

Handlungsträgerschaft von Robotern: Robotik zur Förderung von Chancengleichheit im schulischen Bildungsbereich

Wiesner, Heike

Veröffentlichungsversion / Published Version

Zeitschriftenartikel / journal article

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:

GESIS - Leibniz-Institut für Sozialwissenschaften

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Wiesner, H. (2004). Handlungsträgerschaft von Robotern: Robotik zur Förderung von Chancengleichheit im schulischen Bildungsbereich. *Historical Social Research*, 29(4), 120-153. <https://doi.org/10.12759/hsr.29.2004.4.120-153>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer CC BY Lizenz (Namensnennung) zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den CC-Lizenzen finden Sie hier: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

Terms of use:

This document is made available under a CC BY Licence (Attribution). For more information see: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

METHODS

Handlungsträgerschaft von Robotern: Robotik zur Förderung von Chancengleichheit im schulischen Bildungsbereich

*Heike Wiesner**

So, it's not that the material forces this new way of learning, but ... it makes it possible. [...] You're going to interact with those materials...
(Fred Martin, University of Massachusetts Lowell, USA)

Abstract: In this article the qualitative results from the scientifically escorted project „Roberta – girls conquer robots“ are focussed in the context of gender and ANT aspects (actor network theory). Along with a summary of the project Roberta and its scientific escort project, the design of this research, the theoretical and the methodological approach are briefly described. Besides specific ANT- and gender-oriented research questions, different aspects of qualitatively surveyed data from some Roberta courses are brought up and wrapped to different subtopics. The core thesis of this essay is that the methodological use of an ANT approach and its linkage with gender aspects in technology-oriented course concepts can uplift the technological curiosity in school and can be used as a passage point for providing equal opportunities.

1. Das Projekt: Roberta – Mädchen erobern Roboter

Das vom BMBF geförderte Projekt „Roberta – Mädchen erobern Roboter“ (Fraunhofer, AIS) ist mit dem programmatischen Ansatz angetreten, technische

* Address all communications to: Heike Wiesner, AG DiMeBFachbereich Mathematik/Informatik, Universität Bremen, Postfach 330440, D-28334 Bremen, E-Mail: wiesner@informatik.uni-bremen.de.

Neugier insbesondere bei Mädchen zu fördern¹. Wissenschaftlich begleitet wird das Projekt durch die Universität Bremen, Digitale Medien in der Bildung (DiMeB) und dem Institut der Didaktik der Naturwissenschaften (IDN).

In Deutschland fehlen jährlich 20.000 Ingenieur/innen (VDI). Es studieren auffällig wenige Frauen technische Fächer. Das Potenzial von Frauen bleibt in technischen Ausbildungsbereichen und Berufen bisher weitgehend ungenutzt.

Bei dem Projekt „Roberta – Mädchen erobern Roboter“ (Leitung: Fraunhofer Institut Autonome Intelligente Systeme, Laufzeit 3 Jahre) geht es vor allem darum, den Stellenwert der Technik in unserer Gesellschaft zu stärken. Insbesondere das Technikinteresse von Mädchen soll im Rahmen des Projektes gesteigert werden. Vor diesem Hintergrund soll Roberta in den Schulen die Begeisterung für Naturwissenschaft, Mathematik und Technik entwickeln helfen. Das folgende Angebot richtet sich insbesondere an 8-16 jährige Mädchen, um ihr Interesse an Naturwissenschaft und Technik zu wecken.

Es wird im Projekt davon ausgegangen, dass (Lego)-Roboter und Roboterbaukästen einen attraktiven Zugang zu Technik bieten und insbesondere Mädchen die Möglichkeit geben, mehr Selbstvertrauen bzgl. ihrer technischen Fähigkeiten zu entwickeln.

Die Roboter-Baukästen bestehen aus einer Sammlung von mechanischen, dynamischen und elektronischen Bauteilen, die aufeinander abgestimmt sind und das Konstruieren und Programmieren unterschiedlicher Robotertypen ermöglichen (vgl. dazu auch Abbildungen 2 und 3). Das LEGO Mindstorms Material ermöglicht es Kindern, Roboter zu entwerfen und zu bauen. Die Lego-Roboter sind mittels eines PC programmierbar und können mit Motoren sowie Sensoren (z.B. Licht- und Berührungssensor) gekoppelt werden. Mit einem Infrarotsender/-empfänger werden die Programme auf den RCX-Baustein² übertragen. Für die Programmierung kann je nach Vorkenntnissen eine Programmierungsumgebung ausgewählt werden. Die graphische Programmiersprache RIS (Robotics Intervention System) eignet sich insbesondere für Kinder ohne Programmierkenntnisse. Das Programm NQC (not quite C) bietet die Realisierung komplexerer Anwendungen.

Das Fraunhofer-Institut hat die Vielfalt der Einsatzmöglichkeiten in einem annähernd 1000seitigen Materialordner zusammengetragen, der modular aufgebaute Grundlagen, Hinweise und Informationen für die Durchführung von Kursen bietet. Verteilt über die ganze Bundesrepublik werden Robotik-Kurse angeboten, die von sog. „RegioZentren“ (Bremen, Magdeburg, Koblenz, Hamburg, Bonn-Rhein-Sieg) organisiert werden. Während sie in Bonn-Rhein-Sieg, Koblenz und Magdeburg überwiegend als Zusatzangebote in Projektwochen oder Arbeitsgemeinschaften angeboten werden, sind die Kurse in Bremen in

¹ Vgl. Müllerburg/Petersen/Theidig 2004

² Der RCX (Robotics Comand Explorer) ist ein überdimensionaler Legostein mit 3 Eingängen für die Sensoren und drei für die Motoren.

den meisten Fällen im verbindlichen Unterricht und nur in wenigen Fällen als freiwilliges Wahlangebot im Wahlpflicht-Bereich gelaufen.

Bisher wurden 122 Kurse mit 1.487 Teilnehmer/innen erfolgreich durchgeführt (Stand November 2004). Nur wer den Materialordner kennt und zusätzlich an einer zweitägigen Kursleiter/innenschulung teilgenommen hat, darf seinen/ihren Kurs mit dem Label „Roberta-Kurs“ schmücken – bundesweit sind es bisher annähernd 150 Kursleiter/innen, die sich entsprechend qualifiziert haben. Mindestens 50% aller Roberta-Kursteilnehmer/innen müssen Mädchen sein, auch dies ist eine unabdingbare Voraussetzung für einen „Roberta-Kurs“.

Es werden drei Kurstypen unterschieden:

- „Kurze Kurse“ dauern 2 bis 5 Stunden: In diesem „Schnupperkurs“ sollen auf einem vorgegebenen, zumeist berädeten Lego-Grundmodell Stoßfänger gebaut und die Roboter sollen mit einer einfachen graphischen Programmiersprache (RIS) programmiert werden.
- „Mittellange Kurse“ dauern bis zu 15, auf jeden Fall mehr als 5 Stunden. Dieser Kurstyp ist zumeist als Tageskurs angelegt. Er beinhaltet zumeist die vollständige Konstruktion eines (selbstgewählten) Grundmodells und eine Programmierung mit RIS und/oder NQC.
- „Lange Kurse“ dauern mehr als 15 Stunden. Sie werden zumeist in Form einer Projektwoche durchgeführt bzw. als Schuljahrskurs in den laufenden Unterricht integriert. Diese Kursform beinhaltet die Einarbeitung in ein Thema, z.B. Bientanz, Labyrinth (vgl. Materialordner Roberta) oder die Umsetzung eigener Projektthemen. Enthalten ist zumeist die Konstruktion eines selbstgewählten Grundmodells, Programmierung mit RIS, NQC und anderen Programmiersprachen, sowie weitere Konstruktionsaufgaben.

2. Roberta Begleitforschung

Extern wissenschaftlich begleitet wird das Projekt durch Prof. Dr. Heidi Schelhowe (DiMeB = Digitale Medien in der Bildung, Universität Bremen) und Prof. Dr. Horst Schecker (IDN = Institut für Didaktik der Naturwissenschaften, Universität Bremen). Folgende Forschungsfragen standen im Mittelpunkt der Befragung:

- Wie kann das Interesse von Frauen und Mädchen an Technologie durch den Einsatz von Robotertechnik geweckt und entwickelt werden?
- Wie entsteht Neugier an Technologie?
- Welche Didaktik ist geeignet?
- Wie müssen Lernumgebungen gestaltet sein, damit sie Mädchen und Jungen gerecht werden?

- Ist Robotertechnik in diesem Kontext geeignet, das Selbstkonzept zu verändern?

2.1 Die quantitative Evaluation

Bereits die quantitative Erhebung – durchgeführt von Prof. Dr. Horst Schecker, Dr. Susann Hartmann und Johannes Retfeld (IDN) – hat ergeben, dass sich das Selbstkonzept der Mädchen nach einem zweistündigen Schnupperkurs positiv verändert hat (Hartmann/Schecker/Rethfeld 2005). Nach dem Besuch eines Roberta-Kurzkurses glauben die Teilnehmer/innen eher, dass sie, wenn sie wollten, Computerexpert/in werden könnten. Von den 499 befragten Kursteilnehmer/innen aus bisher 41 evaluierten Roberta-Kurzkursen bejahen 94% die Frage, ob ihnen die Kursteilnahme Spaß gemacht habe. Wenn man bedenkt, dass nur 50% der Teilnehmer/innen angeben, aus eigenem Antrieb zu dem Kurs gekommen zu sein, ist dieser Erfolg beachtlich. Auch die Tatsache, dass 88 % der Schüler/innen nach eigenen Angaben den Kurs ihren Freunden und Freundinnen weiterempfehlen würden, spricht für das Projekt. Der Erfolg der Roberta-Kurse kann dabei nicht allein auf Anfangsmotivation und Faszination an Neuem zurückgeführt werden, denn „die positiven Rückmeldungen durch die Kursteilnehmer/innen verstärken sich bei längeren Kursangeboten eher, als dass sie abnehmen. (Hartmann/Schecker/Rethfeld 2005).

Auch das quantitativ erhobene Ergebnis, dass ein nach Einschätzung der Kursleiterinnen gendersensitiver Kursverlauf in einer noch positiveren Einschätzung des Kurses durch die Teilnehmer/innen mündet³, ist sicherlich ein sehr gutes Resultat innerhalb dieses noch laufenden Projektes.

Während die quantitative Erhebung per Fragebogen, der vor und nach den Kursen von den Teilnehmer/innen sowie von den Kursleiter/innen ausgefüllt wird, einen Überblick über die gesamten Roberta-Kurse bietet, wird durch die qualitative Exploration ein tieferer Einblick in einzelne Kurse gewährt.

2.2 Die qualitative Evaluation

Auch die qualitative Erhebung – durchgeführt durch Prof. Dr. Heidi Schelhowe und Dr. Heike Wiesner (DiMeB) – erstreckt sich über die gesamte Laufzeit des Roberta-Projekts. Sie dient der Herausarbeitung von Aspekten, die vor allem auf die gestaltungsorientierte Analyse und Weiterentwicklung der Roberta-Kurse abheben soll. In dem vorliegenden Beitrag werden die qualitativen Ergebnisse der Roberta-Kurse unter besonderer Berücksichtigung der Geschlechterperspektive und des ANT-Ansatzes vorgestellt.

³ So geben die 205 aus gendersensibel (d.h. Stereotypisierungen werden bewusst vermieden) durchgeführten Kursen stammenden Teilnehmer/innen zu 98% an, die Teilnahme habe Spaß gemacht, empfehlen die Kurse zu 94% weiter und würden zu 85% selber gerne an einem weiterführenden Kurs teilnehmen (Hartmann/Schecker/Rethfeld 2005).

2.2.1 Die theoretische Ausgangsstellung

Bevor im Einzelnen auf die Ergebnisse der qualitativen Evaluation eingegangen wird, ist eine kurze theoretische Einbettung des qualitativen Evaluationsvorhabens in zwei verschiedene Diskurskontexte notwendig.

Die Genderdebatte: Differenzansatz versus Geschlechterverhältnis

Die Sozialisations- und Schulforschung hat sich, allein durch die Akzeptanz und Realisierung erziehungswissenschaftlicher, dualer 'Konstruktionen' von Kindheit und Jugend, allzu lange von dem Postulat einer (nicht hinterfragten) Geschlechterdifferenz leiten lassen.⁴ Vergleichende Studien, die auf das Geschlechterverhältnis zwischen Mädchen und Jungen eingehen, ohne im Vorfeld schon von einem dualistischen Modell auszugehen, bildeten lange Zeit die Ausnahme.⁵ Durch eine bisweilen biologische, meist jedoch aus der Sozialisation begründete Setzung von Differenz bleibt das Geschlechterverhältnis unberücksichtigt. Dieser Trend wird in vielen Schulforschungsansätzen, insbesondere aber im Schulalltag fortgeführt. Ob Koedukationsdebatte oder Studien, die sich analytisch dem Schulalltag oder den Fachorientierungen nähern, nicht selten wird der analytische Rahmen unter dem Axiom Geschlechterdifferenz gesetzt und auf die schulische Sozialisation von Mädchen begrenzt. Differenzen zwischen den Geschlechtern werden im Vorfeld als feststehende Größe behandelt und dadurch nicht selten reproduziert. In der Fülle psychologischer Untersuchungen reichen die angeführten Faktoren von der Befähigung zu mathematischem, logisch-abstraktem Denken, räumlichem Vorstellungsvermögen über Leistungsmotivation und -verhalten bis hin zu Durchsetzungsformen und Selbstdarstellungsweisen. Die tatsächliche Analyse des Geschlechterverhältnisses⁶ tritt jedoch dann in den Hintergrund, wenn es eine a-priori-Setzung erfährt. Laut Michaela Tzankoff verfolgen viele Ansätze aus den klassischen Basistheorien (vor allem aus Psychoanalyse, kognitionstheoretischen und lerntheoretischen Ansätzen) häufig den differenztheoretischen Ansatz⁷. Erst neuere, häufig sozialkonstruktivistisch ausgerichtete Ansätze aus der Geschlechterforschung hinterfragen diesen Differenzansatz und versuchen, ihn zu überwinden.⁸ Hier

⁴ Im Bereich der Sozialisationsforschung lassen sich in dieser Hinsicht überdurchschnittlich viele Schriften und Ansätze auffinden, die sich mit 'geschlechtsspezifischer Sozialisation' beschäftigen. Diese Untersuchungen widmen sich auffällig häufig nur der sog. weiblichen Sozialisation, d.h. es geht zentral um den Sozialisationsprozess von Mädchen.

⁵ Gildemeister 1988, 489.

⁶ Dies beinhaltet u. a. die Bearbeitung der Fragen, ob es überhaupt vorhanden ist und, wenn ja, ob es zwischen den Geschlechtern symmetrisch oder hierarchisch organisiert ist oder auch nicht. Aufschlussreich ist ebenfalls die Analyse des Geschlechterverhältnisses innerhalb einer Geschlechtsgruppe, z.B. die Analyse des Geschlechterverhältnis 'nur unter Männern' bzw. 'nur unter Frauen'.

⁷ Tzankoff 1996.

⁸ U.a. Gildemeister/Wetterer 1992; Haraway 1995; Wiesner 2002.

genau setzt meine Forschung an. Studien zum Geschlechterverhältnis bedeuten die kritische Hinterfragung von dualistischen Setzungen und beinhalten die Analyse nicht nur der beteiligten Akteure, sondern auch der Rahmenbedingungen und der an den Kursen beteiligten „Materialien“.

Beispielhaft lässt sich dieses Forschungsanliegen an einer Studie von Elisabeth Frank verdeutlichen: Eine Längsschnittuntersuchung im Großraum Stuttgart hatte bewusst die Kategorie Geschlecht berücksichtigt und dabei herausgearbeitet, dass Mädchen im Fach Physik im anonymen Verfahren besser bewertet werden als Jungen⁹. Der Korrelationsunterschied ist somit keine unabhängige Größe. Da in vielen Studien der Frauenforschung der Schwerpunkt fast ausschließlich auf Mädchen und Frauen liegt, wäre eine Vergleichsstudie über die Notengebung (gerade in anonymisierter Form) im Fremdsprachunterricht, insbesondere Französisch, erhellend. Leider hätte dies den Umfang der Studie gesprengt. Doch einige qualitative Studien weisen darauf hin, dass das Fach Französisch stark weiblich konnotiert ist und Jungen der Zugang zu dem Fach erschwert wird¹⁰. Es sind also die Lehrenden, die den Jungen mehr kognitive, rationale und technische Fähigkeiten zusprechen und den Mädchen eher emotionale, sprachliche und soziale Kompetenzen unterstellen. Da das Benotungssystem nur im Ausnahmefall anonym verläuft, fließt darin Hintergrundwissen der Lehrkräfte über ihre Lerngruppen unbewusst oder auch intendiert mit ein.

Die ANT-Debatte: Wenn Technik zum Akteur wird...

Die so genannte „ANT-Debatte“ bezeichnet einen wichtigen Wendepunkt in der Wissenschafts- und Technikforschung, der sich überspitzt auch als „decentering the subject – recentring the object“¹¹ beschreiben lässt. Der Gedanke, die Dingwelt zu Wort kommen zu lassen, geht u.a. auf die Schriften von Donna Haraway und Bruno Latour zurück.¹² Auch wenn davon ausgegangen werden kann, dass die von Haraway und Latour angedachte (sozio-technische) „Mitte“ keineswegs alles erklärt, bietet der Ansatz eine gute Möglichkeit, das, was technische „Akteure“ („Einschreibungsgeräte“) wie Computer und Roboter im Zusammenspiel zwischen Mensch und Technik jeweils „tun“, auf ganz neue Weise zu analysieren, innerhalb eines semiotisch-materiellen Netzwerkes oder – einfacher ausgedrückt – im unauflösbaren Zusammenspiel zwischen Mensch und Technik.

⁹ Frank 1995,1995a.

¹⁰ Jungen, die sich für das Fach Französisch interessieren, sind ebenso starken Vorurteilen von der Außenwelt ausgesetzt wie Mädchen, die sich für das Fach Physik erwärmen. Nur eben anderen Vorurteilen, aber ebenso strukturverwerfenden Vorurteilen, die sich auf den individuellen Werdegang nachhaltig auswirken. (Frank 1995b; Buschmann 1994; Faulstich-Wieland 1992; Kaiser 1997).

¹¹ Harbers 1997.

¹² U.a. Haraway 1995,1997; Latour 1998.

Die Problematik und Brisanz technowissenschaftlicher „Akteure“ wird mittlerweile in der Wissenschaftsforschung verbreitet diskutiert und aus verschiedenen Blickwinkeln her analysiert. Insbesondere Donna Haraway gelangte hier zu einer Auffassung (technowissenschaftlicher) Körper, welche die etablierten Grenzen zwischen dem Organischen, dem Technologischen und dem Textuellen aufheben.¹³

Bruno Latour demonstriert in „Science in Action“ (1987), inwieweit eine verschränkte Analyse von sozialen Kontexten und technischen Inhalten einen Beitrag zum Verständnis (wissenschaftlicher) Aktivität leisten kann. Latour spricht in diesem Kontext auch von einer Co-Produktion von Natur und Gesellschaft und entfaltet einen „mittleren Raum“¹⁴. Gemeint ist, dass Forschungspraktiken bei Latour nicht als erkaltete Wissenschaft beobachtet, sondern unter dem Blickwinkel *science in action* bzw. *science in the making* analysiert werden.¹⁵ Es ist für ihn dabei die *Praxis* selbst, die er ins Visier nimmt, indem er die Interaktionen zwischen wissenschaftlichen Akteuren, technischen Apparaten, Texten und Institutionen in einem hybriden Netzwerk begreift und analysiert. Auch in seinen Arbeiten wird von sog. „Technischen Akteure“ bzw. sog. „Aktanten“ gesprochen: Wenn Latour einem ‘actant’ eine semiotische Definition zugrunde legt, handelt es sich dabei nicht um einen (selbst-bewussten) technischen Akteur/Actant. Ein ‘actant’ ruft lediglich Handlungen hervor oder ihm werden Handlungsmacht bzw. Handlungsmöglichkeiten durch andere zugewiesen:

„An actant in ANT is a semiotic definition that is something that acts or to which activity is granted by others. [...] An actant can literally be anything provided it is granted to be the source of an action. [...] There is no model of (human) actor in ANT nor any basic list of competences that have to be set at the beginning, because the human, the self and the social actor of traditional social theory is not on its agenda.“¹⁶

Ein solcher ‘actant’ impliziert also – und das ist zentral für das Verständnis dieses Konzeptes – weder den zwangsläufigen Verweis auf individuell-menschliche Akteure noch auf Menschen überhaupt. Da der Ausdruck actant (und auch die nachfolgenden Bezeichnungen wie Hybride bzw. Quasi-Objekte) offensichtlich zu diesem Missverständnis eingeladen haben, halte ich die Formulie-

¹³ Haraway konzipiert durch die Genese eines *materiell-semiotischen* Cyborg-Körpers und -Selbsts auch eine neue theoretische Zugangsweise, wo lokales Wissen in Spannung stehen muss zu den produktiven Strukturierungen, „die zu ungleichen Übersetzungen und – materiell wie semiotischem – Austausch in den Netzwerken von Wissen und Macht zwingen“ (Haraway 1995, 88; 1997).

¹⁴ Der mittlere Raum soll laut Latour in der Lage sein, die Quasi-Objekte und Quasi-Subjekte aufzunehmen. Folglich gehören diese Quasi-Objekte und –Subjekte weder zur Natur noch zur Gesellschaft noch zum Subjekt. (Latour 1998, 1996b).

¹⁵ Die Prozesshaftigkeit und die Dynamik von wissenschaftlichen Aussagen gewinnen immer nur in einer Kette von Übersetzungen innerhalb eines Netzwerkes ihre wissenschaftliche Relevanz.

¹⁶ Latour 1996a, 373.

rung der (graduierten) „Handlungsträgerschaft“¹⁷ von Technik für sinnvoller, da sie diesen spezifischen Ansatz transparenter wiedergibt als die Begrifflichkeit Latours.

Der von Latour und anderen entwickelte symmetrische Blick auf das Verhältnis von Materialität und menschlichem Handeln lässt sich in modifizierter Form auf die Robotik-Kurse beziehen: Inhaltlich geht es damit um die Frage der „Handlungsträgerschaft“ von Technik.¹⁸ In Bezug auf Roberta geht es darum zu untersuchen, welche (Analyse-)Möglichkeiten und Grenzen die eingesetzte Technik innerhalb verschiedener Kurskonzepte selbst bereitstellt.

Der besondere Reiz, die Roberta-Kurse methodisch in diesem Sinne zu verfolgen, liegt in der übereinstimmenden Ausgangshaltung aller beteiligten Kursleiter/innen: Die Kursleiter/innen hatten zum Zeitpunkt des Kursbeginns eine Schulung für Kursleiter/innen erfolgreich abgeschlossen und zumindest einen oder zwei Roberta-Kurse durchgeführt. Diese Erhebungsphase bietet somit die Chance, einen Einblick in die *ersten* gemachten Kurseindrücke aller Beteiligten zu geben und die darin gewonnenen Erfahrungen fruchtbar für die langen Kurse (ab 15 Stunden) zu machen. Die Eindrücke sind in den ersten Kursen noch frisch, die Fehlermeldungen noch in guter Erinnerung, und der Umgang mit dem Material ist noch ungewohnt genug, um persönliche Eindrücke ausführlich schildern zu können. Diese frühen Kurserfahrungen bieten somit die Möglichkeit, „noch-nicht-routinierte“ d.h. noch-nicht-erkaltete Abläufe auf Störungen und mögliche Fehlerquellen auf transparente Lösungswege hin zu beleuchten. Zudem besteht die Möglichkeit konkrete Informationen zur Kursgestaltung zu gewinnen, denn es wird noch stark experimentiert. Dasselbe gilt auch für die Schüler/innen-Gruppen in den Kursen: Insbesondere die kurzen und mittellangen Kurse bieten einen ersten Zugang zum Bauen und Programmieren von Robotern. Auch hier lassen sich die *ersten* Kurserfahrungen von Schüler/innen mit Lego-Mindstorms unter GM- und ANT-Fokus gezielt analysieren.

Die noch transparenten und kleinschrittigen Handlungsabläufe im Umgang mit den Kursen und der Technik sind noch nicht in den schwer zu fassenden (unbestimmten) Bereich des „tacit knowledge“¹⁹, dem sog. impliziten, schweigenden Wissen abgetaucht. Zwei Aspekte lassen sich in diesem Zusammenhang herausarbeiten: Zum einen kann geprüft werden, ob implizites Wissen explizit erworben wurde. Dieser Aspekt gilt für beide Untersuchungsgruppen. Anhand der transparenten Programmierfähigkeit, die in der Funktionsfähigkeit der Roboter sichtbar wird, kann sowohl der Lernerfolg der Schüler/innen als auch das didaktische und technische Wissen der Kursleiter/innen geprüft werden. Andererseits kann (auch) analysiert werden, ob insbesondere die Kursleiter/innen sich durch das Vorbereiten und Durchführen der Roberta-Kurse, viel-

¹⁷ Vgl. dazu u.a. Rammert 2003, Steiner 1998.

¹⁸ Vgl. dazu Rammert 2003, Steiner 1998, Pickering 1993, Knorr-Cetina 1997, 1999; Latour 1991, 1998.

¹⁹ Polanyi 1985; Neuweg 1999.

leicht auch durch gezieltes Zusammenarbeiten mit (anderen) Kursleiter/innen ein (implizites) Wissen angeeignet haben, das sie gerade *nicht* über die Kursleiter/innenschulung erworben haben: Da Routinen viele Aspekte des eingebauten „schweigenden Wissens“ bzw. tacit knowledge enthalten, liegen die Schwierigkeiten gerade in diesem (impliziten) Detail: „Beim impliziten Erwerb technologischen Wissens lernt eine Person, welche Handlungen bei welchen *situativen* Bedingungen angemessen sind, *ohne über konditionale Regeln instruiert* worden zu sein oder solche bewusst abstrahiert zu haben usw.“²⁰ Kurzum: Als implizites Wissen lässt sich ein Wissen definieren, das in der praktischen Kompetenz einer Person im konkreten Handlungsablauf zum Ausdruck kommt. Im Kontext der Roberta-Kurse kann dies bedeuten, dass sich das implizite Wissen nicht nur auf die technischen Kompetenzen bezieht, sondern auch didaktische und methodische Kompetenzen mit einschließt. Vor diesem Hintergrund wäre zu klären, ob die Kursleiter/innen aufgrund der spezifischen Zusammenstellung der Roberta-Kurse – gemeint ist das Zusammenspiel von technischen Apparaten, didaktischer Variabilität und gruppenspezifischen Gestaltungsräumen – tatsächlich neue Lernformen erproben oder ihre im Unterricht erlernten bzw. angewendeten routinierten Lernmethoden (modifiziert) erneut anwenden. Zu evaluieren ist somit, ob sich dieses nicht-instruierte Wissen, welches sich die Kursleiter/innen über die Schulung hinaus angeeignet haben (könnten), in die zukünftigen Schulungskonzepte für die Kursleitung produktiv zurückfließen kann oder nicht.

Wozu diese begriffliche Ausführlichkeit des „impliziten Wissens“? Sie hat im wesentlichen zwei Gründe: Bezogen auf die Roberta-Kurse kann die *schrittweise* erworbene praktische Kompetenz der Kursleiter/innen und der Schüler/innen direkt im aktuellen Kurskontext nachvollzogen werden, da die Aneignungsprozesse noch nicht „erkaltet“ sind. Viele Fragen lassen sich zu einem späteren Zeitpunkt kaum mehr klären, da die ersten Schulungs- und Kurs-erfahrungen relativ schnell in den Bereich des tacit knowledge abgetaucht sind, wo sie nur schwer zugänglich und analysierbar sind.

2.2.2 Methodische Herangehensweise der qualitativen Evaluation

Der zweite Grund für meine ausführliche theoretische und methodische Darstellung liegt gerade in der Widerständigkeit und gleichzeitiger Gestaltbarkeit des Materials, die in den Robotik-Kursen zur Entfaltung kommt. Insbesondere die materielle Beschaffenheit der Roboter legt den bauenden und programmierenden Menschen Grenzen auf, die m. E. nur als Zusammenspiel von Akteur und Technik „in Aktion“ erklärt und analysiert werden kann.

Der vorliegende Beitrag enthält somit neben einer Zusammenschau qualitativer Evaluationsergebnisse aus dem Begleitforschungsprojekt Roberta auch

²⁰ Neuweg 2000,198; Hervorhebungen d. A.

die Darstellung eines neuen methodischen Ansatzes, der die Frage „Wie lässt sich „Technik in (Inter-)Aktion“ evaluieren?“ in den Mittelpunkt stellt.

Die vier Analysedimensionen der qualitativen Evaluation

Die qualitative Exploration enthält vier Analysedimensionen, die gezielt in allen evaluierten Roberta-Kursen Entfaltung gefunden haben. In allen vier Ebenen haben die Genderperspektive und der ANT-Ansatz Eingang gefunden:

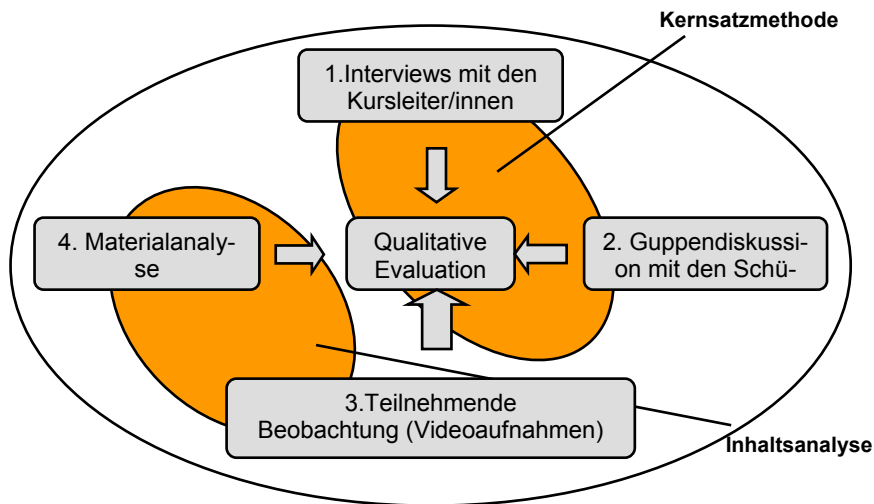


Abbildung 1 : Die vier Analysedimensionen der qualitativen Evaluation

- 1) Mithilfe von leitfadengestützten Interviews wurden die Kursleiter/innen befragt. Inhaltlich ging es u.a. um personenzentrierte und projektbezogene Fragestellungen wie beruflicher Hintergrund, Verhältnis zur Technik, Einstellungen zum Roberta-Projekt, etc. Zudem wurden Fragen gestellt, die sich auf die Projektkonzeption und auf die didaktische Vorgehensweise bezogen. Unter dem Oberbegriff „Fragen zum Technikeinsatz“ wurde detailliert nach dem Einsatz der Software (RIS und/oder NQC), nach den technischen Problemen und aber auch nach spezifischen Gestaltungsmöglichkeiten gefragt. Relevant waren auch Fragen zu den Kursteilnehmer/innen, z.B. ob bestimmte Personengruppen (mit spezifischen Eigenschaften) besonders geeignet waren, an einem solchen Kurs teilzunehmen. Die Interviews mit den Kursleiter/innen wurden in Form „halbstandardisierter Interviews“²¹ geführt.

²¹ Vgl. dazu Mayring 1996.

Die relativ offenen Fragen boten die Möglichkeit, auch informelles Wissen zu kommunizieren.

- 2) Die Befragung der Schüler/innen wurde im Rahmen einer Gruppendiskussion direkt im Anschluss an den Kurs durchgeführt. Ziel der Gruppendiskussion mit den Schüler/innen war es, die Antworten der Kursleiter/innen mit den Eindrücken der Schüler/innen im Vergleich zu analysieren. Auf diese Weise ließen sich z.B. Fragen zum Geschlechterverhältnis, zu den Lernkonzepten, zum Umgang mit dem Material, sowie zu den Erwartungen und Ansprüchen der Lehrenden mit den persönlichen Einschätzungen der Schüler/innen abgleichen. Im Zentrum der Betrachtung standen dabei Fragen, die sich um die Didaktik ranken: Wird das freie Arbeiten gegenüber der kleinschrittigen Vorgehensweise bevorzugt? Reichten die Hilfestellungen aus? Welche Umstände bzw. Konzepte (Raum, Gruppengröße, Gender Mainstreaming, Betreuungsschlüssel etc.) haben sich besonders positiv auf den Kursverlauf ausgewirkt? Durch die Präsentation von vier „Grundreizen“ wurden die Schüler/innen zur Stellungnahme und zur Diskussion angeregt.
- 3) In Form einer teilnehmenden Beobachtung wurden die Roberta-Kurse im Detail analysiert. Ein hoher Medieneinsatz (2 Videokameras) garantierte eine kontinuierliche und vollständige Aufzeichnung und anschließende Analyse aller Aktivitäten (Kursleiter/in, Schüler/innen, 1 Arbeitsgruppe, Roboterkonstruktion und –programmierung). In Form eines Beobachtungsleitfadens ließen sich bestimmte Aspekte wie Gruppenarbeit, Mensch-Technik-Interaktion und Genderaspekte gezielt herausarbeiten.
- 4) Die Analyse des Materials erfuhr einen eigenen „Beobachtungsstatus“. Denn der Roboter wird zwar in den leitfadengestützten Interviews (1) durch die Vorstellungen der Kursleiter/innen hindurch planbar, durch die Gruppendiskussion (2) mit den Schüler/innen sicht- und handhabbar und durch die teilnehmende Beobachtung (3) in seinem interaktiven Zustand beobachtbar, aber erst in dem interaktiven Zusammenspiel mit allen Beteiligten (einschließlich der Technik) wird er verstehbar. Zu diesem Zweck wurde das in den Roberta-Kursen verwendete Material²² als material-semiotisches Netzwerk analysiert. Dies bietet die Chance, den eng definierten Rahmen einer „Ding an sich“-Betrachtung durch eine Netzwerk-Perspektive zu erweitern. Werner Rammert spricht in diesem Zusammenhang auch von einem verteilten Handeln bzw. von „situativ wechselnden Graden von Handlungsträgerschaft“²³, was m. E. den bislang häufig unpräzise gebrauchten Begriff der „agency“ (Autorenschaft) eindeutiger definiert.

²² Materialordner, LegoMindstrom-Baukästen, RIS- und NQC-Software, etc.

²³ Rammert, 2003,16.

Zusätzlich wurde ein Expert/innengespräch mit Fred Martin und Deirdre Butler – zwei Robotik-Spezialisten – geführt, um noch näher an das Robotikmaterial heranzukommen.

Die Auswertungsmethode(n)

Grundlage der gesamten Auswertung der Daten bildete in erster Linie die *Kernsatzmethode*²⁴. Sie stellt ein tiefenhermeneutisches Verfahren dar, dass sich insbesondere dazu eignet, die Erlebnisperspektiven von Personen zu erheben²⁵. Sie wurde insbesondere für die Auswertung der Interviews mit den Kursleiter/innen (1) und für die Gruppendiskussionen mit den Kursteilnehmer/innen (2) verwendet (vgl. Abbildung 1). Da das Verfahren der Inhaltsanalyse unter Verwendung vorgegebener Kategorien („deduktive Kategorienbildung“) praktiziert wird, besteht die Gefahr der Abstraktion von konkreten Sinnbezügen. Da bei der vorliegenden empirischen Erhebung jedoch gerade die konkreten Erfahrungen der Kursleiter/innen und Schüler/innen im Mittelpunkt stehen sollen, wurde eine (induktive) Form der Zusammenfassung gewählt, die die Ebenen der Verallgemeinerung an die konkrete Situation der Mitteilungen bindet.

Ein großer Vorteil der Kernsatzmethode liegt dabei in der Anschlussfähigkeit zu anderen Auswertungsansätzen und –methoden.²⁶ Indem die Kernsätze den O-Ton der Befragten exakt wiedergeben, können diese Sätze in andere Analysekontexte (erneut) eingebunden werden, ohne dass es zu Strukturverwerfungen kommt. Da innerhalb der qualitativen Gesamtevaluation auch eine „Befragung des Materials“ vorgesehen war, können Kernsätze, die sich direkt auf die Roboter beziehen, unter dieser spezifischen Fragestellung (neu) gebündelt und ausgewertet werden.

²⁴ Die Kernsatzmethode (vgl. dazu Leithäuser/Volmerg 1988, 245 sowie Volmerg/Senghaas-Knobloch/Leithäuser 1986) erklärt die Erfahrungsanalysen der Beteiligten selbst zum Durchgangspunkt der Analyse: Kernsätze sind jene „natürlichen Verallgemeinerungen“ (Leithäuser/Volmerg 1988, 245), die von den Beteiligten selbst vorgenommen werden. Kernsätze sind auf den Punkt gebrachte Aussagen, die ganze Absätze zu einer einzigen Aussage verdichten. Das erhobene Material wird nach Kernsätzen gegliedert und auf Übereinstimmungen überprüft. Anschließend werden die Kernaussagen auf Karten notiert, verschiedenen Themenfeldern zugeordnet und interpretiert. Durch „Kernsatzbündelung“ (ebd. 249) entsteht eine Dimensionierung der Themen entlang der Kernaussagen der Beteiligten. Auf diese Weise kann gewährleistet werden, dass in dem Prozess der Interpretation der Textsinn aufgehoben bleibt. Das Verfahren der Kernsatzfindung wird zumeist in „Interpretationsgemeinschaften“ (ebd. 251) geleistet. Dieses Vorgehen dient neben der Auswertung und Interpretation des empirischen Textmaterials insbesondere der Validierung der Ergebnisse.

²⁵ In *Betriebliche Lebenswelt* von Volmerg/Senghaas-Knobloch/Leithäuser (1986) wurden z.B. die Alltagserlebnisse der industriellen Arbeit im konkreten Detail erfasst.

²⁶ Diese hohe Flexibilität ist bei einer deduktiven Vorgehensweise (z.B. die qualitative Inhaltsanalyse) nicht im selben Maße gegeben.

Alle Daten aus der Teilnehmenden Beobachtung (3) und der Materialanalyse – einschließlich der Expert/innengespräche – (4) wurden mit der qualitativen Inhaltsanalyse²⁷ ausgewertet (vgl. Abbildung 1).

3. Ergebnisse der qualitativen Evaluation

Als Datenbasis für die vorgestellten qualitativen Ergebnisse wurden bisher fünf Kurse (drei kurze und zwei mittellange Roberta-Kurse) an vier verschiedenen Roberta-Standorten nach dem oben erwähnten Schema evaluiert²⁸.

An dieser Stelle möchte ich deutlich machen, dass es sich selbstverständlich nicht um eine repräsentative Studie alle Roberta-Kurse handelt. Diesem Anspruch können und sollten qualitative Studien generell nicht folgen. Die Ergebnisse dienen zur Hypothesengenerierung, d.h. es lassen sich lediglich Hinweise und Thesen formulieren, die – qualitativ einzuordnende – Schlussfolgerungen für die Kurse und darüber hinaus zulassen.

Die Kurse sind auf den ersten Blick nur schwer miteinander vergleichbar, da keine starren Vorgaben zur Kursdurchführung gemacht wurden. Der umfangreiche Materialordner soll in erster Linie Anregungen zur Kursgestaltung geben. Ob mit einem Grundmodell gearbeitet wird, bestimmte Aufgabenblätter verwendet werden oder nicht, bleibt der Kursleitung überlassen.

Die Ergebnisse werden im Folgenden nach einzelnen Gesichtspunkten vorgestellt. Falls sich aus den entwickelten Thesen spezifische Empfehlungen ableiten lassen, werden diese im zusammenfassenden Fazit gestaltungsorientiert aufgeführt und zur Diskussion gestellt.

3.1 Die kreative De/konstruktion der Roberta-Kurskonzepte

„Jeder Kurs ist anders“

In Anlehnung an die Roberta-Vorgaben für die drei Kurstypen (kurze, mittellange und lange Kurse; vgl. Seite 122) lässt sich zunächst festhalten, dass die vorgeschlagenen Richtlinien und Aufgabenstellungen nur selten eingehalten wurden. In den meisten evaluierten Kursen ist der Unterschied zwischen einem „Schnupperkurs“ und einem „Tageskurs“ obsolet geworden, da weder inhaltlich noch zeitlich diese Trennung eingehalten wurde²⁹. So wurde entweder von

²⁷ Vgl. dazu Mayring 1996.

²⁸ Insgesamt wurden 8 Kursleiter/innen interviewt, 4 Gruppendiskussionen mit Schüler/innen durchgeführt und Protokoll-, Photo- und Videomaterial aus fünf Kursen ausgewertet. (In einem Kurs konnte aus zeitlichen Gründen keine Gruppendiskussion mehr durchgeführt werden. Hier wurde anstelle der Gruppendiskussion Einzelgespräche mit den Schüler/innen während des Kurses zur Auswertung herangezogen.)

²⁹ Kurs 1: 1 Kursleiterin, 22 Schüler/innen, davon 4 Mädchen; gymn. Oberstufe Grundmodelle vorhanden, RIS-Programm; Kurs 2: 2 Kursleiterinnen, 8 Schülerinnen, 9. Kl. Real.,

der Programmiersprache abgewichen oder der zeitliche Rahmen wurde (meistens) überzogen bzw. unterschritten. Grundmodelle wurden (von den Schüler/innen) auseinander genommen oder aus organisatorischen Gründen ganz neu gebaut. Geplante (Doppel-)Stoßfänger wurden gar nicht erst in Angriff genommen oder erfuhren als vorrichtungslose Tastsensoren ihre Neubestimmung. In zwei Fällen wurde kein Stoßfänger gebaut, sondern es wurde mit dem Lichtsensor experimentiert. Kurzum: Das Prinzip „anything goes“ hatte sich – zumindest auf den ersten Blick – ungebremst durchgesetzt. Der Ausspruch „*Jeder Kurs ist anders*“ (K8), und „*ursprünglich hatte ich etwas anderes geplant*“ (K5) hat sich nicht nur in den Antworten aller befragten Kursleiter/innen widergespiegelt, sondern ließ sich mühelos in den jeweiligen Kursen direkt nachvollziehen. Sobald sich den Schüler/innen die Gelegenheit bot, direkt mit dem Materialien zu arbeiten, ließen ihnen die Kursleiter/innen – nach einer kurzen Einführungsphase – in der Regel freie Hand bei der Gestaltung der Robotermodelle. Aber selbst in den Fällen, wo ausdrücklich mit dem Grundmodell gearbeitet werden sollte, haben sich die Schüler/innen häufig nicht an diese Vorgabe gehalten und das Modell einfach umgebaut.

Doch jenseits der diffusen Grenzziehung zwischen Schnupper- und Tageskurs lässt sich festhalten, dass beide Kurstypen (kurze und mittellange Kurse) in der Regel vier Phasen durchlaufen: Die *Einführungsphase* kann die (Kurs-)Motivation der Schüler/innen steigern helfen, indem die Roboterbaukästen vorgestellt und ein erster Einblick in die Programmierung gegeben wird. Dazu eine Kursleiterin:

„Ich erzähle, was die Hauptbausteine des Kastens sind, eventuell auch mit einer Vorführung.[...] sonst fehlt das Verständnis für das, was sie eigentlich später machen sollen.“

Die Einführungsphase fördert Gruppenbildungsprozesse und wird in erster Linie von den Kursleiter/innen (flexibel) gestaltet. Die *Bauphase* ist für die Kursleiter/innen nur bedingt planbar, da die Schüler/innen sich nicht an die vorgegebenen Bauziele halten. In diesem Zusammenhang meinte z.B. eine Kursleiterin:

„Ich hatte eigentlich gedacht, die bauen nur die Sensoren, wir hatten ja die Grundmodelle fertig.[...] Aber das erste, was die [Schüler/innen] gemacht haben, ist das Auseinanderbauen [der Grundmodelle], um was Eigenständiges zu machen“

Anders als erwartet, fördern gerade unsortierte Roboterbaukästen, fehlende Baupläne und auseinander gebaute Grundmodelle die Kreativität der Schü-

Grundmodelle vorhanden, RIS-Programm; Kurs 3: 3 Kursleiterinnen, 6 Schülerinnen, offenes Angebot, keine Grundmodelle, NQC-Programmierung; Kurs 4: 2 Kursleiter/innen, NQC, keine Grundmodelle vorhanden, 7 Mädchen + 5 Jungen; Kurs 5: 2 Kursleiter/innen, RIS, kein Grundmodell, 8 Mädchen.

ler/innen im Umgang mit der Robotertechnik.³⁰ Kurzum: Die Bauphase wird von den Schüler/innen gestaltet und befördert die Zusammenarbeit unter den Schüler/innen. Die *Programmierphase* fördert das Verständnis für technische Systeme. Die Programmierung macht insbesondere denjenigen Schüler/innen Spaß, die den Computer bedienen. Sie fördert vor allem die Einzelarbeit. Technische Probleme, insbesondere Probleme mit der Firmware³¹, sind Ausdruck dafür, dass in dieser Phase die Technik „den Ton angibt“: Dazu drei typische Aussagen von Kursleiter/innen:

- „Wir haben drei Versuche gemacht, die Firmware zu übertragen und die sind immer schief gegangen. Und das Übertragen dauert jedes Mal vier Minuten. Das heißt, wir haben da bestimmt 20 Minuten gesessen und versucht und gewartet.“
- „Also das Problem war: die Batterien waren alle. Das muss man erst mal feststellen, dass die Batterien in dem RCX alle sind, das wird nämlich so nicht gemeldet.“
- „Also sagen wir mal so: Bestimmte Probleme mit dem Material sind aufgetaucht“.

Die *Präsentationsphase* bildet einen gelungenen Abschluss eines jeden Roboter-Kurses. Die folgende Aussage repräsentiert die Einschätzung der meisten Kursleiter/innen:

„Bei der Version mit dem fertigen Grundmodell würde ich deswegen auf jeden Fall anregen, auch verschiedene Zustände herzustellen. [...] es muss Kreativität erhalten bleiben, dass sich die Schüler/innen nachher in der für mich wichtigen Präsentation auch ein bisschen unterscheiden, weil die Gruppen sich damit identifizieren...“

Das gemeinsame gegenseitige Vorführen der Roboter macht allen Beteiligten sehr großen Spaß. Zudem beinhaltet diese Phase eine Art „Lernkontrolle“, die von den Schüler/innen selbst auch eingefordert wird. Die Präsentation der Ergebnisse wird – in Auslegung des oben dargestellten ANT-Ansatzes – von einem sozio-technischen Netzwerk gestaltet, an dem soziale und technische „Akteure“ (Kursleiter/innen und Schüler/innen, Roboter) zu gleichen Anteilen beteiligt sind: Es ließen sich z.B. situativ wechselnde Grade von Handlungsträgerschaft³² im Zusammenspiel der verwendeten Materialien, den unterschiedlich ausgestatteten Räumlichkeiten und den beteiligten Akteur/innen beobachten. So waren es häufig technische Probleme (u.a. Probleme beim erneuten Aufspielen der Firmware), die den Zeitrahmen insbesondere der Präsentationen sprengten. Auch wenn das Fehlen von bestimmten Baukastenteilen es unmög-

³⁰ Beispielhaft lässt sich hierfür z.B. das Zitat einer Kursleiterin anführen: „Ich lass es ganz offen und sage, wenn ihr schon einen zusammengebauten [Roboter] haben möchtet, nehmt den Platz, und wer einen ganz neuen bauen möchte, nimmt den anderen Platz. Es kostet zu viel Zeit [...] alles in einem gleichmäßigen Zustand zu haben, wie es eigentlich gedacht war.“

³¹ Z.B. wenn die Übertragung der Programme nicht funktioniert.

³² U.a. Rammert 2004.

lich machten, den Konstruktionsbeispielen aus dem Materialordner (z.B. Bau eines Stoßfängers oder Bauanleitung für ein bestimmtes Robotermodell) zu folgen, ließen sich die Schüler/innen die Abschlusspräsentationen nicht nehmen. Aufgrund veränderter Lichtverhältnisse im Präsentationsraum wurden die Lichtsensoren „irritiert“, und die Roboter reagierten anders als „vorher einstudiert“. Auch die Gruppen- und Raumgröße wurden als Grund für technische und akteursbedingte Störungen oder gar als Hinderungsgrund für eine (gender-sensitive) Abschlusspräsentation angegeben. Aber selbst wenn ein Roboter gar nicht lief, war die betroffene Schüler/innengruppe nicht automatisch um ihren Ruhm gebracht. In einem Fall lief die Kursleiterin anstelle des Roboters das von den Schülerinnen eingegebene Programm ab, und attestierte den Schüler/innen eine erfolgreiche und komplexe Programmierung.

3.2 Förderung der Freien Arbeit

„Das Medium verlangt das offene Konzept – dass der Lehrer sich zurücknimmt – sonst wird man dem Konzept nicht gerecht.“

Die Verwendung des Robotik-Materials macht nicht nur allen Beteiligten Spaß, sondern erhöhte insgesamt die Bereitschaft zum Lernen. Dieser Lerneffekt lässt sich in beiden Gruppen – Kursleiter/innen wie Schüler/innen – beobachten. Die Kursleiter/innen (1) berichteten, dass sie anfänglich die Kurse sehr stark strukturiert haben und einen linearen Ablauf geplant und auch durchgeführt haben. Sie wollten anfänglich *„nichts dem Zufall überlassen“* und gaben die Aufgaben auffällig kleinschrittig und für alle gemeinsam vor. Doch schon nach dem zweiten, dritten Kurs veränderten sie ihre starren Lernkonzepte zugunsten eines *„offenen Konzeptes“*. Dazu eine exemplarische Aussage:

„Heute war eigentlich das erste Mal, dass wir ein offenes Konzept hatten – sonst haben wir immer die Aufgaben vorher festgelegt – klappte wirklich gut.“

Dieser Befund ist erstaunlich, denn der Schulalltag sieht in der Regel anders aus³³. Die Aussagen der meisten Kursleiter/innen lassen sich tatsächlich zu der Aussage verdichten, dass die Roberta-Kurse eine Öffnung auch erfordern würden:

„Mit den engen vorgegebenen Schritten kann ich keine Roboterurse durchführen. Das Medium verlangt das offene Konzept – dass der Lehrer sich zurücknimmt – sonst wird man dem Konzept nicht gerecht.“

³³ Hierzu die m. E. übertragbare Einschätzung von Deirdre Butler (Education Department, St. Patrick's College, Dublin City University): *„...to move people away from traditional assumptions so that they could understand technology in a very different way, in order to create very different learning environments, because the existing uses of computers by enlarge in schools was only bolstering or continuing the old methods of teaching but this enabled a very different understanding of what the learning environment could be like and how technologies could be used in very creative ways.“*

Der Ausspruch „*Das Medium verlangt das offene Konzept*“ verdeutlicht die besondere Bedeutung des in den Kursen verwendeten Materials. Aber das Medium allein scheint keinesfalls auszureichen, um offenen Konzepten den Vorrang zu geben, wie die Aussage von Fred Martin verdeutlicht:

„...in certain designed technology curriculum, you might have the same materials, but then they're used in such a way that the student is given very little freedom to choose their own project.“

Ein wichtiger Grund dafür, dass dieses offene Konzept in den Kursen Anwendung findet, liegt m. E. an dem speziellen Roberta-Schulungskonzept. Dies wird auch von einer Kursleiterin explizit bestätigt:

„Also, wir haben im Prinzip in der Kursleiter/innenschulung genau das gleiche gemacht wie jetzt in den Kursen“.

Den zukünftigen Kursleiter/innen wird ein Baukasten vorgesetzt mit der Option, einen Roboter mit Doppelstoßfänger zu bauen. Es ist aber jederzeit auch möglich, ein anderes Modell zu bauen und zu programmieren, und dies geschieht auch. Alle Schulungen für die Kursleiter/innen enthalten einen hohen Experimentieranteil und häufig auch die Möglichkeit, sich zwischen zwei Programmiersprachen zu entscheiden bzw. verschiedene Sprachen hintereinander auszuprobieren. Diese eigene Lernerfahrung erhöht auf Seiten der Kursleiterinnen dann auch das Vertrauen, in der Umsetzung mit Schüler/innen eine flexible Kursgestaltung wagen zu können.

Auch innerhalb der zweiten Gruppe – der Schüler/innen (2) – findet ein offenes Kurskonzept hohen Anklang, wie die folgenden Aussagen beispielhaft verdeutlichen:

- *„Also ich finde das gut, dass wir selber experimentieren konnten und nicht nur auf Anweisungen warten mussten“.*
- *„Ich fand es auch gut, dass wir viel selbst entscheiden konnten“.*
- *„...zum Beispiel dieser Doppelstoßfänger [...] es gibt auch welche, die damit nicht zurechtkommen, und die lieber was anderes machen [...]. Und dafür welche, die [...] lieber was Schwereres wollen. Dass nicht alle dasselbe tun müssen, wie im normalen Unterricht...“*

Auch wenn das offene Konzept eine auffällig hohe Zustimmung unter den Schüler/innen erfuhr, sollte jedoch nicht unerwähnt bleiben, dass das offene Arbeiten nicht allen liegen kann und nicht für alle das Richtige ist:

„...manchmal mussten wir alles selber herausfinden, und wir wussten nicht so recht, was wir machen sollten.“

Ein erfolgreicher Roberta-Kurs sollte daher eine kurze gemeinsame Einführung und eine gemeinsame Aufgabe für alle enthalten, aber spätestens dann sollten die Schüler/innen eigene Gestaltungsräume ermöglicht werden, wie aus der Aussage einer Schülerin deutlich wird:

„Wir haben einen gemeinsamen Grundsatz gekriegt, wie man das machen könnte, und dann hat jeder die Idee anders verwirklicht – das fand ich echt gut“.

3.3 Geschlechtsneutrale Rückmeldung vom System

„Das Schöne eben an diesen Lego-Robotern ist [...], dass die Schüler sofort eine Rückmeldung vom System kriegen [...] Ich muss mich als Lehrkraft da nicht so in den Vordergrund stellen“

Im Hinblick auf das internalisierte unbewusste Benotungsverhalten von Lehrenden bieten anonymisierte Benotungsverfahren die Möglichkeit, Leistungen von Teilnehmer/innen kultur- und geschlechtsneutraler zu bewerten (Innere Differenzierung). Dieser Effekt, d.h. durch eine stärkere Anonymisierung Chancengleichheit zu befördern, kann somit dazu verhelfen, das bisherige Bewertungsverhalten zu reflektieren und zu verändern. Das in den Robotik-Kursen verwendete „Material“ (u.a. Lego-Mindstorm-Baukasten, RIS- bzw. NQC-Software) könnte somit die Funktion der geschlechtsneutralen Rückmeldung übernehmen, da eine „Rückmeldung über das System“ erfolgen kann und die Arbeitsabläufe der Schüler/innen quasi von der Technik „strukturiert werden“.

Ein großer Vorteil in Bezug auf die Forderung nach einer „geschlechtsneutralen detaillierten Rückmeldung“ bietet die in den Roberta-Kursen eingesetzte Technologie selbst. Auch wenn die Technik „an sich“ keinesfalls ambitioniert und intentioniert handelt, lässt sich durchaus eine Handlungsträgerschaft nachweisen. Das System meldet sich bzw. der Roboter funktioniert nicht, wenn die Eingaben nicht korrekt erfolgt sind bzw. wenn technische Störungen auftreten. *Das System veranlasst somit zum Handeln.* Hier lässt sich eine deutliche Parallele zu den Schriften Latours ziehen, denn ein actant veranlasst zum Handeln.

Die systemimmanente Rückmeldung lässt sich auch als eine graduierte Handlungsträgerschaft von Technik beschreiben, da sie in der Folge die Schüler/innen veranlasst, in irgendeiner Art und Weise zu reagieren. Diese Rückmeldung lässt sich als geschlechtsneutral bezeichnen, da sie unabhängig davon erfolgt, wer den Computer bedient. Dieser Aspekt wird nicht nur von dem Projektleitungsteam Roberta mehrfach positiv herausgestellt, sondern auch von einigen Kursleiter/innen (K4, K5, K1, K3] betont. Dazu ein Beispiel:

„Das Schöne eben an diesen Lego-Robotern ist [...], dass die Schüler sofort eine Rückmeldung vom System kriegen, wenn der Roboter eben das tut, was sie haben möchten, oder nicht. Ich muss mich als Lehrkraft da nicht so in den Vordergrund stellen und nicht stundenlang irgendwelche Instruktionen geben, sondern, die können das selber erarbeiten [und] erfahren.“ [K4]

Insbesondere der Ausspruch „Rückmeldung von System“ wurde von den Kursleiter/innen sehr häufig verwendet. Dass dies auch eine Entlastung für die Kursleitung bedeutet, wurde in den Interviews auch von den Befragten bemerkt und positiv herausgestellt. Die „Rückmeldung des Systems“ habe Selbstlernprozesse bei den Schüler/innen aktiviert. Denn, wenn ein Roboter die eingegebenen Befehle nicht sichtbar ausgeführt hat, haben sich die Schüler/innen in der Regel nicht direkt an die Kursleitung gewandt, sondern setzten sich direkt mit der Programmierung oder mit dem Roboter erneut auseinander.

Dieser Aspekt wird auch von dem Robotik-Experten Fred Martin stark gemacht:

„You’re going to interact with those materials as part of carrying out the project. [...] I do believe that the materials do carry certain ideas with them!”

Doch die Frage, ob damit ein – wenn auch „nur“ in Form einer technisch vermittelten geschlechtsunabhängigen Rückmeldung – eine gendersensitive Didaktik quasi im Selbstlauf umgesetzt wird, bleibt an dieser Stelle zunächst unbeantwortet.

Die Projektleitung gab einer zusätzlichen geschlechterbewussten Schulung einen hohen Stellenwert. Die Frage, welche Wirkung eine Handreichung oder Schulung in Genderfragen erzeugen kann, steht dabei sicherlich im Vordergrund. Die Kursleiter/innen in ihren Handlungen zu folgen, ihre Hilfestellungen zu dokumentieren, ihre „O-Töne“ aus den Interviews zu analysieren, ermöglichen m. E. zumindest Anhaltspunkte für eine geschlechtergerechte Didaktik und ihrer Umsetzungsmöglichkeiten.

3.4 Die Sozialität mit den Objekten

„Die Jungs, die bauen einfach drauf los...“

Kein Zweifel, die Kinder sind begeistert, wenn sie das erste Mal auf den Roboterbaukasten treffen; die Instruktionen der Kursleiter/innen erreichen sie ohnehin nicht mehr, sie greifen zumeist mit beiden Händen in die Kästen hinein. Der Kasten mit den über 700 Teilen ist einfach zu faszinierend. Dazu die Aussage einer Kursleiterin:

„[...] das ist auch schon in den anderthalb Stunden ein Erlebnis, die ganzen Bauteile anzufassen, die auszupacken, die Motoren da einzubauen, da dreht sich was.[...] Was man machen kann mit dem Baukasten, also dass es siebenhundert schöne bunte Teile gibt, von Augen bis Hüten, und die Zahnräder sind eigentlich auch ganz spannend [...]. Man kann mit den Kästen ja auch gleich etwas zum Bewegen bringen, weil die fünf Programme da drauf sind, auf den gelben Bausteinen. Sobald die Batterien drin sind, und die drehen sich bei Programm 1 – man kann die Sensoren anschließen, und bei Programm 2 dreht dann der Motor [...] Das hat mich sofort von den Kästen überzeugt. Man muss nicht viel machen, man kann es auch unvorbereitet in den Raum werfen, sage ich mal.“ [K1]

Das Material spricht für sich, die Kinder gehen einerseits mit etwas Vertrautem um, denn sie alle haben während ihrer Kindheit entweder mit (Lego- oder Duplo-) Bauklötzen gebaut, zunächst sicherlich ziellos, später wahrscheinlich mit mehr System. Andererseits eröffnen die programmierbaren Bausteine, Motoren, Sensoren neue Erfahrungsmöglichkeiten, die die Kinder in der Regel noch nicht kennen. Insofern experimentieren die Kinder beiderlei Geschlechts zumeist mit etwas Neuem.

Doch jenseits der vordergründigen Begeisterung muss das verwendete Material doch auch unter dem Aspekt des Geschlechterverhältnisses genauer betrachtet werden. Das vielerorts verwendete (Lego-)Material erscheint uns als „gendered material“ und veranlasst nicht selten zum geschlechtskonnotierten Handeln. Ein erster Hinweis ist in den Kursmaterialien zu finden. Aus Zeitgründen wird im zweistündigen Schnupperkurs empfohlen, nur mit dem „Grundmodell“ zu arbeiten. Gebaut werden soll lediglich ein Stoßfänger (ausgestattet zumeist mit zwei programmierbaren Tastsensoren). Aus der Abbildung wird deutlich, dass das abgebildete Grundmodell mit Rädern ausgestattet ist und einem Fahrzeug ähnelt.

Schulbuchanalysen³⁴ haben darauf hingewiesen, dass Curricula und Lehrbücher (immer noch) an Interessen und Erfahrungen von Jungen orientiert sind. Insbesondere die mathematischen und technischen Beispiele für die Aufgabenstellung lehnen sich an Themenfelder an, die sich stärker auf Betätigungsfelder und Domänen von Jungen beziehen (u.a. Fußball, Eroberung des Mars, Wettkampf, Baustellenszenarien, Dampfmaschinen, etc.). Jungen werden in diesen Lehr- und Lernmaterialien häufiger als aktiv forschend und experimentierend dargestellt, während Mädchen, wenn überhaupt, in assistierender, zuschauender oder dekorativer Weise repräsentiert werden.³⁵ Diese Illustration hat eine diskriminierende Wirkung.

Vor diesem Hintergrund entstand die Idee innerhalb der Roberta-Projektleitung z.B. Analogien zur Tier- und Pflanzenwelt herzustellen, um Frauen wie Männer für das Thema Technik und Informatik zu begeistern. Die im Materialordner empfohlene Möglichkeit Augen und Ohren an das Grundmodell anzubringen, entspricht dieser Vorstellung. Auch die zweite Empfehlung, einfache, anschauliche und lebensnahe Beispiele zu wählen, um das Interesse von Schüler/innen insbesondere an naturwissenschaftlichen, mathematischen und technischen Aufgabenstellungen zu erhöhen, lässt sich nicht nur als good-practice-Beispiele aus den Schulbuchanalysen ableiten, sondern wird von der Projektleitung allen Kursleiter/innen in den Roberta-Schulungen mit auf den Weg gegeben. Gerade das Thema Bientanz, in dem zwei Roboter den Rund- bzw. Schwänzeltanz der Bienen nachahmen oder auch das Labyrinth-Beispiel (Roboter durchlaufen ein Labyrinth) sind Themen, die sich für die langen Kurse eignen und hohen Anklang bei den Kindern findet.

Doch jenseits der geschlechterbewussten Robotik-Themen stellte sich mir generell die Frage, ob ein autoähnliches Grundmodell vielleicht nicht doch eher auf die Interessen der Jungen abgestimmt ist als auf die der Mädchen. Die Alternative, ein Grundmodell mit Krabbelfüßen zu bauen, ist prinzipiell möglich und eigentlich nahe liegend wie die Abbildung verdeutlicht:

³⁴ U.a. Stürzer/Roisch/Hunze/Cornelißen 2003.

³⁵ Vgl. dazu u.a. Stürzer/Roisch/Hunze/Cornelißen 2003; Landesinstitut für Schule und Weiterbildung 2002; Lührig 1995; Öhler 1991; Brehmer (Hrsg.) 1991; Glötzer 1987; Faulstich-Wieland 1992; Kriege 1995.

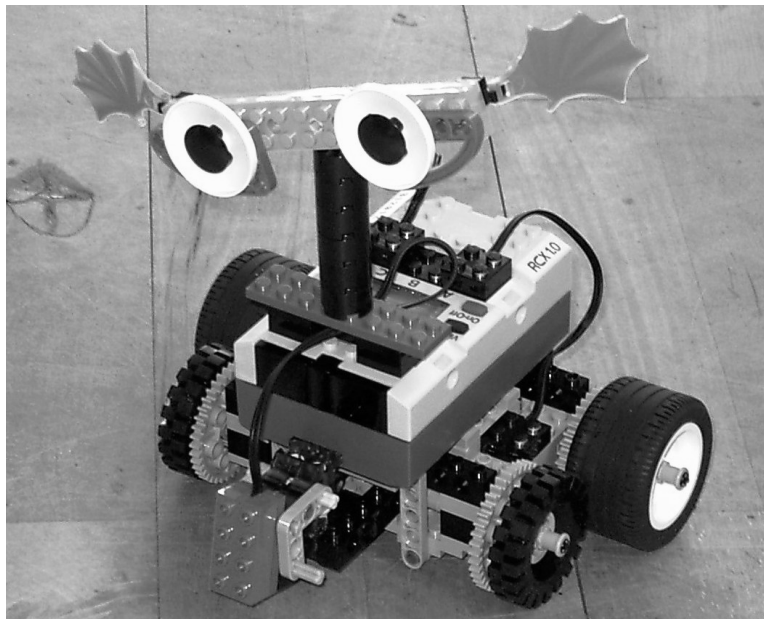


Abbildung : Fertiger Roboter entstanden aus dem Grundmodell „Krabbekäfer“

Es gibt zwei Gründe, warum sich dieses „Krabbekäfermodell“ – welches in den Gruppendiskussionen quer zum Geschlecht hohen Anklang fand – nicht so recht durchzusetzen vermag. Einerseits ist es komplizierter zu konstruieren (Zeitfaktor) und andererseits liegt es in der schlechteren Programmierbarkeit des Materials. *„Die Füße sind schwerer zu bauen [und] ungenau in der Programmierung“* [K1], wurde in diesem Zusammenhang mehrfach hervorgehoben (und von der Roberta-Projektleitung auf Nachfrage auch bestätigt).

Eine Schülerin hat diesen Unterschied selbst erfahren

„Unser Roboter [Krabbekäfermodell] hatte zum Beispiel Beine, dadurch stakst er immer ein wenig und läuft irgendwie anders als die anderen [Roboter mit Rädern]“ [Swe1] *Durch das Staksten waren getätigten Programmierfekte nicht immer direkt erkennbar. Diese Einschätzung wurde auch von einem anderen Schüler geteilt: „Diese Füße, die sahen zwar gut aus, aber man hat das nicht so gut gesehen, nicht so genau, was die machen. Das war bei den Rädern anders.“* [Sme3]

Doch ist damit die Modell-Diskussion wirklich abgeschlossen? Hinter dem sicherlich plakativen Ausspruch „Ein Auto ist mehr als ein Auto...“ könnte sich vielleicht noch etwas mehr verbergen: Dazu einige Ergebnisse aus den Kursbeobachtungen mit Blick auf die gebauten Robotermodelle: Die Verwendung eines Grundmodells mit Rädern führte häufig bei den Jungen dazu, ein

Auto oder einen Panzer zu bauen. Ausgelöst durch den Grundreiz „autoähnlich“ entsteht unter den Jungenhänden innerhalb kürzester Zeit ein überdimensionales Fahrzeug! Begleitet wird diese Bauphase in den reinen Jungengruppen häufig mit Äußerungen wie „Jetzt bauen wir mal richtige Formel 1-Verzierungen dran“ bzw. „Wir nehmen die großen Monsterräder, die sind doch viel cooler als die kleinen Räder“. Dazu auch die Aussage einer Kursleiterin:

„...Wenn die [Jungen] gerne Panzer bauen[...] nicht unbedingt Panzer, aber wenn die so ein Ding [Das Grundmodell mit Rädern A. d. A.] haben, dann haben die Ruckzuck die wunderschönste Kanone zusammgebaut, ich weiß gar nicht, aus welchen Teilen, und das Ding dreht sich dann darauf. Da brauchen die überhaupt keine Anleitung für. [...] So, wie sie es immer lernen, in der Werbung und mit ihrem Spielzeug“ [K1].

Diese Beobachtung deckt sich im Grunde mit den Ausführungen der anderen Kursleiter/innen, die mit dem Grundmodell (auch) in gemischten Kursen gearbeitet haben. In kürzester Zeit entstehen zumeist überdimensionale Fahrzeuge, die extrem „aufgemotzt“ [u.a. K6; K2] wirken. Diese umgebauten Robotermodelle sind jedoch häufig instabil und wenig funktional. (*„...die Jungen machen ein wüstes Modell, was dann vielleicht auch auseinander fällt...“ [K8]*)

Demgegenüber modellieren die Mädchen auch bei dem beräderten Grundmodell (!) verstärkt den Tiercharakter heraus. Dazu zwei exemplarische Aussagen:

„Und Mädchen bauen eben lebende Wesen mit Augen, mit Fühlern und möglichst noch mit Beinen“ [K3].

„Bei den Mädchen fällt mir auf, dass sie besonders auf diese Zweibeiner abfahren. Und dass aber immer Augen dabei sind und Fühler. Das muss einfach dran.“ [K1]

Augen und Ohren werden angebracht, Köpfe und Körper werden geformt. Die Modelle sind kleiner als die Modelle der Jungen und werden von den Kursteilnehmer/innen und Kursleiter/innen häufig als „niedlich“ [u.a. K3] bezeichnet. Sie sind in der Regel sehr stabil und weisen zudem hohe Funktionalität auf.

Wird hingegen kein berädertes Grundmodell gestellt bzw. werden keine Vorgaben für die Robotermodelle gegeben (d.h. die Schüler/innen können sich selbst für oder gegen ein Modell entscheiden) wählten Mädchen wie Jungen in den qualitativ evaluierten Kursen bevorzugt Modelle aus, die starke Analogien zur Mensch- und Tierwelt aufweisen. Interessanter Weise entscheiden sich die Jungen keinesfalls automatisch für ein Automodell. Knapp die Hälfte der beobachteten Jungengruppen hat – wie auch die Mädchen – an Tier- und Menschmodellen gearbeitet.³⁶

Die von den Kursleiter/innen durchgängig beschriebene Tatsache, dass Jungen und Mädchen unterschiedliche Modelle bauen, lässt sich im Beispiel eines

³⁶ Als Auswahlkriterium für „Analogien zur Mensch- und Tierwelt“ diente das Anbringen von Fühlern, Augen und/oder die Verwendung der „Beine“. (A. d. A.).

offenen Kurskonzepts (kein Grundmodell als Vorgabe) somit nicht mehr bestätigen. Wird den Kindern die Auswahl der Modelle selbst überlassen, findet keine so ausgeprägte Separierung der Modelle zwischen den Geschlechtern statt. Doch wie lässt sich diese These der Angleichung der Geschlechter bei der „freien Roboter-Modellauswahl“ interpretieren? Den Blick allein bei den Akteuren zu belassen, reicht keinesfalls aus. Auch das (Lego-) Material erscheint uns als „extremely biased gendered material“³⁷. Das Material veranlasst zum geschlechtskonnotierten Handeln. Die Verwendung eines Grundmodells mit Rädern löst augenscheinlich einen Reiz aus, der insbesondere bei den Jungen dazu führt, (fast automatisch) ein Auto oder einen Panzer zu bauen. Geschlechtsspezifisches Verhalten bildet sich dort besonders deutlich ab, wo Vorlagen und Vorgaben schon eine geschlechtsspezifische Orientierung anbieten. Die Inszenierung der Geschlechter findet auf dieser Grundlage innerhalb eines „semiotisch-materiellen“ Wirkungsgefüges statt. Dieser Interpretationsansatz, dass Geschlechterinszenierungen in einem sozio-technischem Netzwerk stattfinden, ist zwar im Kern neu, jedoch im Ansatz in guter (alter) Gesellschaft: Wenn wir die Suchmann-These ernst nehmen – „Technik hat ein Geschlecht“ – könnte dies ein guter analytischer Ausgangspunkt sein.³⁸

Wie andere Spielzeughersteller auch hat auch die Lego-Spielzeugindustrie in ihrer Produktion insgesamt kräftig auf Geschlechterdifferenz gesetzt, wie die Arbeit Glücks (2004) zusammenfassend dokumentiert:

„Die Konstruktionskästen von Fischer-Technik oder die Systembauspielzeuge von Lego³⁹ und Playmobil für die Jungen und die Barbie-/Puppenkollektion mit eingebauten ‚Versorgungseinheiten‘ (z.B. Flüssigkeitsaufnahme mit Ausscheidungsfunktionen), die ‚fertigen‘ Puppenhauskonstruktionen und die Haushaltsminiprobiereinheiten (Küche, E-Herd, Waschmaschine) für Mädchen“⁴⁰

Selbst dort, wo Mädchen Konstruktionsaufgaben lösen sollen, liegen wieder Mädchenspezifische Inhalte vor mit gering-komplexen Konstruktionsanteilen. Die Interpretation Glücks bestätigt (erneut) die Studie Basts aus den 80er Jahren: Mädchentypisches Spielzeug ist immer noch ein Abbild des alltäglichen familiären Lebens⁴¹. Jungen werden bereits im frühen Kindesalter in ihrer

³⁷ Zitat von Fred Martin (University of Massachusetts Lowell). Das Expertengespräch mit Fred Martin (und Dreidre Butler) fand an der Universität Bremen am 22. Juli 2004 statt. Er ist ein führender Robotik-Spezialist, der eine eigene Technik für Kinder entwickelt hat („Crocket“) und seit vielen Jahren regelmäßig Robotik-Workshops an Schulen und Universitäten durchführt.

³⁸ Vgl. Dazu auch Schinzel/Ben 2002, 22.

³⁹ Zeitweise bot „Lego“ auch eine eigene (technisch vereinfachte) Baukastenreihe für Mädchen an.

⁴⁰ Glücks 2004, 19.

⁴¹ „wo Jungen z. B. die ersten Fischer-Technik-Baukästen erhalten, können Mädchen diesbezügliche Fertigkeiten und Fähigkeiten nicht trainieren, weil dort, wo sie die Chance haben, mit Konstruktionspielen umzugehen, wieder „mädchenspezifische“ Inhalte vorliegen. Sie können verschiedenen Materialien wie z.B. Stoffe kennen lernen; „LEGO“ bietet inzwi-

Beschäftigung mit (technischen) Gegenständen gefördert. Ihnen wird zugestanden, Sachen auseinander zu nehmen und neu zu schaffen. Den Mädchen wird dieser experimentelle Zugang tendenziell erschwert, da ihnen während ihrer Kindheit nur wenige experimentelle Angebote bereitgestellt werden. Bezogen auf die Roberta-Kurse konnte beobachtet werden, dass die Jungen (zumindest anfänglich!) experimenteller mit dem Lego-Material umgehen als die Mädchen. In den Gruppendiskussionen mit den Schüler/innen und in den Kursleiter/innen-Interviews wird dies in der Regel auch bestätigt. Der Ausspruch „Die Jungen bauen (und programmieren) einfach drauf los“, ist beiden Interviewgruppen (Schüler/innen wie Kursleiter/innen) gemein – wenn auch die Aussagen der Schüler/innen etwas widersprüchlicher formuliert waren. Doch im Kursverlauf – insbesondere in den mittellangen und langen Kursen – verschwimmt diese „geschlechterstereotypische“ Eindeutigkeit im Umgang mit dem Material. Nach einigen Stunden experimentieren auch die Mädchen kräftig herum – wenn auch weniger lautstark.

Vielerorts finden sich Begründungen, die auf „unterschiedliche Interessenlagen der Geschlechter“ abheben, doch im Kontext der Analyse des Geschlechterverhältnisses scheint die „Macht der Dingwelt“ die Interessen geradezu zu lenken. Die Bereitstellung unterschiedlicher Spielmaterialien kann dazu führen, dass unterschiedliche Herangehensweisen trainiert werden, die als Wissen gespeichert und in verschiedenen Kontexten „abrufbar“ aufbereitet werden

Ein tendenziell experimenteller Zugang zur Welt wird auf diese Weise internalisiert. Die Mädchen sind weit davon entfernt, ihr technisch-kreatives Verständnis zu fördern. Sie lernen nicht, neue Dinge zu gestalten geschweige zu konstruieren. Sie beschäftigen sich vielmehr mit einem sozialen (familiären) Nahraum, um das es sich ebenfalls beim Spielen mit Puppen handelt. Dieser Kontext fördert Eigenschaften wie kooperatives und soziales Verhalten, Sprache, Umsichtigkeit und Überblick. So ist die beobachtbare unterschiedliche Umgehensweise von Jungen und Mädchen nicht Ursache, sondern Folge einer erlernten „Sozialität mit den Objekten“⁴², die in einer semiotisch-materiellen Kultur der Zweigeschlechtlichkeit eingebunden ist.

Gerade hier scheint das Roberta-Projekt eine wichtige Leerstelle zu füllen, denn Konstruktionsaufgaben zu lösen, ist Bestandteil eines jeden Roberta-Kurses. Und auch das Problem mit den Automodellen scheint lösbar wie Deirdre Butler (Teacher Education College, Dublin) im Interview ausführt:

„What another teacher did. [...] she noticed in her classroom [...] the fact that the boys' ideas were dominating and they all centred around wheels. They all had to be vehicles [...] that moved fast. So, what she said, was – rather than separate the groups – [...] for your next project, [...] you cannot make a

schen eigens für Mädchen einen besonderen Baukasten an, mit dessen Steinen Wohnungseinrichtungen einschließlich Waschmaschine zusammengestellt werden können...“ (vgl. Bast 1988, 30ff).

⁴² In Anlehnung an das gleichnamige Buch von Knorr-Cetina 1997.

vehicle that moves on wheels. You can use wheels to make conveyor belts or to do anything else or create other moving parts [...] And she said, that was what began to change things in her classroom, because they began to make other types of things."

3.5 Teams for Teens

„ist netter in einer Gruppe zu arbeiten, weil da hat man einfach mehr Ideen“

Die anfängliche Annahme (der Evaluatorin und der Kursleiter/innen), dass Mädchen teamorientierter arbeiten als Jungen, hat sich in den qualitativ evaluierten Kursen nicht bestätigt. Betrachtet man das Videomaterial aus den Kursen unter dem Aspekt Teamwork innerhalb der Kleingruppen, so lässt sich zum einen erkennen, dass die Annahme, dass bevorzugt in Teams gearbeitet wird, sowohl für Mädchen als auch für Jungen zutrifft. Beide Geschlechter zogen die Gruppenarbeit der Einzelarbeit vor.

„Also zu zweit finde ich geht es am besten, weil da man gemeinsame Ideen einbringen und eigene Vorstellungen verwirklichen [kann].“

In einigen wenigen Mädchen- und Jungengruppen ließ sich eine hierarchische Arbeitsteilung erkennen und in manchen sogar ein Wechsel zwischen Teamwork und hierarchischer Arbeitsteilung. Beobachtet werden konnte auch, dass sich in einigen Fällen die Teams auflösten bzw. sich zwei Teams zusammengesetzt haben. Nicht alle Teams waren wirkliche Teams, in einigen Fällen wurden die Gruppen von einer Kursleiterin getrennt.

„In einer Gruppe haben 2 Mädchen überhaupt nicht zusammengesamt [...] Da habe ich die Gruppe geteilt und jeder einen eigenen Roboter [Baukasten] gegeben“.

Andere Gruppen bildeten sich eigenständig und liefen unerwartet gut:

„Da war eine Dreiergruppe. Da hatte ich das Gefühl, das sind zu viele [...] und dann kamen da richtig gute Sachen bei raus“.

Unterschiede ließen sich nicht – wie vorab angenommen – am Geschlecht festmachen, sondern an der Art des Lernarrangements: Je offener die Kurskonzeption (mit wenigen Vorgaben), umso stärker haben sich die Schüler/innen in den einzelnen Gruppen – jenseits der Kategorie Geschlecht – teamorientiert eingebracht. So ließ sich in den Kursen beobachten, dass die Gruppengröße dann in den Hintergrund trat, wenn es um die Umsetzung eigener und gemeinsamer Ideen ging. Dynamische Gruppenbildungsprozesse insgesamt zu fördern, lässt sich in diesem Kontext als Empfehlung ableiten.

3.6 Der talentierte Junge und das fleißige Mädchen

„... die Jungen, die haben sofort Lust, [...] während die Mädchen gar nicht so eine Lust haben[...], sondern, sagen wir mal so: die erfüllen dann vielleicht eher so meine Aufgabe“

Aus den Interviews mit den Kursleiter/innen lassen sich Aussagen isolieren, die auf Stereotypisierungen hinweisen: Aussagen, dass Mädchen „irgendwie anders programmieren“, „anders bauen“, „anders kommunizieren“ und „sich anders verhalten“ als Jungen, durchziehen die Interviews wie ein roter Faden. Ist die Schlussfolgerung, dass Mädchen „anders sind“ und von daher auch eine „andere Didaktik“ benötigen, nicht geradezu nahe liegend, wenn nicht gar zwingend? Mein Aufsatz ließe sich schnell abschließen, die jeweiligen Aussagen bräuchten nur in Empfehlungen umgewandelt zu werden. Doch der Analyse des Geschlechterverhältnisses ist damit nicht Genüge getan, wie sich an dem folgenden Beispiel eines kurzen Dialog zwischen der Evaluatorin und einer Kursleiterin zum Verhalten von Jungen und Mädchen demonstrieren lässt:

K8: „... die Jungen, die haben sofort Lust, das auseinander zu nehmen und irgend was draus zu machen und bauen auch sehr kreativ, während die Mädchen gar nicht so eine Lust haben daran herum zu bauen, sondern, sagen wir mal so: die erfüllen dann vielleicht eher so meine Aufgabe [...] Sie selbst bringen von sich aus nicht so direkt die Interessen mit, und dann erfüllen sie meine Aufgabe, bauen die Sensoren und programmieren die und dann war's das.“

HW: ...beobachtet habe ich, dass bei den Jungen die Stoßfänger nicht funktionierten, während bei der Mädchengruppe der Stoßfänger funktionierte. Das Lernziel wurde bei den Mädchen also erreicht...“

K8: „Echt? Ach ja, stimmt! Die eine Mädchengruppe, die sagte ja ganz schnell, es hat alles funktioniert. Schon nach anderthalb Stunden haben die gesagt, wir sind fertig!“

In diesem Dialog lassen sich gleich mehrere Gender-Aspekte herausarbeiten. Sofortige Lust aufs Bauen, kreatives Arbeiten, sich selbst einbringen wird mit männlichen Jugendlichen in Verbindung gebracht und gleichzeitig aufgewertet. (Bewertende) Aussagen wie „keine Lust aufs Bauen“, „die[Mädchen] erfüllen dann vielleicht eher so meine Aufgabe. Sie selbst bringen von sich aus nicht so direkt die Interessen mit“, wird mit weiblichen Jugendlichen in Verbindung gebracht und tendenziell negativ(er) bewertet. Selbst das Lösen der gestellten Aufgabe erfährt durch die gewählten Formulierungen eine negative Abschlussbewertung:

„Diese Mädchengruppe hat gut zusammengearbeitet und sehr ruhig und sehr stringent, und dann waren die auch fertig. Die haben dann auch keine Kreativität [...] mehr gezeigt, die haben dann einfach gesagt, das wars – und jetzt?“
[K8]

Interessanterweise bewerten alle Beteiligten (Kursleiter/innen, Schülerinnen und die Schüler) dies ähnlich: Eine Schülerin aus dem Kurs (Sw 1) meinte von sich aus „dass sie selbst ja nur die Aufgabe gelöst habe [...] „aber die Jungs ja richtig kreative Sachen gemacht haben“. Auch innerhalb einer anderen Diskussion, wo es um das Lösen der Aufgabenstellung ging wurde dieser (bewertende) Gegensatz betont:

Schülerin (Sw4): „Wir haben [...] alles nach Anleitung gemacht.“

Schüler (Sm1) antwortet: „Wir waren wenigstens kreativer“

Eine mögliche Schlussfolgerung könnte sein, dass Erfolg männlich konnotiert ist, schließlich werden die Leistungen nicht geschlechtsunabhängig empfunden und bewertet. Und manchmal bleiben Erfolge bei den Mädchen unbemerkt. Die Reaktion der befragten Kursleiterin auf den Hinweis, dass das Lernziel bei den Mädchen erreicht wurde, lässt diese Deutung zu. Der emotionale Ausdruck „Echt? Ach ja, stimmt“ drückt ehrliches Erstaunen aus. Man gewinnt den Eindruck, dass sie selber gar nicht damit gerechnet hat, dass die Mädchen überhaupt Erfolg haben könnten.

Die Jungengruppe, auf die sich die Aussage der Kursleiterin [K8] u.a. bezog, hat das Grundmodell auseinandergelöst, ist am Stoßfänger gescheitert, hat „stattdessen ein schnelles Auto gebaut“ (Sm1; Schülersaussage aus der Jungengruppe) und ist kaum zum Programmieren gekommen. Eine zweite Jungengruppe hat das Grundmodell ebenfalls neu zusammengesetzt und statt eines Stoßfängers einen Ventilator gebaut, der die Kursleiterin ebenfalls tief beeindruckt hat:

„Dieses Modell, das die Schüler gebaut haben, das oben noch den Ventilator hat. Mir ist völlig schleierhaft, wie die so etwas bauen“. Das habe ich noch niemals gemacht.“[K8].

Es liegt nahe, dass kreatives Arbeiten einen höheren Anerkennungsstatus erhält als das Lösen von gestellten Aufgaben. Jedoch scheint die Definition vom kreativen Arbeiten keinesfalls eindeutig zu sein. Sie erfährt nicht selten eine geschlechtlich konnotierte Kopplung, wie im Folgenden gezeigt werden soll.

In einem anderen Kurs hatten die Mädchen zwar „schöne Roboter“ [K2] hergestellt, aber die Stoßfänger funktionierten nicht. Dieses Defizit wurde sogleich als „nicht erfüllte Aufgabe“ [K2] bemängelt, da das ursprünglich angedachte Lernziel, „das Funktionieren der Stoßfänger“ nicht erreicht wurde. Auf die Nachfrage: „Was haben sie denn (stattdessen) getan?“, wurde häufiger geantwortet: „Sie haben die Roboter verziert“[K2]. (Hervorhebung d. A.)

Was ist hier passiert? Kaum hat sich die Aussage finden lassen, dass Mädchen „nur“ die Aufgabe lösen und Jungen „kreativ“ und „einfallsreich“ seien (auch wenn sie die gestellte Aufgabe nicht gelöst haben), wird die Bewertung buchstäblich umgedreht, wenn die Mädchen kreativ gebaut haben – „die Mädchen haben die Aufgabe nicht gelöst“[K2]. Im ersten Kursbeispiel hat die Mädchengruppe (s.o.) das Lernziel erreicht, d.h. die Stoßfänger funktionierten, aber anstatt dies positiv hervorzuheben, wurden mangelnde Kreativität und Lustlosigkeit („die Mädchen [haben] gar nicht so eine Lust, daran herum zu bauen“) attestiert. An dieser Stelle wird die Argumentation widersprüchlich bzw. erhält eine geschlechtliche Konnotation.

Die Geschlechterforschung bietet zumindest Anknüpfungspunkte, die auf die Analyse des Geschlechterverhältnisses abheben, und als (eine) Erklärung

herangezogen werden könnte: Es werden Unterschiede (von allen Beteiligten) gesehen und geschlechtshierarchisch unterschiedlich bewertet. Westram (2000) weist in diesem Zusammenhang auf ein dokumentiertes Beispiel aus einer Lehrerfortbildung hin: 1991 untersuchte Sue Willis das Thema Mädchen, Jungen und Computernutzung und fand verschiedene Verhaltensmuster. Die Mädchen arbeiteten sich durch die Computerübungen und Aufgabenstellungen durch, während die Jungen eher Spiele spielten. Auf der pädagogischen Tagung, auf der die Ergebnisse präsentiert wurden, wurden die Daten folgendermaßen interpretiert: Die Jungen spielen Spiele, weil sie selbstsicher im Umgang mit dem Computer sind, während die Mädchen die Übungen durcharbeiten, weil „*fehlendes Selbstvertrauen sie darauf reduziert, dem Programm zu folgen, das für sie bestimmt ist*“.⁴³

Da Westram diese Dateninterpretation für verkürzt hielt, wagte sie ein Experiment. Sie stellte diese Ergebnisse auf einer anderen Tagung vor, drehte sie jedoch umgekehrt dar. Obwohl die Ausgangslage sich nur umgedreht hatte – die Mädchen spielten Spiele und die Jungen arbeiteten sich durch die Lektionen – blieb die Ansicht der Lehrer/innen auf der Tagung konstant. Sie erklärten, dass Jungen die Lektionen abarbeiten würden, „*weil sie Selbstvertrauen haben und wissen was sie tun*“, während die Mädchen Spiele spielen, „*weil sie kein Selbstvertrauen haben und mit den ernsthaften Aufgaben nicht fertig werden*“.⁴⁴

Mit Westram komme ich vor diesem Hintergrund zu der These, dass (gleiche) Leistungen von Jungen und Mädchen geschlechtskonnotiert unterschiedlich bewertet werden.

3.7 Das flache Wasser für die Mädchen, das tiefe für die Jungen

„Ich zeige dir das mal eben schnell...“

Studien zur Geschlechterforschung haben verdeutlicht, dass in der Schule eine geschlechtsspezifische Arbeitsteilung wiederholt wird, die für viele gesellschaftliche Bereiche typisch sei: Frauen übernehmen häufig Aufgaben, die mit emotionaler Unterstützung und Zuwendung verbunden sind. Sie finden damit aber kaum öffentliche Anerkennung, während Männer Funktionen ausüben, die distanzierenden, objektivierenden Charakter haben und dafür gesellschaftliche Wertschätzung erfahren.⁴⁵

In dieselbe Richtung zielt ein Hinweis aus dem Bereich „Geschlecht und Schule“: Von Bedeutung sei, so Jahnke-Klein, die Qualität des Feedback: Das Lob des Lehrpersonals richtet sich auch heute noch vor allem auf die Leistungen der Jungen bzw. jungen Männern, Tadel dagegen auf Disziplinverstöße. Bei

⁴³ Zitiert nach Westram 2000, 32.

⁴⁴ Zitate nachzulesen bei Westram 2000, 32.

⁴⁵ Gildemeister/Wetterer 1992; Brehmer 1991.

Mädchen und jungen Frauen bezieht sich der Tadel auf Leistung, Lob dagegen auf Wohlverhalten und Ordnung.⁴⁶ Der Selbstvertrauenszuwachs bei jungen Männern erfolgt – so die gängige Schlussfolgerung – auf (gesellschaftlich) ‘höherem Niveau’, obwohl die jungen Frauen stärker leistungsorientiert sind und auch objektiv bessere Schulleistungen verbuchen können. Dieses unterschiedliche Verhalten im Verteilen von Lob und Tadel wurde schon vor über zwanzig Jahren von Dagmar Schulz ermittelt.⁴⁷ Sylvia Jahnke-Klein hält daher eine Erweiterung des Leistungsbegriffes für notwendig. Es sollte z.B. abweichend von den gängigen Geschlechtsrollenklischees gelobt werden.⁴⁸ Dieser Aspekt wirkt sich auch auf die Roberta-Kursbindung aus. Ein unspezifisches Feedback gibt insbesondere jungen Frauen zu wenig Auskunft über Lernerfolge, die indirekt das Selbstbewusstsein steigern könnten.

Die Einflussnahme der Lehrpersonen innerhalb dieses Wertesystems ist erheblich. So erstaunt es kaum, dass sich auch im Videomaterial aus der Roberta-Untersuchung etliche Anhaltspunkte dafür finden, die die oben genannte These erhärten: So wird aus den Videoanalysen deutlich, dass bei den Mädchen im Vergleich zu den Jungen häufiger in die Tastatur gegriffen wird (nicht selten mit den begleitenden Worten „*Ich zeige dir das mal eben schnell* [K8]“ oder in einer Art vorausseilender Hilfsbereitschaft „*Soll ich dir das mal eben schnell machen?*“ [K6, K5], ohne die Eigeninitiative der Mädchen abzuwarten. Diese Vorgehensweise ließ sich insbesondere in einer Gruppe mit hoher Schüler/innenanzahl und mit engem Zeitrahmen, aber auch in anderen Kursen, beobachten.

Die Art der Hilfestellung für Mädchen ist häufig eine andere. Wenn Mädchen Fragen stellten, wurde teilweise direkt mit einer Lösung geantwortet, d.h. die Eigeninitiative zum Lösen der Aufgabe wurde in den beobachteten Fällen nicht motiviert. In einem Extremfall wurde die Frage nach der genauen Programmierweise einer Rechtskurve mit dem Diktieren der Lösung und der begleitenden Erläuterung, „*dass der Motor auf der rechten Seite einfach nur ausgeschaltet werden müsse*“ [K3] beantwortet. In einem anderen Fall wollte eine Mädchengruppe einen Stoßfänger bauen, der von der Baubeschreibung abwich. Die Kursleiterin hat sie nicht darin bestärkt, es einfach auszuprobieren sondern ihnen den Rat gegeben, „*sich doch lieber an die Bauanleitung zu halten*“. [K2]

Diese Verhaltensmuster könnte als ein Nicht-Zutrauen gegenüber den Mädchen gedeutet werden. Einige Mädchen aus den evaluierten Kursen reagierten bzw. bestärkten dieses Verhalten durch eine Art Rückzugsverhalten, indem sie stur den Anweisungen folgten oder die Tastatur freigaben (z.B. ihren Oberkörper zur Seite bewegten oder ihren Stuhl beiseite rückten, um Platz zu schaffen).

⁴⁶ Jahnke-Klein 1997.

⁴⁷ Schulz 1978.

⁴⁸ Jahnke-Klein 1997, 109.

Die Jungen dagegen scheinen kaum Fragen zu stellen, obwohl die technischen Problemlagen mit denen der Mädchen vergleichbar waren. Sie warteten ab, wiederholten ihre Eingaben oder brachen den Vorgang (schweigend) ab. Sie gerieten dadurch weniger stark unter den Einfluss der Kursleitung. Die Jungen wurden häufiger sich selbst überlassen – „*Die schaffen das schon*“ [K5] – und erfahren eine Stärkung des Selbstvertrauens durch die Aufforderung, „*selbst eine Lösung zu finden*“ [K8]. Selbst wohlmeinende Lehrer/innen (und Kursleiter/innen) können ein Klima erzeugen, das diese Bewertungsmuster perpetuiert.⁴⁹

Ein weiteres „Gender in Aktion“-Beispiel bezieht sich auf die Form und Länge der Präsentationsphase: Den Roboter-Vorführungen der Jungen wurden insgesamt mehr Raum, Zeit und Aufmerksamkeit gewidmet als den Präsentationen der Mädchen. Das Prinzip der Offenheit würde diesen Effekt nur verstärken, da dieser Vorgang von allen Beteiligten „mitinitiiert“ und getragen wurde, d.h. die Mädchen taten sich schwerer, im Mittelpunkt zu stehen und präsentierten (deshalb?) ihre Roboter bevorzugt am Rande, die Jungen standen verstärkt unter Erfolgsdruck und störten (deshalb?) die Präsentationen der Mädchengruppen, und die Lehrenden perpetuierten diese Schüler/innen-Performance, indem sie zu selten eingriffen. Eine genderbewusste Lenkung seitens der Lehrenden scheint erforderlich, damit die Mädchen nicht um ihren Ruhm gebracht werden, und die Jungen nicht an dem (geschlechtskonnotierten) „Selbstkonzept des Siegers“⁵⁰ scheitern.

In der Forschung wird heute die Vorstellung vertreten, dass die *kulturell* vermittelte Auffassung von Geschlechtsidentität so etwas wie einen männlichen „Überlegenheitsimperativ“ transportiere, an dem Jungen regelmäßig scheitern.⁵¹ Nach Matthias Buschmann zeige sich, dass die schulische Sozialisation von Jungen analog zu der der Mädchen als polarisierend und defizitär zu bezeichnen sei, „als Jungen in interaktionell-sozialer Hinsicht unterfordert, bzw. einer paradoxen Überforderung ausgesetzt werden.“⁵²

Dieser erfahrungsinkonsistente Überlegenheitsimperativ führe dazu, dass Jungen viele Erfahrungen verdrängen oder umwerten müssen, die sie an ihrer grundsätzlichen Überlegenheit zweifeln lassen. Im Hinblick auf die Roberta-Kurse lassen sich die überdimensionalen raumgreifenden Robotermodelle der Jungen sowie die hohe Störungsrate der Jungen bei den Präsentationen der Mädchengruppen als Ausdruck dieses Überlegenheitsimperativ deuten.

⁴⁹ Westram 2000, 31 ff.

⁵⁰ Vgl. Neutzling/Schnack 1993, Buschmann 1994, 196.

⁵¹ Vgl. Buschmann 1994, 196.

⁵² Buschmann 1994, 192-193.

Fazit

„Das ist einfach ein Anreiz, nicht nur einfach zu programmieren [...], sondern etwas zu programmieren, was dann auch irgend etwas tut“

Indem Technik als gestaltbar erfahren wird⁵³, wird den Kindern nicht nur die Möglichkeit gegeben, mit Medien umzugehen, sondern sie auch auf kreative Weise in ihre unmittelbare Lernumgebung zu integrieren. Der Bau und die Programmierung von Robotern vermittelt viele Wissens-elemente, die für ein Verständnis technologischer Systeme hilfreich sind. Die besondere Bedeutung des Lego-Materials – dass es z.B. stereotypisches Verhalten „hervorruft“ – ist erst durch eine (gendersensitive) materiell-semiotische (ANT-) Betrachtungsweise möglich geworden. Die Nutzungspotentiale der automatisierten Systemrückmeldung sollten daher auch gestärkt werden, um mögliche Lernerfolge der Schüler/innen geschlechtsunabhängig erfahrbar zu machen.

Ein gendersensitiver Didaktikansatz kann diesen Prozess positiv verstärken (und bei einigen auch erst in Gang bringen), indem gewährleistet wird, dass die Schülerinnen und Schüler gleiche Entfaltungs- und Gestaltungsmöglichkeiten erhalten. Dazu zählen:

- Dynamische) Gruppenbildungsprozesse unterstützen
- Freies Arbeiten fördern
- Projektarbeit fördern (mittellange und lange Kurse)
- Hilfestellungen und Aufmerksamkeit geschlechterbewusst reflektieren
- insbesondere Schülerinnen dazu motivieren, Dinge auszuprobieren und weniger nach Anweisung vorzugehen
- Teamarbeit insgesamt stärken
- „gendered material“ de/konstruieren

Die Rolle der Lehrerinnen und Lehrer sollte dabei gerade mehr eine begleitende als eine vorschreibende sein. Lehrende müssen sich darauf einlassen, dass sie beim Umgang mit Technik nicht immer einen Wissensvorsprung gegenüber den Kindern haben. Dies setzt voraus, dass sie zusammen mit den Kindern Lernprozesse aktiv erleben, geschlechtskonnotierte Vorurteile reflektieren und die Freude am Erfolg „des Anderen“ ohne Autoritätsverlust „aushalten“, wenn nicht gar teilen können. Denn technologische Neugier gilt es nicht nur bei den Kindern zu wecken.

Kurzum: Die Verbindung von ANT- mit Genderaspekten bietet eine echte (methodische) Chance Gestaltungspotentiale bei der Durchführung von technischen Projekten an den Schulen sichtbar zu machen. Es nützt beiden Geschlechtern und kann Geschlechterkonstruktionen in einem frühen Stadium begegnen.

⁵³ Vgl. dazu auch Schelhowe 2001.

Literatur

- Bast, Christa (1988): Weibliche Autonomie und Identität. Untersuchungen über die Probleme von Mädchenerziehung heute. Weinheim/München: Juventa 1988.
- Brehmer, Ilse (Hrsg.) (1991): Schule im Patriarchat – Schulung fürs Patriarchat? Weinheim, Basel.
- Buschmann, Matthias (1994): „Jungen und Koedukation. Zur Polarisierung der Geschlechterrollen“, in: Die deutsche Schule, 86. Jg. 11.2, S. 192-213.
- Faulstich-Wieland, Hannelore (1992): „Eine Frage der Inhalte? Geschlechtsspezifische Zugangsweisen zu Themen des naturwissenschaftlichen Unterrichts“, in: Kremer/Stäudel/Zolg (Hrsg.), Naturwissenschaftlich-technische Bildung – Für Mädchen keine Chance? Marburg, S. 97-120.
- Frank, Elisabeth (1995): „Anregungen für den Physikunterricht: Physik – ein Fach für Mädchen und für Jungen“, in: Schule der Gleichberechtigung, hrsg. vom Ministerium für Familie, Frauen, Weiterbildung und Kunst und vom Ministerium für Kultus und Sport Baden Württemberg, Stuttgart, S. 111-127.
- Frank, Elisabeth (1995a): „Mädchen und Physik – wider die Natur?“, in: Krahn, Niederdrenk-Felgner (Hrsg.) Frauen machen Schule – Dokumentation der Arbeitstagung für Lehrerinnen und Lehrer an weiterführenden Schulen vom 18.11.19.11.1994 am Deutschen Institut für Studienforschung, Kleine Verlag (Wissenschaftliche Reihe Bd. 76), Tübingen, S. 112-125.
- Gildemeister, Regine (1988): „Geschlechtsspezifische Sozialisation. Neuere Beiträge und Perspektiven zur Entstehung des „weiblichen Sozialcharakters“, in: Soziale Welt, Nr. 39, S. 486-503.
- Gildemeister, Regine/Wetterer, Angelika (1992): „Wie Geschlechter gemacht werden. Die soziale Konstruktion der Zweigeschlechtlichkeit und ihre Reifizierung in der Frauenforschung“, in: Axeli-Knapp (Hrsg.), TraditionenBrüche – Entwicklungen feministischer Theorie, Freiburg (Breisgau), Kore, S. 201-251
- Glücks, Sarah (2004): Geschlechtsspezifischer Zugang zu neuen Technologien. 13 – weiblich- computerinteressiert?! <http://zim.informatik.uni-bremen.de/index.php/Main/GeschlechtsspezifischerZugangZuNeuenTechnologien> (Zugriff 3. November 2004).
- Glötzer, Johannes (1987): „Sexismus in den neuen Schulbüchern“, in: Pädagogik heute, 20.Jg., Heft 3, S. 19-21.
- Haraway, Donna (1995): Die Neuerfindung der Natur. Primaten, Cyborgs und Frauen, Campus Verlag, Frankfurt, New York. Dt.: Simians, Cyborgs, and Women. The Reinvention of Nature, (1991), New York.
- Haraway, Donna (1997): Modest_Witness@Second_Millennium. FemaleMan© Meets_OncoMouse™. Feminism and Technoscience, Routledge, New York.
- Harber, Hans: „The Displacement of Politics“. WTMC Summer School 1.-5. September 1997 in Enschede, Niederlanden (unveröffentlichtes Vortragsmanuskript).

- HartmannSusann/Schecker, Horst/Rethfeld, Johannes im Druck (2005): Mädchen und Roboter – Ein Weg zur Physik? In: Anja Pitton, (Hrsg), Tagungsband der Jahrestagung in Heidelberg 2004 der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik – Relevanz fachdidaktischer Forschungsergebnisse für die Lehrerbildung. Münster: Lit Verlag.
- Kaiser, Astrid (Hrsg.) (1997): Koedukation und Jungen. Soziale Jungenförderung in der Schule, Weinheim.
- Knorr-Cetina, Karin (1997): „Sociality with Objects, Social Relations in Postsocial Knowledge Societies“, in: *Theory, Culture & Society* 14 (4), 1997, S. 1-30.
- Knorr-Cetina, Karin (1999): *Epistemic Culture. How the Sciences Make Knowledge*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, London, England.
- Kriege, Jürgen (1995): „Die Rolle von Mädchen und Frauen in Schulbüchern – am Beispiel Mathematik“, in: *Schule der Gleichberechtigung*, hrsg. vom Ministerium für Familie, Frauen, Weiterbildung und Kunst und vom Ministerium für Kultus und Sport Baden Württemberg, Stuttgart, S.169-173.
- Landesinstitut für Schule und Weiterbildung; Hg. (2002): *Koedukation in der Schule –reflektieren, weiterentwickeln, neu gestalten*. Verlag für Schule und Weiterbildung, Druck Verlag Kettler GmbH
- Latour, Bruno (1987): *Science in Action. How to follow scientists and engineers through society*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts 1987.
- Latour, Bruno (1998): *Wir sind nie modern gewesen. Versuch einer symmetrischen Anthropologie*; Frankfurt am Main (Erstausgabe 1991).
- Latour, Bruno (1996 a): *Der Berliner Schlüssel – Erkundungen eines Liebhabers der Wissenschaften*, Akademie-Verlag Berlin.
- Latour, Bruno (1996 b): „On actor-network theory. A few clarifications“, in: *Soziale Welt, Zeitschrift für sozialwissenschaftliche Forschung und Praxis*, Heft 4, p. 369-381.
- Leithäuser, Thomas/Volmerg, Birgit (1988): *Psychoanalyse in der Sozialforschung, Eine Einführung*, Westdeutscher Verlag GmbH, Opladen.
- Lührig, Marion (1995): „Der Mensch ist der Bruder des Schimpansen und der Vetter des Orang-Utan“ Diskriminierung von Frauen und Mädchen in Sprache, audio-visuellen Medien und Schulbüchern“, in: Hempel (Hrsg.), *Verschieden und doch gleich, Schule und Geschlechterverhältnisse in Ost und West*, Bad Heilbronn.
- Mayring, Philipp (1996): *Einführung in die qualitative Sozialforschung*, 3. überarbeitete Auflage, Psychologie Verlags Union, Weinheim.
- Müllerburg, Monika; Petersen, Ulrike; Theidig, Gabriele (2004): *Mit Robotern spielend lernen*, In VDI (Hrsg.) *ROBOTIK 2004*. VDI Berichte Nr. 1841, S. 393-400.
- Neutzling, Rainer/Schnack, Dieter (1993): *Kleine Helden in Not. Jungen auf der Suche nach Männlichkeit*, Rowohlt Verlag, Reinbek bei Hamburg.
- Neuweg, Hans Georg (2000): *Mehr lernen, als man sagen kann. Konzepte und didaktische Perspektiven impliziten Lernens*. In: *Unterrichtswissenschaft*, Jg. 2000, H.3, S. 197-217.

- Öhler, Jutta (1991): Mädchen und Mathematikunterricht, Anregungen und Materialvorschläge zu einem mädchenfreundlichen Mathematikunterricht, Arbeitsbericht aus der Forschungsstelle für Frauenfragen an der Pädagogischen Hochschule Flensburg, Heft 3, Flensburg.
- Pickering, Andrew (1993): „The Mangle of Practice: Agency and Emergence in the Sociology of Science“, in: *American Journal of Sociology*, Volume 99, Nr. 3, p. 559-589.
- Polanyi, Michael (1985): Implizites Wissen, Schriftenreihe Taschenbuch Wissenschaft, Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main.
- Rammert, Werner (2003): Technik in Aktion. Verteiltes Handeln in soziotechnischen Konstellationen. TUTS-WP-2-2003 (Technical University Technology Studies, Working Papers), Institut für Soziologie, Technische Universität Berlin, Herausgeber Fachgebiet Techniksoziologie, Prof. Dr. Werner Rammert, S. 1-23.
- Schelhowe, Heidi (2001): Offene Technologie – offene Kulturen. Zur Genderfrage im Projekt Virtuelle Internationale Frauenuniversität. In: *FifF Ko3/01*, S. 14ff.
- Steiner, Andreas (1998) „Spielarten des Hybriden am Beispiel der Genomforschung“, in: *Soziale Welt, Zeitschrift für sozialwissenschaftliche Forschung und Praxis*, Heft 4, S. 375 – 386.
- Stürzer, Monika/Roisch, Henrike/Hunze, Annette/Cornelißen, Waltraud (2003): *Geschlechterverhältnisse in der Schule*, Opladen: Leske + Budrich.
- Tzankoff, Michaela (1996): „Theorien zur Geschlechtsspezifität in der erziehungswissenschaftlichen Sozialisationsforschung und in der Koedukationsdebatte oder: Vom Ödipus über die eng gewickelten Mädchen zum weiblichen Sozialcharakter und zur binären Codierung“, in: Kaiser (Hrsg.), *Geschlechtsspezifische Aspekte des Musiklernens, Musikpädagogische Forschung*, Band 17, Essen, Verlag Die Blaue Eule, S. 190-226.
- Volmerg, Birgit/Senghaas-Knobloch, Eva/Leithäuser, Thomas (1986): *Betriebliche Lebenswelt, Eine Sozialpsychologie industrieller Arbeitsverhältnisse*, Westdeutscher Verlag GmbH, Opladen.
- Westram, Hiltrud (2000): *Internet in der Schule – Ein Medium für alle!* In: *Forschung Erziehungswissenschaft Band 75*, Leske und Budrich, Opladen.
- Wiesner, Heike (2002): *Die Inszenierung der Geschlechter in den Naturwissenschaften. Wissenschafts- und Geschlechterforschung im Dialog*, Campus Verlag.