praktiken sind keine hinreichende Grundlage für wissenschaftliche Ergebnisse. Ihr epistemischer Wert besteht darin, den Raum bearbeitbarer Probleme einzugrenzen, um auf eine wissenschaftliche Fragestellung hinzuarbeiten.

3. Inszenierende Praktiken

Wir haben bislang gesehen, dass der epistemische Umgang mit dem Sozialen in der Sozialrobotik durch zwei große Bewegungen gekennzeichnet ist. Zum einen wurden Praktiken der Reduktion von Komplexität beschrieben, die die Mensch-Roboter-Interaktion für die Forschenden durch Laboratisierungen epistemisch bearbeitbar machen. Gleichzeitig waren auch Momente der alltagsweltlichen Re-Integration von sozialer Komplexität und Kontingenz beobachtbar. Diese lassen sich als re-entry bzw. ein der Komplexitäten der Mensch-Roboter-Interaktion verstehen. Neben diesen beiden lässt sich eine dritte Gruppe von Praktiken beobachten, die den epistemischen Zugriff der Sozialrobotikforschung auf ihre sozialen Gegenstände auszeichnet: die Inszenierung der Mensch-Roboter-Interaktionen und der Fähigkeiten der Maschinen. Diese lässt sich in unterschiedlichen Abstufungen beobachten.

Die Beobachtung von Inszenierung nimmt ihren Ausgang in der recht verbreiteten Vorführ-Routine von Forschenden in der Sozialrobotik. Durch regelmäßige Präsentationen ihrer Forschungsprojekte oder eigens inszenierten Roboterverhaltens haben sie ein Gespür für die Erwartungen des Publikums, den Effekt bestimmter Verhaltensweisen und auch für die notwendige Ausstattung der Szenerien (3.1). In einem Extremfall lief diese inszenatorische Praxis auf eine Mystifizierung des vorgeführten Roboters und der Mensch-Roboter-Interaktion hinaus. In diesem Fall ist der eigens angefertigte Forschungsroboter Requisite des als Inszenierung angelegten Forschungsinteresses (3.2). Das Format des Demo-Videos stellt dagegen einen sehr verbreiteten Fall von Inszenierung dar: Robotikforschende produzieren Video-Clips, die die Funktionalität und Robustheit ihrer Maschinen belegen sollen. Dieses Genre ist die empirisch häufigste Form der Inszenierung im Feld der Sozialrobotik (3.3)

Zusammengenommen zeigen diese Befunde, dass die Praktiken der Inszenierung komplizierte Wechselspiele zwischen Erkenntnisobjekten und Instrumenten darstellen. Sie sind geformt von Erwartungen und formen ihrerseits Erwartungen und Erwartungserwartungen für die Mensch-Roboter-Interaktion. An dieser Gruppe von Praktiken zeigt sich, was wir im ersten Rückgriff der Genealogie bereits gesehen haben, nämlich dass Roboter immer zuerst von der Fantasie belebte Apparate sind (3.4).

1. *Präsentieren als Routine*

Forschende in der Sozialrobotik entwickeln Routine darin, ihre Maschinen zu präsentieren. Die Anlässe dafür sind verschieden, stehen jedoch meist im Zusammenhang mit dem Werben für die eigene Forschung. Ein klassischer Anlass ist der „Tag der offenen Tür“ der Universität oder der Fakultät, an der das Labor beheimatet ist. Robotikgruppen bekommen in diesem Zusammenhang oft den Auftrag, eine Vorführung vorzubereiten, da das Interesse an Robotern allgemein hoch ist. Roboter werden auch als Maßnahme der Öffentlichkeitsarbeit technischer Hochschulen genutzt, um Studienanfänger für Studiengänge zu interessieren (Feldtagebuch 12.06.2012).

Wettbewerbe wie „Jugend forscht“ oder Science Fairs in den USA sind ebenfalls ein beliebtes Umfeld zur Vorführung robotischer Fähigkeiten. Science Fairs sind eine Wettbewerbsform, bei der Schüler selbst durchgeführte Projekte mit Fotos und Texten auf Pappaufstellern oder durch andere Exponate repräsentieren. Sie finden von kommunaler über bundestaatliche bis zur nationalen Ebene statt. Eine Sozialrobotikgruppe wurde angefragt, ob sie im Rahmen eines landesweiten Events eine Demonstration entwickeln könne:

Öffentlich wirken

(Feldtagebuch 14.05.2014)

Der Professor will mit den Mitgliedern der Forschungsgruppe besprechen, wie man sich auf dem Event präsentieren will. Er weiß, dass es eine Bühne mit Lautsprechern geben wird, auf der die Demos vorgeführt werden sollen. Nun wird überlegt, welche Roboter aus dem Labor sich dafür eignen. Ein laufendes Doktoranden-Projekt mit zwei robotischen Armen wird nur kurz erwogen und dann einhellig abgelehnt, weil es noch nicht vorführreif sei. Ein bereits abgeschlossenes Projekt mit Robotern, die wie Kuscheltiere aussehen, wird abgelehnt, weil eine andere Forschungsstelle, die ebenfalls eingeladen ist, unter Umständen dasselbe präsentieren könnte. Ein besonders wirkungsvolles (da überraschendes) Experiment zur Mensch-Roboter-Interaktion wird kurz erwogen, aber abgelehnt, weil es eine „one on one“-Geschichte sei, also eher schlecht für eine öffentliche Vorführung.

Quasi per Ausschlussverfahren ist man beim Projekt von Post_w_USa angekommen. Allerdings sei zu bedenken, dass das Projekt zum Zeitpunkt der Ausstellung noch keine Forschungsergebnisse veröffentlicht haben werde. In der Folge wird die Umsetzung besprochen. Es handelt sich um eine Lernanwendung, bei der Animationen auf einem Tablet-Computer mit zwei relativ kleinen Robotern kombiniert werden. Deswegen wird erwogen, die Inhalte auf dem Tablet per Datenkabel oder die Roboter an sich (per Kamera) auf eine Leinwand zu übertragen. Während Post_w_USa das uneingeschränkt befürwortet, wendet der Professor ein, dass er ungern eine Benutzeroberfläche auf die Leinwand schalten möchte, „that actually controls the robot“. Man einigt sich darauf, das später zu klären und bittet die Assistentin, eine Bestätigungs-mail an die Veranstalter zu senden.

Das erste Kriterium bei der Überlegung, welche Roboter und welche Mensch-Roboter-Interaktion für die Vorführung geeignet sind, ist die Szenerie: die Sichtbar- und Zugänglichkeit für Zuschauer vor dem Hintergrund der örtlichen Gegebenheiten. Im zweiten Schritt wird die vermutete Attraktivität der Roboter für eine öffentliche Vorführung geprüft: Die robotische Installation muss funktionieren, sie sollte ansprechend, aber auch einmalig sein und das Publikum potentiell begeistern.

Eine Einschränkung für die Eignung zur Vorführung – und damit die vorläufig einzig genuin akademische Überlegung – ist die Frage, ob das Vorzuführende bereits veröffentlicht und damit ‚diebstahlsicher‘ sei. In der beobachteten Abwägung wird dieses Argument allerdings zurück gestellt.

Bei der Überlegung, wie die Mensch-Roboter-Interaktion von Post_w_USa am besten präsentiert werden könne, wird die technische und szenische Umsetzung des Aufbaus detaillierter besprochen. Hierbei macht der Professor deutlich, dass er keine Hinterbühnen-Informationen, wie die Oberfläche der Bedienungssoftware, öffentlich zeigen will. Das verweist zum einen erneut auf die Vorsicht, erarbeitetes Wissen nicht leichtfertig zu veröffentlichen, zum anderen aber auch auf den inszenatorischen Charakter der Demo: Die Forschenden messen sich dafür an den (allgemeinen) Maßstäben einer gelungenen Vorführung. Gegenüber eine Kooperationspartnerin verdeutlicht Post_w_USa das einen Tag später auf Nachfrage: „So what’s the purpose to do the demo?“ – „Just showing the things!“ (Feldtagebuch 15.05.2014).

Die Demonstration ist hier ein soziales Ereignis mit eigenen Regeln. Die Roboter werden dafür in diesem Fall nicht zuerst auf epistemische Kriterien hin befragt, sondern auf ihre Wirkung und Inszenierbarkeit. Diese Arbeit wird auch über den öffentlichkeitswirksamen Effekt hinaus als sinnvoll für die Projekte erachtet. Einerseits ist die Arbeit an der Vorführreife auch eine Arbeit an der generellen Robustheit und Einsetzbarkeit des Systems. Außerdem sind Demos eine Gelegenheit, Technik und Ideen zu testen. Post-Doc Post_m_USb hat beispielsweise einen Sensor zum Erkennen von Gesten bestellt, für den er nach kurzem Ausprobieren keine Verwendung in seinem aktuellen Projekt sieht, aber feststellt: „At least it will make a good demo“ (Feldtagebuch 19.05.2015).

Einige Forschende führen ihre Roboter auch außerhalb von Anlässen der Wissenschaftskommunikation vor. Zwei Forscherinnen benutzen ihre Roboter beispielsweise im Rahmen ihrer ehrenamtlichen Tätigkeit in Mentoring-Programmen für Mädchen und junge Frauen (Prof_w_USb, Dok_w_USb). Forscherin Dok_w_USa, die für ihr Projekt „Expression“ selbst Schauspielkurse belegt, organisiert in ihrer Freizeit ein jährliches Roboterfilmfestival und tritt mit einer kommerziellen Roboterplattform (Nao) als „Stand Up“-Duo auf. In diesen Fällen sind die Vorführungen der Roboter an persönliche Motivationen gekoppelt, knüpfen aber an die Öffentlichkeitswirksamkeit von Robotern an – und leisten sogar einen Beitrag zu dieser, wie im Fall von Dok_w_USa deutlich wird.

Nicht jede dieser weit verbreiteten inszenatorischen Praktiken ist eine Mystifizierung oder Verschleierung der Fähigkeiten der Maschinen, aber sie etablieren die Grenze zwischen einer Vorder- und einer Hinterbühne und vermittelnden Praktiken, die eine Voraussetzung dafür bilden. Zudem wurde deutlich, dass die Routine öffentlicher Vorführungen in der Sozialrobotik darin besteht, ein Gespür für Publikumserwartungen und Szenerien zu entwickeln.

2. *Fallbeispiel: Mystifizierung*

Der Fall „Doppelgänger“ wurde bereits als Extremfall der Typik „Erforschen“ eingeführt (vgl. V.3.1). Das Projekt generiert experimentelle Daten zu einer sehr spezifisch dekontextualisierten, zukünftigen Form der Mensch-Roboter-Interaktion. Das wissenschaftliche Ziel der Forschenden ist es, durch die Konfrontation mit einem sehr menschenähnlichen Androiden Thesen für zukünftiges Zusammenleben mit Robotern – wenn deren Präsenz in unseren Gesellschaften normal ist – abzuleiten. Diese „Konfrontationstherapie“ ist methodisch und erkenntnistheoretisch so zugespitzt, dass sie mehrere Irritationen hervorruft. Hier soll vor allem auf die epistemische Implikation des Experimentalsystems eingegangen werden.

Umgekehrtes Interview

(Feldtagebuch 28.10.2013)

Ich treffe den Professor für ein vereinbartes Interview in seinem Büro. Er begrüßt mich und bittet mich, ihm für das Interview in sein anderes Büro zu folgen. Ein Stockwerk tiefer öffnet er eine Tür und bleibt stehen. Ich soll den Raum offenbar als erstes betreten. Ich weiß bereits aus anderen Gesprächen am Hochschulstandort, dass der Doppelgänger-Roboter ein eigenes Büro hat. Ich ahne also, dass in diesem Zimmer der Roboter sitzt. Dennoch fühle ich mich überrascht und unwohl, als ich den Roboter hinter dem Schreibtisch sehe. Es ist merkwürdig, dem Roboter gegenüber zu stehen. Er sieht dem Professor auf den ersten Blick zum Verwechseln ähnlich. Irritierend finde ich, dass er eher unmotiviert seinen Kopf immer wieder kreisend bewegt und blinzelt. Die Motoren an Hals und Gesicht verursachen außerdem leise Geräusche, da sie, wie ich später erfahre, mit Druckluft betrieben werden. Außerdem zeigt der Roboter keinerlei Reaktion auf unseren Eintritt ins Büro; er lief offenbar bereits in diesem Modus, bevor wir eintraten. Ich würde gern den Roboter aus der Nähe betrachten, fühle mich aber beobachtet. Ich befinde mich sowohl in der Blickachse des Roboters als auch der des Professors. Ich wende mich beim Ablegen und Auspacken meines Notizblocks und Mikrofons daher eher zum Fenster und verberge meinen Blick.

Bevor wir uns zum Interview setzen, gibt mir der Professor eine kurze Führung durch das Labor. Es besteht aus dem „Büro“, in das wir eingetreten sind, und einem dahinter liegenden Raum, in dem verschiedene Aufzeichnungs- und Steuerungssysteme (u.a. FACS) installiert sind. Zum einen läuft hier ein Kamerasystem zusammen, das laut Erklärung des Professors aus vier Kamerapositionen vor allem die Gesichter der im Raum Sitzenden aufnimmt. (Zwei der Kameras konnte ich im Büro entdecken.) Außerdem gebe es Mikrofone, die aber jetzt nicht angeschaltet seien, wie der Professor erwähnt.

Wir begeben uns wieder ins „Büro“. Der Roboter sitzt hinter dem Schreibtisch, der Professor geht zu einem Stuhl an der Stirnseite des Tisches, mir ist offenbar der Platz gegenüber dem Roboter zugedacht. Ich beginne die normale Interviewroutine mit Informationen vorab und der Bitte, aufzeichnen zu dürfen und Ähnliches. Währenddessen hat der Professor einen Laptop aufgeklappt. Ich gehe zunächst davon aus, dass er während unseres Gesprächs seine Mails überprüfen oder Notizen machen möchte. Nach zirka 15 Minuten wird mir jedoch klar, dass er mithilfe des Laptops das Gesicht des Roboters ansteuert, um verschiedene Effekte zu erzielen: zum Beispiel ein schnelles Bewegen der Pupillen. Er beginnt eine längere Ausführung zu den Reaktionen von Menschen auf den Roboter und fragt mich, wie ich mich in dessen Anwesenheit fühle. Ich antworte, dass er mich irritiert und ich deshalb versuche, den Blick zu vermeiden. Im Anschluss analysiert er meine Antwort und weist mich unter anderem darauf hin, dass ich mir zur Erklärung meiner Gefühle ins Gesicht gefasst hätte, was ein Zeichen von Unsicherheit sei.

Der Autor dieser Studie ist in dieser Begebenheit aus erster Hand Zeuge einer Mystifizierung von Mensch-Roboter-Interaktion geworden. Der Professor aus der Sozialrobotik hat die ursprüngliche Interview-Situation dafür manipuliert und schließlich umgekehrt. Die inszenierte Konfrontation mit dem Roboter diente der Beobachtung der entstehenden Reaktionen.

An dem Vorgehen wird zunächst eine gewisse Präsentations- und Vorführroutine sichtbar. Auf die spätere Nachfrage, ob er den Roboter von seinem Büro aus gestartet habe, antwortete er, dass er vor dem Termin ins Labor gegangen sei, um ihn zu starten. Offenbar ging er auch davon aus, dass ein Gespräch mit ihm automatisch die Hinzuzie-

hung seines Doppelgänger-Roboters bedeutet – was der Zielstellung seiner Forschung entspricht. An der diskursiven und praktischen Herstellung der Menschenähnlichkeit des Roboters, der einen Anzug trägt und in einem voll eingerichteten Universitätsbüro sitzt, verdeutlicht sich die Mystifizierung dieses Zugriffs. Die Maschine wird durch die rahmende Inszenierung mit Bedeutung aufgeladen, die ihre Funktionalität nicht aufrechterhalten kann.

Das zeigt sich im Moment der Enttäuschung nach der ersten Konfrontation. Zwar ist die äußere Erscheinung der Maschine optisch sehr menschenähnlich, ihr Verhalten allerdings überhaupt nicht. In dem „Demo-Modus“, in dem sich der Roboter beim Eintreten befindet, öffnet und schließt er Mund und Augen in einer gleichmäßigen Abfolge und dreht den Kopf dabei hin und her. Diese eigenartige Mischung aus realistischer und gleichzeitig unrealistischer Erscheinung des Roboters wird im Feld als „uncanny valley“-Effekt bezeichnet. Das Konzept geht von einer linearen Beziehung zwischen Menschenähnlichkeit und Akzeptanz von Robotern durch Menschen aus. Kurz bevor der Punkt der optisch perfekten Übereinstimmung jedoch erreicht sei, falle diese Kurve und verkehre den Effekt in eine Unheimlichkeit. Rosenthal-von der Pütten und Krämer haben in eigenen Studien auf die mangelnde empirische Belegbarkeit des Konzepts hingewiesen (2014); in der Robotik genießt es ungeachtet dessen nach wie vor den Stellenwert einer Theorie und ist eng an das Paradigma menschenähnlicher Entwicklung gekoppelt. Unabhängig vom Geltungscharakter des Konzepts für das Paradigma war in der erlebten Situation eine Unheimlichkeit zu spüren. Sie gründet aber mindestens ebenso in der manipulativen Versuchsanordnung und der stillschweigenden Umkehr des Rollenverhältnis wie in der ‚unnatürlichen Natürlichkeit‘ der Erscheinung des Roboters.

Auf der Bühne dieser Inszenierung steht nämlich nicht nur der Roboter, sondern auch der unfreiwillige Proband. Die Feststellung der psychologischen Effekte der Konfrontation ist das Ziel der Experimentsituation. Die Inszenierung im „Büro“ ist eigentlich eine Inszenierung im Labor, die sonst mit Aufzeichnungsgeräten festgehalten wird. Das „Büro“ ist eine Art Geisterbahn, die die Besucher absichtlich täuschen soll. Eine Gesprächspartnerin am Universitätsstandort erwähnte später, dass diese Eigenschaft des Raums auch in anderer Absicht genutzt wird: Neues Reinigungspersonal wird im Rah-

men einer informellen Initiation von den Kollegen zum Putzen in das Büro mit dem Roboter geschickt. Die Anderen warten dann vor der Tür auf den Schrei der Neulinge.

Auch nach dem Blick hinter die Kulissen und dem Hinweis auf die ausgeschalteten Mikrofone bleibt der Beobachter ein Proband, dem der Platz gegenüber dem Roboter zugewiesen wird. Das Machtgefälle der Inszenierung wird aufrechterhalten. Der Professor ist zwar nun als Experimentator bekannt, bleibt aber weiterhin der kontrollierende Vorführer. Der weitere Verlauf wird nicht expliziert, was sich am Aufklappen des Laptops zeigt. Die Normalisierung als nützliches Verhalten entpuppt sich als Trugschluss; es dient dem Ansteuern der Robotertermimik, einer Verfeinerung des Experimentaufbaus.

Am Verlauf dieses Interviewversuchs zeigt sich das Selbstverständnis des Professors als empirischer Sozialwissenschaftler. Das von ihm gezeigte Verhalten lässt sich als eine Mischung aus Vorführen, Dozieren, Beweisen und Analysieren von Mensch-Roboter-Interaktion verstehen. Das mystifizierende Moment des Falls liegt nicht nur in der subjektiv erlebten Unheimlichkeit der Effekte, sondern in der Verschleierung der Herstellung des epistemischen Objekts durch die experimentelle Praxis.

Der Zweck dieses Roboters ist es, die durch ihn erwirkten Effekte zu testen. Die Irritation der mystifizierenden Vorführung ist das Ziel der Unternehmung. Diese Experimentalanordnung gleicht einem Perpetuum mobile: Sie bringt ihr eigenes Erkenntnisobjekt hervor, indem es dieses testet – und sie testet ihr Erkenntnisobjekt, indem sie es hervorbringt. Die diskursive Begründung dieser Forschung über die Figur der Anwendbarkeit und Relevanz in der Zukunft ist eine selbsterfüllende Prophezeiung. Der Professor hat sich in dem Doppelgänger-Roboter nicht nur ein Ebenbild geschaffen, sondern auch seinen Untersuchungsgegenstand und Experimental-Instrument in einem.

Die Charakterisierung der Inszenierung als Mystifizierung wird insbesondere vor dem Hintergrund der Fähigkeiten des Roboters deutlich: Außer seiner Silikonhaut, die dem Gesicht des Professors täuschend ähnlich nachgebildet ist, besitzt er Servomotoren im Hals und Kopf, die die Neigung des Kopfs und Gesichtsbewegungen beeinflussen. Er besitzt keine Autonomie und wird jederzeit von einem Menschen via Laptop gesteuert. Soll er Verhalten (wie eine Dialogsituation mit seinem menschlichen Ebenbild für Vortragszwecke) vorführen, so muss dieses einstudiert und die Sprachsequenzen vorprodu-

ziert werden (Feldtagebuch 29.10.2013). Seine Belebung erfordert dieselbe Vorbereitung und inszenatorische Qualität wie die eines Zaubertricks.

3. *Visualisieren und Zirkulieren*

Roboter und Robotervorfürungen sind ausgesprochen telegen. Dementsprechend viele Bewegtbild-Zeugnisse von Robotik- und auch Sozialrobotikforschung finden sich im Internet. Die Breite an medialen Repräsentationen von Robotern – Print-Berichterstattung, Fotografien, TV-Berichte, Interviews, Social-Media-Aktivitäten – wird seit einigen Jahren von einer medialen Gattung ergänzt, die die Forschenden selbst produzieren oder produzieren lassen: Demo-Videos ihrer Maschinen.

Das Verhalten der Roboter wird dabei zumeist in einem „scripted scenario“ präsentiert, in dem ein menschlicher Demonstrator oder Erzähler die Maschine kommentiert. Diese Präsentationen dienen der Darstellung der Umsetzbarkeit einer technischen Lösung oder des fehlerfreien Betriebs eines Prototyps (Rosenthal 2005: 346). Solche Videos sind in der Robotik omnipräsent: Sie finden sich auf den Websites der Forschenden, sind Teil von Vorträgen auf Konferenzen, werden als Standbilder oder zusätzliches Material Teil der Veröffentlichungen, zirkulieren auf YouTube und in Tech-Blogs sowie in den Mail-Eingängen der Forschenden. Diese Beliebtheit hat einen wachsenden Korpus von Forschungsliteratur zur Rolle dieser Videos inspiriert (Rosenthal 2005; Suchman 2007, 2011, 2014; Wintherreik et al. 2008; Both 2015; Bischof & Both 2015). Im Rückgriff auf diesen sollen die grundlegenden epistemischen Funktionen von Demo-Videos dargestellt werden. Anschließend wird die Rolle dieser Videos für das Feld selbst gezeigt.

a) Epistemische Eigenschaften von Demo-Videos

Die Beliebtheit von Video-Clips insbesondere robotischen Verhaltens erklärt sich aus deren (vermeintlicher) Unmittelbarkeit. Anstatt ein Verhalten zu umschreiben, kann es durch das Betrachten eines Videoclips nachvollzogen werden. Diese Eigenschaft wirkt nicht nur im Kontakt mit technischen Laien wie Forschungsförderern, Journalisten oder avisierten Nutzergruppen. Sie hilft auch, die Heterogenität des Feldes zu überbrücken.

In diesem Sinne sind Video-Clips klassische „boundary objects“ (Star & Griesemer 1989). Sie sind Gegenstände, die von unterschiedlichen Anspruchsgruppen unterschiedlich repräsentiert und wahrgenommen werden können und gleichzeitig einen Anlass zum gegenseitigen Bezug bieten. Was in einem Video zu sehen ist, ist zu sehen und muss nicht anhand gemeinsamer (und möglicherweise missverständlicher) Begriffe besprochen werden.

Demo-Videos sind mehr als ein Vehikel der Wissenschaftskommunikation. Suchman hat in ihrer Auseinandersetzung mit humanoiden Robotern (z.B. Suchman 2014) den Charakter dieser Videos beschrieben: Indem Clips von Roboterfähigkeiten an übergreifende Narrative anknüpfen und technisch noch nicht mögliches Roboterverhalten simulieren, stimulieren sie ihr Publikum im Hinblick auf das Potential von Robotik:

Like other conventional documentary productions, these representations are framed and narrated in ways that instruct the viewer what to see. Sitting between the documentary film and the genre of the system demonstration or demo, the videos create a record that can be reliably repeated and reviewed in what becomes a form of eternal ethnographic present. These reenactments thereby imply that the capacities they record have an ongoing existence – that they are themselves robust and repeatable and that like any other living creatures Cog and Kismet’s agencies are not only ongoing but also continuing to develop and unfold. (Suchman 2007: 237-238)

In der beständigen Verfügbarkeit und zirkulierenden Verbreitungsform der Videos erkennt sie das Potential, die Narrative der Vorführung in einer fort dauernden „ethnographic presence“ zu entzeitlichen. Ein Video von Kismet, das dessen Funktionsweise mit dem entwicklungspsychologischen Bild der Entwicklung eines Kleinkinds rahmt, transportiert das Bild seiner Agency auch noch im Jahr 2016 – obwohl der Roboter schon seit vielen Jahren nicht mehr interagiert. Während in der Vorführung, die in 3.1 beschrieben wurde, ein Verhalten ‚live‘ gezeigt werden muss, implizieren Videos, dass das gezeigte Verhalten jederzeit und überall funktionieren könnte. Suchman versteht Demo-Videos deswegen als Beweis der Existenz autonomer Roboter, der das Versprechen erreichbarer (und wünschenswerter) Zukünfte in sich trägt (Suchman 2011).

Daran anschließend machen Bischof und Both (Bischof & Both 2015) darauf aufmerksam, dass der Video-Clip, der robotisches Verhalten zeigt, prinzipiell als „entfernter Cousin“ des Latour’schen „theater of proof“ (Latour 1993: 85) verstanden werden kann.

Mit dem Konzept umschreibt Latour Handlungen und Darstellungen, durch die die Objekte einer Wissenschaft als solche sichtbar werden sollen. Eindrückliche Beispiele sind öffentliche Anatomien der frühen Neuzeit (Crawford 1996: 68) oder Pasteurs dramatisierte Experimente zum Nachweis eines epidemischen Erregers, bei denen einige Hühner ihr Leben ließen. In beiden Fällen werden wirkmächtige Inszenierungen vorgenommen, um auf das eigentliche Wissensobjekt, den unsichtbaren Erreger, hinzuweisen.

Diese öffentlichen Darstellungen sind nach Latour typisch für die moderne Form von Objektivität: Das Phänomen als solches soll sichtbar und damit bewiesen werden. Dies erfordert aber auch die richtige Perspektive, die den Blick des Publikums auf den entscheidenden Punkt lenkt. Das physische und das symbolische Setting dieser Beweissituationen sind also entscheidend. Shapin (1988) hat solche Settings bspw. für physikalische Experimente im England des 17. Jahrhunderts untersucht und die klaren Instruktionen der praktischen Herstellung solcher öffentlich nachvollziehbaren Anordnungen herausgearbeitet. Die Zuschauer in einem solchen Beweistheater bekommen das ‚reine‘ Phänomen also mit Hilfe inszenatorischer Praktiken, durch das Herstellen von Kontrasten, vorgeführt. Erst durch diese vereinfachende Form der Darstellung wird das Interessierende wahrnehmbar.

In dieser Tradition lassen sich auch die Demo-Videos in der Robotik beschreiben. Sie führen Roboterverhalten nicht nur vor; sie beschleunigen oder verlangsamen Bildsequenzen, sie schneiden Szenen zusammen, verstärken Wirkungen durch Musik, erklären Funktionen durch Sprechertext und schließen an etablierte Narrative und Charaktere aus Filmen und Science Fiction an. Mit diesen audiovisuellen Inszenierungen übernehmen sie die Funktion des Beweistheaters: Sie kreieren das Setting, vor dem die Funktionsweise der Mensch-Roboter-Interaktion sichtbar werden soll.

Im Hinblick auf die dabei verwendete Rhetorik einer besseren Zukunft sind einige Analysen der symbolischen Settings von Demo-Videos unternommen worden. Suchman (2014) analysiert das Werbevideo für einen sozialen Heimassistenten. Der Clip kulminiert in der Formel „What if technology actually treated you like a human being?“, was Suchman zum Anlass nimmt, die im Video präsentierten „humanisierenden“ Aspekte

(weiße privilegierte Familie) und dehumanisierenden Aspekte der Produktion der Bauteile des Roboters in chinesischen Fabriken zusammen zu lesen. An dem Beispiel zeigt sich, dass die Analysen der inszenatorischen Qualität häufig für das sensibel sind, was in den Videos nicht sichtbar ist bzw. nicht sichtbar gemacht wird.

Winthereik und Kollegen (2008, zit. n. Both 2015) untersuchen solche Videos auf Einschreibungen durch die Technikproduzenten auf mögliche Nutzer. Durch die Untersuchung der „Lebenswelt der Demo“, also der Orte und Anlässe der Vorführung der Videos, stellen sie fest, dass die Videos vor allem als Werkzeug der Anbindung an Diskurse von potentiellen industriellen Kooperationspartnern, Vermarktern, Politikern und Nutzergruppen dienen. In dem von ihnen beobachteten Fall zeichnete sich das symbolische Setting des Videos durch die narrative Konstruktion eines bestimmten Bildes des Gesundheitssystems aus: ein liberales System, in dem jeder Mann und jede Frau selbst dafür verantwortlich ist, sich um seine Gesundheit zu kümmern (ebd.: 128).

b) Demo-Videos als implizite Peer Review

Eine ausführliche Analyse von Demo-Videos ist nicht Teil der vorliegenden Studie, da weder die Vorbereitung noch die Produktion solcher Videos im Feld beobachtet wurden. Entlang der Forschungsfrage des Kapitels nach den epistemischen Praktiken der Sozialrobotik soll jedoch ein in der Literatur zu Demo-Videos bislang unterbeleuchtetes Moment diskutiert werden: Videos, die Roboterverhalten zeigen, werden auch *innerhalb* des Feldes zu einer epistemischen Ressource.

Die zirkulierenden YouTube-Clips werden selbstverständlich auch von Robotikforschenden gesehen. Sieht ein Mitarbeiter ein für das Team potentiell interessantes oder unterhaltendes Video, so versendet er es häufig über die Mailingliste oder postet es in einem sozialen Netzwerk. Manchmal dreht sich der betreffende Mitarbeiter aber auch um und ruft die anwesenden Kollegen im Büro zusammen, um ein Video gemeinsam mit ihnen anzuschauen. So erregte zum Beispiel ein Video über einen Roboterarm, der ihm zugeworfene Gegenstände aus der Luft fängt, eine solche Aufmerksamkeit:

Video dechiffrieren

(Feldtagebuch 18.05.2014)

Der Post-Doc betrachtet auf seinem Bildschirm mehrmals einen YouTube-Clip. Das Video beeindruckt ihn, was sich u.a. an einem erstaunten „Woow!“ zeigt. Er ruft die anderen Anwesenden (zwei Doktoranden und mich), damit wir den Clip auch ansehen. Das Video zeigt einen Roboterarm, der auf einem Tisch in einem Labor montiert ist. In vier unkommentierten Sequenzen werden ihm von einer nicht sichtbaren Person je ein Gegenstand (u.a. eine Wasserflasche und ein Tennisschläger) zugeworfen, den der Roboterarm jeweils fängt. Nach jedem Wurf wird eine Zeitlupe des Fangens eingeblendet.

Die vier Forschenden betrachten das 40 Sekunden lange Video immer wieder von neuem, um herauszufinden, wie das gezeigte Verhalten erzeugt wurde. Dabei entdecken sie u.a., dass die Gegenstände mit kleinen Styropor-Kugeln markiert sind. Diese Marker sind die Orientierungspunkte für ein Motion Capture-System zur Verfolgung der Bewegungen der Gegenstände. Mit dieser Entdeckung ebbt die ursprüngliche aufgeregte Begeisterung spürbar ab. Der Post-Doc spielt das Video noch einmal ab und sagt: „It’s still cool.“

In der Praxis des gemeinsamen Anschauens des Clips reproduziert sich zunächst die Faszination für das robotische Verhalten aus der rhetorischen Absicht des Videos. Dieses richtet sich offenbar ohnehin an Wissende, da es bis auf wenige Texttafeln auf eine Kommentierung des gezeigten Verhaltens und eine narrative Einbettung verzichtet. Das gezeigte Verhalten ist vor allen dann faszinierend, wenn man weiß, wie schwer es überhaupt ist, mit einem robotischen Arm stehende Gegenstände adäquat zu greifen – geschweige denn aus der Luft zu fangen.

Im zweiten Schritt wird das Video auf kritische Zeichen der Inszenierung untersucht. Dadurch wurden die experimentellen Bedingungen des Trackings der Gegenstände entdeckt, womit der Reiz des gemeinsamen Anschauens nachließ. Die Inszenierung des inspirierenden Verhaltens war dechiffriert. In seinem abschließenden Kommentar verweist Post_m_USb darauf, dass das gezeigte Verhalten auch mit diesem Wissen noch beeindruckend wirkt.⁹² Der Video-Clip von anderen Robotikforschenden wird also sowohl in seiner inszenierten Wirkung, als auch als Instrument, das diese Wirkung hervorruft, betrachtet und für gut befunden.

⁹² Der Kommentar könnte in einer anderen Lesart nach der Dechiffrierung über das Video hinaus auch die Umstände der Hervorbringung des Verhaltens als (trotz der Aufdeckung) „immer noch cool“ bezeichnen.

An dem Nachvollzug der Bedingungen des gezeigten Verhaltens zeichnet sich zudem eine Funktion ab, die Roboter-Videos für Forschende immer häufiger einnehmen: Sie werden trotz ihrer Inszeniertheit Anzeiger der wissenschaftlichen und ingenieurtechnischen Güte der Arbeit an Robotern. Das zeigt sich auch an der Episode der Gast-Präsentation eines mittlerweile berühmten Robotikforschers an der Universität, an der er einst seine Dissertation abgelegt hatte. Während seiner etwa 40-minütigen Präsentation führte er um die 20 Videos von Roboterverhalten vor.

Video-Vortrag

(Feldtagebuch 16.04.2014)

Der Referent beginnt seine Ausführungen mit einem Video eines offenbar relativ frühen Prototyps, der am Erklimmen eines flachen Sandhügels scheitert. Die Bewegungen des Roboters wirken ungeschickt und unbeholfen. Gelächter im Publikum.

In der Folge kommt der Vortragende immer wieder auf Videos seiner Roboter zurück, um Argumente zu unterstreichen. Dabei nimmt er nicht notwendigerweise explizit Bezug auf das Video. Manche laufen einfach im Hintergrund ab. Die Wirkung einiger Videos (Erstaunen, Erheitern) ist offenbar wohl kalkuliert, zumindest reagiert das Publikum jeweils deutlich hörbar. Die meisten zeigen das Verhalten von Robotern bei der Konfrontation mit bestimmten Aufgaben. Ich erkenne einige der Videos wieder, die via YouTube über die Robotik hinaus bekannt wurden.

Der Vortragende schließt mit einem Video, das eines dieser bekannten Videos persifliert. Ihm unbekannte YouTube-Nutzer, die in grauen Strumpfhosen unter einem Pappkarton stampfend laufen, imitieren dabei einen seiner Roboter. Der Forscher merkt scherzhaft an: „Instead of counting citations, I'm counting video spoofs now.“

Der Vortrag ist ein Extremfall, der eine ganze Bandbreite von Funktionen von Demo-Videos zeigt. Das Hauptmotiv ist das Vorführen des erfolgreichen robotischen Verhaltens, das sich im Erfolg der Videos – die sogar von Laien persifliert werden – widerspiegelt. Die abschließende Anmerkung, in Zukunft Video-Persiflagen statt Zitationen zu zählen, ist zwar scherzhaft, verweist aber auf den veränderten Relevanzhorizont des Forschers. Als Gründer einer erfolgreichen Firma ist der akademische Betrieb für ihn zwar nach wie vor wichtig, aber nicht die relevanteste Währung.

Eine Gruppe von Videos hat vor allem rhetorische und unterhaltende Funktionen, z.B. der am Sandhügel scheiternde Roboter. Ihnen wird teils mit Gelächter, teils mit Mitleid begegnet. Kein Mitleid, sondern Anerkennung erregt dagegen das Video eines kräftigen Tritts gegen einen vierbeinigen Roboter. Dass dieser den Tritt aushält und die Energieeinwirkung in seiner Laufbewegung ausgleicht, gilt als Beweis seiner Robustheit. Dieses Video dient wie viele andere im Vortrag als Beweis der Funktionalität der Roboter.

Obwohl die meisten Anwesenden im Raum die Videos kennen dürften, reagieren sie mit anerkennenden Lauten und sogar Beifall. Diese anerkennenden Gesten begründen sich in der den Video-Clips zugemessenen Leistungen: Sie sind nicht nur die Bestätigung der Fähigkeiten der Roboter, sondern auch ihres Konstrukteurs.

Gegen Ende des Vortrags thematisiert der Forscher an einem Video eines vermeintlich scheiternden Roboters die Wichtigkeit der Videodokumentation von Tests: Zunächst ist ein Lasten tragender Roboter zu sehen, der beim Aufstieg auf einen Berg am Geröll abrutscht und sich beim anschließenden Sturz mehrfach überschlägt. Nach kurzem Liegen richtet sich der Roboter aber selbständig wieder auf und geht den Abhang erneut hinauf. Der Forscher kommentiert das mit dem Hinweis, dass er seinen Kameramännern wegen solcher Szenen immer sage, dass sie nie aufhören sollen zu filmen. Mit diesem Hinweis macht er einen Teil des Hinterbühnen-Wissens zur Inszenierung der Videos als Rat an die Kollegen gewissermaßen fachöffentlich und unterstreicht damit auch noch einmal den hohen Grad an Professionalität in der Produktion seiner Videos.

Both (2015) nennt dieses Phänomen „youtubization“ von Forschung. Zu diesem Konzept gehört nicht nur der Prozess der Inszenierung eines Roboterverhaltens für ein Video, sondern auch ein spezifisches Ausdrucksverhalten der eigenen Forscheridentität entlang den ästhetischen Konventionen von Videoclips (ebd.: 26). Schon in der Hinwendung zur Plattform YouTube drückt sich beispielsweise eine Darstellungsabsicht gegenüber nicht-akademischen Öffentlichkeiten aus. Auch in der Auswahl der gezeigten Szenen – im Beispiel „Video-Vortrag“ teils martialische Tauglichkeitsbeweise – werden die Selbstverortung der Forschungsgruppe und der angestrebte Nutzen der Geräte sichtbar. Im Fall des vortragenden Forschers ist ein avisiertes Abnehmer, mit dem auch schon für Feldtests kollaboriert wird, das US-Militär. Die Inszenierung der Roboter als unverwundlich und robust entspricht diesem Verwendungszweck.

Demo-Videos sind also auch Ausdruck der Identität der Forschenden, was aber nicht bedeutet, dass sie sich selbst oder die Praktiken ihrer Forschung in den Videos thematisieren. Stattdessen konzentriert sich die Inszenierung ganz auf die Leistungsfähigkeit der Maschinen. Das lässt sich als gelungene Repräsentation des ursprünglichen Ziels der neuen Robotik, alltagstaugliche Maschinen zu bauen, deuten. Die Videos und ihre Inszenierungen zielen darauf, einen unmittelbaren, beinahe greifbaren Beweis für die

Tüchtigkeit der Roboter zu liefern. Im Vergleich zu den laboratisierenden Praktiken lässt sich das als Gegengewicht und Erklärung für die Beliebtheit und Verbreitung der Videos auch innerhalb des Feldes verstehen.

4. *Zwischenfazit: Inszenierung als Unsichtbarmachung*

Wir haben gesehen, dass die Inszenierungen von Roboterverhalten in Demonstrationen, Demo-Videos oder experimentellen Anordnungen eine spezifische Form der Expertise im Feld darstellt. Die Inszenierung des Maschinenverhaltens ist Teil der Sozialrobotik. Die damit verbundenen Praktiken zielen in mehrfacher Hinsicht auf eine ‚Belebung‘ der Maschinen. In öffentlichen Vorführungen sollen sie unterhalten und begeistern, in Demo-Videos den Beweis für ihre Tauglichkeit erbringen. Der inszenatorische Charakter der damit verbundenen Praktiken besteht vor allem darin, dass die Herstellung ihrer Belebung unsichtbar gemacht, verborgen wird – worin die „Bezauberung“ (Gell 1998) der Roboter besteht. Suchman (2007: 243ff.) vergleicht die inszenierenden Praktiken der Sozialrobotik mit Schilderungen aus ethnographischer Literatur zur Mystifizierung von Fetischfiguren, die ähnlich wie die Clan-Totems bei Durkheim (Durkheim 1984) durch Inszenierungen mit hoher symbolischer Bedeutung aufgeladen werden. Suchmans Schlussfolgerung (2007: 257-258) adaptierend lässt sich sagen, dass die Inszenierung der Roboter eben die Eigenschaften herstellt, die die Maschinen selbst nicht generieren können: soziale Situiertheit, symbolische Eingebundenheit, Subjektivität und Historizität.

Ein beliebtes Mittel, um an diese Dimensionen sozialer Verortung anzuknüpfen, ist die Verwendung von Narrativen und Charakteren aus kulturell geteilten Wissensvorräten wie Science-Fiction-Filmen (vgl. IV.1). Die Inszenierung solcherart inspirierter Mensch-Roboter-Interaktion schreibt auch das Versprechen der Robotik fort, an der Realisierung der imaginierten Zukünfte mitzuwirken. Die Inszenierungen der Sozialrobotik stimulieren ihr Publikum für dieses Potential. Durch die medialen Eigenschaften von YouTube-Clips, wie ihre typische Länge und ihre Zirkulierbarkeit, nähren die Demo-Videos dieses alte Versprechen in einer den aktuellen Kommunikationsformen adäquaten Weise.

Die Inszenierungen insbesondere in Demo-Videos korrespondieren nicht zwangsläufig mit den epistemischen Interessen der Forschenden. Both berichtet beispielsweise von Bedenken der von ihm beobachteten Gruppe, für das inszenierte Verhalten wissenschaftlich in Misskredit zu geraten (2015: 25). Letztlich setzen sich aber die Darstellungsmöglichkeiten und -absichten dieses Formats durch. Die weite Verbreitung der Demo-Videos zeigt, dass die Produktion eines Videos, in dem Roboterfähigkeiten gezeigt werden, für Forschungsgruppen mittlerweile normal ist. Dazu gehört auch das Wissen darüber, wie der Blick des Betrachters durch technische, filmische und symbolische Mittel gelenkt werden kann. Der Aufwand rechtfertigt sich deshalb, weil die Videos nicht nur als Brücke zu Anspruchsgruppen im Feld dienen; die Videos gelten innerhalb der Robotik auch als Bestätigung der Fähigkeiten der Konstrukteure. Sie sind damit eine Form der Mediatisierung von Wissenschaft, die sich mit bestehenden wissenschaftlichen Praktiken (wie etwa dem peer review) amalgamiert und gleichzeitig eine Anpassung an bestimmte (massen-)mediale Darstellungslogiken bedeutet (Schulz 2004, Schäfer 2014).

Im Fall „Doppelgänger“ besteht in der Inszenierung sogar eine Erweiterung und Ermöglichung der wissenschaftlichen Fähigkeiten der Sozialrobotik: Der Zweck der dargestellten Versuchsanordnung ist es, die durch sie erwirkten Effekte zu testen. Die Mystifizierung des scheinbar lebensechten Roboters besteht nicht nur in seiner konkreten Inszenierung, sondern auch im rekursiven Verhältnis dieser Forschung zu ihren Gegenständen. Sie bringt ihr eigenes Erkenntnisobjekt hervor, indem sie dieses testet – und sie testet ihr Erkenntnisobjekt, indem sie es hervorbringt. In diesem Fall wurde die ermöglichende (und begrenzende) Leistung der epistemischen Praktiken der Inszenierung besonders deutlich.

Inszenierungen werden auch auf anderen Wegen epistemisch wirksam. So kann eine inszenierte Vorführung neue epistemische Objekte erzeugen. Erkenntnisse und Reaktionen aus den Vorführungen fließen in die Entwicklung ein. Rosenthal berichtet das sogar über die Vorführung von Demo-Videos: Die Reaktionen auf diese dienen den Forschenden zur (Anpassung der) diskursiven Einfassung der Vorführung und helfen, zukünftige Handlungen zu koordinieren (2005: 348). Inszenierungen markieren oft den

Übergang von Entwicklungszielen in öffentliche Sphären. Die STS-Forschung hat darauf aufmerksam gemacht, dass dieser Prozess nicht erst am Ende eines abgeschlossenen Entwicklungsprozesses steht, sondern bereits währenddessen eine Aushandlung darüber darstellt, welche Potentiale eine Technologie hat und wo sie für welche Zwecke transformativ eingesetzt werden kann (Wintherreik 2008: 118; Latour & Weibel 2005).

Viele Forschende im Feld sind sich durchaus bewusst, dass sie mit der Entwicklung ihrer Maschinen zu einer sich verändernden Erfahrung von Sozialität beitragen (Dautenhahn 1998; Turkle 2012). Geschieht das öffentlich, dann aber zumeist in Form der Inszenierung der Maschinen und ihrer Fähigkeiten. Zum Wesen dieser Inszenierungen gehört es, dass ihre Bedingungen nicht-öffentlich bleiben. Nur wenige Forscher, z.B. Prof_m_USa, verlassen die Hinterbühne und treten mit potentiellen Nutzern in einen Diskurs darüber ein, wie diese transformativen Potentiale der Entwicklung genutzt werden sollen und können. Das reflektiert die Tatsache, dass die ‚Gegenstände‘ der Sozialrobotik soziale Subjekte sind, nur unzureichend.

4. Fazit – Wechselspiele des Erzeugens und Beobachtens

Das Zusammenspiel aus epistemischen Objekten, Instrumenten und Praktiken nennt Rheinberger „Experimentalsystem“ (2001: 22). Gedacht sind diese als konkrete Versuchsanordnungen, als „die kleinsten vollständigen Arbeitseinheiten der Forschung“ (ebd.). Hier sollen sie etwas weiter gedacht werden. Ausgangspunkt dafür ist die zentrale Eigenschaft der Experimentalsysteme, ein „Sammelsurium ausgeklügelter Wechselspiele“ zwischen den epistemischen und den technischen Objekten zu sein (Lettkemann 2014: 65). Die dargestellten Ergebnisse haben gezeigt, dass diese Wechselwirkungen in der Sozialrobotik drei typische Formen annehmen. Diese Formen beinhalten konkrete Experimentalsysteme, sind aber umfassender, da sie die *Bezugnahmen der Praktiken auf ihre Erkenntnisobjekte* typisieren. Sie beschreiben nicht die einzelnen Versuchsanordnungen, sondern die Charakteristik der „Wechselspiele“, die zwischen ihnen und ihren epistemischen Objekten – der Mensch-Roboter-Interaktionen und den angestrebten Nutzungssituationen – vonstattengehen.

	Laborisierung	alltagsförmig	Inszenierung
Orte	translokal	lokal	translokal
beobachtete Prozesse	erzeugt	selbstperformant	erzeugt
soziale Situiertheit	isoliert	integriert	erzeugt
Epistemische Akteure	sozio-technische Aufzeichnungssysteme	Alltagsmenschen	„belebte“ Roboter
Zeichensysteme	formalisiert	idiosynkratisch	kulturell geteilt
Selbstverständnis Forscher	passiv	aktiv	expressiv

Tabelle 3 - Übersicht epistemische Praktiken

Die drei Gruppen epistemischer Praktiken – Laborisierung, alltagsförmige Heuristiken sowie Inszenierung – vermitteln je auf spezifische Art und Weise zwischen den epistemischen Objekten und den technischen Objekten. In ihrer Wirksamkeit in der forschenden Praxis und im Entwicklungsprozess dürfen sie allerdings nicht als losgelöst und einzeln wirksam gedacht werden. Vielmehr sind diese epistemischen Praktiken in allen vorgeführten Zieltypiken und Projekten beobachtbar. Wir haben an den Fällen gesehen, dass Forschende beispielsweise alltagsweltliche Ressourcen nutzen, um ihre Laborexpe-

perimente zum Funktionieren zu bringen. Die Inszenierung eines Roboterhaltens für eine Demonstration kann außerdem zur Hypothese des nächsten Experiments werden. Uneindeutige Daten einer Laboratisierung werden wiederum auf Basis alltagsförmiger Beobachtungen interpretiert und bewertet.

Anhand dieser Übergänge deutet sich an, dass die Zuschreibung der Eigenschaften „epistemisches“ und „technisches Objekt“ temporär und vom jeweiligen Kontext abhängig ist. Die robotische Plattform ist zuweilen ein Instrument der Provokation beobachtbaren Verhaltens, das erst dadurch zum epistemischen Objekt werden kann. In anderen Konstellationen ist das Verhältnis zwischen epistemischem Objekt und technischem Objekt so standardisiert, dass der epistemische, also erkenntnisfördernde Charakter des Beobachteten fraglich ist. Am Beispiel der Operationalisierung von „Emotion“ im Experimentalsystem FACS wurde das deutlich: Diese Laboratisierung zielte nicht darauf ab, (schöpferische) Kontingenz zu ermöglichen und somit neue Wissensobjekte hervorzubringen. Vielmehr ging es hier um den Beweis für die Tauglichkeit durch die Reduktion von Komplexität und Kontingenz. Erst mit Blick auf die alltagsweltlichen epistemischen Praktiken der Sozialrobotik wurde deutlich, dass Mensch-Roboter-Interaktion als komplexes, eigengesetzliches Phänomen Teil des Forschungs- und Entwicklungsprozesses wird. Erst hier ließen sich Öffnungen und Ambiguitäten im Verhältnis zwischen Erkenntnisobjekten und Instrumenten erkennen.

Dieser Unterschied zum wissenschaftshistorischen Konzept Rheinbergers ergibt sich aus den unterschiedlichen Zielen der beobachteten Forschungsfelder: Die schöpferische Komponente des Experiments bei Rheinbergers Molekularbiologen ergibt sich aus der Rolle der (experimentellen) Innovation für dieses Feld. Mit Ausnahme einiger Projekte der Zieltypik „Erforschen“ ist das paradigmatische Ziel der Sozialrobotik dagegen ein ingenieurhaftes „passend machen“ und „zum Funktionieren bringen“ anstelle der Generierung neuer Wissensobjekte. Die Entwicklung der Roboter ist zunächst oft Selbstzweck; die resultierenden Maschinen sind eher epistemische Bedingung denn epistemisches Objekt (vgl. II.1). Die Bewegung zwischen Wissen und Nichtwissen verläuft damit in der Sozialrobotik anders als in naturwissenschaftlichen Disziplinen. Sie misst sich am Faktor des Gelingens einer bereits imaginierten und als nützlich bestimmten Mensch-Roboter-Interaktion statt an der Hervorbringung des Unvorhergesehenen. Das

zu Entdeckende ist die Passung, die Gangbarmachung der Maschinen in der sozialen Interaktion. Um die Grenze zwischen Wissen und Nichtwissen in dieser Frage zu verschieben, werden (auch) andere epistemische Ressourcen genutzt als das Experimentalsystem des Laborexperiments.

Dass dabei Alltagswissen zur epistemischen Ressource wird, kann eigentlich nicht überraschen. Beobachtungen erster Ordnung, implizites Wissen und interaktionale Expertise sind Techniken, mit denen sich Menschen in Alltagswelten zurechtfinden. Auf sie zurückzugreifen, um in eben jenen Alltagswelten eine Passung der eingesetzten Maschinen zu erzielen, ist naheliegend und vielversprechend. Die Beschreibung der alltagsweltlichen epistemischen Praktiken entspricht auch der typisch forscherschen Praxis des tastenden, bastelnden Arbeitens – der Bricolage, wie Rheinberger sie auch nennt. Allerdings sind die alltagsförmigen Experimentalsysteme nicht dokumentiert und nicht methodisch reflektiert, was Gefahren birgt (s.u.).

Auch die Vorstellung vom Roboter als Universalwerkzeug (vgl. IV) wird Teil der Experimentalsysteme der Sozialrobotik. Demo-Videos und andere Inszenierungen knüpfen an die Vorstellung des tüchtigen Roboters an und formen die Erwartungen und Erwartungserwartungen von Probanden, potentiellen Nutzern und Kollaborationspartnern. Damit sind sie auch epistemische Praktiken, weil sie ihre Erkenntnisobjekte nicht folgenlos imaginieren. Sie beeinflussen Nutzungssituationen und Nutzerinnen nicht nur durch die persuasiven Strategien der Gestaltung der Clips, sondern teilweise auch ganz manifest, wie am Beispiel „umgekehrtes Interview“ deutlich wurde. Die Sozialrobotikforschung schafft die Bedingungen, unter denen Mensch-Roboter-Interaktion denkbar und messbar wird, nicht unwesentlich durch Praktiken der Inszenierung.

Diese beiden Gruppen epistemischer Praktiken, die in der Regel nicht Teil dessen sind, was als Forschung berichtet und verstanden wird, sind funktional für die Forschung als Praxis, gleichzeitig aber nicht unproblematisch. Alltagsweltliche epistemische Praktiken erster Ordnung beobachten nicht ihr Beobachten. Sie können nicht erkennen, unter welchen Bedingungen es stattfindet, und damit auch blinde Flecken nicht erahnen. Die Herstellung und Fortführung von Versprechen der Nützlichkeit durch Inszenierungen dienen nicht zuerst der Passung der Mensch-Roboter-Interaktion, sondern dem Ermögli-

chen und Fortbestehen der Forschungspraxis als solcher. Beide Gruppen von Praktiken führen zu normativen Homologien und reproduzieren eine machtförmige Beziehung zu Nutzerinnen und Nutzern als Behandelte. Diese Folge gründet nicht in den epistemischen Praktiken an sich, sondern in den Bedingungen ihrer Umsetzung. Ein partizipativer Designprozess, wie wir ihn am Beispiel „Roboter-Bausatz“ gesehen haben (V.4.4), basiert ganz wesentlich auf alltagsförmigen epistemischen Praktiken.

Umgekehrt bergen auch laboratisierende Zugriffe dysfunktionale Potentiale im Hinblick auf das Ziel der Passung der Maschinen. Das drückt sich unter anderem an der – gemessen an ihren eigenen Gütekriterien – oft nicht reliablen Anwendung standardisierter Methoden im Feld. So lassen sich wiederkehrende Nachlässigkeiten in der Auswahl, Akquise und Anzahl von Probanden sowie in der Korrektheit der Durchführung von Experimenten beobachten. Zudem werden Fragebögen oder Fragebogen-Items häufig unter Missachtung interner Validität verwendet oder ihre Maße falsch interpretiert (z.B. Feldtagebuch 28.08.2013). Auch der Umgang mit statistischer Analyse geschieht zuweilen wenig adäquat. So ließen sich z.B. Mittelwertvergleiche ohne Signifikanztest als berichtete Ergebnisse beobachten (Feldtagebuch 07.05.2014). Solche Dysfunktionalitäten sind eine Wirkung des Legitimationszwangs der Roboterforschung als „nützlich“ und der epistemischen Bedingungen projektförmiger Forschung: Die Erhebungen dienen nicht primär der Annäherung an eine bessere Passung der Maschinen für den Einsatz in sozialen Kontexten, sondern dem Nachweis ihres Funktionierens.

Erst in ihrem Zusammenspiel werden die drei Gruppen von epistemischen Praktiken im Rheinberger'schen Sinne epistemisch schöpferisch wirksam. Sie wechseln sich in ihren unterschiedlichen Fähigkeiten, soziale Komplexität und Kontingenz zu kompensieren, gewissermaßen ab. Dabei lassen sich zwei Pole der Wirkung der typisierten Wechselspiele von epistemischen und technischen Objekten identifizieren, die die Problemstellung der Sozialrobotik bearbeiten: Der vorübergehende Ausschluss von sowie das Streben nach Komplexität und Kontingenz (vgl. VII.2).

VII. Fazit

Das Ziel dieser Studie war die Rekonstruktion der epistemischen und technisierenden Logiken der Sozialrobotik. Diese wurde dabei als Gegenstandsbereich besonderer Relevanz für die Frage der Vermittlung zwischen „technischer Eigenlogik“ und „sozialer Dynamik“ in sozialer Technik identifiziert (Weymann & Sackmann 1994: 14). Die Forschenden in diesem Feld müssen nicht nur ihre komplizierten Maschinen zum Funktionieren bringen, sondern auch mit den Kontingenzen und Komplexitäten lebensweltlicher Zusammenhänge der Anwendung umgehen. Diese Problemstellung ist schon bei der Entwicklung von eher starrer „Sachtechnik“ des Sozialen, wie z.B. beim tayloristischen Schreibtisch,⁹³ komplex. Durch die konzeptionelle Hinwendung zum Sozialen in soziotechnischen Systemen wie Sozialrobotern spitzt sie sich jedoch noch zu (Rammert 1989: 164-165). Die alltagsweltlichen Gegenstände und Prozesse dieser Unternehmung sind in spezifischer Weise komplex und dadurch schwerer zu technisieren.

Die Praktiken der Forschenden der Sozialrobotik, ihre spezifischen Bedingungen und Strategien sollen in einem ersten Schritt der Beantwortung der Frage zusammengefasst dargestellt werden, wobei auf die Heuristik der handlungstheoretischen Analyse der Phänomenstruktur aus der Grounded Theory zurückgegriffen wird (1.). Der Entwicklungsprozess als solcher und die ihn kennzeichnenden Praktiken lassen sich demnach als Pendelbewegung zwischen Komplexitätsreduktion und Komplexitätserweiterung theoretisieren (2.). Die beschriebene Problemstellung ist auch anderen Forschungs- und Entwicklungsbereichen ähnlich. Anhand eines Beispiels aus der HCI-Forschung soll abschließend ein methodologischer Vorschlag unterbreitet werden, wie der Entwicklungsprozess der Sozialrobotik methodisch besser abgebildet werden könnte (3.).

1. Phänomenstruktur der Sozialrobotik

Der Gegenstandsbereich Sozialrobotik ist in dieser Untersuchung vor allem als spezifische Problemstellung betrachtet worden, was die Frage nach den daraus resultierenden

⁹³ Der „tayloristische Schreibtisch“ ist ein rationalisierter Entwurf für einen Schreibtisch, dessen Arbeitsfläche und Schubladen zentimetergenau auf konkrete Aufgaben der Buchführung ausgerichtet ist. Er besteht z.B. aus Ablagen für Rechnungseingänge und -ausgänge (Schmidt 2007; Rolf 2013: 57).

Strategien ihrer Bearbeitung aufwarf. Die Ergebnisse der rekonstruktiven Analyse sollen daher im Hinblick auf dieses Problemlösungshandeln dargestellt werden. Ein Vorbild dafür ist das Kodierparadigma der Grounded Theory (Strauss & Corbin 1996: 78ff). Es fasst Daten zum beobachteten Phänomen nicht einfach zusammen, sondern ordnet sie entlang verschiedener Dimensionen des zu Erklärenden. Für die Darstellung der Ergebnisse soll diese Heuristik deshalb auf das Untersuchungsinteresse der Studie übertragen werden. Im Zentrum steht dann nicht, wie in der Anlage dieses methodischen Mittels, ein einzelner Fall, sondern das Erkenntnisinteresse, wie sich die Sozialrobotik ihren sozialen Phänomenen nähert. Diese Übertragung ist methodologisch möglich, da die Grounded Theory auf die Erklärung von Verhaltensmustern zielt, die „für die Beteiligten relevant und problematisch“ sind (Strauss 1998: 65). Anders als in biografischen Fragestellungen (z.B. Tiefel 2005), wo Bedingungen von Ereignissen aus der Nacherzählung unter Umständen nicht zu rekonstruieren sind, entspricht die handlungstheoretische Fundierung des Kodierparadigmas der Operationalisierung als Problemlösungshandeln der Forschenden.

Dem Vorschlag von Strauss und Corbin sowie der Darstellung von Strübing (2013: 120) folgend wird das zu erklärende Phänomen im Folgenden entlang seiner Ursachen, Kontexte, intervenierenden Variablen, resultierenden Strategien und Konsequenzen erklärt.

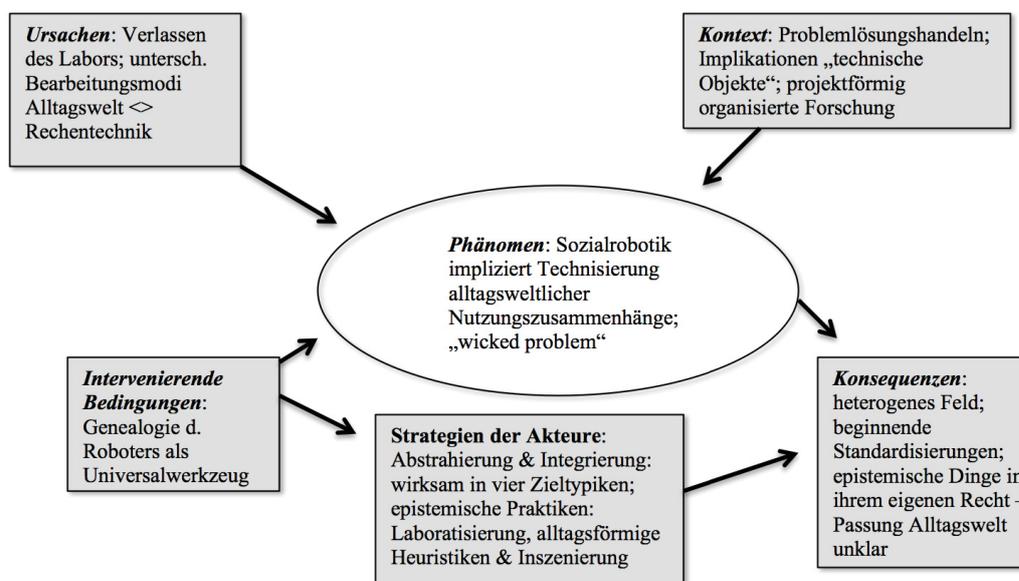


Abbildung 5 – Phänomenstruktur der Sozialrobotik

Phänomen: Was ist das Problem?

Alltagswelten bergen für Roboter nicht nur physische Gefahren des Nicht-Funktionierens. Mensch-Roboter-Interaktionen sind zudem abhängig von Interpretationen der involvierten Personen, die schlecht vorhersagbar sind und sich durch die Einnahme unterschiedlicher Beobachterpositionen zudem verändern. Außerdem zeigt sich, dass auf den ersten Blick sehr unterschiedliche Phänomenbereiche, wie der Flur einer Geburtenstation und der Flur der Onkologie, unterschiedliche Formen adäquaten Roboterhaltens nahe legen (Mutlu & Forlizzi 2008). Diese spezifische Komplexität der Alltagswelt – im Gegensatz zu idealisierten Sinnprovinzen wie Wissenschaft (Schütz 1971: 267ff.) – ist die Kernherausforderung der Sozialrobotik (Meister 2014). Das Problem besteht dabei vor allem im Zwang, die Komplexität sozialer Situationen für die Bearbeitung durch Computer zugänglich zu machen. Das kann als spezifische Form der *Komplexitätsreduktion* verstanden werden: Sie erfordert die numerisch operationalisierbare Diskretisierung des zu bearbeitenden Problems, seiner Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge und des angestrebten Lösungswegs (vgl. II.2). Die Herausforderung besteht also darin, schwer zu standardisierende Phänomene standardisierend einzufassen. Rittel hat diese Form der Bearbeitung von „wicked problems“ im Hinblick auf ihr Lösungspotential kritisiert (Rittel & Webber 1973: 160). Für die Forschenden selbst stellt sich diese Frontstellung als Herausforderung dar, die Maschinen (bzw. die wissenschaftliche Erarbeitung von Lösungsvorschlägen für diese) *zum Funktionieren zu bringen*. Das paradigmatische Ziel der Sozialrobotik ist ein ingenieurhaftes Passendmachen. Die Entwicklungsprozesse der Roboter können demnach als Suche nach und Erfindung von „work arounds“ der grundlegenden Problematik der technischen Darstellbarkeit sozialer Komplexität beschrieben werden.

Ursachen: Was führt dazu?

Auf einer forschungspraktischen Ebene taucht das Phänomen auf, seitdem die Maschinen der Robotik-Forschenden die Labore verlassen sollen bzw. Menschen und Nutzungssituationen zu Bestandteilen der Labore werden. Die Problemstellung der Sozialrobotik basiert auf dem Ziel, „real world problems“ zu lösen. Daraus ergibt sich unweigerlich das Problem, rechentechnische Modellierungen für (Teile der) Interaktion mit Menschen zu finden.

Alltagsweltliches Handeln und die operativen Bedingungen von Rechentechnik kennzeichnet, wie bereits erwähnt, eine Differenz der Erkenntnis- und Vollzugsmodi. Das computerisierende Vorgehen erfordert gegenüber der interpretationsabhängigen Alltagswelt das Herauslösen und Operationalisieren algorithmisierbarer Zusammenhänge, um rechentechnische Lösungswege überhaupt anwenden zu können. Dabei treten vor allem die zahlreichen stillschweigenden Normalisierungen und Komplexitätsreduktionen, die Alltagsmenschen vornehmen, um Alltagshandeln zu ermöglichen, als (unerwartete) Probleme auf. Die sinnhaft ordnungsstiftenden Operationen des Alltagsverhaltens sind derzeit rechentechnisch nicht darstellbar. So entstehen für die Forschenden der Zwang zur Diskretisierung von wirksamen Faktoren sowie die Notwendigkeit, produktiv mit diesem umzugehen.

Kontext: Ausprägungen und Bedingungen

Die Bearbeitung der beschriebenen Frontstellung von technisierender Bearbeitung und alltagsweltlichem Gegenstandsbereich lässt sich als *Problemlösungshandeln* der Forschenden verstehen. Im Vergleich zu bestehenden theoretischen Einordnungen von Forschungshandeln stellt es eine hybride Form aus Forschen, Technisieren und Entwerfen dar. Die damit einhergehenden Praktiken können als Reaktionen auf die Irritationen der technikwissenschaftlichen Routinen durch die Aufgabe der Bearbeitung sozialer Gegenstandsbereiche verstanden werden. Sie zeichnen sich nicht nur durch Komplexitätsreduktionen, sondern auch durch integrierende Momente aus. Dieses Handeln lässt sich grundlegend als ausprobierende Selektion von Wirkzusammenhängen beschreiben. Wie „Tinkering“, Bricolage oder das von der „mangle of practice“ geformte Forschungshandeln entwickelt es sich entlang von Zufällen, Widerständen und Gelegenheiten des Forschungsprozesses.

Die spezifischen Bedingungen dieser Selektionen bestehen einerseits in den Implikationen der Experimentalsysteme, die das Problemlösungshandeln und seine Ergebnisse erfassen (vgl. II.1). Dazu gehören die Selektionskriterien und Theorien der wissenschaftlichen und technischen Instrumente des Problemlösungshandelns. Andererseits bedingt der institutionelle und soziale Rahmen der Forschung ihren Bezug zum Sozialen. Das betrifft insbesondere die projektförmige Organisation und Finanzierung von Forschung. Die Wirksamkeit dieses Faktors ist vor allem durch die hohe Ressourcenintensität der Entwicklung von Sozialrobotik-Prototypen bedingt. Sozialrobotik-Ziele

werden beispielsweise durch Förderprogramme und Ausschreibungen auf „soziale Anwendungsfelder“ hin geformt: Soziale Situationen der Verwendung geraten dabei zunächst extrinsisch motiviert, bildhaft und häufig wenig verbindlich in den Blick. Auch die Vorgaben zur Evaluation der zu entwickelnden Mensch-Roboter-Interaktion bringen Implikationen der Operationalisierung sozialer Faktoren mit sich (vgl. V.1). Durch die Ziele der Sozialrobotik-Projekte werden also bereits wesentliche Selektionen der möglichen Selektionen der Forschenden bedingt.

Intervenierende Bedingungen: Vorbedingungen der Strategien

Zu den generellen Vorbedingungen der Strategien der Forschenden gehört das kulturelle Erbe der Genealogie der Robotik. Im Fall der Sozialrobotik betrifft das vor allem kognitivistische Metatheorien aus der KI-Forschung und der Computer Science. Aber auch schon in die literarischen Ursprünge der Robotik sind Vorstellung von Robotern, ihrer Nützlichkeit und ihrer bevorstehenden Realisierung eingelassen. Die bereits thematisierten ökonomischen und politischen Bedingungen der Robotikforschung stehen in Beziehung dazu: Die derzeit beobachtbare Konjunktur der Förderung von Sozialrobotik speist sich aus dem Nützlichkeitsversprechen, alltagsweltliche Lebensbereiche zu automatisieren. Der Modus der Näherung an das Soziale ist nicht zuletzt durch zwei Kulturen des Problemdefinierens (und -lösens) aus der Computer Science geformt. Diese drei Quellen von Vorbedingungen von Strategien kulminieren im Bild von Robotern als *Universalwerkzeuge*. Das Problemlösungshandeln der Forschenden ist als prospektives Problemlösungsversprechen gerahmt und richtet sich zunächst vor allem an den Fähigkeiten des Werkzeugs und dem universalisierenden Anspruch der Zielstellung aus – und damit in den meisten Fällen nicht zuerst an konkreten Praktiken, Bedürfnissen und Situationen der angestrebten Nutzung. Das manifestiert sich in einer großen Gruppe von Forschungszielen der Sozialrobotik, die nicht nach Lösungen für Probleme in Anwendungsgebieten suchen, sondern vor allem nach der Umsetzung des Lösungswegs „Robotereinsatz“. Das Problemlösungshandeln der Forschenden wird dadurch insofern geformt, als der Entwicklungsprozess dem Einsatz und der Einsetzbarkeit des Werkzeugs an sich dient. Meister hat auf diesen Zusammenhang schon für die Servicerobotik hingewiesen (Meister 2011b: 120); es handelt sich um eine „post-hoc“-Ausrichtung der Forschung (Knorr Cetina 1984: 108). Vorbedingungen, die dagegen einen partizipativen Entwicklungsprozess begünstigen – wie ein Nutzer ermächtigendes Selbstverständnis

der Forschenden –, wurden nur in wenigen Fällen beobachtet oder im Projektverlauf aus pragmatischen Gründen marginalisiert.

Strategien: Wie gehen die Akteure mit dem Phänomen um?

In den Näherungsweisen an das Soziale lassen sich zwei übergreifende Strategien der Forschenden beobachten: die *Abstraktion* konkreter Situationen oder Anwendungsprobleme auf der einen Seite und die *Integration* von Sozialrobotern in konkrete Situationen und Anwendungsfelder auf der anderen (vgl. V.2). Diese Strategien formen Denkprozesse, epistemische Praktiken und Entwicklungsrichtungen in Sozialrobotikprojekten. Die Abstraktion – sowohl von Bedürfnissen im Anwendungsbereich, als auch von konkreten Nutzungssituationen – dient dem Immunisieren und Aufrechterhalten technischer und wissenschaftlicher Konzepte, die mit der Ambivalenz und Kontingenz sozialen Situationen konfrontiert sind. Abstraktion manifestiert sich beispielsweise in der Laboratisierung von Faktoren der Mensch-Roboter-Interaktion (vgl. VI.1). Integration – sowohl von Zielen aus Anwendungsfeldern als auch von konkreten Nutzerinnen und Nutzern – ist die notwendige Gegenbewegung, die die zu entwickelnde Technik und wissenschaftliche Konzepte in der Praxis der angestrebten Verwendung verankert und gangbar macht. Integration lässt sich beispielsweise an nutzerzentrierten Entwicklungsprozessen wie partizipativem Design beobachten. Das Wechselspiel aus beiden Strategien ist kennzeichnend für die Bearbeitung des „wicked problems“ der Sozialrobotik (vgl. VII.2).

Entlang dieser Strategien konnten vier typische Operationalisierungen des Sozialen in Sozialrobotikprojekten verdichtet werden: Die Forschung stellt zum ersten auf standardisiert messbare *Effekte* der Mensch-Roboter-Interaktion ab. Zum zweiten werden anhand typisierter und institutionalisierter Nutzungssituationen in Anwendungsfeldern wie der professionellen Pflege *Szenarien* der Nutzung abgeleitet. Ein Nutzen dieser Szenarien besteht darin, dass sie drittens eine weitere Form der Operationalisierung integrieren: Sie bestehen aus mehreren *Tasks*, d.h. technisch definierten Aufgaben, die Mensch und Roboter in der Nutzung zu erfüllen haben. Zum vierten wird Sozialität in der Sozialrobotik auch als das Herstellen von *Beziehungen* zwischen Anspruchsgruppen und Forschenden verstanden, um Mensch-Roboter-Interaktion in konkrete Alltagswelten integrieren zu können. Diese Bezugsformen können in ein und demselben Projekt zu unter-

schiedlichen Zeitpunkten auftreten. In den meisten Fällen dieser Studie zeigte sich jedoch eine dominante Form der mit der Operationalisierung einhergehenden Form der Bearbeitung.

Im Hinblick auf die epistemischen Praktiken – also die Handlungen, in denen Sozialrobotik Soziales forschend herstellt – ließen sich drei Bezugnahmen typisieren. Diese beschreiben die Charakteristik des forschenden Herstellens und der resultierenden Mensch-Roboter-Interaktionen. Als *Laboratisierung* wurden dabei die Erzeugung und Messung von Effekten der Mensch-Roboter-Interaktion in Laborexperimenten bezeichnet. Diese werden typischerweise in formalisierten Zeichensystemen festgehalten und dienen als wissenschaftliches Ergebnis oder standardisierender Maßstab der translokalen Zirkulation im Feld. Wesentlich impliziter wirken dagegen *alltagsförmige Heuristiken*. Sie zeichnen sich z.B. am epistemischen Wert alltagsweltlicher Erlebnisse oder inkorporierter Expertise der Forschenden im Umgang mit spezifischen Lebenswelten ab. Außerdem zeichnet sich das Feld der Sozialrobotik durch *Inszenierungen* der Maschinen und ihrer Fähigkeiten aus. Die damit verbundenen Praktiken – wie Demonstrationen oder das Herstellen von Videoclips – dienen nicht nur der Öffentlichkeitsarbeit, sondern haben auch epistemischen Charakter: Sie formen die Erwartungen von Nutzerinnen und Nutzern sowie Kooperationspartnern und ermöglichen bestimmte Formen von Mensch-Roboter-Experimenten überhaupt erst (VI.3.)

Die drei Gruppen epistemischer Praktiken vermitteln auf je spezifische Art und Weise zwischen den epistemischen Objekten und den Prozeduren ihrer Herstellung. Dabei wurden vor allem immer wieder Übergänge und wechselseitige Stützungen zwischen Bestrebungen einer szientistischen (oftmals dekontextualisierenden) Behandlung und einer (integrierenden) Ermöglichung der Mensch-Roboter-Interaktion in konkreter Verwendung sichtbar.

Konsequenzen: Worin resultieren die Strategien?

Die beobachteten Strategien im Umgang mit dem Sozialen zeichnen übergreifend das Bild eines sehr heterogenen Feldes, das sich eher durch die Arbeit am ähnlichen Phänomenbereich fassen lässt als durch gemeinsame Begriffe, Theorien oder Strategien. Es zeigt sich sogar, dass zwischen unterschiedlichen Typiken, wie etwa „Bauen“ und „Erforschen“, Konflikte über die Deutung guter Sozialrobotikforschung verlaufen (vgl.

VI.1). Dabei wurde sichtbar, dass epistemische Strategien aus nicht-technikwissenschaftlichen Disziplinen große Verbreitung und Erklärungskraft im Feld besitzen. Gemeinsame Standards oder Metriken werden im Feld diskutiert; wirksame Standardisierungen lassen sich aber erst in Ansätzen beobachten. Dazu zählt z.B. die Verwendung von Open Source-Software zur Integration von Komponentensoftware oder der erste ISO-Standard für Anforderungen an Pflegeroboter (ISO 13482). Deren Wirksamkeit für Modi des Bezugs auf die sozialen Gegenstände ist allerdings noch nicht belegbar – und im Hinblick auf die beobachteten Strategien auch fragwürdig. Diese zeichnen sich eben dadurch aus, dass die Forschenden zwischen wissenschaftlichen und alltagsweltlichen Sinnprovinzen vermittelnd tätig werden müssen. Der Standardisierung ihrer Instrumente und Prozeduren für Laborexperimente stehen verstehende und inszenierende Praktiken im Commonsense-Denken komplementär zur Seite. Wenn diese Form von Forschungshandeln standardisiert werden soll, dann am ehesten im Hinblick auf ihre methodologischen und methodischen Standards, um diese Zweiwertigkeit des Problemlösungshandelns explizit und damit produktiver nutzbar zu machen (vgl. 3).

Der Gegenstandsbereich der vorliegenden Untersuchung ist das *Problemlösungshandeln der Forschenden in der Sozialrobotik*, weshalb eine Extrapolation der Ergebnisse auf die erfolgreiche *Anwendung* von Sozialrobotern methodisch gewagt wäre. Es kann allerdings konstatiert werden, dass die „kunstvoll isolierten und vereinfachten Abläufe“ (Schüttpelz 2013: 44) der Technisierung des Sozialen in der Sozialrobotik in erster Linie für sich selbst funktionieren. Das Handeln in der Sozialrobotikforschung misst sich zunächst an seinen limitierenden Faktoren: dem technischen Funktionieren der Maschinen in Alltagswelten und der Akquise von Forschungsressourcen. Die Nutzung von Sozialrobotern stellt demgegenüber eine Wirklichkeit eigener Ordnung dar, die im Rahmen dieser Studie nicht systematisch erhoben wurde. Die Komplexität und Ambiguität echter Anwendungssituationen ist durch die Technisierung nicht getilgt und erfordert immer weitere Vermittlungen, Interpretationen und Normalisierungen – dann hauptsächlich von den Nutzerinnen und Nutzern.

2. Entwicklung als Komplexitätsspendel

Die drei Gruppen epistemischer Praktiken sind in verschiedener Hinsicht epistemisch schöpferisch wirksam. Laborisierungen machen Mensch-Roboter-Interaktion entlang der für die Technisierung notwendigen Formalisierungen bearbeitbar. Sie lösen aus Mensch-Roboter-Interaktionen bestimmte Zusammenhänge hypothetisch heraus und messen diese isoliert, um Relevanz und Stärke dieser Effekte zu bestimmen. Die dabei hergestellten Beziehungen zwischen Erkenntnisobjekt und Instrumentarium seiner Hervorbringung sind feingliedrig, aber – nicht zuletzt durch die Qualität der Umsetzung – in ihrer Adäquanz und Wirksamkeit für die resultierende Mensch-Roboter-Interaktion nicht näher bestimmbar. Erst mit Blick auf die alltagsförmigen epistemischen Praktiken der Sozialrobotik wurde deutlich, dass Mensch-Roboter-Interaktion im Forschungsprozess auch zu einem Phänomen mit eigener Realität wird. Erst in den alltagsweltlichen Bezügen der Forschenden ließen sich Öffnungen und Ambiguitäten in der Behandlung und Hervorbringung der Erkenntnisobjekte erkennen. Die epistemischen Praktiken der Sozialrobotik ergänzen sich hierbei in ihren unterschiedlichen Fähigkeiten, soziale Komplexität und Kontingenz zu kompensieren. Sie bearbeiten die Problemstellung der Sozialrobotik, indem sie die Komplexität und Kontingenz alltagsweltlicher Situationen zweitweise im Entwicklungsprozess suspendieren oder re-integrieren.

Die Technisierung sozialer Situationen durch angewandte KI-Forschung oder Subdisziplinen der Computer Science ist also nicht nur ein metatheoretisches Problem, als das es oft beschrieben wurde. Zwar herrschen in der Sozialrobotik vor allem kognitivistische Konzepte von Interaktion und Sozialität vor. Alltagssituationen als kontingente, soziale und lokale Praktiken in *echten* Alltagswelten kommen auf anderem Wege aber dennoch in den Blick. Die ungebrochene Prominenz eines positivistischen Wissenschaftsverständnisses führt in der Theorie- und Laborisierungspraxis der Sozialrobotik durchaus zu „mentalistischen Verkürzungen“ der beobachteten alltagsweltlichen Phänomene (Amann 1990: 20). Diese müssen aber schon im Übergang zur testweisen Konfrontation mit alltagsweltlichen Akteuren und Situationen z.B. durch interaktionale Expertise seitens der Forschenden kompensiert werden.

Die Darstellung der epistemischen und organisatorischen Bedingungen des Forschungshandelns sowie seine Konzeption als Technisierung (vgl. II.2) haben gezeigt, dass die Forschenden in der Sozialrobotik auf bestimmte Formen von *Komplexitätsreduktion* angewiesen sind. Um sowohl ihre Forschungsprojekte als auch ihre Maschinen in alltagsweltlichen Anwendungskontexten zum Funktionieren zu bringen, müssen sie aus gegebenen sozialen Situationen Elemente identifizieren, als wirksam erachten und ihre Funktionsweise mit Blick auf die zu erzielende Wirkung fixieren. Solche Formen von Komplexitätsreduktion sind nicht Ausdruck einer sozial unsensiblen Forschungskultur oder gefühlskalter Technikentwicklung. Es handelt sich vielmehr um eine auch in Alltagswelten notwendige Operation zur Herstellung von Anschlussfähigkeit. Kommunizierende sind darauf angewiesen, mittels Typisierungen und Relevanzsetzungen gegenseitiges Verstehen und Handeln überhaupt erst zu ermöglichen (Schütz 2003). Anschlussfähiges Handeln und Kommunizieren wäre sonst nicht nur nicht selbstverständlich, sondern sogar unwahrscheinlich (Luhmann 1984: 148-190). Außerdem konnte gezeigt werden, dass die Komplexitätsreduktionen des Entwurfshandelns der Forschenden auf kollektiv geteilten, typisierten Wissensbeständen beruhen.

Diese Hinweise zur Komplexitätsreduktion dienen dazu, sie als notwendiges und mitnichten ‚unsoziales‘ Moment des Entwicklungsprozesses zu kennzeichnen. Ein Spezifikum der Sozialrobotik ist nun, dass sie sich nicht wie die KI-Forschung der 1970er und 1980er Jahre auf spezielle Problembereiche, z.B. medizinisches oder geologisches Wissen für Expertensysteme, zurückzieht (Breiter 1995: 311). Stattdessen zielt die Problemstellung auf Interaktionen mit ‚Nicht-Experten‘, also alltäglichen Anwendern. Darin bestand, wie an der Geschichte der Expertensysteme zu sehen war (vgl. I.3.3), das größte methodologische Problem der Entwicklung von sozialer Technik: Diese Systeme hatten ein *„unzureichendes Verständnis natürlicher Wissensprozesse“* (Amann 1990: 7).

Für die Sozialrobotik konnte gezeigt werden, dass dieses auf der Ebene der Theoriepraxis beobachtbare Phänomen durch (oftmals implizite) Strategien umgangen wird. Im Vergleich zu den historisch stabilen laboratisierenden Verfahrensweisen lässt sich ein *„intuitive turn“*⁹⁴ in der Beobachtungsform der Forschenden auf ihre Gegenstände kon-

⁹⁴ Diese begriffliche Zuspitzung stammt aus einer Diskussion mit Philipp Schäfer.

statieren. Mit dem Verlassen der Labore lassen sich Formen alltagsförmiger Expertise der Forschenden beobachten, die das Entwickeln und Funktionieren der Roboter stützen. Sie benutzen eigene Erfahrungen und Beobachtungen alltagsweltlicher Begebenheiten zur Evaluation ihrer Maschinen und Anleitung von Entwicklungsentscheidungen. Konnte Knorr Cetina (1988) in der Laborarbeit von Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern noch kommunikative Alltagspraktiken als epistemische Mittel der Verständigung über experimentelle Ergebnisse beobachten, zeigte sich, dass die Sozialrobotik alltagsförmige Praktiken als epistemische Mittel etabliert hat: Beobachtungen, interaktionale Expertise, aufsuchende Öffentlichkeitsarbeit, Inszenierungen als soziale Situierungen etc.

Die Funktionen beider Bewegungsrichtungen, der situativen Reduktion von Komplexität auf der einen Seite und ihrer Wiederaufnahme durch alltagsförmige Heuristiken auf der anderen, lassen sich in das Bild eines schwingenden Pendels fassen. Der Forschungsprozess der Sozialrobotik besteht aus abwechselnden Praktiken beider Wirkungen. Die Idee für einen experimentell zu testenden Effekt entstammt einer Alltagsbeobachtung. Eine Nutzerstudie produziert gute Daten, weil die Testleiterin über eine hohe interaktionale Expertise mit den Probanden verfügt. Unter Laborbedingungen technisierte Funktionen werden unter Realbedingungen getestet (und ggf. wieder laboratisiert). Alltagsweltliche Annahmen und Wissensbestände der Forschenden werden zu Repräsentationen von Nutzerbedürfnissen in der Entwicklung technischer Tasks. Erst im Gespräch mit Kooperationspartnern aus den Lebenswelten der angestrebten Nutzung ergibt sich die Idee für eine Entwicklungs- und Experimentziel. Das Pendeln der Forschenden ist dabei auch Ausdruck zwischen den unterschiedlichen Anforderungen ihres Problemlösungshandelns als Entwerfer, Technisierende und Wissenschaftler.

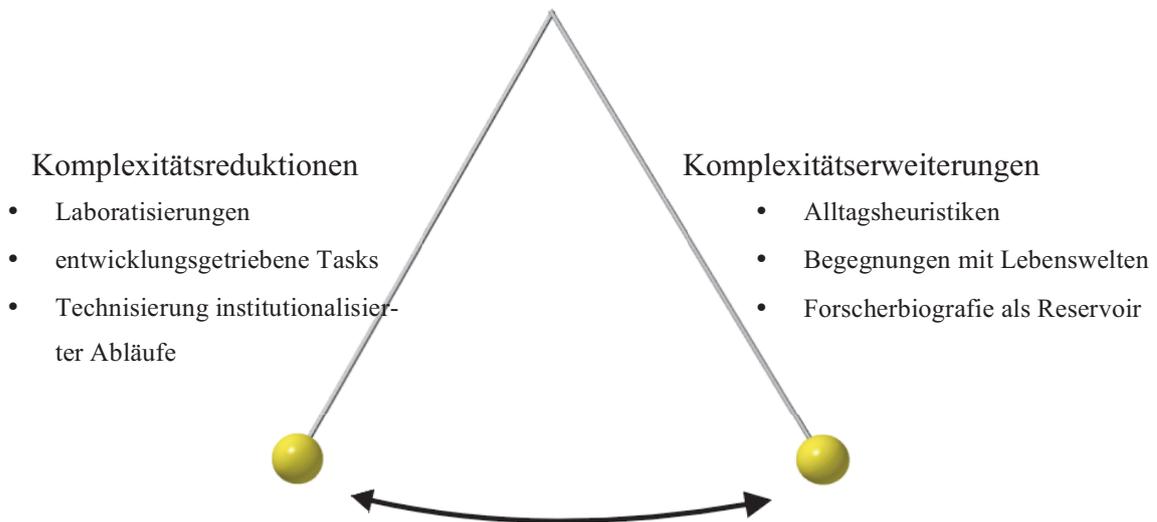


Abbildung 6 – Entwicklungsprozess als Komplexitätspendel

Auf das Komplexität und Kontingenz ermöglichende Potential von epistemischen Praktiken der Robotikforschung wie beispielsweise Wettbewerben wurde in der Forschungsliteratur bereits hingewiesen (Braun-Thürmann 2002; Maibaum 2012; Maibaum & Derpmann 2013). Die in dieser Studie rekonstruierte Rolle alltagsweltlicher Heuristiken für die Sozialrobotikentwicklung wurde allerdings bislang noch nicht als funktionale Form des Umgangs mit Komplexität konzipiert. Das liegt vermutlich daran, dass die Wiederaufnahme von Komplexität und Kontingenz sozialer Situationen im Entwicklungsprozess auf dieser – zumindest aus szientistischer Sicht – profanen Ebene geschieht.

Die Erklärungsleistung der Konzeption des Entwicklungsprozesses der Sozialrobotik als Pendelbewegung knüpft zum einen, wie mehrfach betont, an Befunde und theoretische Modelle der Wissenschafts- und Technikforschung an. Gleichzeitig trägt die Erklärungsleistung auch die theoretischen und methodologischen Annahmen des methodischen Vorgehens in sich. Das Modell des Pendelns zwischen Praktiken, die die Forschenden in die Lage versetzen, ihre spezifische Problemstellung kompetenter zu bearbeiten, weist eine hohe Übereinstimmung mit dem Handlungsmodell der Forschung nach der Grounded Theory ebenso wie mit dessen grundlegender Handlungstheorie auf. Es handelt sich dabei allerdings nicht um eine „Selbstimmunisierung der Theorie“ (Strübing 2013: 122): Die Rekonstruktion der epistemischen Praktiken und ihrer Bedingungen zielt auf eine gegenstandsbezogene Theorie des Umgangs mit dem Sozialen in der Sozialrobotik, „nicht aber auf die Überprüfung sozialtheoretischer Grundannahmen“

(ebd.). Anhand der gewählten Basistheorie, die Forschen als hybrides Problemlösungs-handeln konzeptualisiert (vgl. II), wurden die beschriebenen Resultate erst möglich. Gleichsam weisen sie in ihrer Erklärungsleistung auch eine implizite Bestätigung der Wahl dieser Basistheorie auf.

Die Beobachtung, dass sich Forscher und Entwickler in konkrete Alltagssituationen begeben, um diese zu erschließen, ist wiederum nicht neu. Im Fokus der Analyse stand die Frage, wie dies im Feld der Sozialrobotik geschieht. Es zeigte sich, dass ein Großteil der Pendelbewegung dabei implizit vonstattengeht, nicht dokumentiert und auch nicht zum Gegenstand methodischer Reflexion wird. Explizit iterative, zyklische und trichterförmige Modelle von Designprozessen – die wesentlich elaborierter sind als die hier vorgestellte Verdichtung auf den Umgang mit Komplexität – sind beispielsweise in der Softwareentwicklung schon länger bekannt und gehören mittlerweile zum Standard der Disziplin (Mayhew 1999, Constantine & Lockwood 1999). In der Sozialrobotik ist methodisches Wissen um den Entwicklungsprozess an sich bislang noch nicht sehr weit verbreitet. Zwar existieren Projekte mit Design-Typik, die ihr eigenes Entwickeln und den Kontakt mit ihrem Gegenstandsbereich reflektieren; diese gehören aber – dem Material dieser Studie und der Wahrnehmung des Autors folgend – noch zur Ausnahme im Feld. Das liegt nicht zuletzt daran, dass die Herstellung eines funktionsfähigen Prototypen in der Robotik sehr viel länger dauert als in der HCI. Diese Bedingung ist als die „Eigenzeit“ der Roboterentwicklung beschrieben worden (Gläser & Laudel 2014). Mit der verkörperten materiellen Basis der Robotikforschung gehen technische und finanzielle Beschränkungen einher, die das Verlassen der Labore und die Integration in Anwendungskontexte im historischen Vergleich zu anderen KI-Disziplinen um 20 bis 30 Jahre verzögert haben.

3. Methodologischer Vorschlag für den Entwicklungsprozess

Die Problemstellung der Sozialrobotik ist als „wicked problem“ bezeichnet worden (vgl. I.) Mit dieser Annahme gehen vor allem zwei Implikationen einher. Die erste besteht darin, dass die zu lösenden Probleme der Sozialrobotik so komplex sind, dass keine einfachen, vorgefertigten Lösungen bestehen. Stattdessen hängt die Bearbeitung von

„wicked problems“ wesentlich von der Formulierung und Definition des Verständnisses durch die Entwickelnden ab (Rittel & Webber 1973). Die zweite Annahme sieht die Lösung von „wicked problems“ als einen Prozess, der Selektionen seitens der Entwickler erfordert. Sie müssen Entscheidungen über Faktoren des (zu lösenden) Problems und des Artefakts, Wechselspiele zwischen Nutzern und Technik sowie die spezifischen Umstände von Entwicklung und Einbettung in den Anwendungskontext treffen.

Daher ist es nicht verwunderlich, dass die Forschenden zum einen auf besonders robuste Theorien – zumindest im Hinblick auf die Korrespondenz mit der zu entwickelnden Technologie – wie kognitivistische Angebote zurückgreifen. Problematisch ist allerdings, dass damit die durchaus wirksamen alltagsweltlichen Selektionen und Schlüsse des Forschens selbst ausgeblendet werden (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014: 48f.). Auch die alltagsförmigen epistemischen Praktiken selbst beobachten nicht ihr Beobachten; sie reflektieren selten, unter welchen Bedingungen sie stattfinden. Vor dem Hintergrund des Ziels, durch den Einsatz eines Roboters etwas zu verbessern, wurde nur in *einem* Fall beobachtet, wie die Grenze zwischen Nutzer und Designer explizit thematisiert wurde. Zwar ließen sich unterschiedliche Grade von Komplexität und Heterogenität in der Differenzierung der Nutzer beobachten, aber nur ein Ansatz, der aktiv an der „fluency“, der Verwendungsautonomie von solchen Maschinen auf Seiten der Nutzer orientiert war. Wendet man diesen Befund auf die Forschenden an, so kann man feststellen, dass in der Sozialrobotik nur in wenigen Fällen ein Bewusstsein dafür herrscht, was die Entwickler selbst konfiguriert – wie also ihre eigenen Praktiken und Zielstellungen im Hinblick auf ihre Gegenstände zustande kommen und welche Implikationen sie in sich tragen.

Die Sozialrobotik könnte im Hinblick auf dieses methodologische Problem vom historischen Vorsprung der anwendungsorientierten Disziplinen der Computer Science wie der HCI profitieren. Wie Harrison und Kollegen (2007) herausgearbeitet haben, begann die HCI in der Definition und Bearbeitung ihrer „wicked problems“ mit ähnlichen wissenschaftlichen und methodologischen Paradigmen, wie es die meisten für diese Studie beobachteten Fälle tun: mit den in Deutschland als Arbeitswissenschaft bezeichneten „Human Factors“ auf der einen und kognitivistischen Paradigmen auf der anderen Seite. Der ersten Strömung ging es darum, durch Methoden die Passung zwischen Mensch und Maschine auf einer durchaus physiologischen Ebene zu erreichen. Die kognitions-

wissenschaftlichen Beiträge stellten dagegen Modelle und Theorien bereit, die die computationale und menschliche Informationsverarbeitung idealisiert parallelisierten und so für die Bearbeitung anschlussfähig machten (ebd.: 1).

Der Wert der Beiträge beider Paradigmen⁹⁵ für die Disziplin ist unumstritten, lässt jedoch bestimmte Dimensionen der Aufgabenstellung unterbelichtet. Insbesondere die interaktive Herstellung von Sinn in Nutzungssituationen (ebd.: 4) wird dadurch z.B. marginalisiert. Zur Bearbeitung derselben lassen sich Ansätze in der HCI beobachten, die in einem dritten, phänomenologischen Paradigma bestehen (ebd.). Diese Ansätze fokussieren die erlebte Qualität der Nutzung und Prozesse der Herstellung von Sinn. Damit gehen neue Wege der Problemdefinition und Fokuslegung von HCI-Forschung und -Entwicklung einher. Anstelle der Exploration einzelner Effekte stehen im dritten Paradigma dynamische Nutzungskontexte, soziale Situiertheit und die Vielfalt der Perspektiven unterschiedlicher Anspruchsgruppen im Zentrum. Damit verschiebt sich nicht nur die Problemdefinition der HCI, sondern es werden auch neue Formen von Wissen und Methoden seiner Generierung eingeführt. Harrison und Kollegen zählen dazu explizit auch die „thick description“ der Ethnografie (ebd.: 9). Die unterschiedlichen Ansätze des dritten Paradigmas eint damit auch ein anderes Verständnis des Verhältnisses von (wissenschaftlicher) Theorie, entwerfender Entwicklungspraxis und technisierendem Handeln, die die Autoren auf die Formel „the necessity but inadequacy of theory“ bringen (ebd.: 8).

In dieser Hinsicht korrespondiert das dritte Paradigma der HCI nicht nur mit den grundlegenden metatheoretischen Entscheidungen dieser Studie, sondern auch mit der methodologischen Problematisierung von Theorie und ihrer Hervorbringung. Im Rückgriff auf einen Ansatz aus diesem Paradigma soll deshalb abschließend der Vorschlag unterbreitet werden, die Pendelbewegung zwischen Komplexitätsreduktion und -erweiterung mit den reflexiven, aber auch generativen Prinzipien der Grounded Theory zu kreuzen (vgl. III).

⁹⁵ Die Autoren verwenden den von Agre (1997) adaptierten Paradigmen-Begriff von Kuhn (1970), der neben wissenschaftlichen Lösungswegen vor allem auf das Wechselverhältnis zwischen dem Paradigma und seinem spezifischen Modus, Welt wahrzunehmen, abstellt.

Gaver (2012) hat mit seiner methodologischen Verortung von „Research through Design“ das Spannungsverhältnis zwischen nicht-standardisierten Phänomenen und standardisierbaren Lösungen aufgegriffen. Sein wesentliches Argument lautet, dass Design und „Research through Design“ in einem wissenschaftstheoretischen Sinne nur Gegenstände und gegenstandsbezogene Theorien hervorbringen kann (ebd.: 938). Damit wendet er sich gegen Bestrebungen im Feld, standardisierte Designprotokolle einzuführen, die eine höhere Vergleichbarkeit ermöglichen würden, und betont, dass Design immer fallbasiert sei. Entwerfer bräuchten auch generalisierbare Theorien hervor, aber diese seien nicht in einem Popper’schen Sinne falsifizierbar (ebd.: 940), sondern nur in ihrer Gegenstandsadäquanz für das Verhältnis zwischen Designproblem, Designprozess und Nutzer – „in their own right“ – epistemologisch wertvoll (ebd.: 938).

Stattdessen ist „Research through Design“ die epistemische Nutzarmachung des Prozesses des Entwerfens, Entwickelns und Implementierens. Es ist ein generatives Verfahren, das sowohl die Gegenstände als auch Theorien ihrer Herstellung, Anpassung und nutzergerechten Gestaltung hervorbringen kann (ebd.: 941). Das von Gaver beschriebene designerische Tun entspricht dabei den iterativen Zyklen der Grounded Theory. Die Entwerfer schaffen einzelne Vorschläge, die sie zueinander und zur Nutzung (beispielsweise durch ethnografische Beobachtungen) ins Verhältnis setzen, aneinander messen und ggf. wieder verwerfen. Es entwickelt sich ein Prozess des Vergleichens und Anpassens, der im Gegenstandsbereich – hier: den Situationen der angestrebten Nutzung – verankert ist:

Most fundamentally, most of us agree that the practice of making is a route to discovery, and that the synthetic nature of design allows for richer and more situated understandings than those produced through more analytic means.
(Gaver 2012: 942)

Ähnlich wie bei den transformativen Praktiken der Forschenden nach der Grounded Theory wird das Erkennen hier auch als aktiver Prozess geformt, der in einer Auseinandersetzung mit seinem Gegenstandsbereich besteht. Gaver betont dabei auch die notwendige Reflexivität des Vorgehens. Die eigenen Designentscheidungen müssten nicht nur explorativ vorangetrieben, sondern auch gezielt kontrastiert werden. Nur so wären die Implikationen der eigenen Designentscheidungen sichtbar und analytisch reflektierbar.

Der Vorschlag des „Research through Design“ wurde angeführt, um der Analyse des Vorgehens der Sozialrobotik ein Beispiel aus einem Gegenstandsbereich mit ähnlicher Problemstellung gegenüber zu stellen. Die Pendelbewegungen aus Komplexitätserweiterung und -reduktion erwiesen sich zwar als fruchtbar für den Entwicklungsprozess als Praxis, können und sollten aber auch – methodisch gesichert – für die analytische Reflexion nutzbar gemacht werden. Ansätze aus dem dritten Paradigma der HCI bieten für die Sozialrobotikforschung dafür einen Anknüpfungspunkt. Insbesondere die mögliche Verknüpfung mit den Prinzipien des Forschungsprozesses nach der Grounded Theory eröffnet dabei ein vielversprechendes Spektrum methodischer Mittel und einen begleitenden Diskurs. Der historische „Rückstand“ der Disziplin in der Konfrontation mit alltagsweltlichen Nutzungszusammenhängen könnte so von den Entwicklungen innerhalb des Nachbarfeldes profitieren. Eine erfolgreiche Anwendung und Implementierung der Sozialrobotikforschung in konkrete Lebenswelten würde dadurch methodisch besser abgesichert und letztlich, so steht zu erwarten, auch erfolgreicher.

Literaturverzeichnis

- Agre, Philip E., and David Chapman. "What are plans for?." *Robotics and autonomous systems* 6.1 (1990): 17-34.
- Akrich, Madelaine. The De-Description of Technical Objects. In W. E. Bijker & J. Law (Eds.), *Shaping Technology/Building Society. Studies in Sociotechnical Change* (pp. 205-224). 1992.
- Akrich, Madeleine. "The de-scription of technical objects." *Shaping technology/building society* (1992): 205-224.
- Alač, Morana, Javier Movellan, and Fumihide Tanaka. "When a robot is social: Spatial arrangements and multimodal semiotic engagement in the practice of social robotics." *Social Studies of Science*. 2011.
- Aldebaran Robotics. „Who is Nao“. Website: <https://www.aldebaran.com/en/humanoid-robot/nao-robot> [16.12.2015]. 2015.
- Alexander, Christopher. „Notes on the synthesis of form“, Harvard University Press, 1964.
- Alois Hahn: 1989 Die ersten Jahre junger Ehen. Verständigung durch Illusionen? (zusammen mit Roland Eckert und Marianne Wolf) Frankfurt a. M., New York (Campus).
- Amann, Klaus, and Stefan Hirschauer. "Die Befremdung der eigenen Kultur. Ein Programm." *Die Befremdung der eigenen Kultur. Zur ethnographischen Herausforderung soziologischer Empirie* 1 (1997): 7-52.
- Amann, Klaus. Natürliche Expertise und Künstliche Intelligenz: eine empirische Untersuchung naturwissenschaftlicher Laborarbeit. Dissertation, Fakultät für Soziologie, Universität Bielefeld. 1990.
- Anderson, Benedict. *Imagined communities: Reflections on the origin and spread of nationalism*. Verso Books, 2006.
- Andrade, Adriano O., et al. "Bridging the gap between robotic technology and health care." *Biomedical Signal Processing and Control* 10 (2014): 65-78.
- Asada, Haruhiko, and J-JE Slotine. *Robot analysis and control*. John Wiley & Sons, 1986.
- Asimov, Isaac. *I, robot*. Vol. 1. Spectra, 2004.
- Asimov, Isaac. *Meine Freunde, die Roboter*. Wilhelm Heyne, 1982.
- Auger, J. F. "The utilitarian research regime of the consultant professor during the second Industrial Revolution." (2004).
- Baecker, Dirk. "Einfache Komplexität." *Komplexität managen–Strategien, Konzepte und Fallbeispiele, Gabler, Wiesbaden* (1997).
- Bardini, Thierry, and August T. Horvath. "The social construction of the personal computer user." *Journal of communication* 45.3 (1995): 40-66.

- Barnes, Barry, and David O. Edge. "Science in context: readings in the sociology of science." 1982.
- Barnes, Barry, and Steven Shapin, eds. *Natural order: historical studies of scientific culture*. Beverly Hills/London: Sage Publications, 1979.
- Barnes, Barry. *Scientific knowledge and sociological theory*. Vol. 2. Routledge, 2013 [1974].
- Bartneck, Christoph. "The end of the beginning: a reflection on the first five years of the HRI conference." *Scientometrics* 86.2 (2010): 487-504.
- Bath, Corinna. Wie lässt sich die Vergeschlechtlichung informatischer Artefakte theoretisch fassen? Vom Genderskript zur posthumanistischen Performativität. In: Katharina Wiedlack, Katrin Lasthofer (Hrsg.): *Körperregime und Geschlecht*, Innsbruck: 2011.
- Beatbots. Website: <http://www.beatbots.net/> [22.11.2015], 2015.
- Becker-Asano, Christian, and Ipke Wachsmuth. "Affect simulation with primary and secondary emotions." *Intelligent Virtual Agents*. Springer Berlin Heidelberg, 2008.
- Becker, Barbara. "Künstliche Intelligenz." *Konzepte, Systeme, Verheißungen. Frankfurt am Main: Campus* (1992).
- Bender, Gerd 2003, Heterogenität als Koopera**
- Berger Peter, L., and Thomas Luckmann. "Die gesellschaftliche Konstruktion der Wirklichkeit (5. Auflage, Original 1966)." *Fischer, Frankfurt aM* (1999).
- Berger, Arne. Prototypen im Interaktionsdesign. Klassifizierung der Dimensionen von Entwurfsartefakten zur Optimierung der Kooperation von Design und Informatik. Universitätsverlag Chemnitz. 2013.
- Berlin Script Collective. Comparing Scripts and scripting comparisons. Artikel Draft, unveröffentlicht. 2015
- Bijker, Wiebe E. "Of Bicycles." *Bakelites, and Bulbs: Toward a Theory of Sociotechnical Change MIT Press, Cambridge, Mass* (1995).
- Bischof, Andreas, and Göde Both. „Counting Clicks instead of Citations - YouTube Videos as Scientific Currency“. Talk STS Conference. unpublished, 2015.
- Bischof, Andreas. *Was geht auf Facebook eigentlich vor?: Eine qualitative Analyse der Facebook-Nutzung als technisch vermittelte Interaktion*. Masterarbeit. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:15-qucosa-91672> [16.12.2015] 2012.
- Bloor, D. *Knowledge and Social Imagery*, 2nd ed. *Chicago: University of Chicago Press*. 1991 [1976].
- Bloor, David. *Wittgenstein: a social theory of knowledge*. Macmillan and Columbia. 1983.
- Bloor: Polyhedra and the Abominations of the Leviticus. *The British Journal for History of Science* 11, 1978
- Blumenberg, Hans. "Wirklichkeiten in denen wir leben. Aufsätze und eine Rede." 1981.

- Bogner, Alexander, Beate Littig, and Wolfgang Menz. "Das Experteninterview." *Theorie, Methode, Anwendung* 2 (2005).
- Böhle, Knut and Kolja Bopp. What a vision: The artificial companion. A piece of vision assessment including an expert survey. *Science, Technology & Innovation Studies (STI Studies)* 10(2014)1, S. 155-186
- Bohnsack, Ralf. „Rekonstruktive Sozialforschung. Einführung in qualitative Methoden“ (2003).
- Bonsiepe, Gui. *Interface: Design neu begreifen*. Bollmann, 1996.
- Bösch, Stephan (2002): Risikogenese. Metamorphosen von Wissen und Nichtwissen. In: *Soziale Welt* 53, S. 67-86.
- Both, Göde. Youtubization of Research. Enacting the High-Tech Cowboy in Video Demonstrations. In: Stengler. *Studying Science Communicatio*. Bristol, 2015.
- Braun-Thürmann, Holger. "Über die praktische Herstellung der Handlungsträgerschaft von Technik." *Ramert/Schulz-Schaeffer (Hrsg.)* (2002): 161-189.
- Breazeal, Cynthia, Atsuo Takanishi, and Tetsunori Kobayashi. "Social robots that interact with people." *Springer handbook of robotics*. Springer Berlin Heidelberg, 2008. 1349-1369.
- Breazeal, Cynthia. "Emotion and sociable humanoid robots." *International Journal of Human-Computer Studies* 59.1 (2003): 119-155.
- Breiter, Andreas. "Die Forschung über Künstliche Intelligenz und ihre sanduhrförmige Entwicklungsdynamik. Die Dynamik einer Wissenschaft im Spiegel ihrer Wahrnehmung in der Öffentlichkeit." *Köln-Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, Jg 47 (1995): 295-318.
- Briesen 2012: http://www.uni-konstanz.de/philosophie/files/vernunftideen-briesen2012_1.pdf
- Brooks Jr, Frederick P. "The computer scientist as toolsmith II." *Communications of the ACM* 39.3 (1996): 61-68.
- Brooks Jr., Frederick P. „The Computer 'Scientist' as Toolsmith: Studies in Interactive Computer Graphics." Invited paper, Proc. International Federation of Information Processing Congress' 77. http://cs.unc.edu/xcms/wpfiles/toolsmith/The_Computer_Scientist_as_Toolsmith.pdf [18.12.2015]. 1977.
- Brooks, Rodney A. "Elephants don't play chess." *Robotics and autonomous systems* 6.1 (1990): 3-15.
- Brooks, Rodney. „A robust layered control system for a mobile robot.“ *Robotics and Automation, IEEE Journal of* 2.1 (1986): 14-23.
- Brooks, Rodney. „Cambrian intelligence: the early history of the new AI.“ Vol. 97. Cambridge, MA: MIT Press, 1999.
- Bruns, Edmund. *Das Schachspiel als Phänomen der Kulturgeschichte des 19. und 20. Jahrhunderts*. Vol. 20. LIT Verlag Münster, 2003.
- Bude, Heinz. *Der Sozialforscher als Narrationsanimateur*. VS Verlag für Sozialwissenschaften, 1985.

- Bureau of Investigative Journalism. „Out of sight, out of mind“. Interactive Online Graphic. <http://drones.pitchinteractive.com/> [16.12.2015]. 2011.
- Burns, Tom. *Erving Goffman*. Routledge, 2002.
- Caduff, Corina. „Reproduktion und Generation. Die Klone in der Literatur.“ In: Weimarer Beiträge, 49. Jg., Heft 1, 2003. 17-30..
- Campaign to Stop Killer Robots: „Ban Killer Robots“. <http://www.stopkillerrobots.org/> [18.12.2015], 2015.
- Caneva: What should we do with the monster? Elektromagnetism and Psychosociology of Knowledge, in. Mendelsohn / Elkana: Sciences and Cultures, Dordrecht 1981
- Capek, Karel: R.U.R. Rossum's Universal Robots. A Play in Introductory Scene and Three Acts. übersetzt von David Wyllie. <https://ebooks.adelaide.edu.au/c/capek/karel/rur/complete.html> [18.12.2015], 2014.
- Cassirer, Ernst. *Schriften zur Philosophie der symbolischen Formen*. Vol. 604. Meiner Verlag, 2009.
- Clarke, Roger. "Asimov's laws of robotics: implications for information technology-part I." *Computer* 12 (1993): 53-61.
- Clarke, Roger. "Asimov's Laws of Robotics, Implications for Information Technology." *Machine Ethics, Anderson and Anderson (eds.)*, pgs (2011): 254-285.
- Clayton, Nick. SCOT: Does It Answer?. From: Technology and Culture Volume 43, Number 2, 2002. 351-360.
- Collini, Stefan (1993), "Introduction", in Snow, Charles Percy, *The Two Cultures*, Cambridge University Press, ISBN 978-0-521-06520-7
- Collins, Harry M., and Robert Evans. "The third wave of science studies studies of expertise and experience." *Social studies of science* 32.2 (2002): 235-296.
- Collins, Harry, and Robert Evans. *Rethinking expertise*. University of Chicago Press, 2008.
- Compagna, Diego and Claudia Muhl. *Mensch-Roboter Interaktion - Status der technischen Entität, kognitive (Des)Orientierung und Emergenzfunktion des Dritten*. Berlin: Technical University Technology Studies Working Papers; 2012.
- Constantine, Larry L., and Lucy AD Lockwood. *Software for use: a practical guide to the models and methods of usage-centered design*. Pearson Education, 1999.
- Corbin, Juliet M., and Anselm Strauss. "Grounded theory research: Procedures, canons, and evaluative criteria." *Qualitative sociology* 13.1 (1990): 3-21.
- Corbin, Juliet M., and Anselm Strauss. "Grounded theory research: Procedures, canons, and evaluative criteria." *Qualitative sociology* 13.1 (1990): 3-21.
- Courtney, J. F., "Decision Making and Knowledge Management in Inquiring Organisations, Decision Support Systems", Vol. 31, 17-38, 2008.

- Crawford, T. Hugh. "Imaging the Human Body: Quasi Objects, Quasi Texts, and the Theater of Proof." *Publications of the Modern Language Association of America* (1996): 66-79.
- Dautenhahn, Kerstin. "Methodology and themes of human-robot interaction: a growing research field." *International Journal of Advanced Robotic Systems* (2007).
- Dautenhahn, Kerstin. "Social Robots As Companions: Challenges and Opportunities." *Sociable Robots and the Future of Social Relations: Proceedings of Robo-Philosophy 2014* 273 (2014): 9.
- Dautenhahn, Kerstin. "The art of designing socially intelligent agents: Science, fiction, and the human in the loop." *Applied artificial intelligence* 12.7-8 (1998): 573-617.
- Dautenhahn, Kerstin. "Trying to imitate-a step towards releasing robots from social isolation." *From Perception to Action Conference, 1994., Proceedings. IEEE, 1994.*
- DeGrace, Peter, and L. Hulet Stahl. *Wicked Problems, Righteous Solutions: A Catalog of Modern Engineering Paradigms*. Yourdon Press. 1990.
- Dellaert, Frank, et al. "Monte Carlo localization for mobile robots." *Robotics and Automation, 1999. Proceedings. 1999 IEEE International Conference on*. Vol. 2. IEEE, 1999.
- Deppermann, Arnulf. "Interview als Text vs. Interview als Interaktion." *Forum Qualitative Sozialforschung/Forum: Qualitative Social Research*. Vol. 14. No. 3. 2013.
- Derpmann, Stefan, and Diego Compagna. „Erste Befunde der Bedarfsanalyse für eine partizipative Technikentwicklung im Bereich stationärer Pflegeeinrichtungen.“ (2009).
- Detel, Wolfgang. „Wissenskulturen und universelle Rationalität“. In: Fried, J.; Stolleis, M. (Hrg.)(2009) *Wissenskulturen. Über die Erzeugung und Weitergabe von Wissen*, Frankfurt/New York, 181-214
- Dijkstra, Edsger W. *Mathematicians and Computing Scientists: The Cultural Gap*. Abacus 4(4): 1987. 26-31.
- Dijkstra, Edsger W. *On a Cultural Gap*. *The Mathematical Intelligencer* 8(1): 1986. 48-52.
- Dror, Otniel Yizhak. "The scientific image of emotion: Experience and technologies of inscription." *Configurations* 7.3 (1999): 355-401.
- Durkheim, Emile, and Ludwig Schmidts. *Die elementaren Formen des religiösen Lebens*. Frankfurt aM: Suhrkamp, 1984.
- Eder, J.. „Festrede: Grand Challenges der Informatik“ in: Chroust & Mössenböck. 2009.
- Edwards, Paul. *The closed world. Computers and the politics of discourse in cold war America*. MIT Press: Cambridge, Mass. 1996.
- Ekman, Paul, and Wallace V. Friesen. "Facial action coding system." (1977).
- Engelberger, Joseph F. *Robotics in practice: management and applications of industrial robots*. Springer Science & Business Media, 2012.
- Felt, Ulrike and Fochler, Maximilian. „Riskante Verwicklungen des Epistemischen, Strukturellen und Biographischen: Governance-Strukturen und deren mikropolitische Implikationen für das akademi-

sche Leben“. In: Peter Biegelbauer (ed). *Steuerung von Wissenschaft? Die Governance des österreichischen Innovationssystems. Innovationsmuster in der österreichischen Wirtschaftsgeschichte, Band 7* (Innsbruck: StudienVerlag) 2010. 297-328

Felt, Ulrike, Judith Igelsböck, Andrea Schikowitz and Thomas Völker. „Abschlussbericht

Felt, Ulrike. *Knowing and living in academic research: convergences and heterogeneity in research cultures in the European context*. 2009.

Fischer, Frank, et al. *Grand Challenges in Technology Enhanced Learning: Outcomes of the 3rd Alpine Rendez-Vous*. Springer International Publishing, 2014.

Floyd, Christiane. "STEPS—eine Orientierung der Softwaretechnik auf sozialverträgliche Technikgestaltung." *Software-Ergonomie '87 Nützen Informationssysteme dem Benutzer?*. Vieweg+ Teubner Verlag, 1987. 500-503.

Foerster, Heinz von. "Wissen und Gewissen." *Frankfurt: Suhrkamp*. 1993.

Forsythe, Diana E. "New bottles, old wine: hidden cultural assumptions in a computerized explanation system for migraine sufferers." *Medical anthropology quarterly* 10.4 (1996): 551-574.

Forsythe, Diana. *Studying those who study us: An anthropologist in the world of artificial intelligence*. Stanford University Press, 2001.

Foucault, Michel. „*Die Ordnung des Diskurses*. Frankfurt am Main: Fischer. 1991.

Fox, Dieter, Wolfram Burgard, and Sebastian Thrun. "Active markov localization for mobile robots." *Robotics and Autonomous Systems* 25.3 (1998): 195-207.

Galison, Peter, and David J. Stump. *The disunity of science: Boundaries, contexts, and power*. Stanford University Press, 1996.

Garud, Raghu, and Peter Karnøe. "Bricolage versus breakthrough: distributed and embedded agency in technology entrepreneurship." *Research policy* 32.2 (2003): 277-300.

Gaver, William. "What should we expect from research through design?." *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems*. ACM, 2012.

Gell, Alfred. *Art and agency: an anthropological theory*. Oxford University Press, 1998.

Gibbons J. „Exploratory workshop on the social impacts of robotics“. Tech Rep PB82-184862, Congress of the United States (Office of Technology Assessment), 1982.

Gieryn, Thomas F. "Boundary-work and the demarcation of science from non-science: Strains and interests in professional ideologies of scientists." *American sociological review* (1983): 781-795.

Giesel, Katharina D. *Leitbilder in den Sozialwissenschaften*. Springer Fachmedien, 2007.

GIIT (Gesellschaft für Informatik Fachausschuss Informationstechnische Gesellschaft). „Grand Challenges der Technischen Informatik“. Report: <https://www.informatik.uni-augsburg.de/de/lehrstuehle/sik/downloads/GC-Report-Maerz08.pdf> [18.12.2015], März 2008.

- Glaser, Barney G., and Anselm Strauss. „*The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*“ (1967).
- Gläser, Jochen, and Grit Laudel. *The Sociological description of non-social conditions of research*. REPP Discussion Paper 04/2. Canberra: The Australian National University, 2004.
- Gläser, Jochen: *Wissenschaftliche Produktionsgemeinschaften. Die soziale Ordnung der Forschung*. Frankfurt/M. u. a.: Campus. 2006.
- Goffman, Erving. „Das Individuum im öffentlichen Austausch. Mikrostudien zur öffentlichen Ordnung.“ Frankfurt, Main: Suhrkamp., 2002.
- Goffman, Erving. *Rahmen-Analyse*. Frankfurt: Suhrkamp, 1977.
- Goodrich, Michael A., and Alan C. Schultz. "Human-robot interaction: a survey." *Foundations and trends in human-computer interaction* 1.3 (2007): 203-275.
- Greenhalgh, Trisha. "Five biases of new technologies." *British Journal of General Practice* 63.613 (2013): 425-425.
- Grint, K., and S. Woolgar. "The machine at work: technology, work and society." (1997).
- Hager, Joseph C., Paul Ekman, and Wallace V. Friesen. "Facial action coding system." *Salt Lake City, UT: A Human Face* (2002).
- Halft, Stefan. „Poetogenesis. Funktionalisierung von Wissen zur Konstruktion und Verhandlung von ‚Leben‘ in der deutschsprachigen Literatur (1996-2007)“. De Gruyter. 2013.
- Haraway, Donna J. "Cyborg Manifesto: Science, Technology, and Social-Feminist in the Late 20th Century." *Social Review* 80 (1985): 65-108.
- Harrison, Steve, Deborah Tatar, and Phoebe Sengers. "The three paradigms of HCI." *Alt. Chi. Session at the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems San Jose, California, USA*. 2007.
- Häußling, Roger. "Die Technologisierung der Gesellschaft." *Eine sozialtheoretische Studie zum Paradigmenwechsel von Technik und Lebenswirklichkeit, Würzburg*. 1998.
- Heath, Christian and Dirk vom Lehn (2004). "*Configuring reception: looking at exhibits in museums and galleries*". *Theory, Culture and Society* 21 (6): 2004. 43–65.
- Heintz, Bettina. "Die Herrschaft der Regel." *Zur Grundlagengeschichte des Computers. Frankfurt a. M.: Campus* (1993).
- Heritage, J. Garfinkel and Ethnomethodology. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1984.
- Hildenbrand, Bruno. *Alltag als Therapie: Ablöseprozesse Schizophrener in der psychiatrischen Übergangseinrichtung*. Huber, 1991.
- Hitzler, Ronald, and Anne Honer. "Sozialwissenschaftliche Hermeneutik." *Opladen: Leske+ Budrich* (1997).
- Hitzler, Ronald, and Anne Honer. "Vom Alltag der Forschung. Bemerkungen zu Knorr Cetinas wissenschaftssoziologischem Ansatz." *Österreichische Zeitschrift für Soziologie* (14), 4, 1989.

- Hitzler, Ronald, and Arne Niederbacher. *Leben in Szenen: Formen Juveniler Vergemeinschaftung Heute.3.*, vollständig überarb. Aufl. Wiesbaden: VS Verl. für Sozialwiss., (2010):
- Hitzler, Ronald, Anne Honer, and Christoph Maeder. "Expertenwissen." *Die institutionalisierte Kompetenz zur Konstruktion von Wirklichkeit. Opladen* (1994).
- Hitzler, Ronald. "Die Wahl der Qual: ein Einblick in die kleine Lebens-Welt des Algophilen." (1993).
- Hockstein, N. G., et al. "A history of robots: from science fiction to surgical robotics." *Journal of robotic surgery* 1.2 (2007): 113-118.
- Hodson, Hal. "I know it's me talking." *New Scientist* 227.3030 (2015): 18.
- Hörning, Karl H., and Julia Reuter, eds. *Doing culture: neue Positionen zum Verhältnis von Kultur und sozialer Praxis*. transcript Verlag, 2004.
- Hückler, Alfred. Vor 60 Jahren: Der »Rögnitz«. In: *Ö nungszeiten. Papiere zur Designwissensch . Lübeck* (25). 96–105. 2011.
- Hughes, John, Val King, Tom Rodden und Hans Andersen: Moving out of the Control Room: Ethnography in System Design, in: R. Futura und C. Neuwirth (Hg.): *Transcending Boundaries. Proceedings of the Conference on Computer Supported Cooperative Work*. (1994). Chapel Hill: 429-439.
- Human rights watch: „Losing Humanity. The Case against Killer Robots.“ Summary <https://www.hrw.org/report/2012/11/19/losing-humanity/case-against-killer-robots> [18.12.2015], November 19 2012.
- Ichbiah, Daniel: „Robots: From science fiction to technological revolution“. Harry N. Abrams, 2005.
- IJCAI. „Autonomous Weapons: an Open Letter from AI & Robotics Researchers“. http://futureoflife.org/AI/open_letter_autonomous_weapons [18.12.2015], 2015.
- in Latour, B. and Weibel, P. (Eds), *Making Things Public. Atmospheres of Democracy*, Cambridge: (2005).
- Informatik macht Zukunft, Zukunft macht Informatik. Wien, 2009.
- International Human Rights and Conflict Resolution Clinic. „*Living under drones: death, injury, and trauma to civilians from US drone practices in pakistan*“. Stanford University and New York City University. 2012.
- Isaac Asimov, *Meine Freunde, die Roboter*. München 1982: Heyne, S.67
- ISO 13482. Robots and robotic devices — Safety requirements for personal care robots. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:13482:ed-1:v1:en> [18.12.2015], 2014.
- J. C. Augusto, M. Huch et al. (Hrsg.): *Handbook of Ambient Assisted Living, Technology for Healthcare, Rehabilitation and Well-being*. IOS Press, Amsterdam/Berlin/Tokio/Washington DC 2012.
- Janda, Valentin. "Werner Rammert: Wider technische oder soziale Reduktionen." *Schlüsselwerke der Science & Technology Studies*. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2014. 205-219.
- Japp, K.P. (1997): Die Beobachtung von Nichtwissen. In: *Soziale Systeme* 3, S. 289-312.

- Jasanoff, Sheila, and Sang-Hyun Kim. "Containing the atom: Sociotechnical imaginaries and nuclear power in the United States and South Korea." *Minerva* 47.2 (2009): 119-146.
- Jasanoff, Sheila. "Designs on nature." (2005).
- Joerges, Bernward: "Die Brücken des Robert Moses – Stille Post in der Stadt- und Techniksoziologie", *Leviathan*, 27 (1), 1999, S. 43-63.
- Jonas, Hans. „Warum die Technik ein Gegenstand für die Ethik ist: fünf Gründe“. In: H. Lenk, G. Ropohl (Hg.): *Technik und Ethik*. Stuttgart. 1993, 81-91.
- Kallmeyer, Werner, and Fritz Schütze. *Konversationsanalyse*. Scriptor, 1976.
- Kalthoff, Herbert. "Beobachtende Differenz. Instrumente der ethnografisch-soziologischen Forschung/Observant Difference. Instruments of Ethnographic-Sociological Research." *Zeitschrift für Soziologie* (2003): 70-90.
- Kelle, Udo. "Empirisch begründete Theoriebildung." *Zur Logik und Methodologie* (1994).
- Keller, Evelyn Fox. "Booting up baby." *Genesis Redux: Essays in the History and Philosophy of Artificial Life*, edited by Jessica Riskin (2007): 334-45.
- Keller, Reiner. „Diskurse und Dispositive analysieren. Die Wissenssoziologische Diskursanalyse als Beitrag zu einer wissensanalytischen Profilierung der Diskursforschung“. *Forum Qualitative Sozialforschung*, 8(2), (2007).
- Kelley, John F. "An iterative design methodology for user-friendly natural language office information applications." *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)* 2.1 (1984): 26-41.
- Kennedy, John F. „Presidential Adress Delivered in person before a joint session of Congress“ <http://spaceflight.nasa.gov/history/shuttle-mir/multimedia/video/v-003.mpg> [18.12.2015] May 25, 1961-
- Kimball, Roger (12 February 1994). "The Two Cultures' today: On the C. P. Snow–F. R. Leavis controversy". *The New Criterion*.
- Kirschner, Heiko. "Karin Knorr Cetina: Von der Fabrikation von Erkenntnis zu Wissenskulturen." *Schlüsselwerke der Science & Technology Studies*. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2014. 123-132.
- Knoblauch, Hubert: *Fokussierte Ethnographie : Soziologie, Ethnologie und die neue Welle der Ethnographie*. In: *Sozialer Sinn* (2001), 1. 123-141
- Knoblauch, Hubert. "Qualitative Methoden am Scheideweg. Jüngere Entwicklungen der interpretativen Sozialforschung." *Historical Social Research/Historische Sozialforschung* (2013): 257-270.
- Knorr Cetina, Karin and Richard Grathoff. "Was ist und was soll kultursoziologische Forschung?" (1988b).
- Knorr Cetina, Karin et al. "Das naturwissenschaftliche Labor als Ort der „Verdichtung“ von Gesellschaft." *Zeitschrift für Soziologie* (1988): 85-101.

- Knorr Cetina, Karin. "Spielarten des Konstruktivismus: Einige Notizen und Anmerkungen." *Soziale Welt* (1989): 86-96.
- Knorr Cetina, Karin. "The fabrication of facts: Toward a microsociology of scientific knowledge." (1984).
- Knorr Cetina, Karin. "The micro-sociological challenge of macro-sociology: towards a reconstruction of social theory and methodology." (1981).
- Knorr Cetina, Karin. "Die Fabrikation von Erkenntnis. Zur Anthropologie der Naturwissenschaft." (2002).
- Knorr Cetina, Karin. "Epistemic cultures: How scientists make sense." (1999).
- Knorr, Karin D. "Tinkering toward success." *Theory and Society* 8.3 (1979): 347-376.
- Krey, Björn. "Michael Lynch: Touching paper (s)–oder die Kunstfertigkeit naturwissenschaftlichen Arbeitens." *Schlüsselwerke der Science & Technology Studies*. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2014. 171-180.
- Krieger, Michael JB, and Jean-Bernard Billeter. "The call of duty: Self-organised task allocation in a population of up to twelve mobile robots." *Robotics and Autonomous Systems* 30.1 (2000): 65-84.
- Kroes, Neelie. „Lighting a SPARC under our competitive economy“. Speech. http://europa.eu/rapid/press-release_SPEECH-14-421_en.htm [18.12.2015], June 3, 2014.
- Krummheuer, Antonia. "Interaktion mit virtuellen Agenten." *Zur Aneignung eines ungewohnten Artefakts. Stuttgart: Lucius* (2010).
- Kuhn, Thomas S. *The Copernican revolution: Planetary astronomy in the development of western thought*. Vol. 16. Harvard University Press, 1957.
- Laske, Otto E. "Ungelöste Probleme bei der Wissensakquisition für wissensbasierte Systeme." *KI* 3.4 (1989): 4-12.
- Latour 1988 (science in action)
- Latour, Bruno [unter Pseudonym]: Johnson, Jim. "Mixing humans and nonhumans together: The sociology of a door-closer." *Social problems* 35.3 (1988): 298-310.
- Latour, Bruno, and Emilie Hermant. "Paris: Invisible City". 2006.
- Latour, Bruno, and Peter Weibel. "Making things public: atmospheres of democracy." (2005).
- Latour, Bruno, and Steve Woolgar. *Laboratory life: The construction of scientific facts*. Princeton University Press, 2013.
- Latour, Bruno. *Science in action: How to follow scientists and engineers through society*. Harvard university press, 1987.
- Latour, Bruno. *The pasteurization of France*. Harvard University Press, 1993.

- Laudel, Grit, and Jochen Gläser. "Beyond breakthrough research: Epistemic properties of research and their consequences for research funding." *Research policy* 43.7 (2014): 1204-1216.
- Lettkemann, Eric. Die Stabilisierung interdisziplinärer Forschung am Fallbeispiel der Elektronenmikroskopie. Dissertation Fakultät Planen, Bauen, Umwelt, Technische Universität Berlin. 2014.
- Levi-Strauss 1967 Levi-Strauss, C., 1967. *The Savage Mind*. University of Chicago Press, Chicago.
- Leydesdorff, Loet, and Henry Etzkowitz. "Emergence of a Triple Helix of university—industry—government relations." *Science and public policy* 23.5 (1996): 279-286.
- Luhmann, Niklas. "Die Gesellschaft der Gesellschaft." *Frankfurt am Main: Suhrkamp*. 1997.
- Luhmann, Niklas. *Soziale Systeme*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1984.
- Lynch, Michael. "Art and artifact in laboratory science." (1985).
- Mackay, Hugh, et al. "Reconfiguring the user: Using rapid application development." *Social studies of science* 30.5 (2000): 737-757.
- MacKenzie, Donald. *Statistics in Britain, 1865-1930: the social construction of scientific knowledge*. Edinburgh: Edinburgh University Press. 1981.
- Maibaum, Arne ; Universität Duisburg-Essen Campus Duisburg, Fak. für Gesellschaftswissenschaften, Institut
- Maibaum, Arne and Stefan Derpmann: "Spiel und Simulation als Arenen der Technik-entwicklung", in: Compagna/Derpmann: *Soziologische Perspektiven auf Digitale Spiele. Virtuelle Handlungsräume und neue Formen sozialer Wirklichkeit*, Konstanz: UVK. 2013.
- Maibaum, Arne: "Spiel und Wettkampf in der Technikentwicklung" in: Compagna/Shire: *Working Papers techniksoziologische Studien* no. 03. 2012.
- Malinowski, Bronislaw. „Argonauts of the Western Pacific: An account of native enterprise and adventure in the archipelagoes of Melanesian New Guinea“. London: Routledge & Kegan Paul. (1985 [1922]).
- Marcovich, Anne, and Terry Shinn. "Regimes of science production and diffusion: towards a transverse organization of knowledge." *Scientiae Studia* 10.SPE (2012): 33-64.
- Mareis, Claudia. *Design als Wissenskultur: Interferenzen zwischen Design-und Wissensdiskursen seit 1960*. Vol. 16. transcript Verlag, 2014.
- Marquard, Odo (1981). *Abschied vom Prinzipiellen*. Stuttgart: Reclam
- Marx, Karl and Friedrich Engels. *Werke*. Band 3. Dietz, 1969.
- Mattozzi, Alvise. "Rewriting the script, A methodological dialogue about the concept of “script” and how to account for the mediating role of objects." Vortragsentwurf unter http://www.utwente.nl/bms/steps/research/colloquia_and_seminars/colloquia/bestanden/2011-2012/mattozzi_rewriting_script.pdf [15.12.2015]. 2011.

- Mayhew, Deborah J. "The usability engineering lifecycle." *CHI'99 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. ACM, 1999.
- Mead, G.-H. (1973) [1934] Identität, in: ders. Geist, Identität und Gesellschaft. Frankfurt/Main: Suhrkamp: 177-221.
- Meister, Martin, and Eric Lettkemann. "Vom Flugabwehrgeschütz zum niedlichen Roboter. Zum Wandel des Kooperation stiftenden Universalismus der Kybernetik." *Kooperation im Niemandsland*. VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2004. 105-136.
- Meister, Martin. "Mensch-Technik-Interaktivität mit Servicerobotern." Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse: 46. 2011a.
- Meister, Martin. „Soziale Koordination durch Boundary Objects am Beispiel des heterogenen Feldes der Servicerobotik.“ Dissertation, Fakultät Planen, Bauen, Umwelt, Technische Universität Berlin. 2011b.
- Meister, Martin. "When is a robot really social? An outline of the robot sociologicus." *Science, Technology & Innovation Studies* 10.1 (2014): 107-134.
- Menzel, Peter, and F. D’Alusio. "Evolution of a new species Robosapiens." (2000).
- Mertens, P., and D. Barbian. "Forschung über „Grand Challenges “–Eine „Grand Challenge “". Arbeitspapier: http://wi1.uni-erlangen.de/sites/wi1.uni-erlangen.de/files/arbeitsbericht_grandchallenges_05082013.pdf [18.12.2015], 2013.
- Mertens, Peter, and Dina Barbian. "Grand Challenges–Wesen und Abgrenzungen." *Informatik-Spektrum* 38.4 (2015): 264-268.
- Meuser, Michael und Ulrike Nagel. „Experteninterviews - vielfach erprobt, wenig bedacht: ein Beitrag zur qualitativen Methodendiskussion“. Bremen,1989 (Arbeitspapier / Sfb 186 6)
- Meuser, Michael, and Ulrike Nagel. "ExpertInneninterviews - vielfach erprobt, wenig bedacht." *Das Experteninterview*. VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2002. 71-93.
- Mey, Günter, and Katja Mruck. "Grounded Theory Methodologie—Bemerkungen zu einem prominenten Forschungsstil." *Historical Social Research/Historische Sozialforschung. Supplement* (2007): 11-39.
- Michalowski, Marek P., et al. "Socially distributed perception: Grace plays social tag at aaai 2005." *Autonomous Robots* 22.4 (2007): 385-397.
- Moebius, Stephan. *Kultur*. transcript Verlag, 2009.
- Mutlu, Bilge, and Jodi Forlizzi. "Robots in organizations: the role of workflow, social, and environmental factors in human-robot interaction." *Human-Robot Interaction (HRI), 2008 3rd ACM/IEEE International Conference on*. IEEE, 2008.
- Nassehi, Armin. "Die Form der Biographie. Theoretische Überlegungen zur Biographieforschung in methodologischer Absicht." *Bios* 7.1 (1994): 46-63.
- Nentwig-Gesemann, Iris. "Die Typenbildung der dokumentarischen Methode." *Die dokumentarische Methode und ihre Forschungspraxis*. VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2007. 277-302.

Nördinger, Susanne. Ziviles Forschungsprogramm SPARC. EU-Kommission startet weltweit größtes ziviles Robotik-Forschungsprogramm. Artikel für produktion.de. <http://sparc-robotics.eu/wp-content/uploads/2014/06/Produktion-Germany-EU-Kommission-startet-weltweit-gr%C3%B6%C3%9Ftes-ziviles.pdf> [18.12.2015], 2014.

Nourbakhsh, Illah Reza. *Robot futures*. MIT Press, 2013.

Nowotny, Helga, Peter Scott, and Michael Gibbons. *Re-thinking science: knowledge and the public in an age of uncertainty*. Cambridge: Polity, 2001.

NSF. National Robotics Initiative (NRI). http://www.nsf.gov/funding/pgm_summ.jsp?pims_id=503641 [18.12.2015] 2015a

NSF. „NSF, Women, Minorities, and Persons with Disabilities in Science and Engineering“, <http://www.nsf.gov/statistics/2015/nsf15311/digest/nsf15311-digest.pdf> [18.12.2015] 2015b

Oevermann, Ulrich. „Die Methode der Fallrekonstruktion in der Grundlagenforschung sowie der klinischen und pädagogischen Praxis“. In: KLAUS KRAIMER (Hg.) *Die Fallrekonstruktion* (2000). 58–153.

Oevermann, Ulrich. „Die Struktur sozialer Deutungsmuster – Versuch einer Aktualisierung“. *Sozialer Sinn*, 1, 2001. 35-81.

Olsen, Dan R., and Michael A. Goodrich. "Metrics for evaluating human-robot interactions." *Proceedings of PERMIS*. Vol. 2003. 2003.

Open Source Robotics Foundation. <http://www.osrfoundation.org/>, 2015.

Oscar Andersson: *William Foote Whyte, Street Corner Society and social organisation*, in: *Journal of the History of the Behavioral Sciences*, Vol. 50(1), 2014, S. 79–103

Oudshoorn, Nelly, Els Rommes, and Marcelle Stienstra. "Configuring the User as Everybody: Gender and Design Cultures in Information and Communication Technologies." *Science, Technology & Human Values* 29 (1): 2004. 30–63.

Park, Sungmee, and Sundaresan Jayaraman. "Enhancing the quality of life through wearable technology." *Engineering in Medicine and Biology Magazine, IEEE* 22.3 (2003): 41-48.

Passoth, Jan-Hendrik, and Josef Wehner. "Quoten, Kurven und Profile–Zur Vermessung der sozialen Welt. Einleitung." *Quoten, Kurven und Profile*. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2013. 7-23.

Pearson, Helene. „RoboCup 2001 boots up. Soccer automatons’ clash drives AI big league“. *Nature*, <http://www.nature.com/news/2001/010809/full/news010809-1.html> [18.12.2015]. August 3, 2001.

Pentzold, Christian. "Die Praxis der Online-Kooperation. Praktiken und Institutionen online-medialen Zusammenarbeitens" (2013). Dissertationsschrift. Technische Universität Chemnitz.

Petruschat, Jörg. *Das Leben ist bunt. Form und Zweck* (21). Berlin. 2005.

Petruschat, Jörg. *Wicked Problems. Practice Based Research in Art & Design Konferenz*, Weimar. 2011.

Pickering, Andrew, and David Chart. "The mangle of practice." (1996).

- Pickering, Andrew. *Science as practice and culture*. University of Chicago Press, 1992.
- Pinch, Trevor and Nelly Oudshoorn. *How users matter the co-construction of users and technology*. Cambridge, Massachusetts: 2005.
- Pinch, Trevor; Bijker, Wiebe E.; Hughes, Thomas P. *The social construction of technological systems: new directions in the sociology and history of technology*. Cambridge, Massachusetts: 1987.
- Polany 1962: Polanyi, Michael. "Tacit knowing: Its bearing on some problems of philosophy." *Reviews of modern physics* 34.4 (1962): 601.
- Prechelt, Lutz: "Techniksoziologie" (Folien), Vorlesung Institut für Informatik, FU Berlin, SoSe 2011.
- Przyborski, Aglaja, and Monika Wohlrab-Sahr. *Qualitative Sozialforschung: Ein Arbeitsbuch*. Walter de Gruyter, 2014.
- QoLT (Quality of Life Center). Website: <http://www.cmu.edu/qolt/index.html> [18.12.2015], 2015.
- Rammert, Werner. "Die Techniken der Gesellschaft: in Aktion, in Interaktivität und in hybriden Konstellationen." TUTS-WP 4-2007. 2007.
- Rammert, Werner. "Technik. Stichwort für eine Enzyklopädie." TUTS-WP 01-1999. 1999.
- Rammert, Werner. Nicht nur natur- und technikwissenschaftliche Experten sind bei Wissenschaftsdebatten gefragt, in: *Das Magazin. Wissenschafts zentrum Berlin* 1/2001, S. 22–23.
- Rammert, Werner. *Technik aus soziologischer Perspektive 2*. VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2000.
- Rammert, Werner. *Technik und Sozialtheorie*. Vol. 42. Campus Verlag, 1998.
- Rammert, Werner. *Technisierung und Medien in Sozialsystemen: Annäherungen an eine soziologische Theorie der Technik*. FSP" Zukunft der Arbeit" an der Univ. Bielefeld, 1989.
- Rammert, Werner. *Wissensmaschinen: soziale Konstruktion eines technischen Mediums: das Beispiel Expertensysteme*. Campus Verlag, 1998.
- Read, Robin, and Tony Belpaeme. "How to use non-linguistic utterances to convey emotion in child-robot interaction." *Proceedings of the seventh annual ACM/IEEE international conference on Human-Robot Interaction*. ACM, 2012.
- Rehberg, Karl-Siegbert. "Kultur versus Gesellschaft? Anmerkungen zu einer Streitfrage in der deutschen Soziologie." *Kultur und Gesellschaft. Sonderheft 27* (1986): 92-115.
- Reichertz, Jo. "Abduktion: Die Logik der Entdeckung der Grounded Theory." *Grounded theory reader*. VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2011. 279-297.
- Reichertz, Jo. „Das Handlungsrepertoire von Gesellschaften erweitern. Hans-Georg Soeffner im Gespräch mit Jo Reichertz“. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, 5(3), 2004.
- Restivo, Sal. "Romancing the robots: Social robots and society." *Proceedings of the Robots as Partners: An Exploration of Social Robots Workshop, International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2002), Lausanne, Switzerland*. 2002.

- Rheinberger, Hans-Jörg, and Gerhard Herrgott. *Experimentalsysteme und epistemische Dinge: eine Geschichte der Proteinsynthese im Reagenzglas*. Göttingen: Wallstein, 2001.
- Rheinberger, Hans-Jörg. *Epistemologie des konkreten: Studien zur Geschichte der modernen Biologie*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 2006.
- Rheinberger, Hans-Jörg. *Experiment, Differenz, Schrift: zur Geschichte epistemischer Dinge*. Basilisken-Presse, 1992.
- Rheinberger, Hans-Jörg. Experiment: Präzision und Bastelei. In C. Meinel (Ed.), *Instrument - Experiment: historische Studien* (pp. 52-60). Berlin. 2000.
- RHOFF. Robot Hall of Fame. <http://www.robothalloffame.org/news.htm> [18.12.2015], 2012.
- Riek, Laurel D. "Wizard of oz studies in hri: a systematic review and new reporting guidelines." *Journal of Human-Robot Interaction* 1.1 (2012).
- Rip, Arie, and Jan-Peter Voß. "Umbrella terms as a conduit in the governance of emerging science and technology." *Science, technology & innovation studies* 9.2 (2013): 39-59.
- Rittel, Horst WJ, and Melvin M. Webber. "Dilemmas in a general theory of planning." *Policy sciences* 4.2 (1973): 155-169.
- Roelofsen, Anneloes, et al. "Exploring the future of ecological genomics: Integrating CTA with vision assessment." *Technological forecasting and social change* 75.3 (2008): 334-355.
- Rosenthal-von der Pütten, Astrid M., and Nicole C. Krämer. "How design characteristics of robots determine evaluation and uncanny valley related responses." *Computers in Human Behavior* 36 (2014): 422-439.
- Rosenthal, Claude. "Making science and technology results public: a sociology of demos",
- Ross Winthereik, Brit, Nis Johannsen, and Dixi Louise Strand. "Making technology public: Challenging the notion of script through an e-health demonstration video." *Information Technology & People* 21.2 (2008): 116-132.
- Ruppelt, Georg. „Der große summende Gott–Geschichten von Denkmashinen, Computern und künstlicher Intelligenz Hg. für die Niedersächsische Landesbibliothek.“ zugl.: Uwe Drewen, Dokumentation einer Ausstellung. Niemeyer, Hameln. 2003.
- Šabanović, Selma, Marek P. Michalowski, and Reid Simmons. "Robots in the wild: Observing human-robot social interaction outside the lab." *Advanced Motion Control, 2006. 9th IEEE International Workshop on*. IEEE, 2006.
- Šabanović, Selma. "Robots in Society, Society in Robots Mutual Shaping of Society and Technology as a Framework for Social Robot Design." *International Journal of Social Robotics* 2.4 (2010): 439-450.
- Šabanović, Selma. „Imagine all the Robots: Developing a Critical Practice of Cultural and Disciplinary Traversals in Social Robotics“. Doctoral Thesis Faculty of Rensselaer Polytechnic Institute. 2007
- Sackmann, Reinhold, and Ansgar Weymann. "Die Technisierung des Alltags." *Generationen und technische Innovationen* (1994).

- Schäfer, Mike S. „The Media in the Labs, and the Labs in the Media. What we Know about the Mediati- zation of Science“. in Lundby, Knut (Ed.): *Mediatization of Communication*. Vol. 21 of the „Hand- books of Communication Science“. Berlin: 2014. 571-594.
- Schatzki, Theodore R.: „Practice mind-ed orders“. In: Cetina, Karin Knorr, Theodore R. Schatzki, and Eike von Savigny, eds. *The practice turn in contemporary theory*. Routledge, 2005.
- Schmidt, Robert. „Die Verheißungen eines sauberen Kragens. Zur materiellen und symbolischen Ord- nung des Büros.“ In: Heisler Evamaria/Koch, Elke/Scheffer, Thomas: *Drohung und Verheißung. Mik- roprozesse in Verhältnissen von Macht und Subjekt*. 2007.
- Schön, Donald A. *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Vol. 5126. Basic books, 1983.
- Schulz-Schaeffer, Ingo. "Technik als Gegenstand der Soziologie." *The Technical University Technology Studies Working Papers, TUTS-WP-3-2008* (2008).
- Schulz, Winfried. "Reconstructing mediatization as an analytical concept." *European journal of commu- nication* 19.1 (2004): 87-101.
- Schüttpelz, Erhard. "Elemente einer Akteur-Medien-Theorie." *Akteur-Medien-Theorie. Bielefeld, Tran- skript* (2013): 9-69.
- Schütz, Alfred: Teiresias oder unser Wissen von zukünftigen Ereignissen. In Endreß, M. / Srubar, I. (Hg.): *Theorie der Lebenswelt 1. Alfred Schütz Werkausgabe*. Bd. V.1. Konstanz: UVK 2003. S. 351–368.
- Schütz, Alfred. *Wissenschaftliche Interpretation und Alltagsverständnis menschlichen Handelns*. Springer Netherlands, 1971.
- Schütze, Fritz. "Strukturen des professionellen Handelns, biographische Betroffenheit und Supervision." (1994).
- Schütze, Fritz. "Zur soziologischen und linguistischen Analyse von Erzählungen." *Contributions to the Sociology of Knowledge/Contributions to the Sociology of Religion*. VS Verlag für Sozialwissenschaf- ten, 1976. 7-41.
- Schwartz, R. D., Rogers, E. M., Larsen, J. K., Shallis, M., & Turkle, S. (1986). Where Is Silicon Cul- ture? *Canadian Journal of Sociology / Cahiers canadiens de sociologie*, 11(1), 57.
doi:10.2307/3340448
- Shapin, Steven, Simon Schaffer, and Thomas Hobbes. *Leviathan and the air-pump*. Princeton: Princeton University Press, 1985.
- Shapin, Steven. "The house of experiment in seventeenth-century England." *Isis* (1988): 373-404.
- Short, Elaine, et al. "No fair!! an interaction with a cheating robot." *Human-Robot Interaction (HRI), 2010 5th ACM/IEEE International Conference on*. IEEE, 2010.
- Siciliano, Bruno, and Oussama Khatib, eds. *Springer handbook of robotics*. Springer Science & Business Media, 2008.

Soeffner, Hans-Georg, and Ronald Hitzler. "Hermeneutik als Haltung und Handlung." *Interpretative Sozialforschung*. Opladen 2855 (1994).

Sparrow, Robert, and Linda Sparrow. In the hands of machines? The future of aged care. *Minds and Machines* 16: 2006. 141-161.

Sparrow, Robert. Killer robots. *Journal of Applied Philosophy* 24(1): . 2007. 62-77.

Spiel und Wettkampf in der Technikentwicklung

Star, Susan Leigh, and James R. Griesemer. "Institutional ecology, translations' and boundary objects: Amateurs and professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39." *Social studies of science* 19.3 (1989): 387-420.

Steinfeld, Aaron, et al. "Common metrics for human-robot interaction." *Proceedings of the 1st ACM SIGCHI/SIGART conference on Human-robot interaction*. ACM, 2006.

Steinfeld, Aaron, Odest Chadwicke Jenkins, and Brian Scassellati. "The oz of wizard: simulating the human for interaction research." *Human-Robot Interaction (HRI), 2009 4th ACM/IEEE International Conference on*. IEEE, 2009.

Strauss, Anselm L. „Grundlagen qualitativer Sozialforschung: Datenanalyse und Theoriebildung in der empirischen soziologischen Forschung“. UTB, 1998.

Strauss, Anselm L. *Grundlagen qualitativer Sozialforschung: Datenanalyse und Theoriebildung in der empirischen soziologischen Forschung*. Wilhelm Fink, 1991.

Strauss, Anselm L., Juliet M. Corbin, and Solveigh Niewiarra. *Grounded theory: Grundlagen qualitativer sozialforschung*. Beltz, Psychologie-Verlag-Union, 1996.

Strese, Hartmut. „Ambient Assisted Living Joint Program (AAL-JP“: Präsentation: https://mobkom.files.wordpress.com/2010/06/strese_aal_forschungsthema.pdf [18.12.2015], April 2, 2009.

Strübing, Jörg, et al. "Kooperation im Niemandsland." *Neue Perspektiven auf Zusammenarbeit in Wissenschaft und Technik*. Opladen: Leske+ Budrich (2004).

Strübing, Jörg. "Grounded Theory und Theoretical Sampling." *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2014. 457-472.

Strübing, Jörg. *Pragmatistische Wissenschafts-und Technikforschung: Theorie und Methode*. Campus Verlag, 2005.

Strübing, Jörg. *Qualitative Sozialforschung: Eine komprimierte Einführung für Studierende*. Oldenbourg Verlag, 2013.

Suchman, Lucy. "4 Configuration." *Inventive methods: The happening of the social* (2012): 48.

Suchman, Lucy. "Subject objects." *Feminist Theory* 12.2 (2011): 119-145.

Suchman, Lucy. „Humanizing Humanity“. Blog Post: <https://robotfutures.wordpress.com/2014/07/19/humanizing-humanity/> [18.12.2015], Juli 19, 2014.

- Suchman, Lucy. *Human-machine reconfigurations: Plans and situated actions*. Cambridge University Press, 2007.
- Telotte, Jay P. „Replications: A robotic history of the science fiction film“. University of Illinois Press, 1995.
- The Citizen. „\$10 million awarded to family of plant worker killed by robot“. <https://news.google.com/newspapers?id=7KMyAAAAIIBAJ&sjid=Bu8FAAAAIBAJ&dq=flat-rock%20williams%20robot&pg=3301%2C87702> [16.12.2015] Ottawa, August 11 1983.
- The Economist. Rise of the Robots. Print Issue. March 29, 2014.
- Thrun, Sebastian, et al. "MINERVA: A second-generation museum tour-guide robot." *Robotics and automation, 1999. Proceedings. 1999 IEEE international conference on*. Vol. 3. IEEE, 1999.
- Tiefel, Sandra. "Kodierung nach der Grounded Theory lern-und bildungstheoretisch modifiziert: Kodierleitlinien für die Analyse biographischen Lernens." <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ssoar-279183> [18.12.2015]. FQS 6,1, 2005.
- Trafton, J. Gregory, et al. "Children and robots learning to play hide and seek." *Proceedings of the 1st ACM SIGCHI/SIGART conference on Human-robot interaction*. ACM, 2006.
- Transdisziplinarität als Wissenskultur und Praxis. Eine Analyse transdisziplinärer Projektarbeit im Programm ProVISION aus der Sicht der Wissenschaftsforschung.“ 2013.
- Turkle, S., Eliza Effect: tendency to accept computer responses as more intelligent than they really are (from *Life on the screen- Identity in the Age of the Internet*, Phoenix Paperback: London, 1997)
- Turkle, Sherry. "The second self: The human spirit in a computer culture." New York: Simon & Schuster. 1984.
- Turkle, Sherry. "Verloren unter 100 Freunden." *Riemann, München* (2012).
- United Nations: „CCW Meeting of Experts on Lethal Autonomous Weapons Systems (LAWS)“. <http://www.unog.ch/80256EE600585943/%28httpPages%29/6CE049BE22EC75A2C1257C8D00513E26?OpenDocument> [18.12.2015], 2015.
- Varela, Francisco J. *Kognitionswissenschaft-Kognitionstechnik: Eine Skizze aktueller Perspektiven*. Suhrkamp, 1990.
- Verbeek, Peter-Paul. *Moralizing technology: Understanding and designing the morality of things*. University of Chicago Press, 2011.
- von Laban, Rudolf. *Modern educational dance*. Princeton Book Co Pub, 1975.
- Wagner, Cosima: *Robotopia Nipponica*. Dissertationschrift, Goethe-Universität Frankfurt, 2007.
- Wajcman, Judy. *Feminism confronts technology*. University Park, Pennsylvania: 1991.
- Weber, Max „Soziologische Grundbegriffe“. Tübingen 1976.
- Weber, Max, *Wirtschaft und Gesellschaft*, Tübingen 1976.

- Weber, Max. „Die „Objektivität“ sozialwissenschaftlicher und sozialpolitischer Erkenntnis“. in: Gesammelte Aufsätze zur Wissenschaftslehre. Tübingen 1973.
- Weber, Max. Gesammelte Aufsätze zur Wissenschaftslehre. Tübingen 1985.
- Weeks, John. „Lay Ethnography and Unpopular Culture“. Working Paper 2006/47/OB: <http://www.insead.edu/facultyresearch/research/doc.cfm?did=2431> [18.12.2015], 2006.
- Weiss, Astrid, et al. "Looking forward to a "robotic society"?" *International Journal of Social Robotics* 3.2 (2011): 111-123.
- Whyte, William F.. *Street corner society: The social structure of an Italian slum* (4th ed.). Chicago, IL: The University of Chicago Press. (1993).
- Willeke, Thomas, Clayton Kunz, and Illah R. Nourbakhsh. "The History of the Mobot Museum Robot Series: An Evolutionary Study." *FLAIRS Conference*. 2001.
- Willow Garage. Overview: Robots for Research and Innovation. <https://www.willowgarage.com/pages/pr2/overview> [18.12.2015], 2015.
- Winkin, Y. "Erving Goffman: what is life? The uneasy making of an intellectual biography, in G. Smith (ed.), *Goffman and Social Organization*." *Studies in a sociological legacy, London: Routledge* (1999).
- Winner, Langdon (1986): "Do Artifacts have Politics?" In: ders. "The Wahle and the Reactor". Chicago: University of Chicago: S. 19-39 [zuerst 1980 in *Daedalus* (0011-5266), 109, S. 121-136].
- Wittgenstein, Ludwig. *Philosophische Untersuchungen. Philosophical Investigations; Translated by GEM Anscombe. Reprinted*. Blackwell, 1967.
- Wohlrab-Sahr, Monika, Uta Karstein, and Thomas Schmidt-Lux: *Forcierte Säkularität. Religiöser Wandel und Generationendynamik im Osten Deutschlands*. Frankfurt/New York, 2009.
- Woods, Sarah N., et al. "Methodological issues in HRI: A comparison of live and video-based methods in robot to human approach direction trials." *Robot and Human Interactive Communication, 2006. ROMAN 2006. The 15th IEEE International Symposium on*. IEEE, 2006.
- Woolgar, Steve. "Configuring the user: the case of usability trials." *The Sociological Review* 38.S1 (1990): 58-99.
- Wulff, Hans J.. „Zwischen Phantasie und Diskurs: Motive als Topoi in den Spielfilmen und journalistischen Texten der Gentechnik“ in: Christiane Haskeller. *Humane Stammzellen: Therapeutische Optionen, ökonomische Perspektiven, mediale Vermittlung*. Lengerich: 2002. 203-219.
- Zemanek, Heinz. Was ist informatik? , *Elektronische Rechenanlagen*, vol. 13, no, 4, August. 1971. 157-161.

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1 – Mimik des Roboters „Minerva“; Thrun et al. 1999</i>	6
<i>Tabelle 1 - Problemdimensionen des Sozialrobotik</i>	21
<i>Abbildung 2 - Roboter "Kismet", Foto: Jared C. Benedict CC BY-SA 2.5</i>	27
<i>Abbildung 3 – Übersicht Sozialrobotik</i>	32
<i>Tabelle 2 - Dimensionierung und Typenschema</i>	205
<i>Abbildung 4 – Verteilung der Fälle im Typenraster</i>	209
<i>Tabelle 3 - Übersicht epistemische Praktiken</i>	301
<i>Abbildung 5 – Phänomenstruktur der Sozialrobotik</i>	306
<i>Abbildung 6 – Entwicklungsprozess als Komplexitätsspendel</i>	316