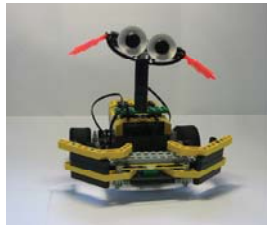


**Prof. Dr. Heidelinde Schelhowe**  
Universität Bremen, FB 3  
Digitale Medien in der Bildung (DiMeB)

**Prof. Dr. Horst Schecker**  
Universität Bremen, FB 1  
Institut für Didaktik der Naturwissenschaften  
(IDN), Abt. Physikdidaktik

## **Wissenschaftliche Begleitung des Projekts ROBERTA — Mädchen erobern Roboter**



### **Abschlussbericht**

#### **Berichtszeitraum**

**1.11.2002 - 30.10.2005**

#### **Bearbeitung**

DiMeB  
Prof. Dr. Heidelinde Schelhowe  
Dr. Heike Wiesner  
Dr. Andreas Wiesner-Steiner  
Terry Diergaardt

IDN  
Prof. Dr. Horst Schecker  
Dr. Susann Hartmann  
Johannes Rethfeld  
Maria Mrochen

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Einführung</b>   | <b>4</b>  |
| <b>1 Was ist Roberta?</b>   | <b>5</b>  |
| <b>2. Ziele und Design der Begleitforschung</b>                                   | <b>7</b>  |
| <b>3. Quantitative Studien zu den Wirkungen der Roberta-Kurse</b>                 | <b>9</b>  |
| <b>3.1 Methodik</b>   | <b>9</b>  |
| 3.1.1 Fragebogenentwicklung   | 9         |
| 3.1.2 Datenbasis  | 10        |
| 3.1.3 Auswertung  | 11        |
| <b>3.2 Ergebnisse</b>   | <b>12</b> |
| 3.2.1 Kurserleben   | 12        |
| 3.2.2 Orientierung und Selbstkonzept  | 13        |
| 3.2.3 Geschlechtsspezifische Unterschiede   | 13        |
| 3.2.4 Wirkungen unterschiedlicher Kursgestaltung                                  | 14        |
| <b>3.3 Zusammenfassung und Wertung</b>  | <b>18</b> |
| <b>3.4 Empfehlungen</b>   | <b>19</b> |
| <b>4 Qualitative Studien</b>  | <b>21</b> |
| <b>4.1 Zielsetzung</b>  | <b>21</b> |
| <b>4.2 Datenerfassung und Auswertungsmethode:</b>                                 | <b>21</b> |
| 4.2.1 Datenerfassung  | 21        |
| 4.2.2 Auswertungsmethode: Technik in Interaktion                                  | 24        |
| <b>4.3 Zusammenfassung der Ergebnisse</b>   | <b>26</b> |
| <b>5. Warum Robots für Mädchen? — Wissenschaftliche Einordnung der Ergebnisse</b> | <b>33</b> |
| Ziele des Projekts  | 33        |
| Technikdistanz und Spaß an Technik  | 33        |
| Technik nutzen und Technik gestalten  | 34        |
| Einsamer Technikfreak und soziale Eingebundenheit                                 | 35        |
| Geschlechtsspezifisches Material  | 35        |
| Robotik-Materialien und konstruktivistisches Lernen                               | 36        |
| Empfehlungen für Bildungskonzepte   | 36        |
| Robotik als didaktischer Akteur   | 37        |
| <b>5. Literatur</b>   | <b>39</b> |
| <b>Anhang</b>   | <b>41</b> |
| <b>A1 Veröffentlichungen in Zeitschriften und Sammelbänden</b>                    | <b>41</b> |
| <b>A2 Vorträge auf Tagungen und Kongressen, Workshops</b>                         | <b>42</b> |



## Einführung

Mit diesem Bericht legt die wissenschaftliche Begleitung des Projekts „Roberta — Mädchen erobern Roboter“ ihre Ergebnisse vor. Wir haben über drei Jahre hinweg die Entwicklung des Vorhabens verfolgt und detailliert untersucht. Die Leitfragen beinhalten sowohl Gender-Aspekte als auch fachdidaktische Gesichtspunkte. Das Begleitforschungsvorhaben bezieht sich auf zwei große Bereiche:

- Wie entsteht Interesse an der aktiven Gestaltung von Technologie über Techniknutzung und „Technik verstehen“?
- Wie müssen Lernumgebungen gestaltet werden, um optimale Passungen zwischen Kurszielen/-inhalten einerseits und Lernvoraussetzungen andererseits zu erreichen?

Wir beschreiben im Folgenden zunächst kurz die Konzeption von Roberta und erläutern das Design der Begleitforschung. In Abschnitt 3 folgt die Zusammenfassung der Ergebnisse der quantitativen Evaluation des Projekts. Sowohl hier wie in den qualitativen Befunden zeigt sich, dass die Konzeption der Roberta-Kurse in hohem Maße geeignet ist, das wesentliche Projektziel — Förderung des Interesses von Mädchen an Technik und Informatik — zu erreichen.

Qualitative Detailstudien, die vor allem auf die gestaltungsorientierte Analyse und Weiterentwicklung der Roberta-Kurse zielen, folgen im Abschnitt 4. In den Abschnitten 3 und 4 wird jeweils eine Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse gegeben. Im fünften Abschnitt werden die Ergebnisse in den Stand der Gender- und Technikforschung eingeordnet.

Weiter gehende Einzeldarstellungen finden sich in den Aufsätzen und Publikationsmanuskripten, die im ausführlichen Anhang beigefügt sind. Die Begleitforschungsgruppe hat über das Projekt Roberta auf zahlreichen Tagungen, Kongressen und in Zeitschriften berichtet.

## Kontakt:

Prof. Dr. Heidelinde Schelhowe, schelhow@informatik.uni-bremen, Tel. 0421/218-2489, FB 3 Universität Bremen, Postf. 330440, 28334 Bremen

Prof. Dr. Horst Schecker, schecker@physik.uni-bremen.de, Tel 0421/218-2964, FB 1 Universität Bremen, Postf. 330440, 28334 Bremen

## 1 Was ist Roberta?

Programmierbare Lego-Roboter sind in der Lage, eine Verbindung zwischen den Schul- und Lebenskontexten von Kindern und Jugendlichen herzustellen. Das Roberta-Projekt dreht sich dabei speziell um die Frage, ob und wie Mädchen und Frauen durch den Umgang mit Robotik technische Neugierde sowie Selbstvertrauen in ihre technischen Fähigkeiten entwickeln können.

Das Fraunhofer-Institut hat die Vielfalt der Einsatzmöglichkeiten in einem annähernd tausendseitigen Materialordner zusammengetragen, der modular aufgebaute Grundlagen, Hinweise und Informationen für die Durchführung von Kursen bietet. Verteilt über die ganze Bundesrepublik werden von Schulen, Museen oder Universitäten Roberta-Kurse angeboten. Die Organisation und Unterstützung erfolgt durch so genannte „RegioZentren“. Überwiegend werden die Kurse als Zusatzangebote in Projektwochen oder Arbeitsgemeinschaften angeboten, teilweise aber auch in den verbindlichen Unterricht integriert oder als freiwilliges Angebot im Wahlpflicht-Bereich realisiert.

Nur wer den Materialordner kennt und zusätzlich an einer zweitägigen Kursleiter/innenschulung teilgenommen hat, darf einen Kurs mit dem Label „Roberta-Kurs“ versehen. Bundesweit haben sich bisher annähernd 150 Kursleiter/innen entsprechend qualifiziert. Auch eine Zertifizierung der Roberta-Kurse selbst ist geplant.

Als formale Anforderungskriterien für Roberta-Kurse gemäß Gender Mainstreaming (GM) gelten:

- Mindestens 50 % der Teilnehmenden sind Mädchen.
- Die Kursleiter/innen haben an einer Kursleiter/innenschulung teilgenommen.
- Die Kursleiter/innen sind über mögliche GM-Strategien im Hinblick auf die Roberta-Kurse informiert worden.
- Während der Projektlaufzeit: Die Kursleiter/innen erklären sich einverstanden, dass ihre Kurse gegebenenfalls wissenschaftlich begleitet werden.

In der Roberta-Konzeption werden drei Kurstypen unterschieden:

- *Kurze Kurse* dauern 2 bis 5 Stunden: In diesen Schnupperkursen sollen auf ein vorgegebenes, zumeist berädertes Grundmodell Stoßfänger mit Sensoren gebaut werden. Die Roboter werden mit RIS (eine grafische Programmierumgebung) programmiert.
- *Mittellange Kurse* dauern bis zu 15 Stunden und sind meist als Tageskurs angelegt. Sie beinhalten die vollständige Konstruktion eines selbst gewählten Grundmodells und die Programmierung mit RIS und/oder NQC (textbasierte Programmierumgebung).
- *Lange Kurse* dauern mehr als 15 Stunden und werden in Form einer Projektwoche durchgeführt oder als mehrwöchiger Kurs in den Unterricht integriert. Diese Kursform bietet auch Gelegenheit, Roberta-Themen und Kontexte wie z.B. Bientanz, Labyrinth u.ä. zu bearbeiten oder eigene Projektthemen umzusetzen.

### *Verbreitungs- und Unterstützungsstruktur*

Es wurde eine Struktur aufgebaut, die sowohl der Verbreitung der Kurse als auch der Unterstützung der Kursleiter/innen dient (siehe Abbildung 1).

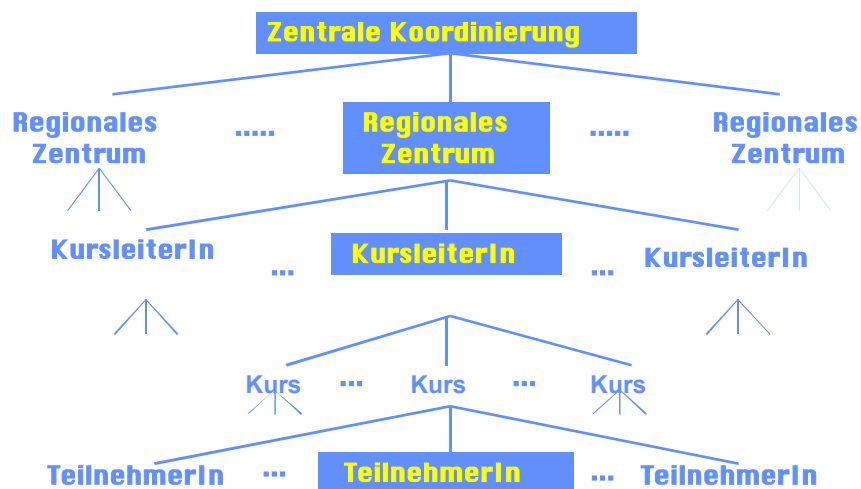


Abb. 1: Organisationsstruktur von Roberta

Es werden folgende Rollen unterschieden:

Eine Zentrale Koordinierungsstelle betreut die Materialien und stellt sie überregional zur Verfügung

- Material zur Schulung von Kursleiter/innen
- Lehrmaterial für Kursleiter/innen
- Lernmaterial für Kursteilnehmer/innen

Regionale Zentren (RegioZentren) dienen als Knotenpunkte für eine bundesweite Vernetzung. Sie koordinieren die Kurse in ihrer Region. Sie schulen und betreuen die Kursleiter/innen. Sie erhalten die notwendigen Materialien von der zentralen Koordinierungsstelle, d.h.

- Material zur Schulung von Kursleiter/innen,
- Lehrmaterial für Kursleiter/innen und
- Lernmaterial für Kursteilnehmer/innen

Sie stellen ihrerseits Materialien für interessierte Kursleiter/innen bereit, d.h.

- Lehrmaterial für Kursleiter/innen,
- Lernmaterial für Kursteilnehmer/innen und

verleihen bei Bedarf Baukästen für die Durchführung der Kurse.

Kursleiter/innen können das Lehr- und Lernmaterial von ihrem RegioZentrum beziehen und bei Bedarf Baukästen ausleihen. Kursleiter/innen sind zum Beispiel Lehrkräfte an Schulen, Erzieher/innen in Jugendfreizeitzentren, Schüler/innen, Student/innen.

Kursteilnehmer/innen sind Mädchen unterschiedlicher Altersstufen. Sie besuchen die Kurse, wo sie gemeinsam unter Anleitung durch eine/n Kursleiter/in Roboter entwerfen, konstruieren, programmieren und testen. Darüber hinaus können sie auch außerhalb der Kurszeiten, zum Beispiel zu Hause, unterstützende (Online-) Materialien nutzen.

Die Verbreitungs- und Unterstützungsstruktur ist einerseits eine während der Projektlaufzeit kostengünstige Organisationsstruktur, andererseits kann sie ohne großen Aufwand im Anschluss an das geförderte Projekt erweitert werden.

Während der Projektlaufzeit ist die Rollenverteilung zunächst durch die beteiligten Partner/innen (Auftragnehmer/innen) bestimmt. Zentrale Koordinierungsstelle ist das Fraunhofer Institut AiS. Regionale Zentren (RegioZentren) sind neben AiS die Universitäten Magdeburg und Koblenz-Landau sowie das Landesinstitut für Schule (LIS) Bremen. Die RegioZentren nutzen ihre jeweiligen Strukturen zur Anwerbung von Kursleiter/innen.

Der Aufbau weiterer Zentren in anderen Regionen der Bundesrepublik ist erwünscht und wird - soweit wie möglich - vom Roberta-Projektteam unterstützt. Finanzielle Förderungen aus Mitteln des Projektes Roberta sind nicht möglich und müssen daher aus anderen Quellen gewonnen werden (z.B. Landesministerien, Wirtschaftsverbände, privates Sponsoring).

Bis zum Abschluss der Projektlaufzeit sind zu den vier ursprünglichen RegioZentren sieben weitere hinzugekommen. Diese sind in Hamburg-Harburg, in Berlin je eines an der Humboldt-Universität und eines an der Freien Universität, Hannover, Coburg, Herford und Duisburg ansässig.

## 2. Ziele und Design der Begleitforschung

Aufgabe der Begleitforschung war die Evaluation des Projekts „Roberta – Mädchen erobern Roboter“. Insbesondere sollte untersucht werden, ob und wie das Interesse von Mädchen an Technik sowie ihre Orientierung auf eine spätere berufliche Tätigkeit im technisch-naturwissenschaftlichen Bereich durch Kurse im Umgang mit Robotertechnik gefördert und entwickelt werden können.

Die Ergebnisse sollten durch qualitative und quantitative Studien gewonnen werden. Während die quantitativen Erhebungen – durchgeführt durch das IDN – einen Überblick über die gesamte Roberta-Kurslandschaft bietet, wird durch die qualitative Exploration – durchgeführt von DiMeB – ein tief gehender Einblick in einzelne Kurse gewährt.

Die klare Trennung zwischen der *Projektentwicklung* und *-durchführung* auf der einen Seite (Fraunhofer Institut Autonome Intelligente Systeme, AIS, St. Augustin) sowie der *Projekterevaluation* auf der anderen Seite (Universität Bremen, DiMeB und IDN) ermöglichte eine unabhängige, kritische Sicht auf das Vorhaben „Roberta“. Die Begleitforschung hat die Evaluationsfragen an den Zielen orientiert, die von den ProjektentwicklerInnen am Fraunhofer Institut formuliert wurden.

Wichtige Forschungsfragen waren:

- Aus welcher Interessen- und Motivationslage heraus nehmen Mädchen bzw. Jungen an Robotik-Kursen teil?
- Welche Vorerfahrungen, Kenntnisse, Einstellungen zu Technik (allgemein), Robotik (speziell) bringen Schüler/innen in die Kurse mit?
- Wie wirken sich die Kurse auf Kompetenzen im Bereich Technik/Informatik aus?
- Wie wandeln sich Interessen, Selbstkonzepte und berufliche Orientierungen durch einen Robotik-Kurs?

- Wie wirken sich unterschiedliche Kursgestaltungen auf den Kurserfolg und das Kurs-erleben aus?
- Welche Rolle spielt die Interaktion zwischen den beteiligten Mädchen (und Jungen) in den Kursen?
- Durch welche inhaltlichen Kurskomponenten - Entwurf, Konstruktion, Programmierung, Dokumentation und Präsentation - werden Jungen und Mädchen besonders angesprochen?
- Worin besteht die Besonderheit des Lerngegenstands „Roboter“?

Darüber hinaus wurde die Schulung der Kursleiter/innen in den Blick genommen:

- Wie sensibel sind Kursleiter/innen gegenüber Gender-Aspekten?
- Welche Unterstützung durch Schulung und Kursmaterialien erwarten die Kursleiter/innen? Bietet ROBERTA die gewünschte Unterstützung?

Im Sinne einer formativen Evaluation sind Zwischenergebnisse in die Erstellung der Materialien und die Konzeption der Durchführung der Kurse und Schulungen eingeflossen, um zur Qualitätsentwicklung beitragen zu können. Die Ergebnisse sollten darüber hinaus zu allgemein anwendbaren Qualitätskriterien für eine gendergerechte Gestaltung von Technik-Lernumgebungen für Mädchen und Frauen führen.

In der Begleitforschung arbeiteten die Forschungsgruppe „Digitale Medien in der Bildung“ (DiMeB, Prof. Dr. Heide Schelhowe) und das Institut für Didaktik der Naturwissenschaften, Abt. Physikdidaktik (IDN, Prof. Dr. Horst Schecker) eng zusammen. Es bildeten sich folgende Arbeitsschwerpunkte heraus:

DiMeB (qualitative Studien):

- Interviewstudien mit Kursleiter/innen und Teilnehmer/innen an Roberta-Kursen über Kursziele und Kurserleben,
- Video-basierte Fallstudien zu Handlungsverläufen in Roberta-Kursen, insbesondere zur gendersensitiven Didaktik von Roberta-Kursen.

IDN (quantitative Studien):

- Querschnittstudien (Fragebogenerhebungen) zu den Eingangsvoraussetzungen von Teilnehmer/innen,
- Längsschnittstudien (Pre-Post-Design) zu den Wirkungen der Kurse auf Kompetenzerwerb und Orientierungen,
- Querschnittstudien zu den Zielen der Kursleiter/innen und der didaktisch-inhaltlichen Gestaltung der Kurse,
- statistische Analysen zu den Zusammenhängen zwischen Eingangsvoraussetzungen, Kursgestaltung, Kurserleben und Kurswirkungen.

### **3. Quantitative Studien zu den Wirkungen der Roberta-Kurse**

#### **3.1 Methodik**

##### **3.1.1 Fragebogenentwicklung**

Für die quantitative Evaluation der Roberta-Kurse wurden 3 Typen von Fragebögen entwickelt: Kursleiterfragebögen, Kursfragebögen für die Kursleiter/innen und Schüler/innenfragebögen für die Teilnehmer/innen. Die beiden letztgenannten Typen wurden jeweils in unterschiedlicher Form vor und nach den Kursen eingesetzt. Außerdem unterschieden sich die Teilnehmer/innenbögen nach der Länge der Kurse (Kurzcourse, Mittellangcourse und Langcourse).

Für die Itemkonstruktion konnte teilweise auf vorliegende Skalen zurückgegriffen werden, z.B. wurde die Interessenstudie des Instituts für die Pädagogik der Naturwissenschaften (Hoffmann et al. 1987) berücksichtigt. Eine wichtige Orientierung für die Itemkonstruktion gaben die Zielsetzung der Roberta-Kurse, so wie sie von der Projektleitung formuliert wurden vor. Die Fragebögen wurden in ihrer Funktionalität (vor-) erprobt und vor Beginn der Hauptstudien überarbeitet.

Hier ein Überblick über die Erhebungsinstrumente:

- KL: Kursleiterfragebogen. Mit diesem Fragebogen wurden alle Kursleiter/innen einmalig nach ihren persönlichen Einschätzungen von Technik und damit im Zusammenhang stehenden Genderfragen befragt. In der Regel erfolgte dies nach einer Kursleiterschulung, zu der zusätzliche Fragen gestellt wurden.
- KVB/KNB: Kursfragebogen vor und nach dem Kurs für die Kursleitungen. In diesen Fragebögen wurden die Ziele der Kursleiter/innen bezüglich der eingesetzten Methoden und Lerninhalte für den folgenden Kurs erfragt. Nach dem Kurs sollte eine Einschätzung der eingesetzten Methoden und der Lernerfolge gegeben werden. Diese Fragebögen waren vor und nach jedem Kurs auszufüllen.
- SVB/SNB: Schüler/innenfragebogen vor und nach dem Kurs für die Teilnehmer/innen und Teilnehmer. Vor dem Kurs wurde die Motivation zur Teilnahme, die Erfahrung mit Technik, das bereichsspezifische Selbstkonzept sowie die inhaltliche Orientierung erhoben. Nach dem Kurs wurde das Erleben des Kurses sowie erneut das bereichsspezifische Selbstkonzept und die inhaltliche Orientierung erhoben. Für längere Kurse kamen noch speziellere Fragen des Erlebens der Kurse hinzu. In sehr langen Kursen waren spezielle Fragen aus diesen Fragebögen innerhalb der Kursdauer auszufüllen.
- RDB: Rahmendatenbogen. In den frankierten Rückumschlägen, die mit den Fragebögen verteilt wurden, befand sich ein Blatt mit allgemeinen Fragen über die Rahmenbedingungen der Kurse, z.B. die Anzahl an Teilnehmer/innen, die Gruppengrößen, die verfügbaren Baukästen usw.

In den Fragebögen wurden Fragen mit gebundenen vierstufigen Auswahlantworten vorgelegt. In einigen Fällen waren zusätzlich freie Antworten erbeten. Persönliche Angaben wurden anonymisiert. Über verschlüsselte Kennziffern wird sichergestellt, dass Fragebögen der gleichen Person vor und nach dem Kurs verglichen werden konnten. Die einzelnen Fragebö-

gen konnten innerhalb von max. 15 Minuten beantwortet werden. Als Beispiele sind die Bögen für die mittellangen Kurse im Anhang beigefügt.

### 3.1.2 Datenbasis

Im Zeitraum von Oktober 2003 bis Juni 2005 wurden insgesamt mehr als 8.000 Schülerfragebögen gedruckt. Dazu kommen etwa 250 Kursleiter- und Kursfragebögen. Der Versand erfolgte entweder an die RegioZentren, von wo aus sie dann weiterverteilt wurden, oder direkt an die Kursleiter/innen. Neben den Fragebögen erhielten die Kursleiter/innen Kopiervorlagen für Anschreiben an die Eltern und das Direktorat der Schulen. Außerdem waren Vordrucke für Einverständniserklärungen der Eltern bzw. volljähriger Schüler/innen enthalten. Die Fragebögen wurden anschließend von den Kursleiter/innen in einem vorbereiteten und frankierten Rückumschlag an das Institut für Didaktik der Naturwissenschaften der Universität Bremen zurückgesandt.

Um einen möglichst aktuellen Überblick über die gegebenen bzw. die noch zu gebenden Kurse zu behalten, war ein enger Kontakt zu den RegioZentren oder zu einzelnen Kursleiter/innen zu halten. Der Fragebogenrücklauf wurde mit diesen Daten abgeglichen. Im Rücklauf lagen Daten von 1.416 Teilnehmer/innen und Teilnehmern vor. Davon konnten die Daten von 1.104 Teilnehmenden (Stand September 2005) in die Datenbank übernommen werden (jeweils Vor- und Nach-Bögen aus 96 Kursen [46 Kurzcourse, 44 mittellange Kurse und 6 lange Kurse]). Diese stammten aus 121 Kursen.

Die Daten wurden von studentischen Hilfskräften in SPSS-Datenbanken übertragen (Statistical Package for the Social Sciences). Fünf Datenbanken für Daten aus den folgenden Bereichen wurden erstellt:

- Teilnehmende an kurzen Kursen
- Teilnehmende an mittellangen Kursen
- Teilnehmende an langen Kursen
- kursspezifische Angaben der Kursleiter/innen (gemeinsam für alle Kurslängen)
- kursleiterspezifische Bögen

Wenn bei einem Kurs mehr als eine Person als Kursleitung für den Kurs zuständig war, wurden aus den Angaben der Kursleiter/innen, die sich auf den Kurs bezogen, Mittelwerte gebildet. Damit blieb pro Kurs immer genau ein Datensatz, der eingegeben wurde.

Nicht aufgenommen wurden Datensätze, die entweder unvollständig waren, weil z.B. nur Fragebögen der Schüler/innen nach dem Kurs (SNB) bzw. vor dem Kurs (SVB) vorhanden waren. Auch Datensätze, bei denen Kursleiterangaben fehlten, wurden nicht aufgenommen. Aus den verschiedenen Kursen wurden jeweils einzelne Bögen, die z.B. ohne zweiten Teil waren, nicht eingegeben oder solche, in denen große Teile innerhalb eines Fragebogens nicht ausgefüllt waren. Einzelne Fragebögen wurden zusätzlich aussortiert, wenn in ihnen erkennbar war, dass sie nicht sinnvoll ausgefüllt wurden. Dies ließ sich z.B. durch Randbemerkungen, das Ankreuzsystem (alles nur links oder nur rechts oder nach bestimmtem Muster) vermuten. Insgesamt konnten auf diese Weise 14 Kurse mit 191 Bögen nicht eingegeben werden.

Die Daten aus langen Robertakursen wurden zwar erfasst, konnten aber bisher (Stand Oktober 2005) nicht ausgewertet werden, da angesichts der geringen Zahl langer Kurse die Datenbasis für quantitative Analysen nicht ausreicht.

### 3.1.3 Auswertung

Alle Datenauswertungen wurden mit gängigen statistischen Testverfahren vorgenommen, die von SPSS bereitgestellt werden. Im Anschluss an Faktorenanalysen mit Items zu bestimmten Rahmenfragen wurden Skalen gebildet, in denen inhaltlich zusammenhängend interpretierbare Items zusammengefasst sind. Die Reliabilität der Skalen wurde mit Cronbachs  $\alpha$  überprüft. Eine Skala wird trotz des ungünstigen  $\alpha$ -Wertes verwendet.

Vier Skalen des Kurserlebens der Teilnehmer/innen (nach dem Kurs erhoben):

- „Freude“ ( $\alpha = ,82$ ) enthält vier Items bezüglich der Freude an der Teilnahme und der Weckung eines Interesses an weiteren, ähnlichen Kursen
- „Inhalt“ ( $\alpha = ,80$ ) enthält fünf Items bezüglich der Zustimmung zu den Kursinhalten (z. B. dem Bauen eines Roboters).
- „Lernumgebung“ ( $\alpha = ,46$ ) enthält vier Items bezüglich des Erlebens der Arbeitsform im Roberta-Kurs.
- „Lernerfolg“ ( $\alpha = ,72$ ) enthält fünf Items bezüglich der Einschätzung des Kompetenzzuwachses durch den Kurs.

Vier Skalen des bereichsspezifischen Selbstvertrauens bzw. der Orientierung auf Perspektiven in Naturwissenschaften (jeweils vor und nach dem Kurs erhoben):

- „Selbstkonzept Informatik“ ( $\alpha = ,68$ ) enthält vier Items zum Selbstvertrauen bezüglich der Nutzung von Computern und des Diskurses über Technik.
- „Selbstkonzept Naturwissenschaft“ ( $\alpha = 60$ ) enthält drei Items bezüglich des Selbstvertrauens in Naturwissenschaften.
- „Orientierung Beruf“ ( $\alpha = ,82$ ) enthält vier Items bezüglich des Interesses einer späteren Berufswahl im informatisch / technischen Bereich.
- „Orientierung Unterricht“ ( $\alpha = ,67$ ) enthält drei Items bezüglich des Interesses an mehr Unterricht im informatisch / technisch / naturwissenschaftlichen Bereich.

Vier Skalen der Ziele der Kursleitungen (vor den Kursen erhoben):

- „Gender“ ( $\alpha = ,88$ ) enthält sieben Items zur speziellen Förderung von Mädchen.
- „Technik“ ( $\alpha = ,72$ ) enthält drei Items über die Vermittlung eines Verständnis für technische Prozesse.
- „Didaktik“ ( $\alpha = ,69$ ) enthält fünf Items über die Arbeitsformen (insbes. Handlungsorientierung).
- „Informatik“ ( $\alpha = ,79$ ) enthält zwei Items über die Vermittlung von Grundkenntnissen im Programmieren.

Die Skalenmittelwerte werden auf der Ebene der Individuen für Gruppenvergleiche und Prä-Post-Vergleiche genutzt. Zur Analyse der Signifikanz eines Gruppenunterschieds wird der nicht-parametrische Mann-Whitney-U-Test genutzt; zur Bestimmung der Effektstärke Cohens

d. Gruppen bilden sich durch die unterschiedliche Kursdauern aber auch durch die Freiwilligkeit der Teilnahme und unterschiedliche Schwerpunktlegerungen bei der Kursgestaltung durch die Kursleiter/innen.

## 3.2 Ergebnisse

Die Darstellung der Ergebnisse der quantitativen Evaluation orientiert sich an drei zentralen Projektzielen, die sich aus Interviews mit der Roberta-Projektleitung bzw. der Projektentwickler/innengruppe Anfang 2003 ergaben:

- Verbesserung des auf Technik und Informatik bezogenen Selbstkonzepts von Mädchen
- Veränderungen der schulischen und beruflichen Orientierung von Mädchen in Richtung Technik, Informatik und Naturwissenschaften
- Weckung des Wunsches bei Mädchen nach der Teilnahme an weiteren Angeboten im Bereich Robotik/Technik

In den folgenden Abschnitten sind Ergebnisse zusammengefasst aus Hartmann, Schecker & Mrochen 2004, Hartmann, Schecker & Rethfeld 2005, Hartmann & Schecker 2005 sowie Rethfeld & Schecker 2006a, 2006b. In die Auswertungen gingen die Daten von 536 Teilnehmer/innen in 45 kurzen Kursen und von 298 Teilnehmer/innen aus 27 mittellangen Kursen ein. Ein Großteil der Teilnehmer/innen waren Mädchen: in kurzen Kursen 84%, in mittellangen 75%.

### 3.2.1 Kurserleben

Die meisten Teilnehmer/innen erlebten die Roberta-Kurse positiv. Ihnen bereitete der Kurs Freude, sie würden diese Kurse weiterempfehlen oder erneut besuchen und hatten das Gefühl etwas gelernt zu haben. Unter Zusammenfassung mehrerer Einzelfragen (Items) konnten faktoranalytisch vier Erlebens-Skalen ermittelt werden (Skalenbildung siehe 3.1.3, vgl. Rethfeld & Schecker, 2006b)

Es ergeben sich für alle vier Skalen positive Mittelwerte (siehe Tabelle 1). Die Einschätzung der einzelnen Skalen kann von +1,5 (höchste Zustimmung, stimmt genau) bis -1,5 (höchste Ablehnung, stimmt überhaupt nicht) beurteilt werden. Damit ergeben sich für die kurzen und mittellangen Kurse folgende Ergebnisse:

| Kurserleben     | Freude | Inhalt | Umgebung | Lernerfolg |
|-----------------|--------|--------|----------|------------|
| Kurzkurse       | 0,7    | 0,3    | 0,7      | 0,3        |
| Mittellangkurse | 0,8    | 0,3    | 0,6      | 0,7        |

Tab. 1: Skalenmittelwerte des Erlebens der Teilnehmer/innen nach kurzen und mittellangen Roberta-Kursen. Volle Zustimmung entspricht 1,5, volle Ablehnung -1,5.

Es kann nach kurzen Kursen eine hohe Zustimmung in den Skalen Freude und Lernumgebung ermittelt werden. Auch die anderen Skalen, Inhalt und Lernerfolg, werden positiv beurteilt. Die positiven Ergebnisse der kurzen Kurse werden von denen der mittellangen Kurse noch übertroffen. Am deutlichsten ist die positivere Beurteilung des Lernerfolgs nach mittellangen Kursen. Die Veränderungen zwischen den kurzen und mittellangen Kursen sind in den Skalen Freude und Lernerfolg nach dem U-Test signifikant positiv. Die Veränderungen der Skalen Inhalt und (Lern-)Umgebung sind nicht signifikant.

- Die Roberta-Kurse werden positiv erlebt, insbesondere macht es den Teilnehmer/innen Spaß (Freude), und sie haben das Gefühl gut betreut (Lernumgebung) zu werden.
- In längeren Kursen wird das Kurserleben Freude und Lernerfolg positiver beurteilt als in kurzen.
- Das Erleben des Inhalts ist in kurzen und längeren Kursen gleich, das Erleben der Lernumgebung in längeren leicht und nicht signifikant negativer.

### 3.2.2 Orientierung und Selbstkonzept

Es konnten bezüglich der Veränderung der schulischen und beruflichen Orientierung bzw. des informatisch-technischen Selbstkonzepts faktoranalytisch vier unterschiedliche Skalen identifiziert werden (vgl. 3.1.3 und Hartmann & Schecker, 2005).

Werte zu diesen vier Skalen wurden vor und nach den Kursen erhoben. Es zeigte sich, dass sich durch den Besuch kurzer Kurse die Orientierung auf den Berufswunsch und das Selbstkonzept in Informatik leicht positiv verändert (vgl. Hartmann & Schecker, 2005), während sich das Selbstkonzept in Naturwissenschaften und der Wunsch nach mehr naturwissenschaftlichem, technischem oder Informatik-Unterricht (Orientierung Unterricht) nicht ändert (vgl. Hartmann, Schecker & Rethfeld, 2005).

Nach dem Besuch mittellanger Kurse verbesserte sich die „Orientierung Beruf“ und das „Selbstkonzept Naturwissenschaften“ deutlich stärker als nach kurzen Kursen, allerdings blieb das Selbstkonzept in Naturwissenschaften und die „Orientierung Unterricht“ im gleichen Maße weiterhin unbeeinflusst (Rethfeld & Schecker, 2006b).

### 3.2.3 Geschlechtsspezifische Unterschiede

An einer ganzen Reihe von Roberta-Kursen nahmen auch Jungen teil. Von den 536 ausgewerteten Teilnehmer/innen der kurzen Kurse waren 84% weiblich, in mittellangen Kursen liegt deren Anteil mit 75% etwas darunter. Im Erleben der Teilnehmer/innen lassen sich einige geschlechtsbezogenen Unterschiede feststellen (siehe Tabelle 2). Selbst in diesen gendersensibel konzipierten Kursen erleben Jungen den Inhalt positiver und haben an mittellangen Kursen auch mehr Freude als Mädchen. Die positivere Erfahrung der Lernumgebung durch Mädchen in kurzen Kursen hat sich in mittellangen Kursen relativiert.

| Gender Kurserleben | Freude | Inhalt | Umgebung | Lernerfolg |
|--------------------|--------|--------|----------|------------|
| Kurzkurs           |        | -0,31  | 0,3      |            |
| Mittellangkurs     | -0,45  | -0,69  |          |            |

Tab. 2: Effektstärken der mindestens vorseignifikanten geschlechtsspezifischen Unterschiede im Erleben der Teilnehmer/innen. Ein positiver Wert stellt eine positivere Beurteilung von Mädchen dar.

Jungen erleben die Roberta-Kurse tendenziell positiver als Mädchen, allerdings lassen sich keine geschlechtsbezogenen Unterschiede in der Einschätzung des Lernerfolgs ermitteln. Dieses tendenziell positivere Erleben der Jungen resultiert aber nicht in einer positiveren Orientierung Beruf und Selbstkonzept Informatik. Obwohl der geschlechtsspezifische Unter-

schied in diesen beiden Aspekten nach einem mittellangen Kurs immer noch sehr groß ist, ist die Verringerung zum Unterschied vor dem Kurs signifikant (siehe Tabelle 3).

| Geschlechtsbezogener Unterschied          | Effekt |
|---|--------|
| Veränderung der Orientierung Beruf        | 0,25   |
| Veränderung des Selbstkonzepts Informatik | 0,31   |

Tab. 3: Effektstärken der mindestens vorsignifikanten Unterschiede in den geschlechtsbezogenen Veränderungen der Orientierung Beruf und des Selbstkonzepts Informatik durch den Besuch mittellanger Roberta-Kurse. Ein positiver Wert stellt eine positivere Veränderung bei Mädchen dar.

Nach dem Besuch eines mittellangen Roberta-Kurses verringert sich der geschlechtsspezifische Unterschied in diesen beiden Konstrukten, nach kurzen Kursen ist ein solcher Effekt nicht nachweisbar (Rethfeld & Schecker, 2006b).

- Das Selbstkonzept ändert sich nur in Bezug auf die Informatik und nicht auf die Naturwissenschaft.
- Auf das Selbstkonzept Informatik wirken die längeren Roberta-Kurse systematisch positiver als die kurzen.
- Die Orientierung ändert sich nur im Hinblick auf die angestrebte Berufswahl und nicht auf den naturwissenschaftlichen Unterricht.
- Auf die Orientierung der Berufswahl wirken die längeren Roberta-Kurse systematisch positiver als kurze.
- Der geschlechtsspezifische Unterschied im Selbstkonzept Informatik und in der Orientierung auf den Beruf verringert sich (erst) durch mittellange Kurse.

### 3.2.4 Wirkungen unterschiedlicher Kursgestaltung

Eine wichtige Frage für die Optimierung der Roberta-Kurse bezieht sich auf den Zusammenhang wie sich unterschiedliche Gestaltungen bzw. Schwerpunkte von Roberta-Kursen auswirken. Die Rahmenkonzeption von Roberta gibt den Kursleiter/innen breite Gestaltungsfreiräume, die sie unterschiedlich nutzen können.

Im Folgenden werden Ergebnisse aus Hartmann & Schecker (2005) sowie Rethfeld & Schecker (2006a, 2006b) zusammengefasst. Die Ausführungen beziehen sich ausschließlich auf Mädchen.

#### *Fokus der Kursleitungen*

In den Fragebögen der Kursleitungen vor dem Kurs (KVB) wird in 17 Items die persönliche Relevanz einzelner Ziele, die mit den Roberta-Kursen verfolgt werden können, erfragt. Aus den Antworten der Kursleitungen ließen sich faktoranalytisch 4 Skalen ermitteln (vgl. Rethfeld & Schecker, 2006b), die folgende Aspekte betonen:

- Die Skala „Didaktik“ enthält Aussagen zur Arbeitsform in den Kursen, unter besonderer Berücksichtigung freier, spielorientierter Ansätze.
- Die Skala „Gender“ enthält Aussagen zur speziellen Förderung von Mädchen.

- Die Skala „Informatik“ enthält Aussagen zur Vermittlung informatischer Kompetenzen.
- Die Skala „Technik“ enthält Aussagen zur Thematisierung sozio-technischer Inhalte.

Die 72 Kursleitungen, von denen Kursfragebögen vorliegen, bewerteten den Kursgestaltungsaspekt „Didaktik“ die größte Bedeutung zu — vor „Gender“, „Informatik“ und „Technik“.

Für die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Kursgestaltungs-Leitaspekten und Kurswirkungen wird bei den einzelnen Teilnehmer/innen festgehalten, ob ihre Kursleitung die jeweiligen Aspekte bedeutsamer oder weniger bedeutsam als der Durchschnitt aller Kursleitungen beurteilt hat.

### *Beeinflussungen des Erlebens*

Das Erleben der Teilnehmer/innen ist in gendersensibel („gender+“) durchgeführten kurzen Kursen positiver als in anderen Roberta-Kursen (vgl. Hartmann & Schecker, 2005, Rethfeld & Schecker, 2006b). Die Erlebensdimensionen Freude und Inhalt werden in „gender+“ Kursen positiver beurteilt als in „gender-“ Kursen. Aber auch die Fokussierung auf den Gestaltungsaspekt Didaktik bewirkt bei den gleichen Erlebensdimensionen ähnlich große Effekte. Die Fokussierung auf Technik bewirkt einen leicht größeren Effekt im Erleben des Inhalts, aber keinen bei der Freude. Andere Fokusse oder Erlebensdimensionen weisen in kurzen Kursen keine Effekte auf (s.a. Tab. 4).

| Fokus      | Kurslänge | Freude | Inhalt | Umgebung | Lernerfolg |
|------------|-----------|--------|--------|----------|------------|
| Gender     | kurz      | 0,25   | 0,2    |          |            |
|            | mittel    | 0,49   |        |          | 0,6        |
| Didaktik   | kurz      | 0,22   | 0,23   |          |            |
|            | mittel    | 1,08   | 0,32   | 0,42     | 0,66       |
| Technik    | kurz      |        | 0,35   |          |            |
|            | mittel    | 0,79   |        | 0,44     | 0,44       |
| Informatik | kurz      |        |        |          |            |
|            | mittel    |        | 0,37   |          |            |

Tab. 4: Effektstärken der Unterschiede in den Erlebensdimensionen Freude, Inhalt, Lernumgebung und Lernerfolg bei Mädchen in Kursen mit unterschiedlichen Betonungen der Gestaltungsaspekte Gender, Didaktik, Technik und Informatik (so genannte „Fokussierungen“). Ein positiver Wert entspricht einem positiveren Erleben in Kursen mit einer Betonung des entsprechenden Leitaspekts (d.h. des Fokusses). (Alle Unterschiede sind signifikant).

In mittellangen Kursen sind die Beeinflussungen durch die Fokussierungen der Kursleitungen noch deutlicher ausgeprägt als in kurzen Kursen (s. Tab. 4). Es werden in mittellangen Kursen auch die Erlebensdimensionen Lernerfolg und Lernumgebung durch den Fokus beeinflusst, die in kurzen Kursen noch keine Unterschiede aufwiesen. Insbesondere die Fokussierung Didaktik erweist sich als einflussreich auf das Kurserleben durch die Teilnehmerinnen (vgl. Rethfeld & Schecker, 2006b).

|            | Kurslänge | Freude | Inhalt | Umgebung | Lernerfolg |
|------------|-----------|--------|--------|----------|------------|
| Freiwillig | kurz      | 0,79   | 0,3    | 0,39     | 0,42       |
|            | mittel    | 0,73   |        | 0,43     |            |

Tab. 5: Effektstärken der Unterschiede im Erleben der unterschiedlich langen Kurse von Mädchen bei freiwilliger oder unfreiwilliger Teilnahme. Einem positiveren Wert entspricht ein positiveres Erleben bei freiwilliger Teilnahme. (Alle Unterschiede sind signifikant).

Die Teilnahme an Roberta-Kursen ist nicht in jedem Fall als Freiwillig erlebt worden. Diese Freiwilligkeit erweist sich für kurze Kurse als deutlich relevanter für das Kurserleben durch die Teilnehmerinnen als die Fokussierung (vgl. Tab. 4 und 5). In mittellangen Kursen nimmt die Relevanz der Freiwilligkeit im Vergleich zu kurzen Kursen ab — insbesondere im Vergleich zur unterschiedlichen Fokussierung der Kursleitungen (vgl. Rethfeld & Schecker, 2006a).

- Die Beeinflussungen des Erlebens durch die Schwerpunktlegung bei der Kursgestaltung (Fokus der Kursleiter/innen) sind in längeren Kursen größer und häufiger als in kurzen Kursen.
- Die Erlebensdimensionen Lernerfolg und Lernumgebung werden erst in längeren Kursen durch den Fokus beeinflusst, Freude und Inhalt bereits in kurzen Kursen.
- Der Fokus Didaktik beeinflusst das Erleben der Teilnehmerinnen am positivsten.
- Die Freiwilligkeit beeinflusst das Erleben der Teilnehmerinnen insbesondere in kurzen Kursen.
- Die Relevanz der Freiwilligkeit der Teilnahme an einem Roberta-Kurs geht sowohl absolut als auch im Vergleich mit der Relevanz des Fokus in längeren Kursen zurück.

#### *Selbstkonzept Informatik, Orientierung Beruf und Fokus*

Auch die Veränderung des Selbstkonzepts Informatik und die Veränderung der Orientierung auf die spätere Berufswahl ist nur in mittellangen Kursen von der Fokussierung der Kursleitung abhängig (s. Tab. 6). Die Freiwilligkeit der Teilnahme hat keinen Einfluss.

|                            | Gender | Didaktik | Technik | Informatik | Freiwillig |
|----------------------------|--------|----------|---------|------------|------------|
| Veränderung Or. Beruf      |        | 0,23     |         |            |            |
| Veränderung Sk. Informatik |        |          | 0,23    |            |            |

Tab. 6: Effektstärken der Unterschiede in der *Veränderungen* der Orientierung Beruf und des Selbstkonzepts Informatik in mittellangen Kursen unterschiedlicher Fokussierung bei Mädchen. Ein positiver Wert bedeutet eine positivere Veränderung in Kursen dieser Fokussierung. (Alle Unterschiede sind zumindest vorsignifikant.)

Der Kursleiterspekt (Fokus) Didaktik wirkt sich positiv auf die Änderung der angestrebten Berufswahl aus. Für den Fokus Technik lässt sich eine positive Beeinflussung der Veränderung des Selbstkonzepts Informatik ermitteln. Für die anderen Fokussierungen lassen sich im Hinblick auf diese Dimensionen keine Wirkungen feststellen.

- Die Fokussierung des Ziels Didaktik beeinflusst signifikant die Veränderung der Orientierung der späteren Berufswahl.
- Die Fokussierung des Ziels Technik beeinflusst vorsignifikant die Veränderung des Selbstkonzepts Informatik.
- Die Freiwilligkeit der Teilnahme hat keinen signifikanten oder vorsignifikanten Zusammenhang mit diesen Änderungen.

### *Mono- und koedukative Roberta-Kurse*

Die Unterscheidung zwischen monoedukativen und koedukativen Kursen erbrachte weder in kurzen noch in mittellangen Kursen bedeutsame Unterschiede in der Interessen- oder Selbstkonzeptsentwicklung (siehe Tab. 7). Dabei war es unerheblich, ob die Marginalitätsgrenze, d.h. der zu unterschreitende Jungenanteil, bei 40%, 10% oder 0% angesetzt wurde.

Das Kurserleben durch die Teilnehmerinnen wird durch unterschiedlichen Geschlechteranteil lediglich die Dimension des Inhalts signifikant beeinflusst. Entgegen der Erwartung werden die Inhalte koedukativer Kurse von Mädchen sogar positiver erlebt. In anderen Erlebensdimensionen lassen sich keine Unterschiede feststellen.

Es lassen sich keine negativen Beeinflussungen der Mädchen in Roberta-Kurse durch koedukative Lernformen feststellen (siehe Tab. 7). Eine mögliche Begründung für die gleichen Wirkungen monoedukativer wie koedukativer Kurse bei Mädchen könnte in der gendersensitiven Kurskonzeption liegen, die sich offenbar gegenüber unterschiedlichen Zusammensetzungen der Kurse als robust erweist. Die didaktische Konzeption der Roberta-Kurse ist anscheinend geeignet, bekannte negative Effekte des koedukativen Unterrichts in der Interessen- und Selbstkonzeptsänderung bezüglich technisch-naturwissenschaftlicher Inhalte bei Mädchen aufzufangen (vgl. Hannover & Kessels 2002).

| Marginalität | Länge  | Freude | Inhalt | Umgebung | Lernerfolg | SK In. | OR Be. |
|--------------|--------|--------|--------|----------|------------|--------|--------|
| 40%          | kurz   |        | 0,74   |          |            |        |        |
|              | mittel |        | 0,43   |          |            |        |        |
| 10%          | kurz   |        |        |          |            |        |        |
|              | mittel |        | 0,53   |          |            |        |        |
| 0%           | kurz   |        |        |          |            |        |        |
|              | mittel |        | 0,4    |          |            |        |        |

Tab. 7: Effektstärken der Unterschiede in den Erlebensdimensionen Freude, Inhalt, Lernumgebung und Lernerfolg sowie der Selbstkonzeptsänderung Informatik und der Orientierungsänderung auf den Beruf bei Mädchen im Vergleich monoedukativer und koedukativer Kurse. Unter Marginalität ist der Anteil von Jungen an dem Kurs aufgeführt, der überschritten werden muss, um als koedukativ zu gelten. Ein positiver Wert entspricht einem positiveren Erleben in koedukativen Kursen. (Alle Unterschiede sind signifikant).

### 3.3 Zusammenfassung und Wertung

#### *Die Roberta-Kurse werden positiv erlebt*

Insbesondere machen die Kurse den Teilnehmerinnen Freude, und sie haben das Gefühl gut betreut (Lernumgebung) zu werden. Die positiven Ergebnisse des Erlebens der kurzen Kurse werden von denen in mittellangen Kursen noch übertroffen. In diesen wird das Kurs-erleben Freude und Lernerfolg noch positiver beurteilt als in kurzen, während das Erleben des Inhalts unverändert bleibt und das Erleben der Lernumgebung in mittellangen leicht, aber nicht signifikant negativer ausfällt.

#### *Die Ziele der Kursleitungen beeinflussen das Erleben der Teilnehmerinnen*

Die unterschiedliche Fokussierung auf die vier verschiedenen Ziele der Kursleitungen beeinflusst das Erleben der Teilnehmerinnen. Die Zustimmungen zu diesen Zielen (die Fokussierung auf diese Ziele) wirkt auf alle Dimensionen des Kurserlebens (Freude, Inhalt, Lernumgebung und Lernerfolg) positiv, jedoch sind die Ziele unterschiedlich wirksam. In mittellangen Kursen ist die Beeinflussungen des Erlebens durch die Fokussierung größer und häufiger als in kurzen Kursen, die Erlebensdimensionen „Lernerfolg“ und „Lernumgebung“ werden erst in mittellangen Kursen durch den Fokus beeinflusst, „Freude“ und „Inhalt“ bereits in kurzen Kursen. Die Fokussierung der Didaktik (didaktisch-pädagogischen Konzeption der Kurse) beeinflusst das Erleben der Teilnehmer/-innen am positivsten, in mittellangen Kursen ist die Effektivität dieser Fokussierung besonders deutlich.

Die Relevanz der didaktisch-pädagogischen Konzeption nimmt in mittellangen Kursen zu, die vermutlich insbesondere von Kursleitungen erfolgreich (aus-) gestaltet werden kann, die eine solche Konzeption als besonders wichtig erachten.

#### *Die Freiwilligkeit der Teilnahme beeinflusst das Erleben der Teilnehmerinnen*

Die Freiwilligkeit beeinflusst das Erleben der Teilnehmerinnen insbesondere in kurzen Kursen. In diesen Kursen ist die Freiwilligkeit deutlich relevanter für das Erleben als jede der vier Fokussierungen der Kursleitungen (Gender, Technik, Didaktik und Informatik). In mittellangen Kursen sind die Unterschiede im Erleben zwischen freiwilligen und unfreiwilligen Teilnehmerinnen tendenziell geringer. Im Vergleich zu der Beeinflussung des Erlebens durch die Fokussierung der Kursleitungen ist der Rückgang der Relevanz der Freiwilligkeit der Teilnahme noch deutlicher. Die Fokussierung des Ziels „Technik“ und vor allem „Didaktik“ erweisen sich in mittellangen Kursen als wichtigerer Einflussfaktor auf das Erleben der Kurse als die Freiwilligkeit der Teilnahme.

Die Relevanz der Selbstbestimmung der eigenen Tätigkeiten scheint sich in kleineren Zeitskalen als die Kursdauer (voll) zu entfalten, wie aus dem Vergleich der Auswirkungen der Freiwilligkeit der Teilnahme und des Fokus „Didaktik“ geschlossen werden kann.

#### *Das bereichsspezifische Selbstvertrauen und die Orientierung auf Perspektiven in den Bereichen Technik, Informatik und Naturwissenschaft wird durch Roberta-Kurse verbessert*

Es konnten zwei unterscheidbare inhaltliche Bereiche des Selbstvertrauens identifiziert werden, das „Selbstkonzept Informatik“ und das „Selbstkonzept Naturwissenschaften“. Ein (positiver) Effekt auf das Selbstkonzept durch Roberta-Kurse lässt sich nur im Selbstkonzept „Informatik“ (Selbstvertrauen in informatisch-technischen Inhalten) feststellen. Auf das

„Selbstkonzept Informatik“ wirken die mittellangen Roberta-Kurse systematisch positiver als die kurzen.

Zur Orientierung persönlicher Perspektiven ließen sich ebenfalls zwei unterscheidbare Bereiche identifizieren, zum einen die Orientierung auf naturwissenschaftlich / technischen / informatischen Unterricht und zum anderen auf die angestrebte Berufswahl. Die Orientierung auf eine naturwissenschaftlich / technische Berufswahl ist nach kurzen Roberta-Kursen vor-signifikant, nach mittellangen Kursen deutlicher und signifikant positiver als vor dem Kurs. Der Wunsch nach mehr schulischem naturwissenschaftlich / technischen / informatischen Unterricht verändert sich nicht durch Roberta-Kurse. Vermutlich wird der Unterschied zwischen Roberta-Kursen und schulischem Unterricht von den Teilnehmerinnen so deutlich wahrgenommen, dass das positive Erleben der Roberta-Kurse den Wunsch nach (bekanntem) schulischem Unterricht nicht beeinflusst.

Der geschlechtsspezifische Unterschied im „Selbstkonzept Informatik“ und der „Orientierung Beruf“ ist vor und auch nach Roberta-Kursen groß. Nach mittellangen Kursen lässt sich jedoch eine signifikante Abnahme dieses Unterschieds feststellen, nach kurzen (noch) nicht. Die Fokussierung von unterschiedlichen Zielen der Kursleitungen beeinflusst ebenfalls die Verbesserungen im „Selbstkonzept Informatik“ und der „Orientierung Beruf“ erst in mittellangen Kursen. Die Fokussierung des Ziels „Didaktik“ hängt mit der Verbesserung der „Orientierung Beruf“ zusammen, die Fokussierung „Technik“ mit der Verbesserung des „Selbstkonzepts Informatik“. Die Freiwilligkeit der Teilnahme beeinflusst die Veränderung in diesen Skalen nicht.

### 3.4 Empfehlungen

Auf Grundlage der Ergebnisse der breit angelegten quantitativen Evaluationsstudien lassen sich folgende Empfehlungen formulieren:

- Die Grundkonzeption der Roberta-Kurse sollte beibehalten werden. Sie hat sich sehr bewährt. Roberta-Kurse werden von den Teilnehmer/-innen positiv erlebt und fördern besonders bei der Zielgruppe Mädchen das Technik- und Informatik-bezogene Selbstkonzept sowie entsprechende berufliche Orientierungen.
- Naturwissenschaftliche Aspekte sollten bei einer Weiterentwicklung der Roberta-Konzeption stärker berücksichtigt werden. Bisher erzielen Roberta-Kurse keine positiven Wirkungen auf das Selbstkonzept oder schulische Orientierungen in diesem Bereich.
- Mittellange Kurse sind Kurzkursen vorzuziehen. Sie erzielen ausgeprägtere Wirkungen beim Kurserleben sowie bei der Förderung des Selbstkonzepts und der Orientierung auf Technik und Informatik.
- Auf die didaktische Gestaltung (z.B. Handlungsorientierung) sollte bei der Planung, Vorbereitung und Durchführung der Kurse besonderer Wert gelegt werden. Sie beeinflusst das Kurserleben und die Kurswirkungen deutlich (Selbsteinschätzung des Lernerfolgs durch die Teilnehmer/-innen, Zufriedenheit mit der Lernumgebung). Das gilt insbesondere für mittellange Kurse.
- Die Teilnahme an Roberta-Kursen kann durchaus extrinsisch motiviert werden (z.B. durch Integration in das schulische Pflichtprogramm). Die Wirkungen mittellanger Kurse hängen nicht wesentlich davon ab, ob die Teilnehmer/-innen sich anfänglich freiwillig dazu gemeldet haben.

- Roberta-Kurse können koedukativ ebenso angeboten und durchgeführt werden wie monoedukativ. Die gendersensitive Konzeption von Roberta-Kursen erzielt bei Mädchen auch dann die angestrebten positiven Wirkungen, wenn gleichzeitig Jungen teilnehmen.

## 4 Qualitative Studien

### 4.1 Zielsetzung

Die qualitative Erhebung - durchgeführt durch DiMeB <sup>1</sup> - dient der Herausarbeitung von Aspekten, die vor allem auf die gestaltungsorientierte Analyse und Weiterentwicklung der Roberta-Kurse zielen. So wurden die Evaluationsergebnisse dazu genutzt, Lernmaterialien technisch und didaktisch weiter zu entwickeln und die Qualität der Roberta-Kurse zu verbessern. Gleichzeitig sollen - zusammen mit den Ergebnissen der quantitativen Begleitforschung – Kriterien gewonnen werden, die eine Bewertung der Qualität anderer gender-kompatibler technischer Lernmedien ermöglichen. Verbesserungen im Qualitäts-management sowie der Handhabbarkeit der programmierbaren Legoroboter stellen somit einen weiteren wesentlichen Beitrag der Begleitforschung dar. Im Folgenden werden Anlage und Ergebnisse der qualitativen Evaluation der Roberta-Kurse dargestellt.

### 4.2 Datenerfassung und Auswertungsmethode:

#### 4.2.1 Datenerfassung

Im Rahmen der qualitativen Evaluation wurden insgesamt

- 11 Kursleiter/innen interviewt,
- 6 Gruppendiskussionen mit Schüler/innen durchgeführt
- Protokoll-, Photo- und Videomaterial aus 8 Kursen ausgewertet
- Zwei Kurzurse, drei mittellange und drei lange Kurse evaluiert <sup>2</sup>
- 2 Gespräche mit ExpertInnen aus dem Feld der Robotik geführt <sup>3</sup>

Der besondere Reiz der ersten Erhebungsphase lag vor allem in der übereinstimmenden Ausgangshaltung aller beteiligten Kursleiter/innen: Die meisten Kursleiter/innen hatten zu diesem Zeitpunkt eine Schulung für Kursleiter/innen erfolgreich abgeschlossen und zumindest einen oder zwei Roberta-Kurse (2 bis 5 Stunden) durchgeführt. Diese Erhebungsphase bot somit die Chance, einen Einblick in die *ersten* gemachten Kurseindrücke aller Beteiligten zu geben und die darin gewonnenen Erfahrungen fruchtbar für die langen Kurse (über 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 ge-

---

<sup>1</sup> Digitale Medien in der Bildung angesiedelt im Fachbereich 3 der Universität Bremen. Verantwortlich für die qualitative Evaluation sind Prof. Dr. Heidi Schelhowe, Dr. Heike Wiesner und Dr. Andreas Wiesner-Steiner (DiMeB)

<sup>2</sup> Zu Schultyp, Jahrgang, Klassenzusammensetzung und verwandter Programmierung siehe Anhang 1

<sup>3</sup> Es wurden zwei Expert/inneninterviews mit Deirdre Butler (St. Patrick's College, Dublin) und Fred Martin (MIT, Boston) durchgeführt. Beide bieten gemeinsam regelmäßig Robotik-Kurse in unterschiedlichen Schul- und Universitätskontexten in den USA und in Europa an. Fred Martin war darüber hinaus an der Entwicklung von LegoMindstorms beteiligt. Die gewonnenen Erkenntnisse sind in die Analyse und Interpretation der Roberta-Kurse mit eingeflossen.

nug, um persönliche Eindrücke ausführlich schildern zu können. Diese Kurserfahrungen bieten somit die Möglichkeit, „noch-nicht-routinierte“ Abläufe auf Störungen und mögliche Fehlerquellen, aber auch auf transparente Lösungswege hin zu beleuchten. Zudem besteht die Möglichkeit, konkrete Informationen zur Kursgestaltung zu gewinnen, denn es wird noch kräftig experimentiert. Dasselbe gilt auch für die Schüler/innen-Gruppen in den Kursen: Insbesondere die 2-5 Stunden-Kurse bieten einen ersten Zugang zum Bauen und Programmieren von Robotern. Hier konnten die ersten Kurserfahrungen von Schüler/innen mit Lego Mindstorms unter GM-Fokus gezielt analysiert werden.

#### *Die vier Analysedimensionen der qualitativen Evaluation in der Datenerfassung*

Die qualitative Evaluation der verschiedenen Kurstypen fand gleichzeitig auf verschiedenen Analyseebenen eines Kurses statt: Es wurden nicht nur das Lern- und das Lehrverhalten der Schüler/innen und der beteiligten Kursleiter/innen untersucht, auch die Kurskonzepte und (Kurs-) Materialien wurden unter dem Aspekt des Gender Mainstreaming ins Visier genommen. Die qualitative Exploration enthält dabei vier Analysedimensionen, die gezielt in allen evaluierten Roberta-Kursen Entfaltung gefunden haben.

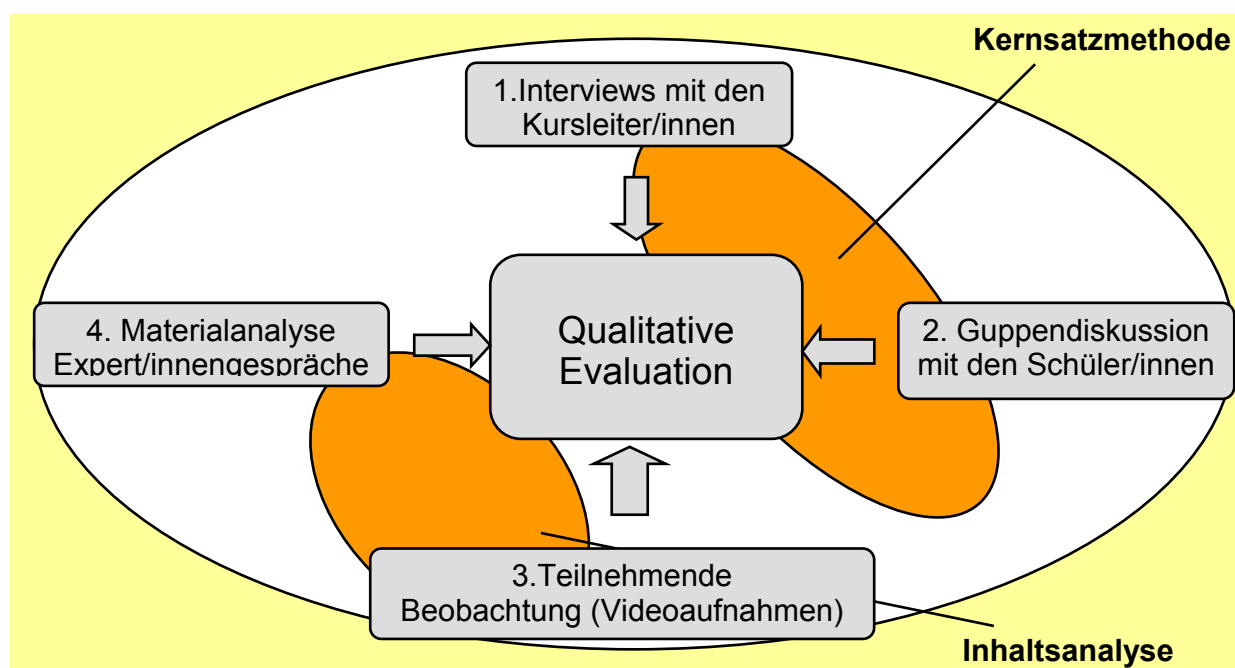


Abb. 2 : Die vier Analysedimensionen der qualitativen Evaluation

(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 Programmiersprache (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 Inter-

views mit den Kursleiter/innen wurden in Form "halbstandardisierter Interviews"<sup>4</sup> geführt. Die relativ offenen Fragen boten den Befragten die Möglichkeit, ihr informelles Wissen zu artikulieren.<sup>5</sup>

(2) Die Befragung der Schüler/innen wurde im Rahmen einer Gruppendiskussion<sup>6</sup> direkt vor bzw. im Anschluss an Roberta-Kurse durchgeführt. Ziel der Gruppendiskussion mit den Schüler/innen war es, die Antworten der Kursleiter/innen mit den Eindrücken der Schüler/innen vergleichend zu analysieren. Auf diese Weise ließen sich z.B. Fragen zum Geschlechterverhältnis, durch Lernkonzepte zum Umgang mit dem Material sowie Erwartungen und Ansprüche 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 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) Die Analyse des Ablaufs der Roberta-Kurse wurde in Form teilnehmender Beobachtung<sup>7</sup> durchgeführt. Der Einsatz von Videodokumentation, digitaler Fotografie, Interviews und in-situ-Protokollen 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 sichtbar und handhabbar und durch die teilnehmende Beobachtung (3) in seinem interaktiven Zustand beobachtbar, aber erst in dem interaktiven Zusammenspiel aller Beteiligten (einschließlich der Technik) wird er verstehbar.<sup>8</sup> Zu diesem Zweck wurde das in den Roberta-Kursen verwendete Material<sup>9</sup> als material-semiotisches Netzwerk analysiert. Dies bietet die Chance einer Perspektive, in der es um die Frage der Handlungsträgerschaft von Technik (vgl. dazu Rammert et.al. 2002; Pickering 1993; Latour 1998) *in einem technisch-didaktischen Kontext* geht.<sup>10</sup> Gemeint ist, dass die in Roberta-Kursen eingesetzte Technik den bauenden und programmierenden Schüler/innen Lernmöglichkeiten und Grenzen auferlegt, die in einer Analyse der konkreten Interaktion mit der zugleich abstrakten (Programmiersprache) wie der konkreten (Modelle) Robotertechnik sichtbar werden.

---

<sup>4</sup> vgl. dazu P. Mayring 1996

<sup>5</sup> Interviewleitfaden für die Kursleiter/innen siehe Anhang 2.

<sup>6</sup> Vgl. Anlage 2: Gruppendiskussion der Schüler/innen

<sup>7</sup> Vgl. Anlage 3: Teilnehmende Beobachtung

<sup>8</sup> Vgl. Anlage 4: Materialanalyse

<sup>9</sup> Materialordner, LegoMindstrom-Baukästen, RIS- und NQC-Software, etc.

<sup>10</sup> Der Techniksoziologe Werner Rammert spricht auch von einem verteilten Handeln bzw. von situativ wechselnden Graden von technischer Handlungsträgerschaft (Rammert et. al. 2002).

#### 4.2.2 Auswertungsmethode: Technik in Interaktion <sup>11</sup>

Der Focus der qualitativen Evaluation richtet sich somit auf das, was zwischen der Technik, den Lehrenden und Lernenden sowie den didaktischen Konzepten passiert und schließt dabei die Analyse des Materials ausdrücklich mit ein. Durch diese Perspektive wird eine rein akteurszentrierte Sichtweise vermieden, die Perspektive wird vielmehr auf die Interaktion von Akteuren mit Technik erweitert. Dabei bilden die Kursleiter/innen und Schüler/innen, aber auch die Projektleitung als sog. „spokespersons“ (vgl. Latour 1987) notwendige Durchgangspunkte („*passage points*“), durch die hindurch die eingesetzte Robotertechnik *zum Sprechen gebracht* werden kann. Dieser spezifische Netzwerk-Ansatz lässt sich nicht zuletzt auch damit begründen, dass die Technik im Verlauf eines Roberta-Kurses selbst permanent Veränderungen erfährt, indem konstruiert, programmiert oder neu programmiert wird.

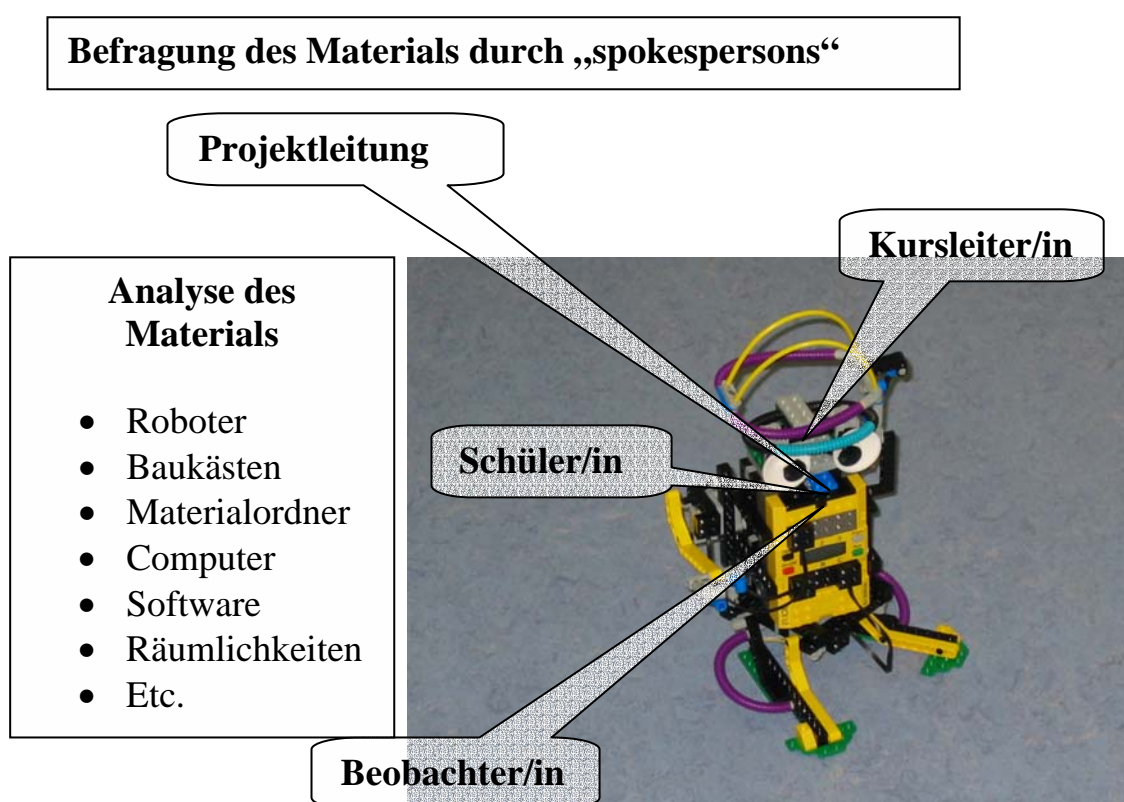


Abb. 3: Analyse des Materials

Untersucht man die Interaktionen von Mensch und Technik vor dem Hintergrund der Frage, wie sich technische Neugierde in Bildungsprozessen gendergerecht entwickeln kann, bedeutet dies im Kontext Digitaler Medien in der Bildung vor allem die Untersuchung der Beziehungen zwischen didaktischen und technologischen Prozessen. Damit wird aus unserer Sicht eine Spezifizierung des didaktischen Potentials der in Roberta-Kursen eingesetzten Robotertechnik im Hinblick auf schulisches Lernen möglich, welche die Möglichkeiten der Technik bei der Frage „wie entsteht technische Neugierde?“ selbst ernst nimmt. Im Rahmen der qualitativen Evaluation wurde dazu ein methodischer Ansatz entwickelt, der sich einer-

<sup>11</sup> Für die Interpretation der Befunde wurden zusätzlich Expert/innengespräche mit zwei SpezialistInnen aus dem Bereich der Robotik geführt (Fred Martin und Deirdre Butler).

seits auf Ergebnisse der Genderforschung bezieht, andererseits auf der erwähnten Akteur-Netzwerk-Perspektive aufsetzt. Diese markiert einen wichtigen Wendepunkt in der jüngeren Wissenschafts- und Technikforschung, der sich überspitzt auch als „decentering the subject – recentering the object“ beschreiben lässt. Damit entsteht die methodische Option, das, was technische Dinge wie Computer und Roboter im Zusammenspiel mit dem Menschen jeweils „tun“, auf eine relationale Weise zu analysieren. Mit der methodischen Verschränkung von sozialem Kontext (Pädagogik) und technischem Inhalt (Informatik, Robotik) wird der materialen, technischen Lernumgebung der Roberta-Kurse ein relationales, für den Menschen interpretativ wirksames, handlungsnormierendes Potential zugesprochen (vgl. Rammert/Schulz-Schaeffer 2002). Damit ist die Wirkungsweise angesprochen, die Informations- und Kommunikationstechniken beim Lernen auf die Herausbildung von Identität haben (vgl. Turkle 1995). Wir betrachten Robotertechnik in diesem Zusammenhang methodisch weder getrennt vom Handeln noch von der Identität menschlicher Nutzer/innen. Durch die methodische Annahme der Entstehung einer graduellen Handlungsträgerschaft in hybriden, sozio-technischen Konstellationen verteilter Aktivitäten (vgl. Rammert 2002; Latour 2001) lässt sie die in Roberta-Kursen eingesetzte Technik vielmehr als eine Art Übersetzer menschlicher Aktivität begreifen, deren didaktische und interaktive Rolle untersucht werden kann.

Eine wesentliche Grundlage der Datenauswertung bildet in dieser Hinsicht die *Kernsatzmethode*<sup>12</sup>. Sie stellt ein tiefenhermeneutisches Verfahren dar, dass sich insbesondere dazu eignet, die Erlebnisperspektiven von Personen zu erheben<sup>13</sup>. Sie wurde insbesondere für die Auswertung der Interviews mit den Kursleiter/innen (1) und den Gruppendiskussionen mit den Kursteilnehmer/innen (2) verwendet (vgl. Abbildung 1). Da das Verfahren der Inhaltsanalyse unter der 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, 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.<sup>14</sup> Indem die Kernsätze den O-Ton der Befragten exakt wiedergeben, können diese Sätze in andere Analysekontexte (erneut) eingebunden

---

<sup>12</sup> Die Kernsatzmethode (vgl. dazu Leithäuser, T./Volmerg, B. 1988, 245 sowie B. Volmerg/E. Senghaas-Knobloch/T. Leithäuser 1986), erklärt die Erfahrungsanalysen der Beteiligten selbst zum Durchgangspunkt der Analyse: Kernsätze sind jene „natürlichen Verallgemeinerungen“ (Leithäuser, T./Volmerg, B. 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.

<sup>13</sup> In *Betriebliche Lebenswelt* (1986) von Volmerg/Senghaas-Knobloch/Leithäuser wurden z.B. die Alltagserlebnisse der industriellen Arbeit im konkreten Detail erfasst.

<sup>14</sup> Diese hohe Flexibilität ist bei einer deduktiven Vorgehensweise (z.B. die qualitative Inhaltsanalyse) nicht im selben Maße gegeben.

werden, ohne dass es zu Strukturverwerfungen kommt. Da innerhalb der qualitativen Gesamtevaluation auch eine „Befragung des Materials“ vorgesehen war, können Kernsätze, die sich auf die Robotik beziehen, unter dieser spezifischen Fragestellung (neu) gebündelt und ausgewertet werden.

Alle Daten aus der Teilnehmenden Beobachtung (3) und der Materialanalyse - einschließlich der Expert/innengespräche – (4) wurden mit der qualitativen Inhaltsanalyse<sup>15</sup> ausgewertet (vgl. Abb. 2). Obgleich nicht repräsentativ, dienen die mit dieser Methode erzielten Ergebnisse zur Hypothesengenerierung, d.h. es lassen sich Hinweise und Thesen formulieren, die - qualitativ einzuordnende - Schlussfolgerungen über den Erfolg und die zukünftige Gestaltung der Kurse zulassen.

### **4.3 Zusammenfassung der Ergebnisse**

- I. Beratung bezüglich Schulung von Kursleiter/innen
- II. Materialordner
- III. Robotik als didaktischer Akteur
- IV. Kriterien gendersensibler Didaktik
- V. Empfehlungen zur Kursgestaltung

---

<sup>15</sup> vgl. dazu P. Mayring 2002

*IQualitative**Analyse**I. Beratung  
bzgl. Schu-  
lung*

- Vom Fraunhofer AIS und der Begleitforschung wurde ein Konzept zur Schulung von SchulungsleiterInnen entwickelt und erprobt.
- Zum Schulungskonzept für Roberta-Kursleiter/innen gehört, dass sie mit Blick auf Gender Mainstreaming-Kriterien geschult und sensibilisiert werden.
- In Abstimmung mit der Projektleitung wurde ein handlungsorientierter Leitfaden für eine gendersensitive Kursdurchführung erarbeitet (Handreichung »Qualitätsanforderungen an und Hinweise für Roberta-Kurse«).
- An der Universität Bremen wurde versuchsweise eine 2-stündige Gender-Schulung mit potentiellen Roberta-Kursleiter/innen durchgeführt. Anhand einiger ausgewählter (Kurs-)Beispiele wurden den Kursleiter/innen stereotypische Situationen vorgespielt, um gemeinsam gendersensitive Lösungswege zu erarbeiten und umzusetzen.

**(Lit.: Wiesner 2004 b; Wiesner/Schelhowe 2004)**

*Qualitative  
Analyse*

*II. Materialord-  
ner*

- Die wissenschaftliche Begleitung hat als weitere Teilstudie eine Akzeptanzbefragung zum Roberta-Materialordner durchgeführt. Der Materialordner ist von den Kursleiter/innen überwiegend positiv aufgenommen worden, besonders die Materialfülle und die Strukturierung wird hervorgehoben. Die meisten bezeichnen den Materialordner als gut handhabbar. Die Nutzung des Materialordners für die Kursvorbereitung besteht im Wesentlichen aus der Nutzung von Aufgaben und Bauanleitungen. Diese werden größtenteils positiv beurteilt. Hilfestellungen zur Programmierung, zu Bauteilen und zur Robotik suchen ca. die Hälfte der befragten Kursleiter/innen in dem Materialordner. Für die Kursgestaltung und die Einführung scheint der Materialordner nicht (bewusst) genutzt zu werden. Dies scheint auch kein großes Bedürfnis der Kursleiter/innen zu sein, da Hinweise zur fachlichen oder didaktischen Einbettung nur von je zweien vermisst wurden. Hinweise zum geschlechterbewussten Umgang mit den KursTeilnehmer/innen wurden von niemandem vermisst. Als Verbesserungsvorschläge werden kurze Zusammenfassungen sowie zusätzliche Teile mit Erfahrungsberichten, mit Installationshinweisen und mit häufig gestellten Fragen (FAQ) genannt.

Qualitative  
Analyse

III. Robotik als  
didaktischer  
Akteur

Wie die quantitative Evaluation zeigt, wird das Kurserleben gerade in längeren Kursen deutlich stärker vom Fokus der Kursleitung (Didaktik, Informatik, Gender, Technik) beeinflusst als in kurzen Kursen. Der Fokus „Didaktik“ beeinflusst das Erleben der Teilnehmer/innen hier am positivsten, weshalb die Bedeutung der konzeptionellen Gestaltung mit der Dauer der Kurse zunimmt. Bezogen auf dieses Ergebnis wird im folgenden die didaktische Rolle der Roberta-Technik qualitativ spezifiziert:

Thesen und Empfehlungen:

- Das Legomaterial besitzt einen handlungsevozierenden Charakter, d.h. es löst von sich aus Vorstellungen, Handlungen und Gefühle aus.
- Die Lego Mindstorms-Technologie bietet einen großen Vorteil in Bezug auf die Gestaltung und Nutzung ihres handlungsrelevanten Potentials für neue Lernstrategien.
- Technische Neugierde, Kreativität und das Entdecken der eigenen wie technischen Handlungsmöglichkeiten entstehen als Co-Produkt einer gendersensitiven Didaktik und der evokativen Robotertechnik.
- Die in Roberta-Technik eingeschriebene bzw. ihr von den Schüler/innen zugeschriebene Handlungsträgerschaft wird erst durch eine didaktisch gestaltete Lernumgebung zu einem *didaktischen Akteur*. Lerneffekte, Kreativität und neue Handlungsoptionen entstehen dabei nicht mehr ausschließlich durch die erfolgreiche Bewältigung und Kontrolle von Aufgaben, sondern ebenso stark durch ein Sich-Einlassen auf die Handlungsträgerschaft der Technik, durch ein Sich-Überraschen-Lassen auf eine didaktisch-vermittelte Interaktion mit Technik.
- Erst in Verbindung mit einem gendersensitiven Schulungskonzept (als Teil des Focus Didaktik) hält die in Roberta-Kursen eingesetzte Technik Handlungsmöglichkeiten und Lernerfahrungen bereit, die Gender-Einschreibungen entgegenwirken können. Voraussetzung ist dabei, die Kriterien für eine gendersensible Didaktik zu beachten.
- Die Reflexion des „gendered material“ ermöglicht eine Einschätzung der geschlechtsspezifischen „Sozialität mit Objekten“ (Knorr-Cetina 1998). Jungen und Mädchen können dadurch einen breiteren Zugang zur Technik erhalten. Auch hilft dies, Modellvorgaben (autoähnliches Grundmodell) zu vermeiden bzw. sensibel zu handhaben.
- Eine *Geschlechtsneutrale Rückmeldung vom System aktiviert* bei den Schüler/innen Selbstlernerfekte. Schüler/innen können einen Zusammenhang von Abstraktion, experimentellem Umgang, eigenem Handeln und Eigentätigkeit der Technik erfahren.
- Schüler/innen können in Roberta-Kursen ein nachhaltiges und für die Berufsorientierung relevantes Interesse an Informatik und Technik entwickeln. Der Aspekt Spaßempfinden sorgt in Roberta-Kursen dafür, dass sich eine Technikdistanz der Mädchen quasi „unbemerkt“ verringert.
- Der Abbau von Technikdistanz bedeutet allerdings nicht gleichzeitig auch die Zunahme eines auf Naturwissenschaften bezogenen Technikinteresses. Technische Neugierde, Spaß und schulisches Lernen muss vielmehr zusammen erfahren werden, damit sich Technikinteresse im Biographieverlauf dauerhaft verfestigen kann.
- Mit der Erfahrung der Gestaltbarkeit von Technik in Roberta-Kursen wird auch ein Transferwissen angeeignet, das für die Zukunft ein aktiveres Verhältnis zu einer von Technologie geprägten Wissensgesellschaft auf anderen technikgeprägten Feldern ermöglicht.

## Thesen und Empfehlungen zum Aspekt „Robotermodelle“

*Qualitative**Analyse**IV. Kriterien  
gender-sen-  
sible**Didaktik*

- Geschlechtsspezifisches Verhalten bildet sich dort besonders deutlich ab, wo Vorlagen und Vorgaben schon eine geschlechtsspezifische Orientierung anbieten und Selbstbilder ein Technikinteresse nur in geschlechtsspezifischen Konstellationen ermöglichen bzw. verhindern
- Die Verwendung eines Grundmodells mit Rädern führt bei Jungen häufig dazu, geschlechtsspezifisch zu bauen. Beim Einsatz von **Grundmodellen** sollte entweder das Krabbelkäfer-Modell im Kurs eingesetzt werden oder mit verschiedenen Grundmodellen gearbeitet werden.
- Ob Grundmodell (Roverbot) oder freie Auswahl - die meisten Mädchen modulieren verstärkt den Tiercharakter heraus.
- 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.
- Bei der **freien Auswahl** der Roboter-Modelle ist nur eine Lenkung im Hinblick auf „Funktionalität“ erforderlich, um zu unterstreichen, dass das Lösen der Aufgabe höher (von der Kursleitung) bewertet wird als das Aussehen der Modelle.

## Empfehlungen zum Aspekt „Hilfestellungen“

- Hilfestellungen und Aufmerksamkeit geschlechterbewusst reflektieren
- Nicht in die Tastatur insbesondere von Schüler/innen greifen
- Keine Antworten vorgeben, sondern die Schüler/innen dazu motivieren, experimentell zum Ziel zu gelangen
- Schülern und Schüler/innen abwechselnd viel Aufmerksamkeit schenken
- Leistungsorientiert Loben
- Insbesondere Schüler/innen sollten dazu motiviert werden, Dinge auszuprobieren und weniger nach Anweisung vorzugehen

## Thesen und Empfehlungen zum Aspekt „Teamarbeit“

- Die anfängliche Annahme, dass Mädchen bevorzugt in Teams arbeiten, trifft auch für die Jungen zu. Beide Geschlechter zogen die Gruppenarbeit der Einzelarbeit vor.
- Teamarbeit für Mädchen und Jungen stärken! Insbesondere Schüler sollten zur Team- und Projektarbeit motiviert werden
- Die Nutzungspotentiale der automatisierten Systemrückmeldung sollten gestärkt werden, um mögliche Lernerfolge der Schüler/innen geschlechtsunabhängig erfahrbar zu machen.

## Empfehlungen zum Aspekt „Präsentation“

- Eine genderbewusste Lenkung seitens der Lehrenden scheint erforderlich, damit die Mädchen nicht um ihren Ruhm gebracht werden und die Jungen nicht an einem – geschlechtskonnotierten – „Selbstkonzept des Siegers“ scheitern, dem sie nacheifern.

**(Lit.: Wiesner 2004 a/b)**

|   |  |
|---|--|
| <i>Qualitative Analyse</i>                | <p><b>Thesen:</b></p> <p>Jenseits einer praktisch oft diffusen Grenzziehung zwischen Schnupper- und Tageskursen durchlaufen alle Kurstypen in der Regel vier Phasen:</p>   |
| <i>V. Empfehlungen zur Kursgestaltung</i> | <p><b>Einführungsphase</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Die Einführungsphase kann die (Kurs-)Motivation der Schüler/innen steigern helfen</li> <li>▪ wird dazu verwendet, die Roboterbaukästen vorzustellen</li> <li>▪ bietet einen ersten Einblick in die Programmierung</li> <li>▪ unterstützt Gruppenbildungsprozesse</li> </ul> <p>Die Einführungsphase wird von den Kursleiter/innen flexibel gestaltet!</p> <p><b>Bauphase</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ macht den Schüler/innen sehr viel Spaß</li> <li>▪ ist für die Kursleiter/innen nur bedingt planbar <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baupläne sind nicht immer im Baukasten vorhanden</li> <li>▪ Roboterkästen sind unsortiert, bzw. Teile fehlen</li> <li>▪ Grundmodelle werden nicht mitgeliefert oder werden von den Schüler/innen gleich auseinander genommen</li> </ul> </li> <li>▪ fördert die Gruppenarbeit</li> <li>▪ fördert die Kreativität im Umgang mit der Robotertechnik</li> </ul> <p>Die Bauphase wird von den Schüler/innen gestaltet!</p> <p><b>Die Programmierphase</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ macht den Schüler/innen Spaß, die den Computer bedienen</li> <li>▪ Enthält technische Tücken <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Probleme mit der Firmware</li> </ul> </li> <li>▪ fördert die Einzelarbeit</li> <li>▪ fördert das Verständnis für technische Systeme</li> </ul> <p>Die Programmierphase wird zwar stark von der Technik gestaltet, die Aktivität der Schüler/innen ist durch die hier entstehenden Probleme aber am höchsten.</p> <p><b>Die Präsentationsphase</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ das gemeinsame Vorführen der Roboter macht allen Beteiligten Spaß</li> <li>▪ beinhaltet eine Lernkontrolle, die von den Schüler/innen eingefordert wird.</li> <li>▪ trägt als gelungener Abschluss eines Kurses zur Bildung einer auf Technik focussierten Community für Mädchen bei</li> </ul> <p><b>(Lit.: Wiesner 2004 a)</b></p> |

**Empfehlungen:**

*Qualitative  
Analyse*

*V. Empfehlun-  
gen zur Kurs-  
gestaltung*

- Gruppenarbeit, Teamarbeit und dynamische Gruppenbildungsprozesse ermöglichen und unterstützen (Community-Building)
- Freies Arbeiten fördern
- "genderneutrale" Projektthemen und -arbeit fördern (mittellange und lange Roberta-Kurse)
- Materialordner: Einführungen und erste Anweisungen sollten in Kurzform bzw. auf übersichtlichen Zusammenfassungen zugänglich sein.
- Flexibler Mix aus offenem und strukturiertem Lernen. Eine offene Kurskonzeption stellt dabei die Grundbedingung für ein das Selbstvertrauen stärkendes Verständnis von technischen Prozessen dar;
- Gendersensitive Interventionen während der Projekt- und Präsentationsphasen einplanen
- Materialität, Widerständigkeit und Handlungsträgerschaft der Technik didaktisch berücksichtigen
- Zuschreibungen von Handlungsträgerschaft gendersensibel beobachten
- Gruppenarbeit zu zweit soll gefördert werden.
- Kurzurse sollten den Zeitumfang von 2,5 Stunden nicht unterschreiten
- Die Anzahl der Personen in einem Kurs sollte pro Kursleiter/in nicht über 8 bis 10 Personen hinausgehen, da sonst der Betreuungsschlüssel zu niedrig ist.
- „Probleme mit dem Material sollten in die Kurskonzeption (kreativ) eingeplant werden
- Die Gruppengröße sollte sich (auch) nach den Räumlichkeiten richten.

## **5. Warum Robots für Mädchen? — Wissenschaftliche Einordnung der Ergebnisse**

### **Ziele des Projekts**

Warum stützt sich ein Projekt, das das Technikinteresse von Mädchen fördern will, ausgerechnet auf Robotik? Auf den ersten Blick scheint gerade Robotik ein Bereich zu sein, der Jungen anspricht, von der Kinder- und Jugendliteratur über Filme und Spielzeugabteilungen bis zu Ausstellungen. Überall dort sind fast ausschließlich Jungen und Väter mit ihren Söhnen zu finden. Für die InitiatorInnen des Projektes bedeutete gerade dies eine besondere Herausforderung. Das faszinierende Lego-Material sollte auch Mädchen zugänglich gemacht werden und ihr Interesse wecken. Wie die Ergebnisse der Evaluation zeigen, ist dies gelungen.

Mit diesem Beitrag möchten wir versuchen, einigen Gründen nachzugehen, warum Robotik sich als besonders geeignet erweist, Technikinteresse zu wecken und traditionelle Selbstbilder in Bewegung zu bringen. Dazu werden die Ergebnisse der Begleitforschung in den Kontext aktueller Diskurse um Digitale Medien/Robotik in der Bildung, der darauf bezogenen Genderforschung sowie in die neuere technik-soziologische Forschung eingeordnet und interpretiert.

### **Technikdistanz und Spaß an Technik**

Seit mehr als einem Jahrzehnt sind schul- und karrierebezogene Geschlechterungleichheiten im Hinblick auf Technik (Interesse am Computer und seiner Verwendung) gut dokumentiert. Mädchen, so wird oft betont, schreiben sich weniger häufig in Computerkurse ein als Jungen, und diese Diskrepanz verstärkt sich in höheren Jahrgangsstufen. Gemäß der US-amerikanischen nationalen Science Foundation (2003) erhalten Frauen 1998 weniger als 27 % der Abschlüsse in Computerwissenschaften. Dieses Bild wird durch einen Bericht der amerikanischen Educational Foundation (2000) bestätigt, in dem Mädchen immer wieder betonen: „Wir können, aber wir wollen nicht“. Als Hauptgrund für dieses fehlende Engagement mit schulischer Technik führen sie dabei häufig einen Mangel an Gelegenheit an, mit Technik umzugehen. Für Deutschland ist in diesem Zusammenhang die JIM-Studie (Jugend, Information, Multimedia, 2004) aufschlussreich. Diese konstatiert zum einen eine immer stärkere Annäherung der Computernutzung von Mädchen und Jungen, zeigt aber andererseits, dass männliche Gymnasiasten die besten Ausgangssituationen zur Aneignung von Computerkompetenzen vorfinden. Weiter stellt die JIM-Studie eine Differenz in der Intensität der Computernutzung fest. So nutzen mehr als die Hälfte der untersuchten Mädchen den PC täglich bzw. mehrmals die Woche, während dies bei über 70 % der Jungen der Fall ist. Bei der Befragung der 12- bis 19-jährigen besteht aus Sicht der JIM-Studie ebenfalls eine Geschlechterdifferenz in der Motivation für den Umgang mit dem Computer. Zeigen sich bei den drei wichtigsten Themen (Freundschaft, Musik, Ausbildung/Beruf) kaum unterschiedliche Interessen, treten diese in den restlichen Themenfeldern (u.a. Partnerschaft, Sport, Aktuelles, Schule, Internet) verstärkt auf. Insgesamt interessieren sich weibliche Jugendliche für ein breiteres Themenspektrum als männliche. So geben Mädchen als Motivation die Schule, Arbeit oder Kontaktauf-

nahme an, während Jungen den PC aus Spaß, Langeweile oder Einsamkeit benutzen. Bereits Metz-Göckel stellt in ihrer Untersuchung (1991) in diesem Zusammenhang ebenfalls fest, dass es einen Unterschied in der Selbsteinschätzung der eigenen Computerkenntnisse und –fähigkeiten bei Mädchen und Jungen gibt. Auch sie kommt dabei zu dem Schluss, dass Mädchen Jungen häufig mit der Aussage gegenüberreten: „wir können es auch“, dies aber nicht mit einem Überlegenheitsanspruch versehen.

Wie Befunde der jüngsten Geschlechterforschung zeigen, begründet sich ein solches Verhalten allerdings weniger in einer grundsätzlichen Technikdistanz oder im Desinteresse von Mädchen und Frauen. So wurde in jüngster Zeit immer wieder darauf hingewiesen, dass geschlechtsspezifisches Verhalten, Selbstbilder und Konstellationen weniger in (genetisch oder sozialisationsbedingten) Persönlichkeitsstrukturen wurzelt, sondern unter spezifischen Bedingungen und in konkreten Situationen jeweils neu hergestellt bzw. inszeniert wird (vgl. Wiesner 2002).

Das vordergründige Technikinteresse, das fast ausschließlich bei (einigen) Jungen zu finden ist, sowie die Distanzierung und der Rückzug auf einen zweckrationalen, gebrauchswertorientierten Zugang bei Mädchen wirken eher in – didaktisch oft unreflektiert unterstützten – Selbstbildern, die Faszination und Passion nur in geschlechtsspezifischen Konstellationen zulassen bzw. verhindern. Wie Seymour Papert feststellte, muss sich Technikinteresse bei Mädchen daher eher „hinter ihrem Rücken“ herstellen (Papert 1994: 137). Für das Projekt Roberta war es daher von besonderer Bedeutung, dass die Workshops „Spaß“ machen sollten. Zunächst mussten negative Vorerfahrungen von Mädchen, die sich im Umgang mit Technik teilweise als defizitär erlebten oder Technik mit einer „langweiligen“ Beschäftigung für unattraktive Jungen verbinden, umgangen werden. LegoMindstorms involviert – so zeigen unsere Ergebnisse – durch die Vielfalt der Zugangsmöglichkeiten, sei es über Basteln, Bauen, ästhetisches Gestalten oder Programmieren gewissermaßen von alleine in (technische) Tätigkeiten, ohne dass Vorbehalte wirksam werden (können). In gewisser Weise werden Mädchen in diese Beschäftigungen über das Material „hineingezogen“, ohne dass sie sich dieser Tätigkeiten zunächst als „technische“ bewusst werden.

Das in den Robotik-Kursen verwendete “Material“ (u.a. Lego Mindstorm-Baukasten, RIS- bzw. NQC-Software) übernimmt– zunächst — die Funktion einer geschlechtsneutralen “Rückmeldung über das System“, und die Arbeitsabläufe der Schüler/innen werden quasi von der Technik “strukturiert“.

### **Technik nutzen und Technik gestalten**

Die Problematik im Technikverhältnis liegt weniger in der Nutzung von Technik – dies haben Mädchen und Frauen (wenn bisweilen im Freizeitbereich auch zeitlich verzögert) in ähnlichem Maße getan wie Jungen und Männer. Sie liegt vielmehr bei der Frage technischer Konstruktion. Dies gilt zunächst für „harte“ Technik und Hardware, hat sich jedoch auch übertragen auf Software als Technologie. Das äußerst schmale Spektrum beruflicher Interessen von Mädchen wirkt sich in einer von Technologie geprägten Gesellschaft negativ aus. Dies macht auch Maßnahmen, die Mädchen zum schlichten Nutzen von Technik ermuntern wollen, nur sehr begrenzt wirksam. Computermedien als interaktive

Medien – dies kommt dazu – erfordern per se eine aktive Haltung. Im Hinblick auf ein geändertes Selbstbild ist die Robot-Technologie deshalb besonders für die Mädchenförderung geeignet, weil sie einerseits Konstruktion physikalischer Materialien mit Software verbindet und so ein breites Spektrum technologisch orientierter Tätigkeiten handlungsorientiert öffnet. Wichtig ist dabei auch, Mädchen nicht ausschließlich mit bereits weit verbreiteter, „alter“ Technologie zu konfrontieren, wie dies in vielen Fördermaßnahmen der Fall war. Dies erhält leicht den Charakter einer „Nachhilfe“ und die Gefahr der Fokussierung auf Defizite der Mädchen, die bei ihnen spontan Abwehr hervorrufen. Im Gegenteil ist es notwendig, Mädchen Innovatives, technisch Fortgeschrittenes anzubieten, etwas, das für beide Geschlechter attraktiv und zukunftssträftig erscheint. Auch insofern ist Robotik als aufstrebender innovativer Bereich der Technik und Informatik besonders geeignet, weil sie eine Zukunftstechnologie repräsentiert, die dafür steht, dass in der Zukunft Computer nicht nur auf dem Schreibtisch stehen, sondern unterschiedlichste „smarte“ Artefakte unseren Alltag bevölkern werden.

### **Einsamer Technikfreak und soziale Eingebundenheit**

Mädchen distanzieren sich von technischen Tätigkeiten häufig gerade deswegen, weil sie sie für eine Beschäftigung für Jungen halten, die nicht sozial eingebunden sind. Aus der Forschung ist jedoch bekannt, dass die Einsamkeit des Technikfreaks ein Mythos ist, der zumindest für alle computerbezogenen Tätigkeiten nicht zutrifft. Vielmehr ist die Zugehörigkeit zu Peergroups gerade Voraussetzung dafür, dass technisches Know How gefördert werden kann. Gleichzeitig sind diese Peergroups jedoch einerseits ausschließend für Mädchen, andererseits wollen Mädchen ihrerseits auch nicht mit ihnen identifiziert werden und finden sie unattraktiv. Wie aus der Forschung über Lern-Communities bekannt ist, ist der Wunsch, zu einer Community gehören zu wollen, eine wesentliche Motivation für Lernen. Der Bau und die Programmierung von Robots ist eine Tätigkeit, die Gruppenarbeit nahelegt und in den von uns evaluierten Kurse eine „Selbstverständlichkeit“ war. Die Organisation von Roberta-Kursen über die ganze Bundesrepublik und entsprechende Werbemaßnahmen können diesen Gedanken von Roberta-Communities, die um Technik fokussierte Communities von und für Mädchen sind und die in Deutschland eine Seltenheit darstellen, befördern. Das Erscheinen von technischen Communities für Mädchen in der Öffentlichkeit spielt eine entscheidende Rolle für die nachhaltige Wirksamkeit von Fördermaßnahmen.

### **Geschlechtsspezifisches Material**

Technische Materialien und Prozesse folgen nicht nur ihren eigenen, immanenten Gesetzmäßigkeiten. Dass Robotik und das LegoMindstorms-Material in erster Linie Jungen ansprechen, ist zwar einerseits den kulturellen Konstruktionen und Sozialisationsprozessen zuzuschreiben, die sich um Technologie herum entwickeln, andererseits aber sind auch im Material selbst bestimmte Vorstellungen eingeschrieben, die sich in männlich dominierten Technikentwicklungsprozessen durchsetzen. Das LegoMindstorms-Material, so die Hinweise aus der qualitativen Evaluation, legt eine Orientierung auf den Bau von Fahrzeugen und Panzern, die in unserem Kulturkreis eher zum Spielzeug von Jungen gehören, nahe und unterstützt eine Programmierung solcher Objekte besser. Das Projekt

Roberta hat so zwar einerseits eine vorhandene Technologie genommen, ging andererseits aber nicht davon aus, dass es die Aufgabe wäre, Mädchen dazu zu bewegen, sich nahtlos an die vorhandenen Konzepte anzupassen. Vielmehr ist die Empfehlung, mit didaktischen Konzepten diesen Gender-Einschreibungen entgegenzuwirken und – dies wäre eine weitergehende Forderung – langfristig eine Technologie zu entwickeln, die den Zugang für beide Geschlechter leichter macht, die eher den Impetus zu einer geschlechtergerechten Didaktik in sich trägt, statt dass der durch die Technik auf männliche Nutzung ausgerichteten Handlungsaufforderung über die Didaktik bewusst entgegen gearbeitet werden muss.

### **Robotik-Materialien und konstruktivistisches Lernen**

Robotik-Materialien tragen einen Aufforderungscharakter. Statt eindeutigen Instruktionen zu folgen – es gibt nicht den einen richtigen Weg zum Bau eines Robots – öffnen sie viele verschiedene Möglichkeiten, an eigene Imaginationen anzuknüpfen und eigenen Vorstellungen zu folgen. Sie sollen – so ihr „Erfinder“ Seymour Papert – Dinge sein, mit denen man denkt und die jeweils spezifische und dem individuellen Lernstil angemessene Möglichkeiten öffnen (Papert 1991, Ackermann 1996). Das Lego-Logo-Material fördert über konkretes Handling den Zugang zu abstrakten Konzepten und umgekehrt, die Umsetzung abstrakter Konzepte in konkrete Bewegungen. Darüber hinaus gibt das Material selbst Rückmeldung darüber, ob ein Konstruktions- und Programmierprozess gelungen ist oder nicht. Das kann instruktionistische Eingriffe der Lehrpersonen weitgehend überflüssig machen. Ein solches Vorgehen kann Bedingung gerade für die Förderung technischen Know Hows bei Mädchen sein. Mädchen trauen sich in der Regel im Hinblick auf technische Konstruktionen weniger zu, so sagen uns die Untersuchungen, und fürchten sich davor zu versagen und damit bloßgestellt zu sein. So erlaubt diese Robotertechnologie den Mädchen einen unbefangeneren Zugang, der nicht sofort von Lehrpersonen kommentiert werden muss, die u.U. im Verdacht stehen, dass gängige Vorurteil von der weiblichen Inkompetenz im Hinblick auf Technik (das entweder Abwertung oder Helfersyndrom aktiviert) zu teilen.

Die Abwertung weiblicher Technikkompetenz in den Interaktionen zwischen Mädchen und Jungen ist – neben der Bedeutung der Herausbildung attraktiver weiblicher Technik-Communities - ein wesentlicher Grund dafür, dass im Projekt Roberta überwiegend monoedukative Workshops durchgeführt wurden.

### **Empfehlungen für Bildungskonzepte**

Insgesamt können aus den Erfahrungen mit der Robotertechnologie zur Förderung des Technikinteresses von Mädchen Schlussfolgerungen gezogen werden, die über dieses Projektziel hinausgehen. Wie in vielen Projekten, die auf Mädchenförderung zielen, kann auch hier gesagt werden, dass diese Erfahrungen allgemeiner Natur sind und auf allgemeine Bildungskonzepte übertragen werden können. Die Robotiktechnologie ist – aus den oben genannten Gründen - ein ausgezeichnetes Mittel der Medienbildung und Technikbildung für schulische und außerschulische Zusammenhänge. Sie ist geeignet als Medium für die Weckung von technischem Interesse von Mädchen und Jungen, was eine Informations- und Wissensgesellschaft, wie sie in Deutschland entstanden ist, dringend

braucht; sie ist aber auch geeignet als Medium für die Allgemeinbildung im umfassenden Sinne der Entwicklung der Persönlichkeit und des Zugangs zu einer von Technologie geprägten Welt.

### **Robotik als didaktischer Akteur**

Damit ist die Wirkungsweise angesprochen, die Informations- und Kommunikationstechniken auf die Herausbildung von Identität haben (Turkle 1995). Begreift man Technik hier nicht getrennt vom Handeln und der Identität menschlicher Nutzer/innen, sondern als interaktive Vernetzung der Technik in hybriden, sozio-technischen Konstellationen verteilter Aktivitäten (Rammert 2002) lässt sie sich als Mediator, Vermittler und Übersetzer menschlicher Aktivität verstehen.

Die Lego Mindstorms-Technologie bietet in dieser Hinsicht einen großen Vorteil in Bezug auf die Gestaltung und Nutzung ihres handlungsrelevanten Potentials für neue Lernstrategien. So gibt es während der Roberta-Kursphasen zahlreiche "Rückmeldungen vom System", bei der die Arbeitsabläufe der Schüler/innen quasi von der Technik strukturiert werden. Auch wenn die Technik "an sich" keineswegs intentioniert handelt, lassen sich hier verschiedene Formen der *Zuschreibung von Handlungsträgerschaft* (Rammert/Schulz-Schaeffer 2002) beobachten. Das System meldet sich bzw. der Roboter funktioniert nicht, wenn die Eingaben nicht korrekt erfolgt sind bzw. wenn technische "Störungen" auftreten. Das System veranlasst aus dieser Perspektive zum erneuten Handeln. Diese spezifische Technik „agiert“ dabei auf zwei Ebenen und bringt beide in einen Zusammenhang: Es ist einerseits unmittelbar physikalisches, materielles Prozessieren, das aber (erst) durch seinen Zusammenhang zu semiotisch angestoßenen Prozessen (Programmieren am Computer) zur Ausführung kommt und erlebt werden kann. Schüler/innen können einen Zusammenhang von Abstraktion, experimentellem Umgang, eigenem Handeln und Eigentätigkeit der Technik erfahren. Die systemimmanente Rückmeldung lässt sich als eine grundlegende, didaktisch wie informationstechnisch absichtsvoll eingebaute Handlungsträgerschaft von Technik beschreiben, da sie die Schüler/innen dazu veranlasst zu handeln. Diese Rückmeldung lässt sich sowohl als Handlungen evozierend wie geschlechtsneutral bezeichnen, da sie einerseits unabhängig davon erfolgt, wer den Computer bedient, und andererseits auch die Reaktionen der Roboter in den konkreten Versuchen der Schüler/innen nicht geschlechtlich, sondern anhand der Aufgabenstellung bewertet werden. Aus Sicht vieler Kursleiter/innen hat gerade die Rückmeldung vom System dabei Selbstlernerfekte bei den Schüler/innen aktiviert.

Mit Blick auf die dargestellten Ergebnisse der Genderforschung lässt sich mit einer technisch vermittelten Systemrückmeldung eine gendersensitive Didaktik allerdings keineswegs im Selbstlauf umsetzen. Bezogen auf das Ziel, Technikinteresse zu fördern, wird die in Roberta-Technik eingeschriebene bzw. ihr von den Schüler/innen zugeschriebene Handlungsträgerschaft vielmehr erst durch eine gendersensibel gestaltete didaktische Lernumgebung zu einem *didaktischen Akteur*. Lernerfekte, Kreativität und neue Handlungsoptionen entstehen dabei nicht mehr ausschließlich durch die erfolgreiche Bewältigung und Kontrolle von Aufgaben, sondern ebenso stark durch ein Sich-Einlassen auf die Handlungsträgerschaft der Technik, durch ein Sich-Überraschen-Lassen auf eine didaktisch-technische Vermittlung oder anders formuliert: als Zusammenwirken von informationstechnischen wie didaktischen Ein- und Zuschreibungen von Handlungsträgerschaft

und ihrer aktiven Aneignung durch die Schüler/innen. Das Potential, das die Roberta-Technik als didaktischer Akteur für neue Lernstrategien besitzt, lässt sich hier durch die Beobachtung der *graduellen Entstehung und Zuschreibung von Handlungsträgerschaften im Lernprozess* besonders deutlich aufzeigen (vgl. Wiesner-Steiner/Wiesner/Schelhowe 2005).

Wissen über die Zuschreibung und graduelle Entstehung von technischer wie menschlicher Handlungsträgerschaft in einem Lernprozess, der auf die Vorstellung der Gestaltbarkeit von Technik abzielt, kann für medienpädagogische Konzepte äußerst instruktiv sein. So lassen sich Handlungsempfehlungen nicht nur für einzelne Lernphasen spezifizieren, die Technik kann als didaktischer Akteur auch ständig verfeinert werden. Die in Roberta-Kursen eingesetzte Soft- und Hardware verfügt dabei über ein besonderes, technisch verankertes bzw. delegiertes Potential, eingelebte Lernroutinen zu ent- wie auch zu restrukturieren. Sie unterstützt oder verlängert damit nicht einfach eingeübte Verhaltens- und Anwendungsroutinen, sondern erzwingt durch die ihr eingeschriebene Handlungsträgerschaft neue, kreative Aneignungsformen, ohne dass dabei die Pfade im Detail bereits vorgezeichnet sind. Erst ein gendersensitiver Didaktikansatz (umgesetzt in entsprechende Lernumgebungen) kann diesen Prozesse jedoch positiv verstärken (und bei einigen auch erst in Gang bringen), indem gewährleistet wird, dass die Schüler/innen gleiche Entfaltungs- und Gestaltungsmöglichkeiten haben.

## 5. Literatur

- American Association of University Women Educational Foundation (2000) Tech-Savvy. Educating girls in the new computer age. Washington, DC.
- Ackermann, Edith (1996). Perspective-taking and Object Construction: Two Keys to Learning. In Kafai, Y. & Resnick, M. (Eds) Constructionism in Practice: Designing, Thinking, and Learning in a Digital World. Lawrence Erlbaum Associated. pp. 25-35.
- JIM-Studie (2004). Jugend, Information (Multi-)Media. Basisuntersuchung zum Medienumgang 12-19-Jähriger. Mpfs-Forschungsberichte, <http://www.mpfs.de/studien/jim/Brosch%FCre%20JIM%2004.pdf>.
- Hannover, B./Kessels, U. (2002). Monoedukativer Anfangsunterricht in Physik in der Gesamtschule. Auswirkungen auf Motivation, Selbstkonzept und Einteilung in Grund- und Fortgeschrittenenkurse. Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie, 34 (4), 201-215.
- Hoffmann, L., Häußler, P., Lehrke, M. & Todt, E. (1987). Schülerfragebogen zur Veränderung von Schülerinteressen an Physik und Technik vom 5. bis 10. Schuljahr. In L. Hoffmann, P. Häußler & M. Lehrke. (1998). Die IPN-Interessenstudie Physik. Kiel: IPN.
- Latour, Bruno (1987). Science in Action. How to follow Scientists and Engineers through Society. Harvard University Press.
- Latour, Bruno (1998). Über technische Vermittlung. Philosophie, Soziologie, Genealogie. In: Rammert, Werner (Hg.) Technik und Sozialtheorie, Campus, Frankfurt a. Main, S. 29 – 83.
- Leithäuser, Thomas/Volmerg, Birgit (1988). Psychoanalyse in der Sozialforschung; VS-Verlag, Reihe VW-Studien, Bd. 148.
- Mayring, Philipp (2002). Einführung in die Qualitative Sozialforschung. Beltz-Verlag.
- Metz-Göckel, Sigrid (1991). Mädchen, Jungen und Computer: geschlechtsspezifisches Sozial- und Lernverhalten beim Umgang mit Computern. Opladen.
- National Science Foundation (2003). Women, minorities and persons with disabilities in science and engineering: 2002. Report NSF03312. Arlington, VA. Retrieved January 20, 2004, <http://www.nsf.gov/pubsys/ods/>.
- Papert, Seymour (1991). Situating Constructionism. In: Harel, Idit/Papert, Seymour: Constructionism, Norwood 1991, 1-11.
- Papert, Seymour (1994). Revolution des Lernens, Hannover.
- Pickering, Andrew (1993). The Mangle of Practice: Agency and Emergence in the Sociology of Science. In: American Journal of Sociology, Vol. 99, Nr. 3, S. 550 – 589.
- Rammert, Werner/Schulz-Schaeffer, Ingo (2002). Technik und Handeln. Wenn soziales Handeln sich auf menschliches Verhalten und technische Abläufe verteilt. In: dies. (Hg.) Können Maschinen handeln? Soziologische Beiträge zum Verhältnis von Mensch und Technik, Campus, Frankfurt a. Main, S. 11 - 65.
- Turkle, Sherry (1995) Leben im Netz. Identität in Zeiten des Internet. Rohwohl Verlag

Volmberg, Birgit/Senghaas-Knoblock, Eva/Leithäuser, Thomas (1986) Betriebliche Lebenswelt. Eine Sozialpsychologie industrieller Lebensverhältnisse, Opladen 1986.

## Anhang

### A1 Veröffentlichungen in Zeitschriften und Sammelbänden

- Hartmann, Susann/ Wiesner, Heike. Robotic and Gender: The Use of Robotics for the Advancement of Equal Opportunities in Classroom (im Erscheinen).
- Hartmann, Susann./Schecker, H. H./Mrochen, M. (2004). Evaluationsergebnisse zu dem Projekt „Roberta – Mädchen erobern Roboter“. In: V. Nordmeier (Red.). CD zur Frühjahrstagung des Fachverbandes Didaktik der Physik in der DPG.
- Hartmann, Susann./Schecker, H. (2005). Mädchen im Umgang mit Informatik, Technik und Naturwissenschaft – Externe Evaluationsergebnisse zu dem Projekt Roberta. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften (ZfDN), 11. S. 7-19. Kiel: IPN.
- Hartmann, Susann./Schecker H./Rethfeld, J. (2005) Mädchen und Roboter – Ein Weg zur Physik? In: Anja Pitton (Hrsg.)- „Relevanz fachdidaktischer Forschungsergebnisse für die Lehrerbildung“ (S. 283-285). Münster: LIT Verlag.
- Rabe, Bettina/Reichel, Milena/Wiesner-Steiner, Andreas (2005). Bremer Aktivitäten – Mädchenförderung durch Robotik. Zwei konkrete Projektdarstellungen. Tagungsband der INFORMATIK 2005, GI-Reihe "Lecture Notes in Informatics LNI" (im Erscheinen).
- Rethfeld, J./Schecker H. (2006a) Evaluationsergebnisse zum Projekt „Roberta – Mädchen erobern Roboter“ In: Anja Pitton (Hrsg.): „Lehren und Lernen mit neuen Medien“. Münster: LIT Verlag.
- Rethfeld, J./Schecker H. (2006b). Robotikkurse als Förderung der Technik-Orientierung bei Mädchen – Ergebnisse einer Evaluationsstudie. (Manuskript zur Einreichung bei der ZfDN, vermutlicher Erscheinungstermin 2006).
- Schelhowe, Heidi/ Wiesner, Heike/Ostermann, Sandra/Grüter, Thorsten/Jahn, Silke (2004). Medienwelt und Sinnlichkeit: über schulische Umgebungen, in denen Neugier auf Digitale Medien und Freude am Konstruieren entstehen können, in: Konsens Heft 4.
- Wiesner, Heike (2004a). Handlungsträgerschaft von Robotern. Robotik zur Förderung von Chancengleichheit im schulischen Bildungsbereich. In: Historical Social Research, Historische Sozialforschung, Vol 29, Nr.4, 120-153
- Wiesner, Heike (2004b). Konsequenzenreiche naturwissenschaftliche Sozialisation von Jungen und Mädchen. In Ada-Lovelace-Mentoring, Fachzeitschrift für Mentoring und Gender Mainstreaming in Technik und Naturwissenschaften, 7. Ausgabe, August 2004 (b), S. 9
- Wiesner, Heike/Schelhowe, Heidi (2004). Robotik zur Förderung von Chancengleichheit im schulischen Unterricht. Ada-Mentoring-Symposium. Ada-Lovelace-Mentoring e.V. Mainz, Dezember 2004. S. 27-28
- Wiesner, Heike/Schelhowe, Heidi/Metz-Göckel, Sigrid/Kamphans, Marion/Peter, Ulrike/Schottmüller, Helmut/Kedenburg, Claudia/Tigges, Anja/Wienold, Kirsten/Jelitto, Mark/Cho-Heinze, Hannah (2003). GM-Styleguide - Gender Mainstreaming im Kontext Neuer Medien; Unter Mitwirkung von Anna Drag, Evelyn Brudler, Christine von Prüm-

mer, Susanne Maaß, Jürgen Petri und vielen anderen Beteiligten aus dem „Gender-Arbeitskreis“ (Copyright by BMBF).

Wiesner-Steiner, Andreas/Wiesner, Heike (2005). Robotik und Gender im Kontext neuer Lehr- und Lernkonzepte. In: Frauenarbeit und Informatik, Organ der Fachgruppe "Frauenarbeit und Informatik" der Gesellschaft für Informatik e.V., ISSN 0944-0925, Nr. 30, Dezember 2005.

Wiesner-Steiner, Andreas/Wiesner, Heike/Schelhowe, Heidi (2005). Technik als didaktischer Akteur: Robotik zur Förderung von Technikinteresse. In: Gransee, Carmen (Hg.) Hochschulinnovation. Gender-Initiativen in der Technik. Reihe: Gender Studies in den Angewandten Wissenschaften. Gender Studies & Applied Sciences, LIT-Verlag Hamburg, ISBN 3-8258-9043-0, (im Erscheinen).

Wiesner-Steiner, Andreas/Wiesner, Heike (in Vorbereitung). The didactical agency of robotics in education: on the promotion of technological curiosity in the context of gender wird im Oktober eingereicht bei: Encyclopedia of Gender and Information Technology, ed. by Eileen M. Trauth, School of Information Sciences and Technology, Pennsylvania State Univ. (double-blind peer reviewed).

## **A2 Vorträge auf Tagungen und Kongressen, Workshops**

Hartmann, Susann. Vorstellung von Roberta (quantitative Evaluationsergebnisse) auf der GDCP Tagung „Relevanz fachdidaktischer Forschungsergebnisse für die Lehrerbildung“ in Heidelberg, September 2004.

Hartmann, Susann/Mrochen, M. Vorstellung Roberta (quantitative Evaluationsergebnisse) auf der Tagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Düsseldorf, März 2004.

Hartmann, Susann/Wiesner, Heike. Girls Conquer Robots: A way to engage young women in technology. Vorstellung von Roberta auf der GIST Tagung in Bremen vom 24.-26 Juni 2004.

Rethfeld, J. Vorstellung von Roberta (quantitative Evaluationsergebnisse) auf der GDCP Tagung „Lehren und Lernen mit neuen Medien“ in Paderborn, September 2005.

Schelhowe, Heidi/Wiesner, Heike/Ostermann Sandra/Grüter, Torsten/Jahn, Silke. Medienwelt und Sinnlichkeit: Über schulische Umgebungen, in denen Neugier auf Digitale Medien und Freude am Konstruieren entstehen können. Digitale Medien in der Bildung, Jour Fixe des Akademikerinnenbundes. Club zu Bremen, am 16.8.2004.

Wiesner, Heike. Präsentation (Roberta Begleitforschung). TZI-Messe 22. Juni 2004.

Wiesner, Heike. Gender Mainstreaming und Digitale Medien an Hochschulen. Hochschulübergreifende Gastvortragsreihe: Techno Science und Geschlecht, Hochschule für Angewandte Wissenschaften, 17.5.2004.

Wiesner, Heike. Die naturwissenschaftliche Sozialisation von Jungen und Mädchen, Digitale Medien in der Bildung, Vortrag bei der Physikerinnen Tagung. Arbeitskreis Chancengleichheit (AKC) der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG) Bad Honnef, April 2004.

- Wiesner, Heike. Gender Mainstreaming im ROBERTA-Kontext. Begleitforschung ROBERTA. ROBERTA-Schulung, Hamburg-Harburg, 11. Mai 2004.
- Wiesner, Heike. Roberta - Begleitforschung, Ergebnisse der qualitativen Erhebung, QM-Workshop, 8./9. November 2004
- Wiesner, Heike. Gender Mainstreaming im ROBERTA-Kontext. Begleitforschung ROBERTA; ROBERTA-Schulung, Duisburg, 12. November 2004.
- Wiesner, Heike. Die konsequenzenreiche (naturwissenschaftliche) Sozialisation von Jungen und Mädchen im Schul- und Bildungskontext. Vortrag im Rahmen des Magdeburger Workshops "Gendersensitive Didaktik in naturwissenschaftlichen und technischen Unterricht 12.2.05".
- Wiesner, Heike. Gender Mainstreaming und Digitale Medien an Hochschulen, Im Rahmen der Hochschulreihe Techno Science und Geschlecht, Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Hamburg 17.5.04 Präsentation.
- Wiesner-Steiner, Andreas. Roberta-Begleitforschung, Messe anlässlich der Feier zum 10-jährigen Bestehen des TZI, 6. Oktober 2004, Universität Bremen.
- Wiesner, Heike. Anleitungen zu einer gendersensitiven Didaktik (eruiert aus der Begleitforschung Roberta), Workshop im Rahmen des Magdeburger Workshops "Gendersensitive Didaktik in naturwissenschaftlichen und technischen Unterricht 12.2.05" 12.2.05.
- Wiesner, Heike. Gender Mainstreaming und Informatikunterricht. Am Beispiel Robotik; Informatiktag (für Lehrer und Lehrerinnen), Aachen 14.3.05.

### **A3 Weitere Ergebnisse**

**Genderleitfaden (wird ergänzt)**

### **A4 Instrumente (werden ergänzt)**

**Fragebögen für die mittellangen Kurse**

**ausgewählte Instrumente der qualitativen Studien**