

Medienpädagogik:

Integrative Entwicklung von Lehr-Lernumgebungen.

Theoretischer Entwurf und fachdidaktische Anwendung
eines mehrdimensionalen medienpädagogischen Ansatzes
unter besonderer Berücksichtigung
der technischen Allgemeinbildung – Robotik im Internet.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
des Doktors in den Erziehungswissenschaften (Dr. paed.)
an der
Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von
Matthias Fercho
aus Remscheid

2004

1. Gutachter: Prof. Dr. Friedrich Schönweiss

2. Gutachter: Prof. Dr. Christian Hein

Tag der mündlichen Prüfung/ Disputation: 24.08.2005

Inhaltsverzeichnis

Teil I: Das Integrationsproblem der Medienpädagogik 1

1	Einleitung und Problemskizze	1
2	Gliederung der Arbeit	4
3	Präzisierung der Problemstellung	5
3.1	Das Gesetz der Unverdrängbarkeit einmal eingeführter Medien ...	5
3.2	Medienpädagogischer Bezug	6
3.3	Pädagogischer Bezug und Erweiterung des Integrationsproblems.	7
3.3.1	Ausgangspunkt Allgemeinbildung	7
3.3.2	Medien in den Lebens- und Lernbereichen des Menschen	8
3.3.3	Das Konzept der kulturellen Kommunikation nach GIESEKE	9

Teil II: Theoretische Lösung 11

1	Voruntersuchung	13
1.1	Medientaxonomien und -klassifikationen	14
1.1.1	Der Erfahrungskegel nach DALE	14
1.1.2	Methodische Funktionen von Medien nach GAGNÉ	16
1.1.3	Klassifikation des Medienfeldes nach BRUCKER	17
1.1.4	Die Drei-Ebenen-Klassifikation nach ADL-AMINI	18
1.1.5	Medien im Unterricht nach MARTIAL/ LADENTHIEN	19
1.1.6	Zwischenfazit	22
1.2	Medien im Sender-Empfänger-Modell	23
1.2.1	Mathematisches Kommunikationsmodell	23
1.2.2	Kommunikationstheoretische Mediendidaktik	25
1.2.3	Zwischenfazit	27
1.3	Medien als Vermittler kommunikativer Handlungen	27
1.3.1	Medien im Modell der symbolischen Interaktion	27
1.3.2	Medien in der Gestaltungspädagogik	28
1.3.3	Medien im handlungsorientierten Unterricht	29
1.3.4	Zwischenfazit	31
1.4	Medien in allgemein didaktischen Modellen und Ansätzen	31
1.4.1	Medien bei COMENIUS	31
1.4.2	Medien in der Strukturanalyse des Unterrichts	32
1.4.3	Medien im Strukturmodell des Unterrichts	34
1.4.4	Zwischenpositionen	35
1.4.5	Zwischenfazit	37
1.5	Medienpädagogik und -didaktik der technischen Medien	38
1.5.1	Darstellungsformen technischer Medien	38
1.5.2	Integrative Medienbildung auf semiotischer Basis	39
1.5.3	Mediendidaktik und Neue Medien	41
1.5.4	Zwischenfazit	42
1.6	Zusammenfassung der Voruntersuchung	42

2	Entwurf eines Meta-Modells	44
2.1	Systemtheorie	44
	2.1.1 Begriff System	45
	2.1.2 Funktion	46
	2.1.3 Struktur	46
	2.1.4 Hierarchie	46
2.2	Konstruktivismus	47
	2.2.1 Radikaler vs. gemäßiger Konstruktivismus	48
	2.2.2 Konstruktionismus	49
2.3	Semiotik	50
	2.3.1 Zehn Grundbegriffe der Semiotik	51
	2.3.2 Semiotik und Zeichen in den Lebens- und Lernbereichen	55
	2.3.3 Lernen als Zeichenprozess	58
2.4	Synthese der Grundmodelle im biosemiotischen Funktionskreis	59
2.5	Medienpädagogische Interpretation des Funktionskreises: Lernen als medial vermittelter, semiotisch-konstruktivistischer Kreisprozess	61
	2.5.1 Identifikation der medialen Dimensionen	61
	2.5.2 Die semantische Dimension: Objektorientiertes Lernen mit Medien	63
	2.5.3 Die Pragmatische Dimension: Medial gekoppelte Kreisprozesse	63
2.6	Medien im rezeptiven und produktiven Teilprozess des Lernens	64
	2.6.1 Die Rolle der Medien im rezeptiven Teilprozess	65
	2.6.2 Die Rolle der Medien im produktiven Teilprozess	67
	2.6.3 Vervollständigung des Kreisprozesses	68
2.7	Zusammenfassung	69
3	Entwurf eines mehrdimensionalen Ansatzes zur Medienpädagogik	72
3.1	Dimension Trägersystem	73
	3.1.1 Trägersystem, Systemtheorie und Semiotik	74
	3.1.2 Natürliche Trägersysteme	78
	3.1.3 Personale Trägersysteme	79
	3.1.4 Technische Trägersysteme: Alte und Neue Medien	81
	3.1.5 Zusammenfassung/ Arbeitsdefinitionen zum Medienbegriff	84
3.2	Dimension Kodierung	91
	3.2.1 Drei Arten von Zeichen	91
	3.2.2 Drei Arten von Zeichensystemen	92
	3.2.3 Neue Medien – neue Kodierung	97
	3.2.4 Was Neue Medien <i>nicht</i> kodieren können	98
	3.2.5 Hypertext und Hypermedia	99
	3.2.6 Multikodierung	106
3.3	Dimension Sensualität	107
	3.3.1 Sensualität: Sinnesorgane	108
	3.3.2 Erweiterung der Sensualität: Mess- und Beobachtungsinstrumente	109
	3.3.3 Neue Medien – neue Sensualität mit teilvirtuellen Instrumenten	109
	3.3.4 Multisensualität	109
3.4	Dimension Expressivität	110
	3.4.1 Expressivität: Körper, Stimme, Hände	111
	3.4.2 Erweiterung der Expressivität: Reale Werkzeuge	111
	3.4.3 Neue Medien – neue Expressivität mit virtuellen Werkzeugen	112
	3.4.4 Multiexpressivität	112
3.5	Zusammenfassung: Die medialen Dimensionen	112

4	Lösung des Integrationsproblems.....	116
4.1	Mehrdimensionale Medienentwicklung: Zwei Varianten	116
4.2	Lehr-Lernumgebungen im Strukturmodell des Unterrichts	119
4.3	Die ideale Lehr-Lernumgebung.....	123
4.4	Schülerorientierung	126
4.5	Open-End-Projekte	127
4.6	Synthese: mehrdimensionale schülerorientierte Entwicklung von Lehr-Lernumgebungen	128

Teil III: Praktische Anwendung..... 130

1	Einleitung zum Praxisteil.....	130
2	Technikdidaktische Analyse der Robotik.....	132
2.1	Drei Ansätze der Technikdidaktik	132
2.2	Sachebene der Robotik	134
	2.2.1 Roboter und Robotik.....	134
	2.2.2 Informationstechnik und Automation	135
	2.2.3 Klassifikationen von Robotern	135
	2.2.4 Charakteristische Inhalte der Robotik.....	136
	2.2.5 Funktionsbereiche technischer Systeme	136
	2.2.6 Zusammenfassung	137
2.3	Methodenebene der Robotik.....	137
	2.3.1 Bau und Steuerung von Robotermodellen	138
	2.3.2 Methodische Zugänglichkeit und Darstellbarkeit des Themas	138
	2.3.3 Zusammenfassung	139
2.4	Wertungsebene der Robotik	139
	2.4.1 Wertungsbezogene Potenziale der Robotik	139
	2.4.2 Berufswahlorientierung Robotik.....	140
	2.4.3 Zusammenfassung	141
3	Mehrdimensionale mediendidaktische Analyse der Robotik	142
3.1	Trägersysteme zur Robotik.....	143
	3.1.1 Natürliche Trägersysteme	143
	3.1.2 Personale Trägersysteme	143
	3.1.3 Alte Medien zur Robotik	144
	3.1.4 Neue Medien zur Robotik.....	145
3.2	Kodierungen zur Robotik	145
	3.2.1 Physisch reale Objekte: Originale zur Robotik.....	145
	3.2.2 Sprachen zur Robotik.....	145
	3.2.3 Hypertexte und Hypermedien im Internet zur Robotik.....	146
	3.2.4 Modelle zur Robotik.....	148
3.3	Sensualität zur Robotik.....	149
	3.3.1 Körperliche Sinne	149
	3.3.2 Reale und virtuelle Mess- und Beobachtungsinstrumente	149

3.4	Expressivität zur Robotik	149
	3.4.1 Körperliche Ausdrucksmöglichkeiten.....	149
	3.4.2 Reale und virtuelle Werkzeuge.....	149
3.5	Zwischenergebnis	149
4	Konzeption von RoboWelt.de	151
4.1	Sachebene: RoboTechnik und RoboZirkus	152
4.2	Wertungsebene: RoboKultur und RoboHistory	152
4.3	Methodenebene: RoboBauen, RoboSchule und RoboForum.....	153
4.4	Metaebene: SiteService	154
4.5	Mediale Dimensionen von RoboWelt.de.....	154
	4.5.1 Trägersystem von RoboWelt.de.....	154
	4.5.2 Kodierung und Web-Usability von RoboWelt.de.....	154
	4.5.3 Sensualität von RoboWelt.de.....	156
	4.5.4 Expressivität von RoboWelt.de	156
5	Realisation von RoboWelt.de	158
5.1	Recherche und informationstechnische Umsetzung.....	158
5.2	Kooperationen	158
6	Perspektiven der mehrdimensionalen schülerorientierten Weiterentwicklung von RoboWelt.de	160
Teil IV: Zusammenfassung und Ausblick		161
1	Zusammenfassung	161
2	Ausblick.....	162
	Verzeichnis der Arbeitsdefinitionen	164
	Abbildungsverzeichnis.....	165
	Tabellenverzeichnis	167
	Literaturverzeichnis	168
	Anhang: Screenshots von RoboWelt.de.....	183

I Das Integrationsproblem der Medienpädagogik

1 Einleitung und Problemskizze

Die Qualität von Lehr-Lernprozessen ist abhängig von unterschiedlichen personalen und materiellen Faktoren. Zu diesen zählen auch die von Lehrern¹ und Schülern² zur Vermittlung von Botschaften und Bedeutungen des Unterrichts verwendeten **Medien**³. Sie können anhand medienpädagogischer Kriterien konzipiert, realisiert, analysiert und optimiert werden. So wichtig diese Entwicklung *einzelner* Medien auch ist: ihre volle pädagogische Relevanz im Sinne einer Vermittlung von Allgemeinbildung erhalten Medien erst durch optimale Auswahl und **Integration in eine Lehr-Lernumgebung**, in der sich die für jedes einzelne Medium charakteristischen Vermittlungseigenschaften ergänzen. Eine auf Allgemeinbildung ausgerichtete *ideale* Lehr-Lernumgebung fördert – als theoretisch wünschenswerte, jedoch in der Praxis nicht erreichbare Zielvorstellung – *alle möglichen*

- körperlichen und geistigen (d.h. äußeren und inneren)
- rezeptiven und produktiven
- objektbezogenen und kommunikativen
- realen und virtuellen

Handlungen des Schülers im Lernprozess. Insgesamt tragen diese Handlungen zu seiner *allseitigen Bildung im Medium des Allgemeinen* bei. Um sich dieser allgemeinen Zielvorstellung so weit wie möglich anzunähern, müssen grundsätzlich *alle* Eigenschaften von Medien, welche die oben genannten Handlungen vermitteln bzw. unterstützen können, berücksichtigt werden. Aus den vorher genannten Überlegungen ergibt sich das **Hauptproblem der vorliegenden Arbeit**:

Das Integrationsproblem

Wie kann die Integration von Medien bei der Entwicklung von Lehr-Lernumgebungen im Sinne einer Förderung der Allgemeinbildung medienpädagogisch optimiert werden?

Anders ausgedrückt: Gibt es eine Möglichkeit, (Konzepte von) Lehr-Lernumgebungen auf ihre Vermittlungseigenschaften hin zu analysieren und daraus medienpädagogisch begründete Vorschläge für deren integrative Optimierung abzuleiten?

¹ Zur Vereinfachung der Formulierungen schließt im Weiteren die maskuline auch immer die feminine Form mit ein.

² Von *Schülern* (und Lehrern) ist die Rede, da sich die Überlegungen wesentlich auf Unterricht beziehen. Die schulspezifischen Begriffe *Schüler* und *Lehrer* können jedoch in den meisten Fällen auch durch die allgemein didaktischen Begriffe *Lerner* und *Lehrender* ersetzt werden, was gelegentlich auch explizit formuliert wird, insbesondere in Fällen, bei denen auch Lehrer zu Lernenden oder Schüler zu Lehrenden werden können.

³ Der Medienbegriff wird vorläufig verwendet und im Rahmen des in dieser Arbeit vorgestellten mehrdimensionalen medienpädagogischen Ansatzes ausgearbeitet und definiert.

Als Beitrag zur **Lösung** dieses Problems wird in dieser Arbeit ein **mehrdimensionaler medienpädagogischer Ansatz** entwickelt, der die Analyse und integrative Optimierung von Medien bzw. Lehr-Lernumgebungen in Bezug auf jedes Unterrichtsthema ermöglicht. Diese Medienentwicklung kann im Rahmen der Ziele, Inhalte und Methoden von außerschulischen Akteuren, Lehrern und insbesondere auch *von den Schülern selbst* als Teil eines jeden Unterrichts durchgeführt werden.

In zweifacher Hinsicht kann somit der mehrdimensionale medienpädagogische Ansatz zur Förderung der Allgemeinbildung beitragen: Erstens können die Ziele, Inhalte und Methoden des Unterrichts durch **mediendidaktische** Optimierung der Lehr-Lernumgebung allgemein umfassender vermittelt bzw. erarbeitet werden. Zweitens kann durch die schülerorientierte Entwicklung von Lehr-Lernumgebungen das mehrdimensionale Prinzip der medialen Vermittlung selbst zum **medienpädagogischen** Teil der Allgemeinbildung werden.

Die **theoretische Entwicklung des mehrdimensionalen medienpädagogischen Ansatzes** bildet den Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit und erfolgt in mehreren Schritten: Nach einer Voruntersuchung allgemein didaktischer und medienpädagogischer Modelle und Ansätze, die sich unter anderem mit der Entwicklung von Medien bzw. Lehr-Lernumgebungen beschäftigen, wird zunächst ein **Meta-Modell** erarbeitet, welches die oben genannten Lernprozesse im Zusammenhang mit Medien allgemein beschreibt. Es basiert auf der Systemtheorie, dem Konstruktivismus und der Semiotik und ermöglicht die Differenzierung des – in der Literatur bisher nur unbefriedigend bestimmten – Medienbegriffs in *vier interdependente, mediale Dimensionen*, die untrennbar mit diesen Lernprozessen verbunden sind. Die vier medialen Dimensionen dieses Ansatzes, die sich aus dem Meta-Modell ergeben, sind das **Trägersystem**, die **Kodierung**, die **Sensualität** und die **Expressivität**. Sie werden als Kern des mehrdimensionalen medienpädagogischen Ansatzes in Beziehung zur allgemeinen Didaktik gesetzt, wobei der Schwerpunkt der Betrachtung auf der Schülerorientierung liegt. Im Sinne der Förderung von allgemein bildender Medienkompetenz wird daraus insgesamt das Konzept der mehrdimensionalen schülerorientierten Medienentwicklung abgeleitet.

Den **Neuen Medien**, insbesondere dem **Internet**, kommt dabei auf Grund ihrer qualitativ neuen und **integrativ nutzbaren Vermittlungsfunktionen** eine besondere Bedeutung zu. Angesichts des medialen Gesamtzusammenhangs, in den sie durch den mehrdimensionalen Ansatz gerückt werden, können die Stärken, aber auch die Schwächen ihrer Vermittlungsfunktionen auf objektiver Basis eingeschätzt werden und in die schülerorientierte Medienentwicklung einfließen.

Folgende **zentralen Thesen dieser Arbeit** lassen sich formulieren:

- Einer der entscheidenden Qualitätsfaktoren der zusammenwirkenden Vermittlungseigenschaften einer Lehr-Lernumgebung ist die Integration der einzelnen beteiligten Medien.
- Anhand von vier medialen Dimensionen können diese Vermittlungseigenschaften vollständig analysiert und in Bezug auf die Ziele, Inhalte und Methoden des Unterrichts optimiert werden.
- Dieser Optimierungsprozess kann insbesondere auch durch die Schüler selbst realisiert werden und somit zur zweifachen, d.h. mediendidaktischen

und medienpädagogischen Förderung zeitgemäßer Allgemeinbildung beitragen.

Im **praktischen** Teil der Arbeit wird der mehrdimensionale medienpädagogische Ansatz beispielhaft angewendet und für die Förderung der technischen und medienbezogenen Allgemeinbildung anhand des Themas Robotik fruchtbar gemacht. Auf Basis einer technikdidaktischen und mehrdimensionalmediendidaktischen Analyse der Robotik wird ein Open-End-Projekt zur Robotik konzipiert und realisiert: RoboWelt.de. In medienpädagogischer Hinsicht werden in diesem Projekt die qualitativ neuen, integrativen Vermittlungseigenschaften des Neuen Mediums Internet zur mehrdimensionalen schülerorientierten Medienentwicklung genutzt.

2 Gliederung der Arbeit

In der vorherigen Einleitung des **Teils I** (Kap. I-1) wurde bereits das Hauptproblem der vorliegenden Arbeit, das Integrationsproblem formuliert. Im Anschluss an die Darstellung der Gliederung der Arbeit (Kap. I-2) wird in Kapitel I-3 das Integrationsproblem vor einem erweiterten theoretischen Hintergrund präzisiert.

In **Teil II** werden die wesentlichen, bisher vorliegenden Ansätzen der Medienpädagogik und allgemeinen Didaktik auf ihre Eignung zur Lösung des Integrationsproblems hin untersucht (Kap. II-1). Anschließend wird aus systemtheoretischen, konstruktivistisch-lerntheoretischen und semiotischen Grundlagen ein Meta-Modell, das Kreisprozessmodell des Lernens entwickelt (Kap. II-2). Aus diesem Meta-Modell ergeben sich die vier medialen Dimensionen, die anschließend weiter theoretisch fundiert, begrifflich präzisiert und insgesamt zu einem mehrdimensionalen medienpädagogischen Ansatz verdichtet werden (Kap. II-3). Anhand des Begriffs der Lehr-Lernumgebung wird dann der Beitrag des mehrdimensionalen Ansatzes zur Lösung des Integrationsproblems dargestellt und zu einem allgemeindidaktischen Modell des Unterrichts in Beziehung gesetzt. Die Grundlinien einer mehrdimensionalen schülerorientierten Entwicklung von Lehr-Lernumgebungen werden formuliert (Kap. II-4).

Teil III bildet den fachdidaktisch-unterrichtspraktischen Teil der Arbeit. Hier kommt die im vorhergehenden Teil entwickelte *konzeptionelle Lösung* des Integrationsproblems *beispielhaft in der Technikdidaktik zur Anwendung*. Medienkompetenz und technische Handlungskompetenz in Bezug auf Neue Medien, Informations- und Kommunikationstechnik *und* Robotik sind zweifach miteinander verknüpft. Fachdidaktisch bildet das technische Prinzip der Automation eine wesentliche Verbindung beider Aspekte, die in medienpädagogischer Hinsicht durch die Schülerorientierung verschränkt sind.

Daher erfolgt zunächst eine *fachdidaktische* Analyse der Robotik in Kapitel III-2 und anschließend eine mehrdimensionale, *mediendidaktische* Analyse der Robotik (Kap. III-3), welche als Grundlage der dargestellten Konzeption und Realisation der internetbasierten Lehr-Lernumgebung RoboWelt.de dient (Kap. III-4 und 5). Diese beiden Analysen sind wiederum aufeinander bezogen und stellen zugleich eine praxisorientierte Verdeutlichung des theoretischen mehrdimensionalen Ansatzes der Medienpädagogik dar. Die Darstellung der Perspektiven einer mehrdimensionalen, schülerorientierten Weiterentwicklung von RoboWelt.de in Form eines Open-End-Projektes schließt den praktischen Teil der vorliegenden Arbeit ab (Kap. III-6).

Im letzten **Teil IV** werden die theoretischen und praktischen Ergebnisse dieser Arbeit zusammengefasst. Anschließend werden mögliche, an die Ergebnisse dieser Arbeit anknüpfende Untersuchungen sowie medienpädagogische und fachdidaktisch-unterrichtspraktische Folgen und Perspektiven abgeleitet (Kap. IV-1 und 2).

3 Präzisierung der Problemstellung

Wie bereits in der Einleitung kurz erläutert, besteht das zentrale Problem der vorliegenden Arbeit – das Integrationsproblem – in der integrativen Verbesserung von Lehr-Lernumgebungen. Vor einem erweiterten medientheoretischen, mediendidaktischen und medienpädagogischen Hintergrund wird dieses Problem nun präzisiert.

Erste Beiträge zum Integrationsproblem bieten die Konzepte des traditionellen *Medienverbands* der 1960er bis 1980er Jahre, allerdings mit Einschränkung auf alte technische Medien. Diese Konzepte wurden später zum Teil von den virtuell-integrativen Konzepten des Lernens mit den Neuen Medien⁴ Multimedia und Internet abgelöst. Aus neuerer Zeit findet sich *ein* integratives Konzept *aller technischer* Medien aus Sicht der informatischen allgemeinen Bildung.⁵ Die Ansätze der hybriden Lernarrangements⁶ und des Blended Learning⁷ aus der Mediendidaktik der Aus- und Weiterbildung belegen in der Zusammenschau der genannten integrativen Konzepte die historische Tendenz, eine *immer größere Bandbreite von Medien zur Integration in Lehr-Lernumgebungen explizit zu berücksichtigen*. Diese medienpädagogische Tendenz lässt sich zurückführen auf das medienwissenschaftliche Gesetz der Unverdrängbarkeit einmal eingeführter Medien. Es besagt, dass die generellen *publizistischen* Formen und Funktionen älterer Medien nicht durch neuere Medien ersetzt, sondern nur ergänzt werden können. Die mediendidaktische Forschung der *Aus- und Weiterbildung* belegt, dass diese Erkenntnis auch für Funktionen von Medien innerhalb von Lernprozessen gilt. Das genannte Unverdrängbarkeitsgesetz und die daraus folgende Notwendigkeit einer Integration von Medien wird auch von der Medienpädagogik der *schulischen Allgemeinbildung* bestätigt. In seinem „Konzept der kulturellen Kommunikation“ *erweitert* GIESEKE (2002) auf medienwissenschaftlicher Basis dieses Unverdrängbarkeitsprinzip auf *alle* natürlichen, personalen und technischen Medien in *publizistischen* und insbesondere auch in *didaktischen Zusammenhängen*. *Aus dem Anspruch auf eine vollständige Lösung des Integrationsproblems im Hinblick auf die allgemein bildende Relevanz der weiteren Überlegungen folgt damit letztlich auch die Erweiterung der nachfolgenden Untersuchungen auf alle genannten Arten von Medien und deren mediale Dimensionen*. Diese Zusammenhänge werden nun näher erläutert.

3.1 Das Gesetz der Unverdrängbarkeit einmal eingeführter Medien

Den Ausgangspunkt zur Präzisierung des Integrationsproblems bildet eine These der Medien- und Kommunikationswissenschaft. Bereits 1913 formuliert RIEPL in seiner Untersuchung der Entwicklung der Nachrichtenmittel des Altertums das *Gesetz der Unverdrängbarkeit einmal eingeführter Medien*, welches besagt:

⁴ Vgl. ISSING/ KLIMSA (1995/ 1997, zuletzt 2002), darin auch WEIDENMANN (2002: 47).

⁵ Vgl. HERZIG (2000).

⁶ Vgl. KERRES/ JECHLE (1999).

⁷ Vgl. REIMANN-ROTHMEIER (2003).

„[...] daß die einfachsten Mittel, Formen und Methoden, wenn sie nur einmal eingebürgert und brauchbar befunden worden sind, auch von den vollkommensten und höchst entwickelten niemals wieder gänzlich und dauernd verdrängt und außer Gebrauch gesetzt werden können, sondern sich neben diesen erhalten, nur daß sie genötigt werden, andere Aufgaben und Verwertungsgebiete aufzusuchen.“ (RIEPL 1913: 5, zitiert nach RIEGERSPERGER 2001)

LERG erweitert RIEPLS Aussage auf neuere technische Medien:

„Tatsächlich kann als Konstante der Kommunikationsgeschichte gelten, dass noch niemals ein neues Medium ein älteres verdrängt hat. Ebenfalls ist kommunikationshistorisch unbestritten, dass neue Medien jeweils bestimmte publizistische Formen und Funktionen älterer Medien verändern.“ (LERG 1981: 193)

Diese kommunikationswissenschaftlichen Aussagen über die *Unverdrängbarkeit* einmal eingeführter Medien und die *Änderung der Aufgaben, d.h. die Vermittlungseigenschaften* von Medien durch das Auftauchen neuerer Medien bzw. der Neuen Medien, finden sich auch in der Mediendidaktik der Aus- und Weiterbildung wieder, wie die Ergebnisse mediendidaktischer Forschung zeigen. WESSNER fasst auf der Learntec-Messe 2004 zusammen:

„Der E-Learning-Hype ist zu Recht abgeklungen. Aktuelle Entwicklungen im E-Learning zielen darauf, in der traditionellen Aus- und Weiterbildung Bewährtes mit innovativen technischen Möglichkeiten zu **kombinieren**. Präsenz- und Onlinephasen, individuelles, betreutes und gemeinsames Lernen müssen in Einklang gebracht werden.“ (WESSNER 2004, fett d. Verf.)

Die Entwicklung von Lehr-Lernumgebungen konzentriert sich daher auf *integrative Konzepte* wie das Blended Learning (vgl. REIMANN-ROTHMEIER 2003) oder hybride Lernarrangements (vgl. KERRES/ JECHLE 1999), in denen Neue Medien bestimmte erweiterte Funktionen übernehmen und technische und personale Medien zum Teil ihre Vermittlungsfunktionen innerhalb des Lernprozesses verändern. Das Gesetz von der Unverdrängbarkeit älterer Medien und die daraus resultierende Forderung nach einer Integration Alter und Neuer technischer Medien findet sich auch in der Medienpädagogik des Schulunterrichts.

3.2 Medienpädagogischer Bezug

In der Delphi-Studie *Zur Zukunft der Lehr- und Lernmedien in der Schule* (VOLLSTÄDT 2003) wurde der Beitrag der technischen Medien, insbesondere der Neuen Medien, zur Schulentwicklung und Steigerung der Bildungsqualität in der Sekundarstufe I erforscht.⁸ Auch für den schulischen Unterricht wird durch diese Studie die These von der Unverdrängbarkeit einmal eingeführter Medien bestätigt:

„Die traditionellen [technischen] Medien werden durch die neuen elektronischen Medien **nicht verdrängt** oder gar völlig ersetzt.“ (VOLLSTÄDT 2003: 15, fett d. Verf.)

⁸ Die Studie wurde unter Mitarbeit eines Monitoringteams (DICHANZ, MANDL, MEYER, RÜSCHOFF, TILLMANN VOLLSTÄDT) als umfangreiche dreistufige Befragung von Experten aus der allgemeindidaktischen und medienpädagogischen Theorie und Praxis durchgeführt.

Daraus folgt die Forderung nach neuen Lehr-Lernumgebungen, in denen Alte⁹ und Neue technische Medien integriert werden und jeweils neue und zum Teil veränderte Funktionen übernehmen.

„Weiterentwickelte Lehr- und Lernmedien erfordern und ermöglichen **neue Lernarrangements**.“ (ebd.: 16, fett d. Verf.)

„Wenn auch der größte Innovationsschub von den elektronischen Medien erwartet wird, gibt es keine einseitige Fixierung auf sie. Im Gegenteil, die Antworten lassen erkennen, dass es [unter anderem] auf **effektivere Lernarrangements** ankommt, in denen auch die traditionellen, schon lange bekannten [technischen] Medien durchaus ihren Platz finden können, falls dies die individuellen und kooperativen **Lernprozesse** erfordern sollten. Es scheint Konsens zu sein, dass die Lehr- und Lernmedien nur durch ihre konkrete **Einbettung in effektive Lernprozesse** ihre **Funktion** erhalten und ihr **Potenzial** entfalten können.“ (VOLLSTÄDT 2003: 79, im Orig. z.T. kursiv, fett d. Verf.)

Diese Ergebnisse und Forderungen der zitierten Delphi-Studie werden von weiteren Autoren dieser und anderer Studien im Wesentlichen unterstützt. Sie geben den Tenor heutiger didaktischer und medienpädagogischer Forschung wieder. (Vgl. zur allgemeinen Didaktik: JANK/ MEYER 2002; zur Medienpädagogik: MANDL/ HENSE/ KRUPPA 2003; RÜSCHOFF 2003; BIEBER 2003; MOSER 2003; DICHANZ 2003; KRON/ SOFOS 2003; TULODZIECKI 2000; HERZIG 2001; TULODZIECKI/ HERZIG 2002; MESCHENMOSER 1999 und 2002; SCHÖNWEISS 1998, 2000a und 2000b).

3.3 Pädagogischer Bezug und Erweiterung des Integrationsproblems

Das Integrationsproblem wurde bisher, wie bereits erläutert, nur in Bezug auf die Integration bestimmter Medien bezogen. In diesem Abschnitt wird aufgezeigt, dass *zur vollständigen Lösung des Integrationsproblems im Sinne von medienbezogener Allgemeinbildung* grundsätzlich alle Arten von Medien, d.h. natürliche, personale und technische Medien¹⁰ Berücksichtigung finden müssen.

3.3.1 Ausgangspunkt Allgemeinbildung

Zunächst wird durch einige Stichworte ein kurzer Aufriss des Allgemeinbildungsbegriffs gegeben; er stellt den didaktischen Ausgangspunkt weiterer Überlegungen auch zu den genannten Arten von Medien dar. Nach JANK/ MEYER konkretisiert sich im Allgemeinbildungsbegriff¹¹ das historisch überlie-

⁹ Die Begriffe Alte Medien (d.h. nicht automatisierte technische Medien) und Neue Medien (d.h. automatisierte technische Medien) werden hier vorläufig verwendet. Sie können erst im Gesamtzusammenhang des in dieser Arbeit entwickelten mehrdimensionalen Ansatzes der Mediendidaktik genauer definiert und erläutert werden (vgl. Kap. II-3).

¹⁰ Auch diese Begriffe bezüglich verschiedener Arten von Medien (natürliche, personale und technische Medien) können erst im Gesamtzusammenhang des mehrdimensionalen Ansatzes der Mediendidaktik genauer definiert und erläutert werden (vgl. Kap. II-3.1).

¹¹ „Allgemeinbildung bezeichnet die Fähigkeit des Menschen, in der Auseinandersetzung mit der Welt selbstbestimmt, kritisch, sachkompetent und solidarisch zu denken, zu handeln und sich weiterzuentwickeln.“ (JANK/ MEYER 2002: 211).

ferte Aufklärungspostulat¹². KLAFKI versteht unter (Allgemein)-Bildung eine dialektische Verschränkung von materialer (äußerer) und formaler (innerer) Bildung, die er als kategoriale Bildung¹³ bezeichnet. Sie ist allseitige Bildung für alle Menschen im *Medium des Allgemeinen*.¹⁴ Bereits hier findet sich ein erster Hinweis auf den Medienbegriff. Der prozessorientierte¹⁵ Bildungsbegriff nach HENTIG umfasst sechs stets neu zu erringende Haltungen:

„– Abscheu und Abwehr von Unmenschlichkeit; – die Wahrnehmung von Glück; – die Fähigkeit und den Willen, sich zu verständigen; – ein Bewusstsein von der Geschichtlichkeit der eigenen Existenz; – Wachheit für letzte Fragen; – und – ein doppeltes Kriterium – die Bereitschaft zu Selbstverantwortung und Verantwortung in der *res publica*.“ (HENTIG 1996: 75; kursiv im Orig.)

Als Gegenbegriff zur Bildung nennt HENTIG die *Ausbildung*:

„Bildung ist ein ganz individueller, sich an und in der Person, am Ende durch diese vollziehender Vorgang. «Ich bilde mich», lautet die richtige Beschreibung, jedenfalls wenn man die Menschenbildung im Sinn hat, die man bei Platon und Christus, Rousseau und Pestalozzi, Humboldt und Dewey begründet findet. Sie haben dem Wort Bildung seinen Sinn gegeben. Eine Form, die mir ein anderer aufprägt, macht mich nicht zum Gebildeten, sondern zu einem Gebilde. Und die Ertüchtigung für eine gesellschaftliche Tätigkeit ist etwas ganz anderes und heißt Ausbildung.“ (HENTIG 2000: 11, fett d. Verf.)

Diese didaktischen Grundbegriffe zur allgemeinen Bildung fließen als Gesamtrahmen grundsätzlich in alle Überlegungen der vorliegenden Arbeit mit ein, insbesondere zu den zu berücksichtigenden Arten von Medien. An etlichen Stellen wird darauf explizit verwiesen, dies ist jedoch nicht immer notwendig oder möglich.

3.3.2 Medien in den Lebens- und Lernbereichen des Menschen

Pädagogische Untersuchungen und Lösungsansätze, die auf Allgemeinbildung im vorab beschriebenen Sinn ausgerichtet sind, müssen bestrebt sein, *die ganze Lebenswelt* des Menschen zu berücksichtigen, indem *das Ganze der Lebenswelt* zum Unterrichtsgegenstand wird. Lebenswelt meint hier sowohl die gegenwärtige und zukünftige Alltags- Berufs- und Freizeitwelt eines jeden Schülers wie auch die übergeordneten Zusammenhänge von Natur, Gesellschaft und Technik, in der und mit Hilfe derer gemeinschaftlich gestaltendes Leben stattfindet. Erst durch die in dieser Gesamtheit freigelegten Prinzipien kann dieses Ganze der Lebenswelt auch im Kleinen zum allgemein bildenden, exemplarischen Thema des Unterrichts werden. Dies gilt insbesondere für die Medienpädagogik, die *keine* Fachdidaktik mit Allgemeinbildungsanspruch aus fachlicher

¹² Zum Aufklärungspostulat: „Die einzig vernünftige übergeordnete Norm, an der didaktische Modelle und unterrichtspraktisches Handeln von LehrerInnen und SchülerInnen zu messen sind, ist die Verpflichtung zur Aufklärung und Mündigkeit.“ (JANK/ MEYER 2002: 122)

¹³ Zur kategorialen Bildung: „Bildung ist *kategoriale Bildung* in dem Doppelsinn, daß sich dem Menschen eine Wirklichkeit ‚kategorial‘ erschlossen hat und daß eben damit er selbst – dank der selbstvollzogenen ‚kategorialen‘ Einsichten, Erfahrungen, Erlebnisse – für diese Wirklichkeit erschlossen worden ist.“ (KLAFKI 1963, zitiert nach JANK/ MEYER 2002: 216f, kursiv. i. Orig.) Diese kann erreicht werden durch Orientierung an Schlüsselproblemen in Form des Problemunterrichts (siehe: KLAFKI 1995: 13f) und durch Orientierung an seinem Perspektiven-schemata zur Unterrichtsplanung (siehe: KLAFKI 1980 bzw. 1997a).

¹⁴ Vgl. KLAFKI (1985: 12ff).

¹⁵ Vgl. auch: JANK/ MEYER (2002: 215).

Perspektive, sondern eine dem Grunde nach fachübergreifende, besonders auf Aufklärung ausgerichtete pädagogische Wissenschaft darstellt (vgl. BAACKE 1974 und 1997).

Das Ganze der Lebenswelt des Menschen lässt sich in drei vielfältig zusammenhängende, teils nicht scharf trennbare Bereiche einteilen, in denen der Mensch jeweils zentrale Rollen einnimmt. Diese Bereiche sind die **Natur**, die **Gesellschaft** und die **Technik** (vgl. HEIN 1997: 119). Systemtheoretisch betrachtet, lassen sich drei Hauptklassen von Systemen der Lebenswelt, *natürliche*, *personale* und *technische* Systeme unterteilen. Auch **Medien** können, wie noch näher gezeigt wird, als Systeme aufgefasst werden, was wiederum die Identifikation von drei Arten von Medien, nämlich *natürliche*, *personale* und *technische* Medien erlaubt.

Diese Klassifikation ist auch innerhalb des medienphilosophischen Konzepts der kulturellen Kommunikation nach GIESEKE (2002) erkennbar, welches nachfolgend dargestellt wird.

3.3.3 Das Konzept der kulturellen Kommunikation nach GIESEKE

In seinen *Trendforschungen zur kulturellen Medienökologie* beschäftigt GIESEKE (2002) sich ausführlich mit der Medienfrage im natürlich-soziokulturell-technischen und historischen Gesamtzusammenhang. Er entwickelt das medientheoretische Konzept der kulturellen Kommunikation, in dem er fordert, alle Arten von natürlichen, technischen und personalen Trägersystemen (i.e. „artverschiedene Medien“, ebd.: 179) als gleichberechtigt anzusehen. Die „Mythen der Buchkultur“ (ebd.: 221), welche eine ungerechtfertigte Bevorzugung

- der technischen Trägersysteme
- bestimmter Zeichensysteme (Schriftsprache und zentralperspektivische Modelldarstellung, vgl. GIESEKE 2002: 310f)
- bestimmter Sensualität (Gesichtssinn und Hörsinn, vgl. GIESEKE 2002: 403f) und
- die systematische Vernachlässigung der Ausdrucksfähigkeit des Menschen nach sich ziehen,

sollen überwunden werden. Um diese tief greifenden Zusammenhänge und deren Relevanz für die vorliegende Arbeit plastisch zu machen, sei ein längeres Zitat GIESEKES angegeben:

*„Es gibt nicht nur keine medienlose Verständigung, für den Menschen gibt es auch keine Kommunikation ohne den Einsatz seines **Körpers**. Bekanntlich zeichnen viele Autoren die Kulturgeschichte als Geschichte der Ergänzung der leiblichen durch technische Medien. Aber selbst die technisiertesten Formen digitaler Medien lassen sich nur in Verbindung mit dem einfachen **leiblichen** Verhalten und Erleben des Menschen nutzen. In diesem Sinne gibt es keine ›reine‹ technisierte Kommunikation. Wer von medienvermittelter Kommunikation redet und dabei an die technisierten Formen der Massenkommunikation denkt, spart damit nicht nur weite Bereiche der menschlichen Kommunikation aus, er simplifiziert auch die technisierte Kommunikation. Die technischen Medien und die technisierte Kommunikation sind nur in Koevolution mit den leiblichen Medien und der leiblichen Kommunikation zu haben.*

Das Konzept der kulturellen Kommunikation dient gerade dazu, das Zusammenwirken der verschiedenen **leiblichen** und der unterschiedlichen Typen von **technischen** und **sozialen** Informations- und Kommunikations**medien** zu erkunden. *Es fordert die Kulturpolitik auf, den Körper als Kommunikationsmedium ernst zu nehmen und seine Beziehung zu den anderen Medien zu klären.* Medienerziehung, die sich nur auf technische Medien konzentriert, ist wie die Verkehrserziehung, die nur das Autofahren lehrt. Medienkonzepte, die technisierte Kommunikation und Medien als paradigmatische Situation nehmen, gleichen Verkehrskonzepten, die nur motorisierte Verkehrsteilnehmer und Straßen kennen. Sie planen ohne Fußgänger und vor allem ohne eine Abstimmung zwischen den Fußwegen und Fahrbahnen. Sie haben kein Konzept von Verkehrsberuhigung, keine Vorstellungen von Zebrastreifen, Unterführungen und von Kreuzungen der verschiedenen Verkehrsmittel und -wege. Ihr Idealbild ist die fußgängerfreie Autobahn. Fußgänger und Radfahrer erscheinen als untermotorisierte, behinderte Kraftfahrer. Sie können nur negativ als Mängelwesen erfasst werden. [...] Das Verhalten des einen kann dem anderen Menschen als Informationsmedium dienen – wie die übrige **belebte und unbelebte Natur auch.**“ (GIESEKE 2002: 402f, kursiv im Orig., fett d. Verf.)

GIESEKE tritt demnach vehement ein für eine Berücksichtigung der *gesamten* Breite von Kommunikationsmöglichkeiten, die sich der Mensch durch *das mehrdimensionale Zusammenspiel von natürlichen, personalen und technischen Medien erst eröffnet und erweitert.*

II Theoretische Lösung

In diesem Kapitel wird eine theoretische, konzeptionelle Lösung des **Integrationsproblems** (vgl. Kapitel I) hergeleitet. Dazu werden in einer **Voruntersuchung** die wesentlichen bisher vorhandenen Modelle der Medienpädagogik und der allgemeinen Didaktik in Kapitel II-1 auf ihren Beitrag zur Lösung des Integrationsproblems hin analysiert. In Kapitel II-2 wird daraufhin ein **Meta-Modell** entwickelt, welches das Lernen mit Medien beschreibt. Innerhalb dieses Modells wird der Medienbegriff auf **vier mediale Dimensionen** zurückgeführt, die eine genaue Formulierung des Zusammenhangs von Lernen und Medien im Lernprozess erlauben. Diese medialen Dimensionen werden in Kapitel II-3 ausdifferenziert und als **mehrdimensionaler medienpädagogischer Ansatz** formuliert. Im Sinne der Zielsetzung der vorliegenden Arbeit – Förderung der medienbezogenen Allgemeinbildung – wird in Kapitel II-4 der mehrdimensionale medienpädagogische Ansatz mit weiteren pädagogischen Überlegungen kombiniert und als **mehrdimensionale schülerorientierte Entwicklung von Lehr-Lernumgebungen** dargestellt. Diese vollständige **Lösung** des Integrationsproblems stellt den medienpädagogischen Erkenntnisgewinn der vorliegenden Arbeit dar, der im Praxisteil (III) angewendet wird. In der nachfolgenden mnemotechnischen Skizze werden diese Zusammenhänge veranschaulicht:

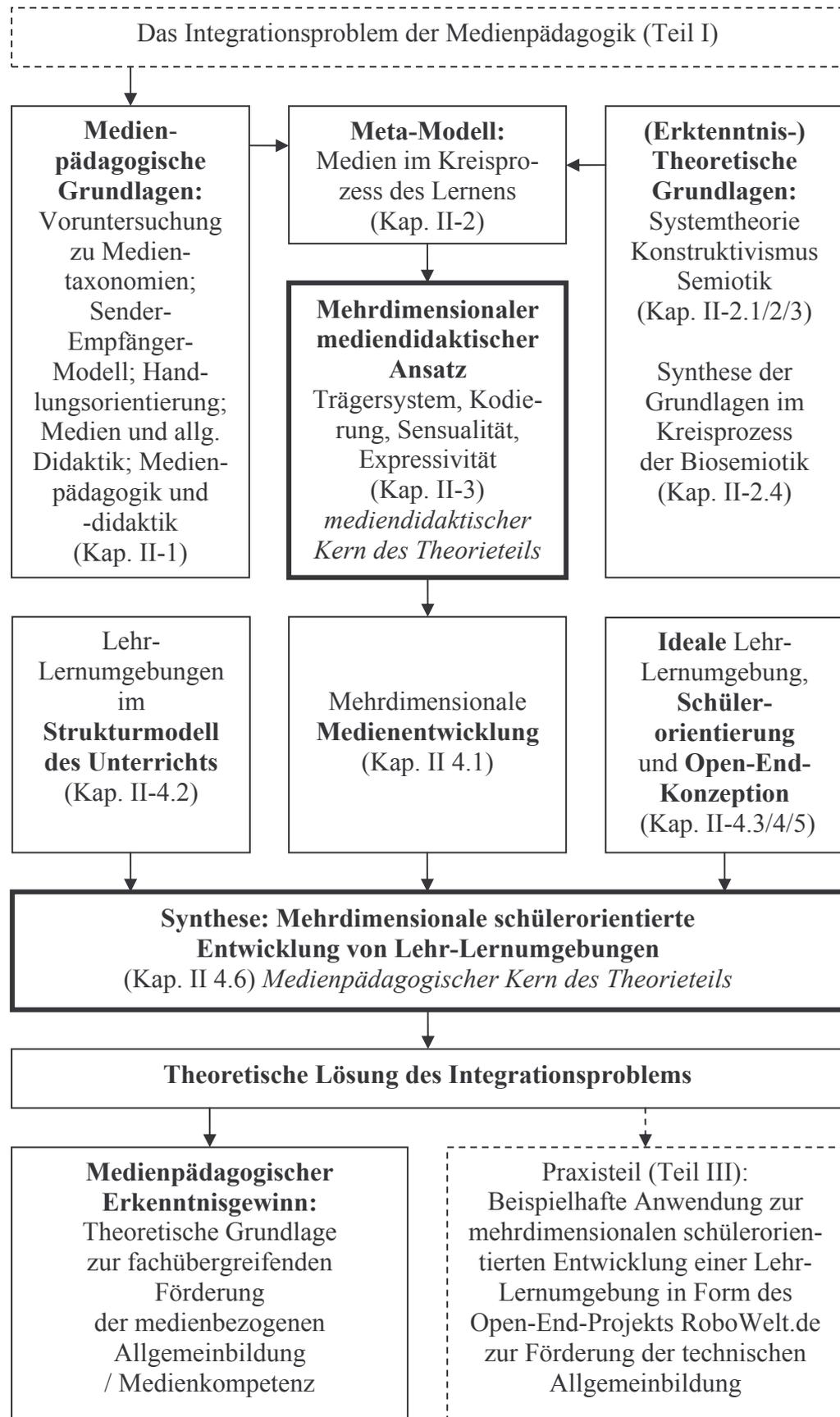


Abbildung 1: Lösungsweg und medienpädagogischer Erkenntnisgewinn des Theorieteils

1 Voruntersuchung

In dieser Voruntersuchung werden bisherige Ansätze und Modelle zur Medienpädagogik dargestellt und daraufhin untersucht, inwieweit sie zur Lösung des Integrationsproblems, d.h. zur Beantwortung der Forschungsfrage beitragen können. Dieses Problem geht zurück auf den fundamentalen **Zusammenhang von Medien und Lernen**. Beide Phänomene sind jeweils mehrdimensional zu charakterisieren; ihre Verknüpfung im Lernprozess ist demnach komplex und ebenfalls mehrdimensional und muss in einer Modellierung *vollständig berücksichtigt werden*.

In diesem ersten Kapitel wird nachgewiesen, dass bisherige didaktische und medienpädagogische Ansätze eindimensional oder auf wenige Aspekte des Gesamtverhältnisses von Medien und Lernen eingeschränkt sind. Dies hat zur Folge, dass sie zwar innerhalb ihres Betrachtungsausschnitts wertvolle Beiträge zur Lösung wichtiger, spezieller Teilprobleme im Lernprozess liefern (die in die weiteren Überlegungen mit einfließen), dass sie aber gerade deswegen den notwendigen Blick für das Ganze einer Lehr-Lernumgebung verlieren und daher keine vollständig ausreichenden Kriterien zur Lösung des Integrationsproblems bieten.

Dieser Umstand einer fehlenden Theorie, die alle medialen Dimensionen integrativ betrachtet, ist auf die historische Entwicklung der Mediendidaktik zurückzuführen, in der sich vier Klassen von Ansätzen grob charakterisieren lassen:

Es sind dies die beiden Klassen eindimensionaler Medientaxonomien oder Bewertungsschemata zu (1) Alten oder (2) Neuen Medien, die auf eine Hierarchisierung und/ oder Verdrängung älterer durch neuere Medien abzielen und deren Zusammenhänge in einer Lehr-Lernumgebung ausblenden. Die beiden weiteren Klassen medienpädagogischer Ansätze berücksichtigen diesen systemischen Zusammenhang zumindest ansatzweise mehrdimensional, beziehen sich jedoch (3) entweder auf den traditionellen *Medienverbund* der Alten Medien (vgl. NIERAAD 1970; FEOLL: INSTITUT FÜR MEDIENVERBUND, MEDIENDIDAKTIK 1974; GREVEN¹⁶ 1998) oder auf (4) Projekte, Untersuchungen und theoretische Modelle zu den Neuen Medien (Multimedia und Internet).

Es lässt sich vorläufig feststellen: Sowohl ältere als auch neuere didaktische und medienpädagogische Theorien beziehen sich, sofern sie überhaupt Medien in Systemen von Lehr-Lernumgebungen betrachten, explizit auf jeweils eine bestimmte Auswahl an technischen Medien und / oder schließen weitere Arten von Medien wie natürliche oder personale Medien aus. Sie sind eindimensional bzw. eingeschränkt, laufen der Unverdrängbarkeitsthese zuwider und können daher nicht ausreichend zu einer grundlegenden Lösung des Integrationsproblems beitragen.

Nachfolgend wird diese These anhand der wesentlichen zur Zeit vorhandenen Modelle der Didaktik, Medienpädagogik und Mediendidaktik nachgewiesen, wobei zum Teil noch weitere Aspekte ergänzt werden, die deren stark einge-

¹⁶ GREVEN verfasst eine historischen Betrachtung des Medienverbunds im Funkkolleg von 1966 bis 1998.

schränkte Brauchbarkeit zur Lösung des Integrationsproblems begründen. Zugleich werden jedoch auch die wichtigen Gesichtspunkte der jeweiligen Ansätze oder Modelle herausgestellt, die unverzichtbare Anteile zur Lösung des Integrationsproblems beitragen und daher im später entwickelten Meta-Modell, dem Kreisprozessmodell des Lernens, Verwendung finden werden.

1.1 Medientaxonomien und -klassifikationen

Ziel der Medientaxonomien und -klassifikationen ist einerseits die Bewertung und Hierarchisierung von Medien vor dem Hintergrund bestimmter methodischer Paradigmen oder praxisbezogener Anforderungen und andererseits ein theoretisches Interesse an einer Grundlegung der Mediendidaktik. Synoptische Darstellungen und Diskussionen verschiedener Medienbegriffe, Medientaxonomien und Klassifikationen finden sich bei DALE (1954), GAGNÉ (1969), DICHANZ/ KOLB (1974), HEIDT (1974), SCHULZE (1978), HAGEMANN/ TULODZIECKI (1978) und (1997) sowie zusammenfassend MESCHENMOSER (1999: 8ff). Bereits HEIDT/ SCHWITTMANN (1976: 123ff) weisen in einer ausführlichen Untersuchung auf die Eindimensionalität und daher stark eingeschränkte Aussagekraft von Medientaxonomien hin. Diese Kritik wird von WEIDENMANN (vgl. 1996: 322ff) aus pädagogisch-psychologischer Sicht und von STRITTMATER / MAUEL (1997: 47ff) aus der Sicht des Lernens mit Multimedia untermauert. Einige dieser Taxonomien und Klassifikationen sind nachfolgend als Einblick in die langjährige Diskussion beispielhaft angeführt, um ihren Beitrag zur Lösung des Integrationsproblems herauszuarbeiten.

1.1.1 Der Erfahrungskegel nach DALE

Im Erfahrungskegel („Cone of Experience“) nach DALE (1954) sollen Medien insgesamt nach dem Grad der Sinnesbeteiligung und der Wirklichkeitsnähe bzw. –ferne der durch das Medium bestimmten jeweiligen Lernsituation geordnet werden, ohne damit eine Rangfolge oder Wertigkeit der Medien festlegen zu wollen:

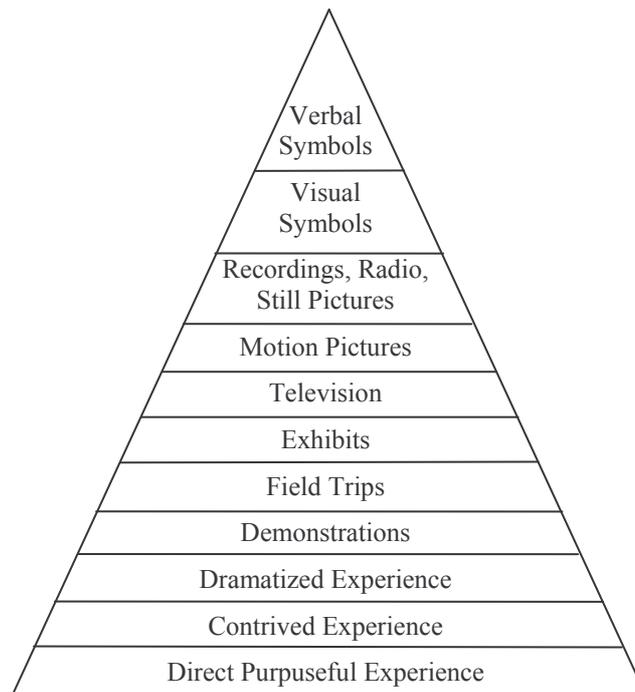


Abbildung 2: Cone of Experience (DALE 1954: 43; nachgezeichnet d. Verf.)

Angefangen bei den direkten, d.h. wirklichkeitsnächsten Erfahrungen steigt der Abstraktionsgrad zur Spitze des Erfahrungskegels, bei der die rein symbolische Erfahrung als wirklichkeitsfernste Lernform angesiedelt ist. DALE verfolgt hier also nicht das Ziel einer Integration, sondern einer Differenzierung von Medien anhand *eines* Kriteriums – der Wirklichkeitsnähe – um somit Entscheidungshilfen für die Auswahl von Medien in der Unterrichtspraxis zu geben.

Diese *eindimensionale* Klassifizierung wirft verschiedene wissenschaftstheoretische Probleme auf, da sie prinzipiell völlig unterschiedliche

- semiotische (symbolisch, ikonisch)
- wahrnehmungspsychologische bzw. physiologische (verbal, visuell)
- didaktisch-methodische (Exkursionen, Unterrichtsfernsehen, Demonstrationen) und
- modelltheoretische (Modelle, Nachbildungen)

Begrifflichkeiten auf qualitativ gleiche Stufen stellt, wodurch eine inkonsistente und widersprüchliche Klassifizierung entsteht: Die semiotische Begrifflichkeit („Symbole“, „ikonisch“ – Indizes wurden ausgelassen) wird nicht von der Sinnesmodalität („visuell“) unterschieden. Methoden („Demonstration“), Ausdrucksfähigkeit („Schauspiel“) des Lernalters und Unterrichtsformen („Exkursionen“) werden vermischt. Ebenso ist nicht ersichtlich, warum ein „Modell“, welches höchste Abstraktionsgrade erreichen kann, in jedem Fall eine direktere Erfahrung darstellen soll als ein „Film“, in dem durchaus nicht nur ikonische Zeichen kodiert sein müssen. Zudem ist der Begriff ‚direkt‘ in Bezug auf Modelle, Nachbildungen und Simulationen in sich widersprüchlich, da ein Modell sich *gerade dadurch* auszeichnet, dass es ein Original abbildet und somit nur dessen *indirekte* Erfahrung ermöglicht. Eine Lösung des Integrationsproblems ist also mit dieser Klassifikation weder beabsichtigt, noch möglich.

1.1.2 Methodische Funktionen von Medien nach GAGNÉ

GAGNÉ (1969) versucht, unterschiedlichen Medienarten verschiedene methodische Funktionen zuzuordnen:

Medien Funktion	Objekte Demon- stration	Mündl. Kommuni- kation	Ge- druckte Medien	Ruhende Bilder	Bewegte Bilder	Ton- film	Lehr- maschi- nen
Reiz- Darbietung	ja	begrenzt	begrenzt	ja	ja	ja	ja
Lenkung der Aufmerk- samkeit und anderer Tätigkeiten	nein	ja	ja	nein	nein	ja	ja
Modell der erwarteten Leitung bereitstellen	begrenzt	ja	ja	begrenzt	begrenzt	ja	ja
Äußere Hilfen geben	begrenzt	ja	ja	nein	nein	ja	ja
Denken steuern	nein	ja	ja	nein	nein	ja	ja
Transfer veranlassen	begrenzt	ja	begrenzt	begrenzt	begrenzt	begrenzt	begrenzt
Ergebnisse überprüfen	nein	ja	ja	nein	nein	ja	ja
Rückmeldung vermitteln	begrenzt	ja	ja	nein	begrenzt	ja	ja

Tabelle 1: Methodische Funktionen verschiedener Medien (GAGNÉ 1969: 230)

Dabei werden sieben Arten von Medien klassifiziert und acht methodischen Funktionen zugeordnet. Aus der sich somit ergebenden Matrix lässt sich für die Entwicklung von Lehr-Lernumgebungen ein integrativer Ansatz ableiten: Es ist *kein* Medium zu finden, welches die methodischen Funktionen durchweg vollständig erfüllt. Nach dieser Klassifikation müssen folglich zur Erfüllung aller methodischen Funktionen stets mindestens zwei Medien in einer Lehr-Lernumgebung **integriert** werden (z.B. Demonstration *und* mündliche Kommunikation).

Nähere Betrachtungen dieser Matrix und weitere Ausführungen von GAGNÉ lassen jedoch erkennen, dass ein solches integratives Konzept hier nicht verfolgt wird, sondern dass auf der Basis von behavioristischen Lerntheorien bestimmte, von Medien kontrollierte Lehrmechanismen beschrieben werden sollen. Hier ist von „Reiz“, „Lenkung“ des Verhaltens und „Denken steuern“ die Rede, wodurch der pädagogische Rahmen der Hinführung zu Aufklärung und Mündigkeit im Sinne der Förderung von Allgemeinbildung verlassen wird.

Zudem wird weder ein klarer, von Methoden abgegrenzter Medienbegriff angegeben (eine Demonstration ist eine Methode, kein Medium) noch wird der Lernprozess in seiner Verknüpfung mit dem Medium thematisiert: die Beschreibung der Funktionen bezieht sich auf die äußeren Einflüsse, die auf das zu belehrende Objekt (den Schüler) einwirken, so dass hier ausschließlich

Lehrfunktionen gemeint sind und die Lernprozesse systematisch vernachlässigt werden.

Eine Lösung des Integrationsproblems im Sinne der Förderung von Allgemeinbildung ist anhand dieses Ansatzes demnach weder beabsichtigt, noch prinzipiell möglich.

1.1.3 Klassifikation des Medienfeldes nach BRUCKER

In seinem Versuch einer Klassifikation des Medienfeldes teilt BRUCKER (1976, zitiert nach W. FAULSTICH 1991: 11) Medien ein in „personale“ und „apersonale“ Medien, letztere wiederum untergliedert er in „reale Gegenstände“, „vortechnische Medien“ und „technische Medien“:

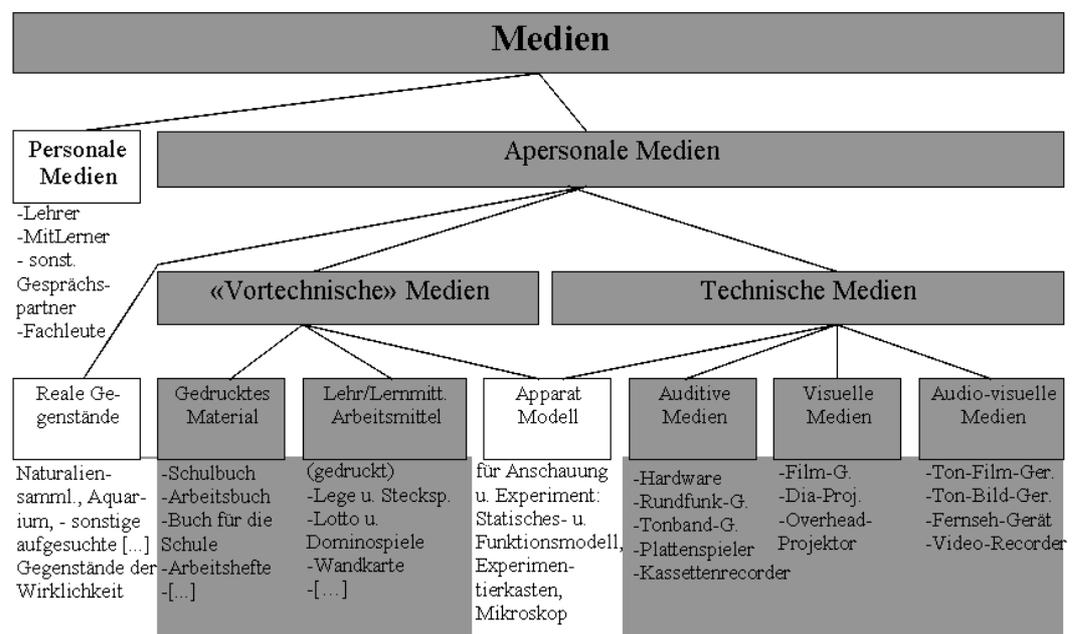


Abbildung 3: Versuch einer Klassifikation des Medienfeldes (BRUCKER 1976, zitiert nach W. FAULSTICH 1991: 11)

Diese Klassifikation akzeptiert auch personale Medien (i.e. personale Trägersysteme) und versucht, aus Sicht der Unterrichtspraxis Medien als physische Objekte in ein Raster zu gliedern und somit eine gewisse Ordnung und Übersicht zu schaffen, die bei der Auswahl von Medien behilflich sein kann.

Sie tendiert damit zu einer gewissen Mehrdimensionalität, die jedoch nicht konsequent durchgehalten wird, da unterschiedliche Eigenschaften von Medien nicht klar benannt und unterschieden, sondern auf gleiche Stufen gestellt werden: Der Sinneseindruck (auditiv, visuell, audiovisuell) wird als Nebenkategorie eines technischen Herstellungsprozesses aufgeführt (gedrucktes Material). Weitere Sinnesorgane bzw. -eindrücke (Haptik, Olfaktorik, Statokinetik) werden ausgeblendet; Neue Medien (Hypertexte, Interaktivität) finden keine Berücksichtigung.

Diese Problematik ist auf eine fehlende theoretische Untermauerung der Klassifikation zurückzuführen, die eine Lösung des Integrationsproblems somit weder beabsichtigt, noch zulässt.

1.1.4 Die Drei-Ebenen-Klassifikation nach ADL-AMINI

ADL-AMINI (1994) versucht in seiner Klassifikation, „den Begriff ‘Medium’ auf drei Ebenen systematisch zu klären.“ (ebd.: 23). Er geht dabei von einem allgemeingültigen, heuristisch-hermeneutisch entwickelten und in der universitären Ausbildungspraxis bewährten Drei-Ebenen-Modell aus, welches alle didaktischen Fragestellungen und Phänomene auf drei Ebenen – eine Zielebene, eine Prozessebene und eine Handlungsebene – zurückführt (vgl. ebd.: 8). Für den Medienbegriff ergibt sich somit die Klassifikation von Medien einmal als *Mittel zum Zweck* (z.B. die Tafel), dann als *gestalteter Inhaltsträger* (z.B. der Film) und drittens als *geformtes Material* (z.B. Montessori-Material). Diese Ebenen werden nachfolgend erläutert.

(1) Das Medium als Hilfsmittel

In den Ausführungen ADL-AMINIS zu dieser Klasse von Medien als *Mittel zum Zweck* lässt sich erkennen, dass hier lediglich auf deren *physische Existenz* abgezielt wird, ohne auf eine Strukturierung, Vermittlung einer Botschaft oder die Funktion des Mediums einzugehen. Einerseits wird also paradoxer Weise die Zweckhaftigkeit dieser Klasse von Medien als unterscheidendes Kriterium herausgestellt, andererseits wird die Vermittlungsfunktion der Tafel, die letztlich in der temporären Speicherung und lokalen Verbreitung von schriftsprachlichen und modellhaften Zeichenträgern¹⁷ für eine Gruppe von Rezipienten besteht, ignoriert. Zudem stellt sich die Frage, welches physisch existente Medium *nicht* zu dieser Klasse gehört, da doch jedes Medium einen Zweck erfüllen *muss*, wenn es im Unterricht eine sinnvolle Verwendung finden soll.

(2) Das Medium als gestalteter Inhaltsträger

In der Beschreibung dieser Kategorie von Medien wechselt ADL-AMINI auf eine gänzlich andere Ebene über, die mit den beiden übrigen Klassifizierung nichts gemein hat. Medien sind hier

„gestaltete Inhaltsträger mit Aufforderungscharakter zum interaktiven Nachvollzug von Sinn.“ ADL-AMINI (1994: 43)

Diese Klassifizierung enthält Formulierungen, die auch auf alle anderen Medien zutreffen: Ordnet ein Rezipient der Botschaft, die durch ein Medium übermittelt wird, einen Sinn zu, so ist dies *prinzipiell* mit einer gewissen Aktivität seinerseits verbunden: *jedes Medium* fordert zur aktiven Rezeption auf, da es sonst für den Rezipienten nicht existiert. Das, was hier als Aufforderungscharakter beschrieben wird, ist daher *keine mediale Eigenschaft*, sondern ein prinzipieller, unhintergebar Teil des Lernprozesses. Der Aspekt der Gestaltung ist grundlegend für jedes Medium: ohne eine Gestaltung ist keine Gestalt und mithin keine Botschaft vorhanden, die rezipiert werden könnte.

¹⁷ Der Begriff Zeichenträger wird noch näher beschrieben. Er bezieht sich auf die Relation von Zeichen untereinander und sieht von der Bedeutung des Zeichens für eine Rezipienten ab.

(3) Das Medium als materialisierte Form

Hier verwendet ADL-AMINI widersprüchliche Formulierungen. Einerseits soll gelten, dass sich die dem Medium „eingepögte Form“ auf die auf die „Formung der seelisch-geistigen Disposition“ des Kindes überträgt (ebd.: 44), andererseits ist es das Kind selbst, das diesen Prozess der „mentalén Selbstentwicklung (Autopoiesis)“ bestimmt (ebd.: 45). In diesem Widerspruch tritt ein Grundproblem der Klassifikation ADL-AMINIS zu Tage: Er schickt seinem Medienmodell kein klares Meta-Modell des Lernprozesses voraus, in dem die Medien in Bezug auf ihre Dimensionen, ihre Funktion und ihren Zweck eingebettet sind.

Fazit: Eine schlüssige Klassifikation ergibt sich nicht aus diesen drei überschneidenden Ebenen, die zudem etliche grundlegende Eigenschaften von Medien eingeschränkt betrachten und die prinzipiellen Gemeinsamkeiten der verschiedenen Arten von Medien nicht als Basis einer Integration herauszustellen. Zu einer Integration von Medien ist diese Klassifikation also nicht geeignet, zumal sie die Neuen Medien und deren qualitativ neue Vermittlungsfunktionen ignoriert.

1.1.5 Medien im Unterricht nach MARTIAL/ LADENTHIEN

Bei MARTIAL/ LADENTHIEN (2002) findet sich eine sehr umfassende und detaillierte Auflistung der im Unterricht verwendeten technischen Medien und ihrer möglichen methodisch-didaktischen Zusammenhänge. Für einzelne technische Medien, insbesondere die Alten (technischen) Medien, entsteht somit ein nützlicher und informativer unterrichtspraktischer Ratgeber, der zudem methodische und lerntheoretische Hintergründe aufarbeitet. Insbesondere wird der Versuch unternommen, den Computer als *ein Unterrichtsmedium von vielen* zumindest durch die Systematik der gesamten Auflistung in ersten Ansätzen in das Feld der technischen Medien zu integrieren.

Allerdings spiegelt sich dieser sinnvolle Ansatz weder im theoretischen Teil, noch in der grafischen Synopse (vgl. ebd.: 25) angemessen wider; der Computer (bzw. Neue Medien) taucht darin nicht auf:

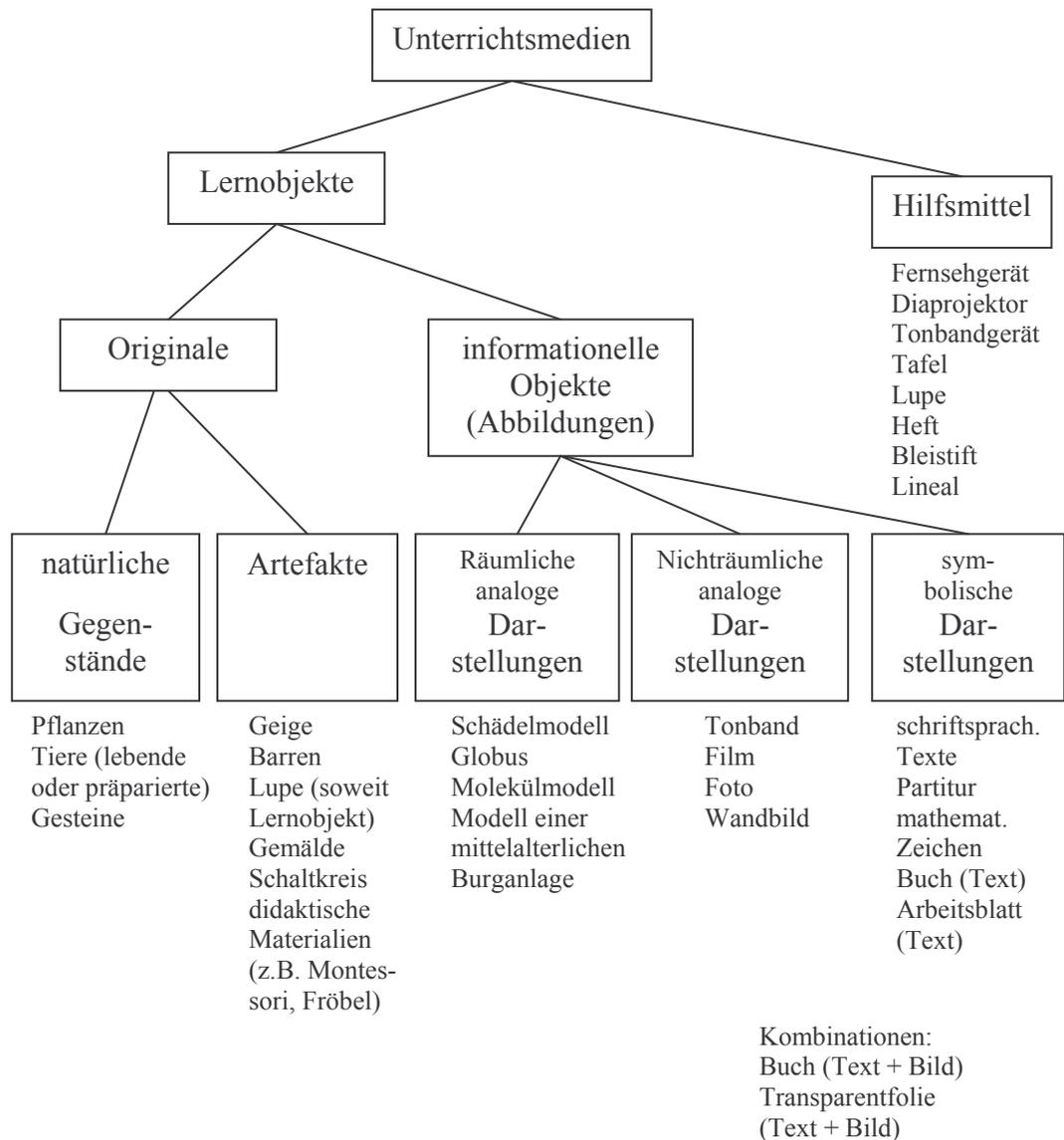


Abbildung 4: Klassifikation der Unterrichtsmedien (MARTIAL/ LADENTHIEN 2002: 25; geändertes Layout d. Verf.)

Die hier vorgenommene Klassifikation teilt Unterrichtsmedien in Lernobjekte und Hilfsmittel ein, wobei letztere ähnlich wie bei ADL-AMINI definiert werden.

Die dort genannten Probleme gelten auch hier. Zur weiteren Einteilung der Lernobjekte wird die *Art der Repräsentation* (originär, analog oder symbolisch) als alleiniges Kriterium herangezogen. Eine klare theoretische Herleitung gerade dieser drei völlig unterschiedlichen Begriffe bleibt aus. Die Wichtigkeit der verschiedenen Sinneskanäle wird zwar herausgestellt, jedoch letztlich nicht berücksichtigt. Dies wird durch die Annahme begründet, dass die Repräsentation des Lernobjekts von größerer Bedeutung als der angesprochene Sinneskanal sei:

„Unterschiede des Sinneskanals spielen sicher eine große Rolle. Das Sehen eines Vorgangs liefert gewiss teilweise andere Information als das Hören. Für die Kennzeichnung der Erfahrung und der Lernvorgänge, die mit Hilfe von Medien gestaltet werden, ist aber die Repräsentation des Lernobjekts von größerer Bedeutung als der Sinneskanal. Wir greifen daher bei der Einteilung der Lernobjekte auf die Art der Repräsentation zurück.“ (MARTIAL/ LADENTHIEN (2002) (2002: 21, kursiv d. Verf.)

Diese Annahme ist empirisch nicht bestätigt (vgl. WEIDENMANN 2002: 45ff) und wird auch nicht weiter begründet, weshalb die Klassifizierung nach MARTIAL/ LADENTHIEN (2002) nicht überzeugen kann. Zudem werden verschiedene mögliche Kodierungen diffus und nicht zwingend bestimmten Trägersystemen zugeordnet und anderen nicht: Die Tafel als Hilfsmittel beispielsweise kann durchaus auch symbolische Darstellungen repräsentieren, vgl. (ebd.: 25) Der Unterschied etwa zwischen Tonband (nichträumliche analoge Darstellung) und Tonbandgerät (Hilfsmittel) bleibt unklar, wo doch das eine ohne das andere nutzlos ist und beide nur zusammen als technisches Trägersystem eine Vermittlungsfunktion erfüllen. Auch die Ausdrucksmöglichkeiten, welche die Medien den Schülern bieten, werden nur am Rande berücksichtigt und tauchen in der Klassifikation (s.o.) nicht auf: insgesamt ist die implizite Rolle des Schülers eine überwiegend passiv belehrte, die durch äußere, medienvermittelte Einflüsse des Lehrers bestimmt wird, was sich auch in der Beschreibung der Medienfunktionen¹⁸ erkennen lässt. Dazu werden genannt:

„Aktivierung; Vorstellung der erwarteten Leistung bereitstellen; Mitteilung; Themengebundene Informationsvermittlung; Lenken der Aufmerksamkeit; Denken anregen und steuern; Strukturierung von Lernprozessen; Unterstützung der Informationsverarbeitung; Akzentuierung; Elementarisierung; Strukturierung des Lernobjekts; Abstraktion; Verallgemeinerung; Lernen von Arbeits- und Denktechniken; Gedächtnisstützende Funktion; Ermöglichung von Erfahrung durch Handhabung; Äußere Hilfe geben; Arbeitsergebnisse sammeln und ordnen; Rückmeldung vermitteln [der Lernende erfährt, ob er auf dem richtigen Weg ist, d.h. es wird nicht gefragt, ob dies auch für den Schüler der richtige Weg ist]; Ergebnisse überprüfen; Diagnostische Funktion; Übung; Differenzierung; Medienerzieherische Funktion.“ (ebd.: 49ff; Angegeben sind die Abschnittsüberschriften, Trennung durch Semikolon d. Verf.)

Die letztere, medienerzieherische Funktion beschränkt sich auf die „Erziehung zum kritischen Rezipienten“ (ebd.: 59). Produktive, selbstgesteuerte und eigenverantwortliche Lernprozesse werden in dieser Modellierung der Funktion von Medien systematisch stark vernachlässigt, wodurch das Leitziel der Pädagogik – die Hinführung des Schülers zu Aufklärung und Mündigkeit – nicht konsequent verfolgt wird.

Auch die qualitativ nachweislich *neuen* Vermittlungsfunktionen der Neuen Medien (Hypertexte, Email, Multimedia etc.) werden in dieser Klassifizierung nicht systematisch als prinzipiell neue Erfahrungs- und Ausdrucksmöglichkeiten berücksichtigt.

Insgesamt wird den Medien eine einseitige Zweckgerichtetheit und unidirektionale Vermittlungsrichtung vom Lehrer zum Schüler zugewiesen, die den Schüler *nicht primär* als selbst bestimmtes, aufgeklärtes, mündiges Subjekt mit

¹⁸ Der Begriff Medienfunktionen im Sinne MARTIAL/ LADENTHIENS ist gleichbedeutend mit methodischen Zwecken zur Erfüllung der Ziele des Lehrers. Funktionen im Sinne der vorliegenden Arbeit sind hier nicht gemeint.

eigenen Zielen und Interessen ansieht, welches in Kommunikations- und Lernprozessen eigenständig Medien auswählen, verwenden und gestalten kann:

„Wie bereits erläutert, ist die Aktivität von Lehrer und Schülern im Unterricht unter dem Gesichtspunkt zu betrachten, daß die Schüler Lernfortschritte erreichen sollen. Diese sind in den Zielen, die Lehrer verfolgen, vorgedacht. Unterrichtsmedien können ebenso wie Unterrichtsmethoden als Instrumente verstanden werden, deren Einsatz dazu beiträgt, die Ziele des Unterrichts [= Ziele des Lehrers, Anm. d. Verf.] zu realisieren.“ (MARTIAL/ LADENTHIEN (2002: 15))

Eine solch restriktive, instrumentelle Definitionen steht im Widerspruch zu den Ausführungen im Kapitel „Lernen mit Unterrichtsmedien“ (ebd.: 27ff) in denen offensichtlich weitgehend folgenlos auf konstruktivistische Lernmodelle nach PIAGET verwiesen wird. Dass auch Schüler im Unterricht Ziele entwickeln und medial realisieren können, liegt nicht im Betrachtungsraum von MARTIAL/ LADENTHIEN.

Im Abschnitt „Lehren und Lernen mit dem Computer im Unterricht“ (ebd.: 318), der allerdings in keiner systematischen Verbindung zu den Klassifikationen der Unterrichtsmedien der vorhergehenden Abschnitte steht, werden ansatzweise auch schülerorientierte Lernmöglichkeiten mit Computer und Internet erwähnt. Es werden etliche methodische Möglichkeiten aufgezählt, die der Einsatz des Computers im Unterricht bietet. Allerdings werden hier nicht die prinzipiellen Unterschiede und Gemeinsamkeiten verschiedener Medien und ihr integratives Potenzial grundsätzlich herausgearbeitet. Dies erfolgt auch nicht in dem knapp gehaltenen Abschnitt „Der Computer im Medienverbund“ (ebd.: 326), wo dies eigentlich zu erwarten wäre. Hier beschränkt sich die Darstellung lediglich auf triviale, äußerliche Merkmale, welche letztlich die oben kritisierte, didaktisch überholte lehrtheoretische Grundposition unterstreichen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass MARTIAL/ LADENTHIEN eine Fülle von grundlegenden und wichtigen Informationen auf der äußerlichen und methodischen Ebene von Alten und Neuen Medien zusammentragen, die einen sinnvollen Katalog der Möglichkeiten ihres Einsatzes im Unterricht darstellen. Eine vollständige, mehrdimensionale Lösung des Integrationsproblems im Sinne der Förderung der Allgemeinbildung kann jedoch aus diesen Darstellungen nicht abgeleitet werden.

1.1.6 Zwischenfazit

Es lässt sich festhalten, dass die hier exemplarisch genannten Medientaxonomien und -klassifikationen vorwiegend einer wichtigen und unterrichtspraktisch hilfreichen Hierarchisierung der Medien als konkurrierende Alternativen in Bezug auf bestimmte didaktische Situationen dienen: die hier relevante Frage ‚Welches Medium ist das beste?‘ kann in vielen Fällen anhand von Taxonomien beantwortet werden.

Diese eindimensionale Sicht ermöglicht jedoch keine grundlegende Modellierung des systematischen Zusammenspiels von Medien in Lehr-Lernumgebungen und ist daher nicht zur Lösung des Integrationsproblems geeignet.

1.2 Medien im Sender-Empfänger-Modell

Das Sender-Empfänger-Modell der Kommunikation ist für die kommunikationstheoretische Mediendidaktik, deren Modellierung des Zusammenhangs von Medien und Lernen und damit auch für das Integrationsproblem der vorliegenden Arbeit von grundlegender Bedeutung. Es wird daher an dieser Stelle näher erläutert.

1.2.1 Mathematisches Kommunikationsmodell

Das Sender-Empfänger-Modell der Kommunikation baut auf dem informationstheoretischen Modell von SHANNON (1948)¹⁹ auf, welches ausschließlich zur Beschreibung äußerer, empirisch beobachtbarer technischer Vorgänge der Übertragung von Daten zwischen technischen Systemen entwickelt wurde: Zwischen der Senderseite und der Empfängerseite wird ein Signal übertragen, welches, durch eine Störungsquelle verändert, empfangen wird:

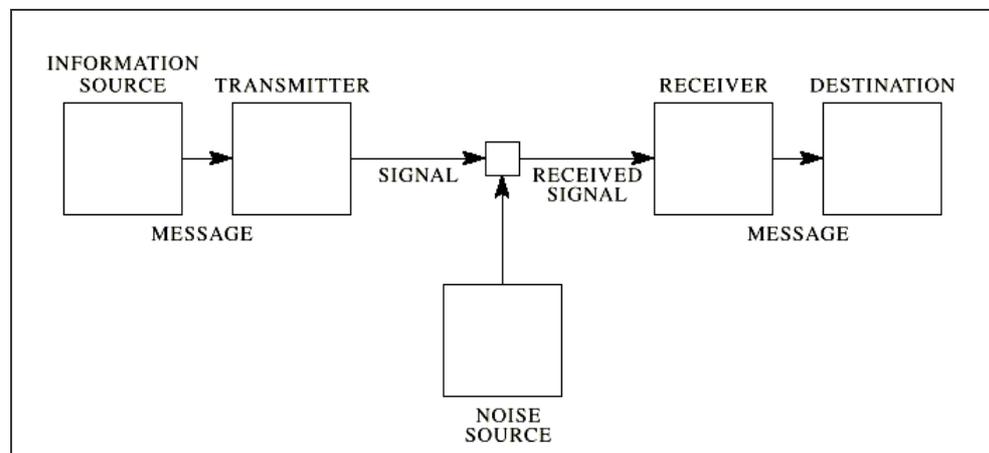


Abbildung 5: Mathematisches Kommunikationsmodell (SHANNON 1948: 2)

Diesem Vorgang wird der mathematische Satz zugrunde gelegt, dass prinzipiell jeder Zeichenträger und also auch jede daraus syntaktisch strukturierte Botschaft (i.e. jedes Signal) durch eine endliche Zahl kleinster struktureller Einheiten oder Relationen der Elemente des Trägersystems dargestellt werden kann. Dies gilt auch für die Relationen der Elemente, d.h. Materieteilchen von physisch realen, dreidimensional-räumlichen Objekten mit bestimmter Größe, Form, Farbe, Masse etc. Diese kleinsten Einheiten struktureller Eigenschaften werden als *Bits* bezeichnet und dienen in der Mathematik und Informatik als Maßeinheit für die *Information*²⁰. MERTEN (1999) erläutert und kommentiert dieses Modell und seine *fehlerhafte Übertragung* auf die Kommunikationstheorie:

¹⁹ Dieses Modell wurde später von SHANNON und WEAVER weiterentwickelt.

²⁰ Der Begriff Information wird in der vorliegenden Arbeit jedoch bewusst nicht in diesem Zusammenhang verwendet, zum einen, um ein in sich konsistentes *semiotisches* Begriffssystem durchhalten zu können, zum anderen, weil in der Literatur und im allgemeinen Sprachgebrauch der Begriff Information auch undifferenziert für pragmatisch-semantische Bedeutungen verwendet wird.

[Das mathematische Kommunikationsmodell nach SHANNON] „beschreibt als perfekt formalisiertes Modell in mathematischen Termini die Probleme, die die korrekte syntaktische Übertragung von elektronisch verschlüsselten Aussagen („Messages“) erzeugt: Wie viel Bits können pro Zeiteinheit durch elektrische Impulse von einer Quelle (*Source*) zu einem Ziel (*Destination*) übertragen werden? Unglücklicherweise übertrug Wilbur Schramm [...] dieses Modell leichtfertig – als Sender-Empfänger-Modell – auf die Kommunikationswissenschaft und legte damit den Grundstein für ein Jahrzehnte andauerndes und gleich doppeltes Missverständnis von Kommunikation: Einmal, weil ‚Bedeutungen‘, die der Kommunikator einer Information zuschreibt, nicht übertragen werden können und mithin niemals identisch zu denen des Rezipienten sein können. Dieser Fehlgriff ist umso erstaunlicher, als Shannon/Weaver ausdrücklich feststellen, dass ‚semantic aspects of communication are irrelevant to the engineering problem‘. Zum anderen, weil hier auch die Idee des Containers übernommen wurde und damit suggeriert wird, daß man etwas Identisches vom Kommunikator zum Rezipienten transferieren könne.“ (MERTEN 1999: 74f)

Die Übertragung des Sender-Empfänger-Modells auf die Kommunikationswissenschaft ist demnach also als problematisch anzusehen und entspricht heute nicht mehr dem Stand der Forschung in dieser Disziplin. In MERTENS letzter Aussage findet sich jedoch die Implikation, dass *gar nichts* Identisches zwischen Kommunikator und Rezipient übertragbar sei (vgl. Zitat oben). Offensichtlich und empirisch nachweisbar ist ein *Zeichenträger in der syntaktischen Zeichendimension sehr wohl auch auf den Menschen identisch übertragbar und mit ihm austauschbar*, wie ein einfaches Beispiel zeigt: Schreibt ein Schüler einen Text von der Tafel fehlerfrei ab oder lernt diesen auswendig und reproduziert ihn später wörtlich, so hat er offensichtlich *syntaktische* Tätigkeiten durchgeführt, die keinerlei Interpretationsspielraum zulassen und prinzipiell gleichwertig von einer Maschine durchgeführt werden könnten, zumindest was die hier angesprochene interpretationsfreie und objektive syntaktische Ebene anbelangt.²¹ Durch diese Tatsache (und nur durch diese) begründet sich überhaupt erst die Möglichkeit der syntaktischen Interaktion von Mensch und Maschine.

Die Funktionen von Medien, die – wie später noch näher erläutert wird – in der *äußeren syntaktischen* Übertragung von Botschaften zwischen Menschen liegen, können also sehr wohl durch das technische Sender-Empfänger-Modell dargestellt werden. Darin erschöpft sich jedoch die Darstellungsfähigkeit und Eignung dieses Modells, was sehr genau beachtet werden muss, wenn falsche Schlüsse bezüglich des Lernprozesses vermieden werden sollen.²² Letzterer spielt sich wesentlich (wenn auch nicht ausschließlich) auf den davon wohl zu unterscheidenden semantischen und pragmatischen inneren Ebenen der *Zeichenbedeutung* ab. Diese Argumentation führt zur Übertragung des Sender-Empfänger-Modells auf die Mediendidaktik, welche nachfolgend beschrieben wird.

²¹ Die syntaktische, semantische und pragmatische Ebene der Zeichenbedeutung wird später näher erläutert.

²² Vgl. etwa die letztlich gescheiterten Ansätze der kybernetischen Didaktik oder der Curriculdidaktik (CUBE 1982 und MÖLLER 1973).

1.2.2 Kommunikationstheoretische Mediendidaktik

Ungeachtet der obigen Einwände übertrugen nach SCHRAMM (1954: 4ff) auch PRAKKE (1968) und KOSZYK/ PRUYS (1970: 191) das Sender-Empfänger-Modell in verschiedenen erweiterten Varianten auf die Kommunikationswissenschaft. KOLB (1974) wiederum entlehnt der Kommunikationswissenschaft verschiedene Sender-Empfänger-Modelle und entwickelt daraus seine kommunikationstheoretische Mediendidaktik, die nachhaltig rezipiert und erweitert wurde (vgl. MESCHENMOSER 1999). KOLB differenziert Kommunikation in direkte d.h. letztlich ‚medienfreie‘ Kommunikation (vgl. Abb. Abbildung 6) und indirekte, technisch vermittelte Kommunikation (vgl. Abbildung 7).

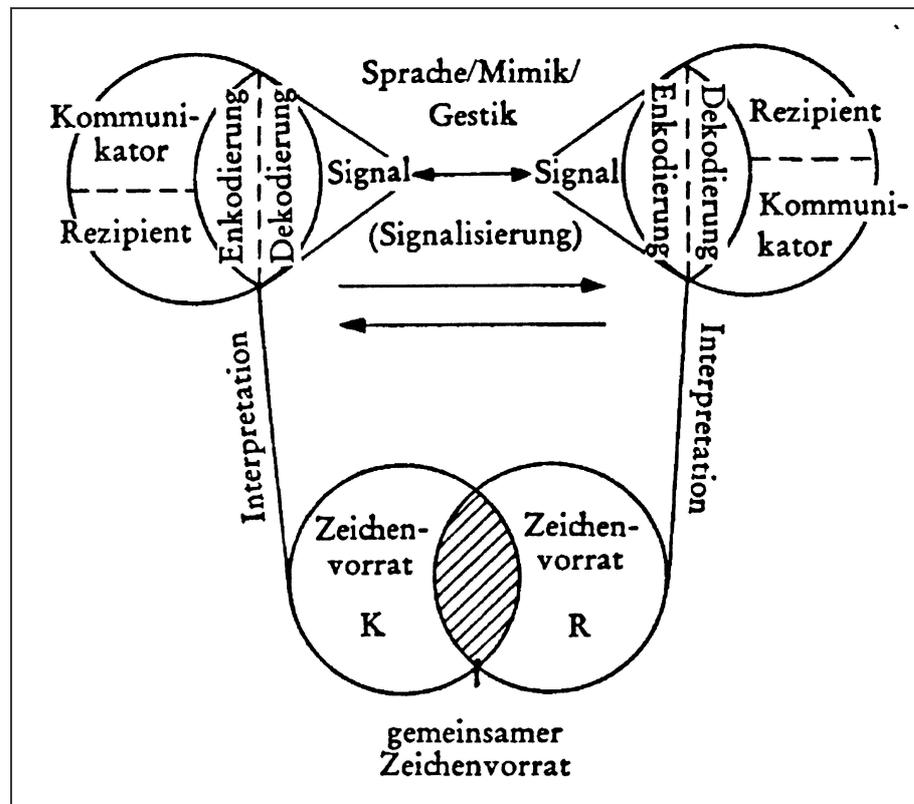


Abbildung 6: Schema direkter Kommunikation (KOLB 1974: 50)

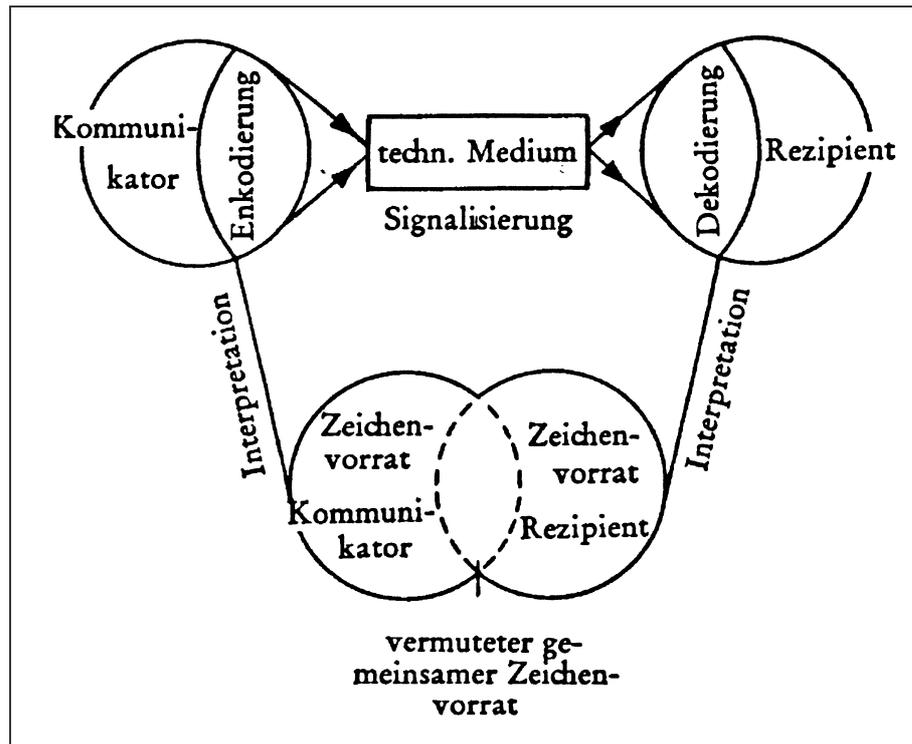


Abbildung 7: Schema indirekter Kommunikation (KOLB 1974: 59)

Diese Modelle bergen die selbe prinzipielle, bereits beschriebene Problematik des Sender-Empfänger-Modells: Sowohl bei der indirekten als auch bei der direkten Kommunikation müssen notwendiger Weise immer Zeichenträger übermittelt werden, deren Bedeutungen erst vom Rezipienten konstruiert werden. Dieser Umstand ist nicht nebensächlich, da erst seine explizite Berücksichtigung eine sinnvolle Modellierung des gesamten Lernprozesses ermöglicht, aus dem das mehrdimensionale, komplexe Verhältnis von Lernen und Medien hervorgeht. Auch die Einführung des *gemeinsamen Zeichenvorrats* stellt lediglich eine zwar wichtige, aber nicht entscheidende Ergänzung auf syntaktischer Ebene und keine entscheidende qualitative Verbesserung des Gesamtmodells dar. KOLB argumentiert, allein aus dem Faktor „gemeinsamer Zeichenvorrat“ können Rückschlüsse über das Gelingen des Lernprozesses, sowohl bei direkter als auch indirekter Kommunikation, gezogen werden:

„4. Die Mitteilungen sind vom Empfänger zu entschlüsseln, damit 5. die Aussageintention interpretiert werden kann. Diese Entschlüsselung wird um so eher gelingen, je mehr der vermutete Zeichenvorrat mit dem realen Zeichenvorrat des Empfängers übereinstimmt.“ KOLB (1974: 60)

Eine nähere Betrachtung des Konstrukts des gemeinsamen Zeichenvorrats lässt erkennen, dass hier eigentlich ein gemeinsamer *Bedeutungsvorrat* gemeint sein muss, denn ohne eine gemeinsame Bedeutung sind Zeichen für eine Verständigung nutzlos. Dadurch wird jedoch das gesamte Modell widersprüchlich, da nun die Frage zu stellen ist, wie denn dieser gemeinsame Bedeutungsvorrat zu Stande kommt, wenn er doch dann gerade *die Voraussetzung und nicht die Folge* gelingender Kommunikation darstellt.

Modelle, die auf dem Sender-Empfänger-Modell aufbauen, erklären somit also nichts weiter als die Übertragung von Zeichenträgern, von bedeutungslosen

Botschaften; der entscheidende pragmatisch-semantische Lernprozess im Innern des Schülers, der erst zur Konstruktion der Bedeutung von Zeichen führt, bleibt beim Sender-Empfänger-Modell unberücksichtigt. Ein weiteres Problem ergibt sich aus diesem Modell: Lernprozesse sind offensichtlich auch ohne Sender möglich, z.B. in dem Fall, bei dem ein Kind Vergleichsexperimente bezüglich der Form, Farbe, Masse, Elastizität etc. verschiedener Gegenstände durchführt und dabei spielend deren Gemeinsamkeiten, Unterschiede und sonstige Eigenschaften lernt. Solche senderlosen, objektorientierten Lernprozesse, die einen wesentlichen Anteil auch des schulischen Lernens ausmachen, können anhand des Sender-Empfänger-Modells nicht hinreichend erfasst werden. Der komplementäre Begriff der „direkten“, „unvermittelten“ (KOLB 1974: 57) d.h. letztlich implizit medienfreien und „unmittelbaren“ (SCHULZ 1997: 51) Kommunikation suggeriert zudem, dass eine Übertragung von Sinn von einer auf die andere Person möglich sei.

1.2.3 Zwischenfazit

Die Sender-Empfänger-Modelle der kommunikationstheoretischen Mediendidaktik beschreiben zumindest *auf syntaktischer Ebene* wesentliche Elemente der Kommunikation und des Lernens mit Medien und bilden daher *eine* für die vorliegende Arbeit unverzichtbare, wenn auch bei weitem nicht hinreichende Grundlage einer Modellierung dieses Zusammenhangs. Es vernachlässigt jedoch insbesondere die produktiven und bedeutungstiftenden pragmatisch-semantischen Aspekte des Lernprozesses auf Schülerseite und ist daher für eine vollständige, mehrdimensionale Modellierung und Lösung des Integrationsproblems unzureichend.

1.3 Medien als Vermittler kommunikativer Handlungen

Wie im vorherigen Abschnitt erkennbar wurde, besteht ein wesentlicher Mangel der kommunikationstheoretischen Mediendidaktik in der systematischen Vernachlässigung der pragmatischen, d.h. von zwischenmenschlicher, persönlicher Interpretation und Handlung abhängigen Zeichenbedeutung. Die in dem nun folgenden Abschnitt beschriebenen medienpädagogischen Ansätze fokussieren auf diesen für die vorliegende Arbeit wichtigen, wenn auch nicht allein hinreichenden Aspekt des Lernens mit Medien und werden daher erläutert.

1.3.1 Medien im Modell der symbolischen Interaktion

Das Modell von Kommunikation als symbolisch vermittelte Interaktion bezieht sich, so KRON/ SOFOS (2003: 60ff), auf die Handlungstheorie von WEBER und den symbolischen Interaktionismus nach BLUMER und MEAD. Es baut allein auf die soziale Komponente der Verwendung von Symbolen oder *Gesten* (hier sind allgemein Zeichen gemeint) in kommunikativen Handlungsprozessen. Somit wird eine wichtige, nämlich die pragmatische Dimension von Zeichen im Lernprozess verstärkt berücksichtigt, so dass dieses Modell einen wichtigen Beitrag zur Lösung des Integrationsproblems liefert. KRON/ SOFOS konstatieren:

„Zur Begründung und Praxis einer modernen interaktiven Medienarbeit ist [...] das zweite Modell [der symbolischen Interaktion] zwingend. Die Arbeit mit interaktiven Medien für SchülerInnen und LehrerInnen bietet Chancen, Kommunikation als symbolische Interaktion zuzulassen oder zu ermöglichen, in der das bisher kaum genutzte Potenzial an Fähigkeiten bzw. Kompetenzen von kulturellem Wissen, Interessen und Motivationen zum Tragen kommen kann.“ (ebd.: 61)

Allerdings modelliert dieser Ansatz nicht die Lernprozesse, die zwischen einem einzelnen Lerner und einem *Objekt* ablaufen. Diese objektorientierten, *semantischen* Bedeutungen sind ein wesentlicher Anteil eines vollständigen Lernprozesses. Dies bedeutet: Der Ansatz der symbolischen Interaktion stellt den wichtigen Aspekt der pragmatischen Zeichenbedeutung heraus, der beispielsweise beim Sender-Empfänger-Modell ausgeblendet wird. Die pragmatische Ebene allein reicht jedoch nicht aus, die Vermittlungsfunktion von Medien vollständig zu beschreiben und das Integrationsproblem zu lösen.

1.3.2 Medien in der Gestaltungspädagogik

HOFFMANN (2003) beschreibt eine weitere Ausprägung der Medienpädagogik anhand der Gestaltungspädagogik²³. Sie sieht Medien als

„Zeichen- und Informationsträger bzw. Zeichensystem, das die Kommunikation zwischen mindestens zwei Partnern unterstützt und/ oder ermöglicht.“ (ebd.: 37ff)

Dieser Ansatz betont zwei wichtige Aspekte des Lernens mit Medien, die in den bisher genannten Ansätzen vernachlässigt werden:

- Erstens werden die *subjektive Befindlichkeit* und die *persönliche Bedeutung* medialer Kommunikation für den Rezipienten in ihrem pragmatischen Verhältnis zu Kultur und Gesellschaft verstärkt berücksichtigt.
- Zweitens wird die *aktive Gestaltung* von Medien gleichberechtigt neben die sinnliche Wahrnehmung im Lernprozess gestellt, was ebenfalls in anderen Modellen nicht der Fall ist:

„In den Vordergrund gerückt wird **gegen eine Aneignung kognitiver Aspekte** eine ganzheitliche Sicht und eine Aneignung durch praktisches Tun. Damit erhält die Ebene des sinnlich Wahrnehmbaren und Gestaltbaren besonderes Gewicht.“ (ebd.: 37, fett d. Verf.)

Problematisch ist jedoch, dass in dieser Modellierung die kognitiven Aspekte von denen der Wahrnehmung getrennt werden, um *letzteren* (in der Tradition des Sensualismus) den Vorrang einzuräumen. Indem zugleich jedoch die *kognitive Reflexion* als konstituierende ästhetische Dimension von Bildung aufgeführt wird, entsteht eine paradoxe Forderung innerhalb des Modells:

„Wird in der theoretischen Dimension die Erkenntnisfähigkeit, in der praktischen die Handlungsfähigkeit des in Bildung begriffenen Individuums zum Thema, so in der ästhetischen Dimension die **Reflexion** des Verhältnisses seiner subjektiven Befindlichkeit als Leib-Seele-Wesen zum kulturell oder gesellschaftlich Allgemeinen“ (MOLLENHAUER 1989, zitiert nach HOFFMANN 2003: 37, fett d. Verf.)

²³ Diese ist zu unterscheiden von der Gestaltpädagogik (vgl. BÜRMAN: 1992), die sich auf die Gestalttheorie bzw. Gestalttherapie nach BROWN und PERLS bezieht.

Insgesamt zeigt die Gestaltungspädagogik also wichtige Aspekte zur Modellierung des medialen Lernprozesses. Sie ist jedoch aufgrund ihrer Vernachlässigung der syntaktischen Dimension des Lernprozesses und einer in sich widersprüchlichen Konzeption für eine Lösung des Integrationsproblems unzureichend.

1.3.3 Medien im handlungsorientierten Unterricht

(1) GUDJONS (2001)

Wie in den vorher beschriebenen Ansätzen spielen Medien auch im handlungsorientierten Unterricht eine wichtige Rolle. Dieser ist weder eine eigenständige didaktische Theorie, noch ein Modell, sondern „eine Art Sammelname für recht unterschiedliche methodische Praktiken“ (GUDJONS 2001: 10) einer langen, praxisorientierten Tradition, die bis auf die Reformpädagogik zurückgeht. Es können daher nur einige wichtige Aspekte zu Medien im handlungsorientierten Unterricht – hier mit Bezug auf die synoptische Darstellung nach GUDJONS (2001) – angerissen werden. Medien sind Vermittler rezeptiver und produktiver, objektorientierter und kommunikativer Erfahrung vor allem »aus erster Hand«, die für die positive Entwicklung der Persönlichkeit und der kognitiven Strukturen im Lernprozess von entscheidender Bedeutung sind:

„[...] handlungsorientierter Unterricht ist ein notwendiger Versuch, eine (schul-)pädagogische Antwort zu finden auf den tiefgreifenden Wandel des kulturellen Aneignungsprozesses von Kindern und Jugendlichen in einer Welt, in der die Erfahrung aus »zweiter Hand« [insbesondere durch die technischen Medien] jene »aus erster Hand« [mit physisch realen Objekten] zu überlagern beginnen (G. U. Becker 1986) [24] – mit allen Folgen für die Entwicklung der Persönlichkeit, aber auch für den Aufbau kognitiver Strukturen [...] der vom Schrumpfen von Handlungsmöglichkeiten direkt beeinflusst wird.“ (GUDJONS 2001: 13f)

Einen Grund für den behaupteten tief greifenden, als nachteilig erachteten Wandel der Lebens- und Lernbedingungen sieht GUDJONS unter anderem in den Neuen Medien:

„In einer Welt, in der die ursprüngliche Erfahrung ohnehin immer knapper wird, fördern die »neuen Technologien« eher die Tendenz, die in ihnen präsente Logik für die Realität zu nehmen. Inzwischen ist die Nutzung des Internet aus den modernen Schulen aber nicht mehr wegzudenken. Kulturkritisch-apokalyptische Warnungen sind daher ebenso fehl am Platz wie eine unkritische Umgangsweise: Heute geht es um die Anerkennung einer zunehmenden Komplexität der Wirklichkeit und damit um eine pädagogische »Kultivierung der Medien« [...], d.h. auch um die Integration des Computers in den handlungsorientierten Unterricht (Ritter 1995) [...].“ (ebd.: 17f, kursiv im Orig.)

Die Integration der Neuen Medien in den handlungsorientierten Unterricht, der sich vorwiegend auf technische Medien stützt, wird also auch von Seiten dieser didaktischen Strömung kritisch angemahnt. Allerdings sind die zum Teil undifferenzierten und sachlich fragwürdigen Ausführungen²⁵ von GUDJONS nicht als

²⁴ Quellenangabe bei GUDJONS (2001): G. U. Becker (1986): Erfahrungen aus erster Hand – Erfahrungen aus zweiter Hand. In: WPB H. 2/1986: 40ff).

²⁵ Offensichtlich sind mit seinem Hinweis auf die Veränderungen der Lebenswelt die technischen Veränderungen gemeint, die er als generell negativ erscheinen lässt. Dazu führt GUDJONS konkrete Beispiele an, etwa in Bezug auf Verkehrstechnik („die Straße [...] droht zur

Grundlage der geforderten Integration der verschiedenen Arten von Medien geeignet.

Dennoch wird mit der Betonung der Wichtigkeit originärer medialer Erfahrung an realen Objekten ein grundlegender Aspekt des Integrationsproblems genannt. Physisch reale Objekte sind unverzichtbarer Bestandteil der Kodierung von Botschaften in Lernprozessen. Dieser wichtige Gesichtspunkt wird später unter dem Begriff der *idealen Lehr-Lernumgebung* als zentrales Element einer schülerorientierten mehrdimensionalen Medienentwicklung aufgegriffen.

(2) RITTER (1995)

Im vorhergehenden Abschnitt ist GUDJONS' Forderung nach einer Integration des Computers im handlungsorientierten Unterrichts dargelegt worden. Er reagiert damit unter anderem auf RITTER (1995), der in einer ausführlichen Untersuchung die „Vermeidungshaltung“ (ebd.: 71) einiger Vertreter des handlungsorientierten Unterrichts und anderer offener Unterrichtskonzepte gegenüber technischen Medien herausarbeitet und kritisiert. RITTER schlägt seinerseits eine Lösung zur Integration des Computers in den handlungsorientierten Unterricht vor und legt dabei, dem handlungsorientierten Ansatz entsprechend, einen weiten Medienbegriff nach WITTERN (1986) zu Grunde. Danach ist ein Medium

„Träger von Inhalten, Zielen, Methoden und ihm eigenen Formen medialer Vermittlung“ (ebd.: 32, zitiert nach RITTER 1995: 82).

Eine Lösung des Integrationsproblems der vorliegenden Arbeit ergibt sich daraus jedoch nicht, da es RITTER in seiner weiteren Untersuchung, *nicht* um die Integration aller Arten von Medien in Lehr-Lernumgebungen geht, sondern lediglich um die Betrachtung der Vermittlungseigenschaften des Computers:

„Da in dieser Arbeit mit dem Computer ein technisches Medium im Mittelpunkt steht, soll nachfolgend die besondere Stellung dieser Mediengruppe innerhalb der Lehr- und Lernmittel hervorgehoben werden.“ (RITTER 1995: 66)

RITTER schränkt seine Betrachtungen zudem auf bestimmte Unterrichtssoftware ein und geht zudem unter Rückgriff auf BOECKMANN (1981) von einem eingeschränkten Begriff des Computers als *Speichermedium* aus, wobei die Funktionen der Wandlung und des Transports durch Computersysteme nicht berücksichtigt werden:

„Die Speichermedien sind also in der Lage, die Funktionen sämtlicher anderer Medien außer Handlungsobjekten gewissermaßen ‚aufzusaugen‘, d.h. sie bieten die Möglichkeit, vor allem in technisch anspruchsvollen Spielarten, z.B. Video, die gesamte Medienkomponente von Unterricht aufzunehmen.“ (BOECKMANN 1981: 56, zitiert nach RITTER 1995: 67)

bedeutungslosen Verbindungslinie zu werden – für Kinder unbespielbar“), auf Bautechnik („je höher die Wohnung liegt, umso häufiger spielt das Kind in der Wohnung“), auf die Spielwarenindustrie und die Informations- und Kommunikationstechnik generell (beide Zitate GUDJONS 2001: 14ff, vgl. ebd.). Gleichwohl nimmt GUDJONS ohne weitere theoretische Fundierung *einzig* den Computer aus dem Kanon der *negativen* technischen Entwicklungen heraus, was seine ambivalente Einstellung den technischen Medien gegenüber verdeutlicht: „Der Umgang mit dem Computer kann ohne Zweifel Denkprozesse fördern“ (ebd.: 17).

Eine Betrachtung der Vermittlungsfunktionen des Internet wurde nicht vorgenommen. Dennoch finden sich hier wertvolle didaktische und integrative, jedoch fachdidaktisch eingegrenzte Anregungen, insbesondere für den Einsatz von Software in Kombination mit den traditionellen Medien des fremdsprachlichen Unterrichts.

1.3.4 Zwischenfazit

Eine vollständige Modellierung des medialen Lernprozesses ist, den vorherigen Untersuchungen zufolge, auch mit diesen Ansätzen nicht gegeben, da die syntaktische und semantische Ebene der Vermittlungsfunktion nicht ausreichend berücksichtigt werden und die Konzepte jeweils theoretische Widersprüche bzw. sachliche Inkonsistenzen aufweisen. Somit fehlt auch hier eine vollständige mehrdimensionale Grundlage zur Lösung des Integrationsproblems.

1.4 Medien in allgemein didaktischen Modellen und Ansätzen

Seit jeher befasst sich auch die allgemeine Didaktik mit den Medien als Einflussfaktoren des Lehrens und Lernens. In diesem Abschnitt werden daher beispielhaft die wesentlichen didaktischen Modelle sowie ihr Verständnis des Verhältnisses von Medien, Lehren und Lernen skizziert und deren jeweiliger Beitrag zur Lösung des Integrationsproblems im Sinne der Förderung von Allgemeinbildung herausgearbeitet.

1.4.1 Medien bei COMENIUS

Bereits im 17. Jhdt. befasst sich COMENIUS in seiner Großen Didaktik mit den Medien (in A. FLITNERS deutscher Ausgabe ist von *Stellvertretern* die Rede) und ihrer Verwendung im Unterricht, der gleichbedeutend mit Lehre zu verstehen ist (vgl. Comenius 1985: 134). Er legt dabei implizit das bereits kritisierte unidirektionale Sender-Empfänger-Modell zu Grunde. COMENIUS stellt bereits fundamentale Thesen auf, die sich bis heute in medienpädagogischen Ansätzen wieder finden [Ergänzungen des Verf. in Klammern]:

„Die gute Aufnahme der Gegenstände durch den Spiegel [i.e. den Verstand] hängt **zunächst** von ihrer Dichte und Sichtbarkeit [i.e. der medialen Präsentation] ab, **dann** von der Art und Weise, wie sie den Sinnen vorgeführt werden [Methode].“ (ebd. 135, fett d. Verf.)

COMENIUS differenziert also zwischen Methoden und Gegenständen und stellt die These auf, dass die sinnliche Präsentation von Unterrichtsgegenständen *vor* den Methoden lernwirksam ist, denn:

„Der Anfang der Kenntnis (cogito) muß immer von den Sinnen ausgehen (denn nichts befindet sich in unserem Verstande (intellectus), das nicht zuvor in einem der Sinne gewesen wäre): warum sollte also nicht die Lehre mit einer Betrachtung der wirklichen Dinge beginnen, statt mit ihrer Beschreibung durch Worte? Dann erst, wenn die Sache gezeigt worden ist, sollte der Vortrag folgen, um die Sache weiter zu erläutern.“ (ebd.: 135)

Diese sensualistische These ist heute umstritten; sie wird beispielsweise von CLARK (1983) auf Basis empirischer Untersuchungen angezweifelt. Er zeigt,

dass die instruktionale Methode *Vorrang* vor der Präsentationsweise hat. Zugleich räumt COMENIUS der Begegnung des Lerners mit der Sache (also der semantischen Dimension) *zeitlichen* Vorrang vor dem Vortrag, der symbolischen Sprachdarstellung ein, was durchaus auch von der heutigen Didaktik vertreten wird. Diese Aussage wird im Weiteren und auf die gesamte Sinnesmodalität des Menschen bezogen. COMENIUS nimmt somit die Forderung nach Multisensualität von Lehr-Lernumgebungen vorweg:

„Alles soll wo immer möglich den Sinnen vorgeführt werden, was sichtbar dem Gesicht, was hörbar dem Gehör, was riechbar dem Geruch, was schmeckbar dem Geschmack, was fühlbar dem Tastsinn. Und wenn etwas durch verschiedene Sinne aufgenommen werden kann, soll es den verschiedenen zugleich vorgesetzt werden.“ (ebd.: 135)

Zudem geht er näher auf Medien als Stellvertreter für die originalen Gegenstände ein, ohne allerdings auf den lernrelevanten Unterschied zwischen Originalen und Modellen hinzuweisen:

„Wenn die Dinge selbst nicht zur Hand sind, so kann man Stellvertreter verwenden: Modelle oder Bilder, die zu Unterrichtszwecken angefertigt worden sind [...] Dies müsste [...] für die [ganze] Naturlehre und andere Gebiete eingeführt werden. [...] Derartige Anschauungsmittel (d.h. Nachbildungen von Dingen, die man selbst nicht haben kann) müssten für alles Wissenswerte angefertigt werden und in allen Schulen zur Hand sein.“ (ebd.: 135)

Auch wenn COMENIUS den Lern- und Bildungsprozess zu Gunsten der Betrachtung des Lehrprozesses stark vernachlässigt, sind mit

- der Trennung von Methoden und Medien,
- der starken Betonung der Bedeutung der gesamten Sinnesmodalität (Multisensualität) und
- dem entschiedenen Eintreten für die Etablierung von Medien im Unterricht

wichtige Aspekte der Medienpädagogik bereits genannt. Letztlich ist dennoch offensichtlich, dass sich allein auf Basis der Didaktik des COMENIUS kein mehrdimensionales Modell zur Lösung des Integrationsproblems entwickeln lässt: viele der heute bekannten technischen Medien waren zu seiner Zeit noch nicht erfunden.

1.4.2 Medien in der Strukturanalyse des Unterrichts

HEIMANN war der erste Allgemeindidaktiker, der die Medien zu den sechs Strukturmomenten der Strukturanalyse rechnete (vgl. JANK/ MEYER 1994: 211). Seine später als *Berliner Modell* bezeichnete lerntheoretische Didaktik beinhaltet als Kernstück die Strukturanalyse mit ihren in Wechselbeziehung stehenden Ziel-, Inhalts-, Methoden- und Medienentscheidungen. Er grenzt sich somit von der bildungstheoretischen Didaktik²⁶ ab:

„Die Ausklammerung der Methodenorganisation oder der Medienwahl aus dem Didaktikbegriff ist ein Akt folgenschwerer Desintegration, der sich nicht nur gegen das Ganze des Unterrichts, sondern sogar gegen den der ‚Inhaltlichkeit‘ selbst richtet. Denken über ‚Inhalte als lehrbare‘ [sic!] impliziert das Methodische und die Medienwahl. Methoden und Medien sind auch Di-

²⁶ Die bildungstheoretische Didaktik (KLAFKI) wird in Kap. II-1.4.4 ebenfalls skizziert.

mensionen des Inhalts-Kalküls. Hier tritt die durchgehende Interdependenz des unterrichts-strukturellen Momente ganz massiv in Erscheinung“ (HEIMANN 1976: 157, zitiert nach JANK/ MEYER (1994: 194)

Dies wird anhand des folgenden Schemas von JANK/ MEYER gezeigt.²⁷

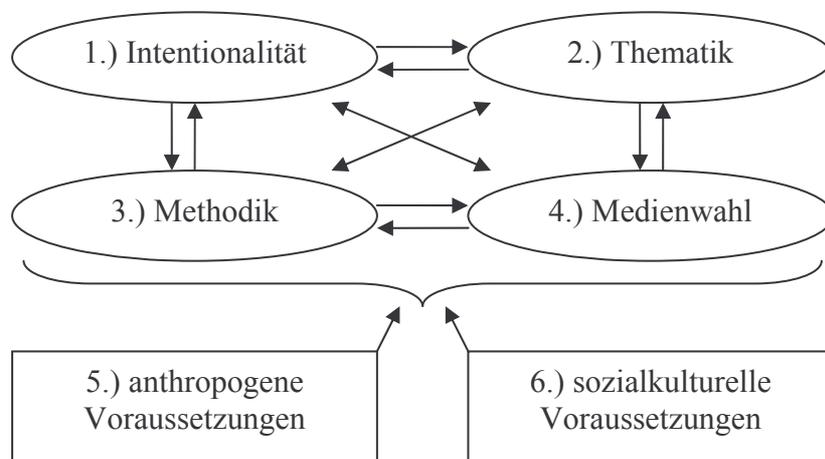


Abbildung 8: Strukturanalyse des Unterrichts nach HEIMANN (Schema: JANK/ MEYER 2002: 263)

Medien sind nach HEIMANN das Ergebnis eines didaktischen Entscheidungskomplexes, der Unterricht konstituiert. JANK/ MEYER dazu:

„»Medien« sind »tiefgefrorene« Ziel-, Inhalts- und Methodenentscheidungen – zumeist in Form von Unterrichts- oder Lehrmaterialien. Sie müssen im Unterricht durch das methodische Handeln von LehrerInnen und LernerInnen wieder »aufgetaut« werden. [...] Pragmatische Gründe für die Abtrennung der Frage nach den Medien von der nach den Methoden sind eher zu finden als theoretische: Um 1960 nahmen der Medieneinsatz an den Schulen und auch der Umfang der Veröffentlichungen zur Mediendidaktik sprunghaft zu.“ (JANK/ MEYER 1994: 211)

Nach HEIMANN stellt sich also nicht die Frage, *ob überhaupt* mit Medien unterrichtet wird, sondern lediglich, *mit welchen* Medien unterrichtet wird, d.h. *für welche* Medien sich ein Lehrer entscheidet.

Auch die Strukturanalyse nach HEIMANN bietet trotz ihres vehementen Eintretens für die Wichtigkeit der Medienfrage aus zwei Gründen keinen weitergehenden Beitrag zur Lösung des Integrationsproblems: erstens formuliert sie keinen, von den übrigen Strukturelementen eindeutig abgegrenzten Medienbegriff und zweitens legt sie keine Lerntheorie zu Grunde, die das Verhältnis von Lernen und Medien modellieren könnte, denn JANK/ MEYER weisen nach: „der lerntheoretischen Didaktik [HEIMANN] fehlt die Lerntheorie“ (JANK/ MEYER 2002: 273). Trotz der fehlenden konsequenten theoretischen Fundierung bleiben die genannten Grundgedanken HEIMANNs für die Überlegungen der vorliegenden Arbeit leitend. Aus Sicht der Unterrichtspraxis weisen sie auf die Notwendigkeit der grundsätzlichen Klärung des Verhältnisses von Lehren,

²⁷ Näheres siehe: JANK/ MEYER (1994: 181ff).

Lernen und Medien hin und nehmen gleichsam eine Idee des vernünftigen und sinnvollen Ergebnisses einer solchen Modellierung vorweg, die von den nachfolgend beschriebenen Modellen nicht geleistet wird. Diese Modelle klammern durch eine zu enge theoretische Modellierung die Medienfrage ganz aus oder vernachlässigen sie, was wiederum deren Eignung zur Lösung des Integrationsproblems substantiell einschränkt.

1.4.3 Medien im Strukturmodell des Unterrichts

Das Strukturmodell des Unterrichts von JANK/ MEYER (vgl. 2002: 70) umfasst die wesentlichen Modelle und Ansätze heutiger allgemeindidaktischer Forschung.²⁸ JANK/ MEYER verstehen ihr Modell als hermeneutisch orientierte *Weiterentwicklung* der vorangehend erörterten Strukturanalyse HEIMANNS, in der jedoch Medien im Unterschied zu HEIMANN *nicht* als eine der Grundkategorien vorkommen. Dies fünf Grundkategorien bestehen in der (1) Ziel-, (2) Inhalts-, (3) Sozial-, (4) Handlungs- und (5) Prozessstruktur. Diese werden je in zwei Dimensionen entfaltet, welche eine *äußere* und eine *innere* Seite des Strukturmoments beschreiben. Die äußere Seite erfasst Beobachtbares wie die stattfinden Lehr-Lern-Tätigkeiten, die dabei verbalisierte Sprache und die produzierten Ergebnisse. Die innere Seite erfasst die diesen Tätigkeiten, Sprechakten, Arbeitsprozessen und -ergebnissen zugrunde liegenden Logiken des Unterrichts (vgl. ebd.: 62f). Folgende grafische Darstellung verdeutlicht die genannten Zusammenhänge:

²⁸ Es sind dies, grob zusammengefasst: Die Bildungstheoretische, die Kritisch-Konstruktive, die Dialektische, die Lern- und Lehrtheoretische, die Konstruktivistische Didaktik und der Handlungsorientierte Unterricht sowie einige weitere Unterrichtskonzepte (vgl. JANK/ MEYER 1994 und 2002).

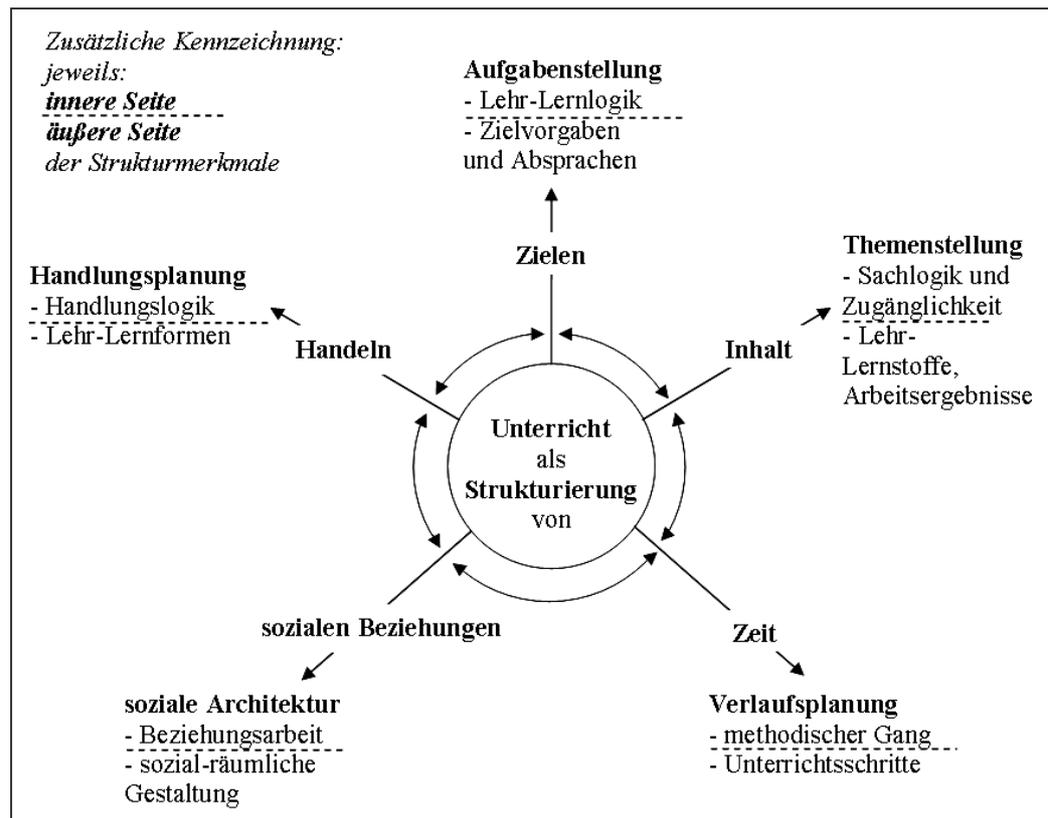


Abbildung 9: Strukturmodell des Unterrichts (JANK/ MEYER 2002: 63)
(geändertes Layout, *zusätzliche Kennzeichnungen* und Korrektur eines Druckfehlers²⁹ d. Verf.)

Die hier beschriebene innere und äußere Seite der Strukturmomente wird später aufgegriffen, um das Kreisprozessmodell des Lernens der vorliegenden Arbeit an das Strukturmodell des Unterrichts anzuschließen und somit eine konsistente Verbindung der Modelle zu formulieren. Offensichtlich ist auf Grund des fehlenden Medienbegriffs eine Lösung des Integrationsproblems innerhalb dieses Strukturmodells nicht möglich. Auch in weiteren Didaktiken, z.B. nach BLANKERTZ und KLINGBERG (dialektische Didaktik) zählen, so JANK/ MEYER (2002: 264) die Medien ausdrücklich nicht zu den didaktischen Grundkategorien.

1.4.4 Zwischenpositionen

Der Medienbegriff in allen weiteren allgemein didaktischen Modellen kann und muss hier nicht umfassend erörtert werden, da diese letztlich jeweils unterschiedlich gewichtete Zwischenpositionen des Modells von HEIMANN (Medien sind Strukturelement) oder JANK/ MEYER (Medien sind kein Strukturelement) darstellen. Als wichtiges Beispiel für eine solche Zwischenposition wird nun der Medienbegriff in der kritisch-konstruktiven Didaktik nach KLAFKI (1997a) grob skizziert. KLAFKI versteht unter (Allgemein)-Bildung eine dialektische Verschränkung von materialer und formaler Bildung, die er als kategoriale

²⁹ Dabei habe ich mir erlaubt, den Druckfehler in der Originalgrafik auf S. 63 zu korrigieren: Laut S. 74 zählen ‚Sachlogik und Zugänglichkeit‘ zur *inneren* (nicht äußeren) Seite und die ‚Lehr-Lernstoffe und Arbeitsergebnisse‘ zur äußeren Seite der Inhaltsstruktur.

Bildung bezeichnet; sie schließt implizit die Medienfrage (*womit* erschließt sich *wem was* und *wer wofür?*) mit ein:

„Bildung ist *kategoriale Bildung* in dem Doppelsinn, daß sich dem Menschen eine Wirklichkeit ‚kategorial‘ erschlossen hat und daß eben damit er selbst – dank der selbstvollzogenen ‚kategorialen‘ Einsichten, Erfahrungen, Erlebnisse – für diese Wirklichkeit erschlossen worden ist.“ (KLAFKI 1963, zitiert nach JANK/ MEYER 2002: 216f, kursiv. i. Orig.)

Kategoriale Bildung kann u.a. durch Orientierung an Schlüsselproblemen in Form des Problemunterrichts methodisch erreicht werden (vgl.: KLAFKI 1995: 13f). Wenn Klafki damit auch sein ursprüngliches Primat der Didaktik vor der Methodik relativiert haben mag, so ist weiterhin die eindeutige Priorität der Ziel-, Inhalts- und Methodenentscheidung *vor* der Medienfrage im Perspektivenschema zur Unterrichtsplanung (KLAFKI 1980 / 1997a: 18) zu erkennen. Eine eindeutige Definition des Medienbegriffs leitet sich daraus jedoch nicht her, sondern wird durch die Formulierung „(u.a. durch bzw. in Medien)“³⁰ eher verklärt:

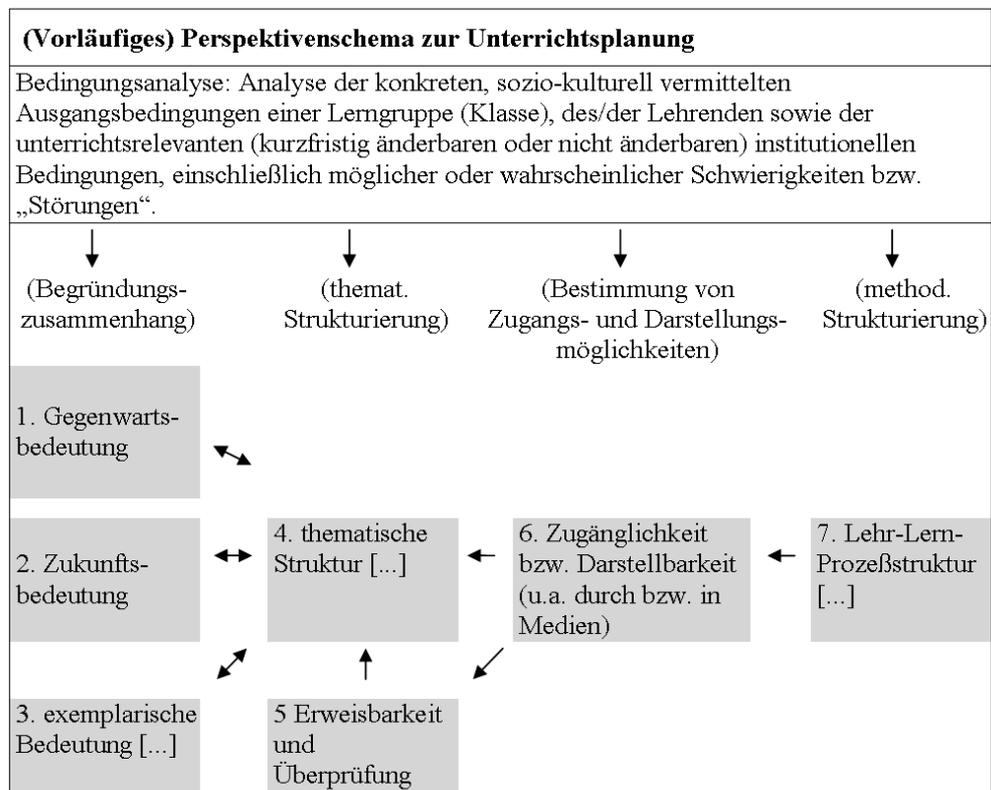


Abbildung 10: (Vorläufiges) Perspektivenschema zur Unterrichtsplanung (KLAFKI 1997a: 18)

Diese Einordnung der Medienfrage in seine allgemeine Didaktik entspricht nicht der fundamentalen Bedeutung, die KLAFKI ansonsten diesem Thema, insbesondere den Neuen Medien, einräumt. In seinen „Grundzügen eines neuen

³⁰ SÜBENBACHER (1997) beschäftigt sich in seinem Buch „Software-Bildung“ intensiv mit der Medienfrage in Klafkis kritisch-konstruktiver Didaktik. Er konzentriert sich jedoch dabei auf die Herausarbeitung der Zusammenhänge von Neuen Medien und Methoden im Sinne der später noch dargestellten *Didaktik der Neuen Medien*, die keine integrativen Aspekte zwischen Alten und Neuen Medien und damit keine Lösung des Integrationsproblems herausarbeitet.

Allgemeinbildungskonzepts“ erweitert KLAFKI (1996) angesichts der Entwicklung automatischer Maschinensysteme seinen Allgemeinbildungsbegriff um

„die Gefahren und Möglichkeiten der **neuen** technischen Steuerungs-, Informations- und Kommunikations**medien** im Hinblick auf die Weiterentwicklung des Produktionssystems, der Arbeitsteilung oder aber ihrer schrittweisen Zurücknahme, der möglichen Vernichtung von Arbeitsplätzen durch eine ausschließlich ökonomisch-technisch verstandene *Rationalisierung*, der Folgen für veränderte Anforderungen an Basis- und Spezialqualifikationen, für die Veränderung des Freizeitbereichs und der zwischenmenschlichen Kommunikationsbeziehungen“ (ebd. 59f, kursiv im Orig., fett d. Verf.).

KLAFKI (vgl. 1997b) nennt hier nicht nur die Neuen Medien, sondern bezieht sich auch auf die zweite Klasse neuer technischer Produktionssysteme (i.e. Robotertechnik), die im fachdidaktischen Teil der vorliegenden Arbeit thematisiert wird. SÜßENBACHER (vgl. 1997) greift diese Gedanken Klafkis auf und entwickelt daraus einen Bildungsbegriff, der versucht, die Neuen Medien in die allgemeine Didaktik einzubeziehen statt sie – wie in den „reduktionistisch ausgeprägten Lernparadigmen“ (ebd.: 58) des Behaviorismus, Kognitivismus und Konstruktivismus (!) – zur Reduktion des Bildungs- auf den Lernbegriff zu missbrauchen. Diese überaus fruchtbaren allgemeindidaktischen Überlegungen werden in der vorliegenden Arbeit mit berücksichtigt.

1.4.5 Zwischenfazit

Medien sind seit jeher in der allgemeinen Didaktik als fundamentale Aspekte des Unterrichts anerkannt. Bereits COMENIUS formuliert wichtige Ansätze, nämlich (1) die Trennung von Methoden und Medien, (2) die Betonung der Bedeutung der Multisensualität und (3) das entschiedene Eintreten für die generelle Etablierung von Medien für den Unterricht. HEIMANN modelliert Medien als konstitutive Strukturmomente des Unterrichts und trägt somit zu einer Renaissance der Medienfrage in der allgemeinen Didaktik und zur Entstehung der Mediendidaktik und Medienpädagogik bei. Es gelingt ihm jedoch keine klare begriffliche Trennung der Medien, insbesondere von den Methoden des Unterrichts. Der Medienbegriff wird von weiteren didaktischen Modellen aus den Methodenfragen mehr oder weniger ausgeklammert. JANK/ MEYER (2002) eliminieren den Medienbegriff aus ihrem *Strukturmodell* schließlich gänzlich. Somit ergibt sich (1) eine *negative Abgrenzung* der Medien von den Zielen, Inhalten und Methoden des Unterrichts und zugleich (2) die Implikation einer Definition des Medienbegriffs, welche die *Funktion* von Medien im Lehr-Lernprozess berücksichtigt.

Festzuhalten bleibt für die allgemeine Didaktik, dass auch sie keinen umfassenden Beitrag zur Integration Alter und Neuer Medien leisten kann, da keine Modellierung des Verhältnisses von Medien und Lernen angeboten wird. Schließlich verweisen JANK/ MEYER das Medienproblem an die Mediendidaktik. Es ist daher nun zu untersuchen, wie diese pädagogische Disziplin diese Frage angeht.

1.5 Medienpädagogik und -didaktik der technischen Medien

Eine letzte wichtige Strömung medienpädagogischer Forschung lässt sich als Medienpädagogik und -didaktik der technischen Medien bezeichnen, da sie ihren Betrachtungsraum im Wesentlichen auf die technischen – und seit den 1990er Jahren insbesondere auf die Neuen Medien – einschränkt. In diesem Abschnitt werden die essentiellen Aspekte dieser Forschungsrichtung anhand beispielhafter Quellen auf ihre Bedeutung für die Lösung des Integrationsproblems hin untersucht.

1.5.1 Darstellungsformen technischer Medien

TULODZIECKI (1997) begründet im Rahmen einer Definition der Medienpädagogik ihre Einschränkung auf technische Medien mit dem Hinweis auf andere mögliche und wichtige „Erfahrungsformen“ des Lernens. Da sich weitere Medienpädagogen auf seine Argumentation beziehen (z.B. HERZIG 2001) sei diese anhand eines längeren Zitats verdeutlicht:

„In der pädagogischen Diskussion kommt den technischen Medien eine besondere Bedeutung zu: einerseits weil man sich von ihnen besondere unterrichtliche Möglichkeiten verspricht, andererseits weil sie im außerschulischen Leben der Kinder und Jugendlichen und in unserer Gesellschaft eine immer größere Bedeutung erlangt haben. **Erst seit es technische Medien bzw. Massenmedien gibt, spricht man in der Pädagogik von Medienerziehung, Mediendidaktik, Medienkunde und Medienforschung.** In Übereinstimmung mit dieser Entwicklung werden sich auch die folgenden Ausführungen hauptsächlich auf technische Medien beziehen. Diese sind in der Regel gemeint, wenn im folgenden – der Einfachheit halber ohne das Adjektiv ‚technisch‘ von Medien die Rede ist.

Die Konzentration auf technische Medien bedeutet keineswegs, daß in diesem Band andere Formen der Kommunikation bzw. der Realitätserfahrung aus dem Blick geraten. Im Gegenteil, es ist geradezu ein besonderes medienerzieherisches Anliegen, die Möglichkeiten und Probleme technischer Medien in Beziehung zu anderen (medialen) Formen der Erfahrung bewußt zu machen.“ (ebd.: 14f, fett d. Verf., Absatz im Orig.)

Diese Erfahrungsformen klassifiziert er wie folgt:

„♦ *Reale Form*: Diese ist z.B. beim Handeln oder bei Beobachtungen in der Wirklichkeit, bei der personalen Begegnung mit Menschen oder beim realen Umgang mit Sachen gegeben.

♦ *Modellhafte Form*: Diese liegt z.B. beim Umgang mit Modellen oder beim simulierten Handeln im Rollenspiel und entsprechenden Beobachtungen vor.

♦ *Abbildhafte Form*: Diese ergibt sich z.B. bei der Information mit Hilfe realgetreuer oder schematischer bzw. typisierender Darstellungen.

♦ *Symbolische Form*: Dies besteht z.B. in der Aufnahme von Informationen aus verbalen Darstellungen oder nicht-verbalen Zeichen.“

(TULODZIECKI / HERZIG 2002: 61, Spiegelpunkte und kursiv im Orig.)

Diese vier Erfahrungsformen bilden eine Grundlage zur Modellierung des Verhältnisses von Medien und Lernen und damit zur partiellen Lösung des Integrationsproblems.³¹ TULODZIECKI (vgl. 1997 und 2000) zielt aus den im

³¹ Dies gilt unter der Voraussetzung, dass von der auch bei TULODZIECKI *fehlenden* lern- bzw. medientheoretisch fundierten Herleitung *gerade dieser* vier Erfahrungsformen abgesehen wird.

obigen Zitat genannten Gründen auf eine Modellierung der lernrelevanten Eigenschaften *technischer* Medien, insbesondere der Neuen Medien ab. Es geht ihm darum, die besondere Rolle des Computers innerhalb einer „idealtypischen Strukturierung des Unterrichts“ herauszustellen (TULODZIECKI 2000: 62). Er legt die vier Erfahrungsformen daher *nicht vollständig* zu Grunde, sondern schränkt sein Modell auf die letzteren beiden Erfahrungsformen (abbildhaft/symbolisch) ein. Anhand einer weiteren, in der computerorientierten Mediendidaktik allgemein üblichen Verkürzung der medialen Dimensionen auf nur zwei (Sehen/ Hören) der sechs Sinnesmodalitäten, entsteht ein für eine technische Mediendidaktik geeignetes Modell verschiedener Darstellungsformen:

Sinnesmodalität		Codierungsart		
		auditiv	visuell statisch	visuell dynamisch
abbildhaft	realgetreu	aufgezeichnete Originaltöne	Bild	Film
	schematisch /typisierend	aufgezeichnete künstlich erzeugte akustische Nachbildungen	Skizze, Grafik	Zeichentrick, Animation
symbolisch	verbal	aufgezeichneter gesprochener Text	schriftlicher Text	Laufschrift
	nicht-verbal	aufgezeichnete nicht sprachliche akustische Symbole	nicht-sprachliche optische Symbole	bewegte optische Symbole

Tabelle 2: Übersicht über verschiedene Darstellungsformen (TULODZIECKI 2000: 55)

Dieses Modell bietet aus besagten Gründen für die Mediendidaktik der Neuen Medien differenzierte Möglichkeiten zur Analyse und Synthese medialer Angebote. Durch seine genannten Beschränkungen auf wenige mediale Dimensionen ist es jedoch nicht für eine vollständige, mehrdimensionale Lösung des Integrationsproblems geeignet.

1.5.2 Integrative Medienbildung auf semiotischer Basis

Im Anschluss an TULODZIECKI, dessen Einschränkung auf technische Medien er übernimmt, versucht HERZIG,

- mediale Angebote,
- deren Entstehung,
- deren strukturelle und
- funktionale Eigenschaften

Letztlich ziehen diese Erfahrungsformen eine ähnliche Problematik mit sich, wie die bereits diskutierte Medienklassifikation nach MARTIAL / LADENTHIEN (2002).

auf semiotischer Basis zu integrieren. Diese Integration technischer Trägersysteme liefert einen wertvollen Beitrag zur Lösung des Integrationsproblems. Dieser lässt sich schlüssig mit dem später entwickelten mehrdimensionalen integrativen Ansatz der vorliegenden Arbeit bezüglich aller Medienarten verbinden. Dies ergibt sich aus den nachfolgenden Überlegungen und der tabellarischen Darstellung:

Medium/ Medien- angebot	Zeichenprozess/ Muster- erzeugung	Mustereigenschaften	Funktionalität
Bild/ Gemälde	kreativ/ produktiv	frei gestaltbares, kontinuierliches Muster: Farbpigment-Muster	Speicherung, Präsentation
Holzschnitt/ Lithographie	kreativ/ produktiv	frei gestaltbares, kontinuierliches Muster: Farbpigment-Muster	Speicherung, Präsentation, Reproduzierbarkeit
Buch	kreativ/ produktiv	diskretes Muster: Farbpigment-Muster, bedingt manipulierbar auf symbolischer Zwischenebene (Entitäten: Buchstaben)	Speicherung, Präsentation, Reproduzierbarkeit, (Distributierbarkeit)
Foto	registrativ	kontinuierliches Muster: Kristallmuster (Entwicklungskeime), direkte Einschreibung	Registration, Speicherung, Präsentation, Reproduzierbarkeit
Morse- telegrafie	transmissiv	frei gestaltbares diskretes, binäres Muster: Farbpigment-Muster (ggf. auch flüchtiges Schwingungsmuster) Entitäten: Punkt/ Strich resp. elektrischer Impulslängen	Übertragung
Phonograph/ Grammophon	registrativ	kontinuierliches Muster: profiliertes Rillenmuster, direkte Einschreibung	Registration, Speicherung, Wiedergabe, Reproduzierbarkeit
Radio	transmissiv	kontinuierliches Muster: flüchtiges elektromagnetisches Schwingungsmuster, zusätzliche Wandlungsprozesse	Übertragung
Tonband	registrativ	kontinuierliches Muster: Magnetisierungsmuster, direkte Einschreibung	Registration, Speicherung, Wiedergabe, Reproduzierbarkeit
Fernsehen	transmissiv	kontinuierliches Muster: flüchtiges elektromagnetisches Schwingungsmuster, zusätzliche Wandlungsprozesse	Übertragung
Computer	manipulativ	diskrete Bitmuster (binär), frei manipulierbar auf symbolischer Zwischenebene Entitäten: 0/1 resp. zwei Spannungsniveaus	Speicherung, Präsentation, Wiedergabe, Übertragung, Verarbeitung, Interaktivität

Tabelle 3: Medienepistemologie (HERZIG 2001: 148)

HERZIGs integrativer Ansatz ist jedoch mit den nachfolgend beschriebenen Problemen behaftet: Die Erzeugung von Mustern (i.e. die Strukturierung von Zeichenträgern) durch oder mittels technischer Medien, die sich aus den Funktionen des Zeichenträgerumsatzes ergeben, werden mit explizitem Bezug auf PEIRCE als semiotische Prozesse bezeichnet:

„Dies heißt, dass informatische Prozesse von der Problemdarstellung bis hin zur Maschinenebene als semiotische Prozesse betrachtet werden können.“
(HERZIG 2001: 145)

Die bei HERZIG beschriebenen semiotischen Prozesse sind rein syntaktischer Art und beschreiben die Entstehung bedeutungsloser äußerer Strukturen der „Maschinenebene“. Sie sind daher keinesfalls gleichzusetzen mit dem von PEIRCE beschriebenen *Zeichenprozess*, dem Forschungsgegenstand der Semiotik: Ein produktiver Äußerungsprozess, der auf informatischen Denkprinzipien beruht, ist prinzipiell etwas ganz anders als dessen syntaktische Realisierung durch einen (informations-)technischen, *kausal determinierten* Programmablauf.

Zudem bezieht sich HERZIG lediglich auf die zwar wichtige, jedoch nicht allein maßgebende Unterscheidung der Zeichenarten (Ikon, Index, Symbol) und ignoriert die für die gesamte Semiotik grundlegende Unterscheidung zwischen Pragmatik, Semantik und Syntaktik samt ihrer fundamentalen erkenntnistheoretischen Bedeutung. In seiner Argumentation wird dadurch die eindeutige Trennung zwischen

- syntaktischer, semantischer und pragmatischer Ebene
- geistigen (kreativen) und technischen (rein syntaktischen) Prozessen
- Zeichen (Bedeutsam) und Zeichenträger (bedeutungslose Struktur)

nicht konsequent formuliert. Dies führt auf einen weiteren, entscheidenden Mangel: HERZIG liefert keine grundsätzliche Modellierung des Zusammenhangs von Lernen und Medien, die er zum Ausgangspunkt seiner Überlegungen wählen könnte.

Eine Erarbeitung der allgemeinen medialen Dimensionen des Lernprozesses ist also auch in HERZIGS Ansatz nicht möglich, so dass auch dieser zur Lösung des Integrationsproblems nicht ausreicht.

1.5.3 Mediendidaktik und Neue Medien

KRON/ SOFOS (2003) leisten in ihrem Buch „Mediendidaktik. Neue Medien in Lehr- und Lernprozessen“ einen sehr differenzierten Beitrag zur Mediendidaktik, indem sie die zentralen wissenschaftlichen Lerntheorien und Ansätze zusammentragen, die zum Teil in der vorliegenden Arbeit an verschiedenen Stellen aufgegriffen werden. Sie versuchen somit eine fundiert herausgearbeitete Etablierung der Mediendidaktik als eigenständige didaktische Disziplin.

Die intensiven Vorarbeiten über die Zusammenhänge von Medien und Lernen laufen letztlich jedoch einzig auf eine Hervorhebung einer *besonderen Rolle* hinaus, die den Neuen Medien zugeschrieben wird. In den „Schlussfolgerungen für das Lehren und Lernen mit Neuen Medien“ (ebd.: 112) wird gar nicht erst der Versuch unternommen, aus den vorangegangenen Ausführungen auch Schlussfolgerungen für *andere* Medien zu ziehen:

„Die Lernmodelle haben eine besondere Bedeutung für die Praxis mit Neuen Medien und deren wissenschaftliche Begründung.“ (ebd.: 112)

Es folgt eine Auflistung der Möglichkeiten, die Computer und Internet im Unterricht bieten und eine weitere Vertiefung ausschließlich in Bezug auf die Neuen Medien. Fazit: Bei allen wichtigen und grundlegenden Theorien und Modellen, die KRON/ SOFOS zusammentragen, wird der prinzipielle mehrdimensionale Zusammenhang von Medien und Lernen, welcher den Kern der

hier eigentlich angestrebten wissenschaftlichen Grundlegung der Mediendidaktik bilden sollte, letztlich *nicht* herausgearbeitet.³² Auch der mediendidaktische Ansatz nach KRON/ SOFOS (2003) ist demnach für die Lösung des Integrationsproblems unzureichend.

1.5.4 Zwischenfazit

Neuere Ansätze einer Medienpädagogik oder Mediendidaktik der technischen, insbesondere Neuen Medien, leisten wertvolle Beiträge, die in der vorliegenden Arbeit aufgegriffen werden. Zu einer vollständigen Modellierung der medialen Dimensionen und zur Lösung des Integrationsproblems sind sie jedoch auf Grund ihrer starken Einschränkungen nicht geeignet.

1.6 Zusammenfassung der Voruntersuchung

In der nachfolgenden Tabelle werden die Ergebnisse der Voruntersuchung zusammengefasst. Angegeben sind der *Beitrag* der jeweiligen Ansätze und Modelle zur Lösung von Teilaspekten des Integrationsproblems und deren *Manko*, d.h. der Grund für deren unzureichende Eignung zur Lösung des Integrationsproblems.

Ansatz / Modell	Beitrag	Manko
Medientaxonomien und -klassifikationen	<ul style="list-style-type: none"> • unterrichtspraktisch nützliche Bewertung und Hierarchisierung von Medien vor dem Hintergrund bestimmter methodischer Paradigmen • Hilfe bei der Auswahl für die Nutzung in Lehr-Lernumgebungen 	<ul style="list-style-type: none"> • eindimensional und auf technische Medien beschränkt. Methoden und Medien nicht differenziert.
Medien im Sender-Empfänger-Modell	<ul style="list-style-type: none"> • modelliert äußere syntaktische Vermittlungsfunktion und entsprechende Teilprozesse des Lernens. • Unverzichtbar zur Modellierung des Zusammenhangs von Medien und Lernen. 	<ul style="list-style-type: none"> • eindimensional auf syntaktische Ebene eingeschränkt • Gefahr der ungerechtfertigten Gleichsetzung des Lernprozesses mit dem syntaktischen Vermittlungsprozess • Senderlose Lernprozesse bleiben unberücksichtigt

³² Das in Bezug auf die Neuen Medien eingeschränkte Erkenntnisinteresse hindert die aktuelle Mediendidaktik offenbar an einem solchen Schritt, der auch in der Medienpädagogik (vgl. die obigen Ausführungen zu TULODZIECKI) nicht konsequent vollzogen wird.

Ansatz / Modell	Beitrag	Manko
Medien als Vermittler kommunikativer und objektorientierter Handlungen	besonders berücksichtigt <ul style="list-style-type: none"> • pragmatische Ebene (persönliche und soziale Bedeutung) • <i>gesamte</i> Sinnesmodalität • Ausdrucksmöglichkeiten rezeptiver und produktiver Teilprozesse des Lernens. • Betonung der Wichtigkeit originärer medialer Erfahrung an realen Objekten. 	<ul style="list-style-type: none"> • innere und äußere syntaktische Zeichen-dimension vernachlässigt • Modellierung der syntaktischen Vermittlungsfunktion von Medien nicht angestrebt.
Medien in didaktischen Modellen	<ul style="list-style-type: none"> • Betonung der Wichtigkeit der Medienfrage durch HEIMANN • Erst durch JANK / MEYER <i>implizite</i> Differenzierung von Methoden und Medien 	<ul style="list-style-type: none"> • keine klare Begrifflichkeit zu Medien • keine explizite Differenzierung von Methoden und Medien • keine Modellierung medialer Dimensionen
Mediendidaktik und Medienpädagogik der technischen und insbesondere der Neuen Medien	<ul style="list-style-type: none"> • etliche differenzierte, fundamentale und daher unverzichtbare Beiträge auch zum Zusammenhang von Neuen Medien und Lernen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Beschränkung auf technische, insbesondere Neue Medien.

Tabelle 4: Zusammenfassung der Ergebnisse der Voruntersuchung zu Medien und Pädagogik (eigene Darstellung)

Insgesamt lässt sich also festhalten: Bisherige didaktische und medienpädagogische Ansätze und Modelle leisten unverzichtbare Teilbeiträge zur Problematik der vorliegenden Arbeit. Sie bieten aufgrund ihrer je spezifischen Eindimensionalität und / oder Unvollständigkeit jedoch keine ausreichende Grundlage zur Lösung des Integrationsproblems.

2 Entwurf eines Meta-Modells

Medienpädagogik befasst sich mit dem Zusammenhang von Medien und Pädagogik. Letztere baut auf den Prinzipien des Lernens auf, so dass ein wichtiger Teilaspekt medienpädagogischer Theorie in der Klärung des grundlegenden Verhältnisses von Medien und Lernen besteht. So konstatiert VOLLSTÄDT (2003) als eines der Ergebnisse der bereits erwähnten Studie *Zur Zukunft der Lehr- und Lernmedien in der Schule*,

„[...] dass die Lehr- und Lernmedien nur durch ihre konkrete **Einbettung in effektive Lernprozesse** ihre **Funktion** erhalten und ihr **Potenzial** entfalten können.“ (VOLLSTÄDT 2003: 79, fett d. Verf.)

Wie in den vorhergehenden Untersuchungen zu Medien und Pädagogik unter anderem gezeigt wurde, liegt *ein* großes Problem bisheriger medienpädagogischer und didaktischer Forschung in dem Fehlen einer theoretischen Modellierung eben dieses grundlegenden Zusammenhangs von **Medien** und **Lernen**. In diesem Abschnitt geht es daher zunächst um den Entwurf eines **Meta-Modells**, welches eben diese Beziehung grundsätzlich und vollständig erklärt und somit als umfassendes Fundament des im nächsten Kapitel (II-3) entwickelten mehrdimensionalen medienpädagogischen Ansatzes dienen kann.

Auch das hier hermeneutisch entwickelte Meta-Modell bedarf seinerseits bestimmter allgemeingültiger **Grundlagen zu Medien und Lernen**, die sich in einer Kombination wichtiger Aspekte der **Systemtheorie**, des **Konstruktivismus** und der **Semiotik** finden lassen. Diese Grundlagen werden zunächst kurz skizziert und anschließend in einem Meta-Modell, dem Kreisprozessmodell des Lernens zusammengeführt. Innerhalb dieses Kreisprozessmodells lassen sich vier mediale Dimensionen des Lernens identifizieren, die in Kapitel II-3 differenziert beschrieben und **als mehrdimensionaler medienpädagogischer Ansatz** entwickelt werden.

2.1 Systemtheorie

Die erste Grundlage zur Entwicklung des Meta-Modells über die Zusammenhänge von Lernen und Medien bildet die Systemtheorie: sie ermöglicht anhand ihrer drei Konzepte (funktionales, strukturelles und hierarchisches Konzept) eine umfassende Modellierung von materiell-energetischen Phänomenen der Lebens- und Lernwelt, zu denen auch die Medien und die mit ihnen verbundenen *äußeren* Lernprozesse des Menschen zählen. Der Medienbegriff wird in der vorliegenden Arbeit unter anderem anhand des Begriffs *Trägersystem*, der noch eingehend erläutert wird, auf die Systemtheorie zurückgeführt.

Zur Modellierung *innerer, nur hermeneutisch rekonstruierbarer* Erkenntnis- und Lernprozesse des Menschen sind jedoch die in Kapitel II-2.3 und II-2.4 näher erläuterte Semiotik und der Konstruktivismus als Erkenntnis- und damit auch Lerntheorien wesentlich besser geeignet. Das Meta-Modell stützt sich daher zwar wesentlich, jedoch *nicht* ausschließlich auf die Systemtheorie.

2.1.1 Begriff System

Die Begriffe System und Systemtheorie werden in der Literatur und im allgemeinen Sprachgebrauch höchst unterschiedlich aufgefasst. Der Systembegriff nach ROPOHL (1999) verbindet die drei wesentlichen systemtheoretischen Konzepte, das funktionale, das strukturelle und das hierarchische Konzept, zu einer umfassenden Begrifflichkeit und erweist sich somit für die Entwicklung des Meta-Modells der vorliegenden Arbeit als besonders geeignet:

„Ein System ist das Modell einer Ganzheit, die
 (a) Beziehungen zwischen Attributen (Inputs, Outputs, Zustände etc.) aufweist [funktionaler Aspekt], die
 (b) aus miteinander verknüpften Teilen bzw. Subsystemen besteht [struktureller Aspekt], und die
 (c) von ihrer Umgebung bzw. von einem Supersystem abgegrenzt wird [hierarchischer Aspekt].“
 (ROPOHL 1999: 77; Absätze und [Anmerkungen] d. Verf.)

Zu einer vollständigen Beschreibung eines Systems gehört also die Darstellung von dessen Funktion, Struktur und Hierarchie, was nachfolgend illustriert wird:

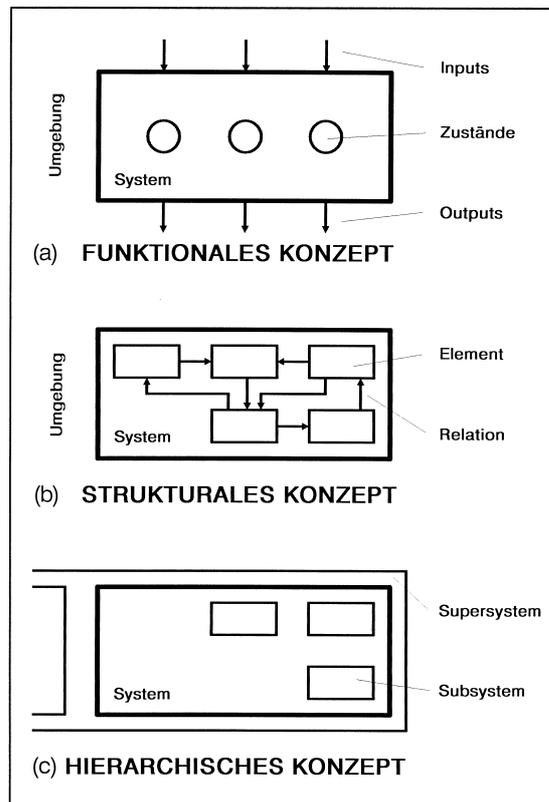


Abbildung 11: Konzepte der Systemtheorie (ROPOHL 1999: 76)

Diese drei Konzepte werden nun erörtert, wobei schon hier vorausgreifend auf einige Zusammenhänge mit dem Konstruktivismus und der Semiotik hingewiesen wird.

2.1.2 Funktion

Die Funktion eines Systems beschreibt nach WIENER (1948) die Inputs, Outputs und Zustände des Systems. Dabei wird von der materiell-energetischen Konkretisierung und von dessen Struktur abgesehen (vgl. ROPOHL 1999: 76f). Das funktionale Systemdenken fragt nicht nach den Dingen selbst, sondern danach, was sie tun, wie sie sich verhalten. ROPOHL identifiziert drei Grundfunktionen von Systemen: Wandlung, Transport und Speicherung, die zusammen auch als Umsatz bezeichnet werden. Nach diesem Konzept kann auch die Funktion von Medien (genauer: Trägersystemen) beschrieben werden: Trägersysteme wandeln, transportieren und speichern Zeichenträger.

Die Funktion eines Systems ist zu unterscheiden von dessen Zweck. Letzterer beschreibt *nicht* die von menschlicher Interpretation *unabhängigen* materiell-energetischen Zustände, Inputs und Outputs eines Systems, sondern die von menschlicher Interpretation *abhängigen* Absichten und Ziele, die mit Hilfe dieses oder auch eines anderen, möglicher Weise ebenso geeigneten Systems realisiert werden sollen (vgl. ROPOHL 1999: 79f).

2.1.3 Struktur

Die Struktur eines Systems ist gegeben durch die Relationen seiner Teile. Sie beschreibt also den inneren Aufbau eines Systems. Dabei wird davon ausgegangen, dass das Ganze eines Systems nicht nur mehr, sondern auch etwas qualitativ anderes als die Summe seiner Teile ist. Aus der Beschreibung der Relationen der Teile lassen sich Rückschlüsse auf Eigenschaften des Systems ziehen. In der Begrifflichkeit der Systemtheorie ist der (semiotische) Zeichenträger, der nachfolgend noch erläutert wird, letztlich nichts anderes als die *Teilstruktur* eines Trägersystems.

2.1.4 Hierarchie

Die Modellvorstellung des Systems kann auf unterschiedliche Untersuchungsgegenstände und innerhalb dieser auf verschiedene hierarchische Ebenen angewendet werden: So können Systeme einmal als autonome Obersysteme aufgefasst werden, denen bestimmte Subsysteme untergeordnet sind (im Beispiel ist System 2 Obersystem von 1). Auf anderer hierarchischer Ebene kann das selbe System auch Subsystem eines noch höher angesiedelten Obersystems sein (im Beispiel ist System 2 auch Subsystem von 3). Dies veranschaulicht die folgende Grafik:

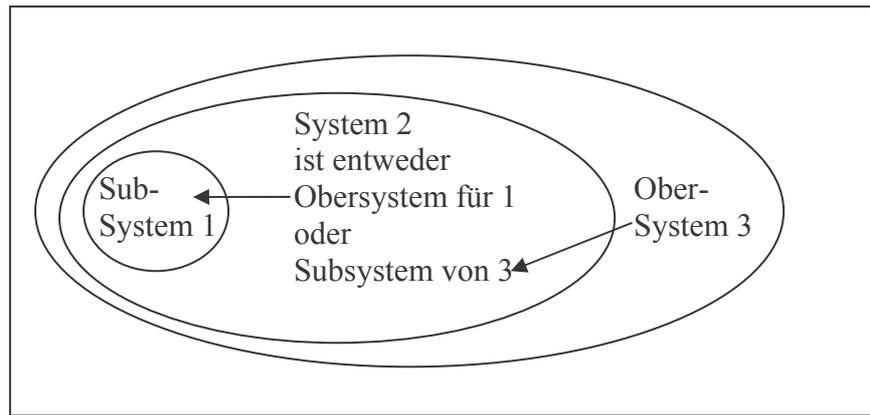


Abbildung 12: Obersystem und Subsystem (eigene Darstellung)

Dieser hierarchische Zusammenhang gilt insbesondere und mit einer zusätzlichen, ethisch-pädagogischen Komponente behaftet, wenn es um systemtheoretische Lernmodelle geht, bei denen Menschen involviert sind: beispielsweise werden in der kybernetischen und curricularen Didaktik und auch im Behaviorismus (vgl. CUBE 1982, MÖLLER 1973, SKINNER 1954) Menschen als untergeordnete, gesteuerte und geregelte Subsysteme eines Obersystems (z.B. Unterricht) modelliert. Diese Sichtweise kann prinzipiell weder ethischen noch pädagogisch-emanzipatorischen Grundsätzen genügen (vgl. „Abschlussdiskussion“ zwischen KLAFKI, SCHULZ, CUBE, MÖLLER, WINKEL, BLANKERTZ u.a. in GUDJONS/ KLAFKI 1997a: 113ff).

Die Systemtheorie kann jedoch durch Variation der Hierarchiestufe auch zu völlig anderen Modellen führen, die im Gegensatz zu den obigen Beispielen gerade die Autonomie und Emanzipation des Lerners in den Mittelpunkt der Betrachtung bringen: Der Konstruktivismus, der nun erläutert wird, setzt auf eben dieser Hierarchiestufe an, die es erlaubt, *den Lerner selbst als Obersystem* der von ihm selbst konstruierten Bedeutungen zu betrachten. Im radikalen Konstruktivismus bringt diese Vorstellung allerdings allgemeindidaktische Probleme mit sich, wie Kapitel II-2.2 zeigt.

2.2 Konstruktivismus

Der Konstruktivismus bildet die zweite Grundlage des hier entwickelten Meta-Modells des medial vermittelten Lernens. Er ist eine Erkenntnistheorie, die sich zum Teil der systemtheoretischen Begrifflichkeit bedient und diese auf die menschliche Psyche als geschlossenes, autonomes und selbstreferenzielles *System* anwendet. Die Person und Persönlichkeit, die Eigenständigkeit und Selbstverantwortung eines jeden einzelnen Lerners wird somit in den Vordergrund gestellt, was vollständig dem Aufklärungspostulat der allgemeinen Didaktik entspricht und die besondere Eignung des Konstruktivismus für pädagogische Überlegungen ausmacht. (vgl. JANK/ MEYER 2002: 286ff) Diese Modellvorstellung ermöglicht – als Ergänzung zur Systemtheorie – eine Einbindung von *inneren, empirisch nicht* beobachtbaren und daher ausschließlich hermeneutisch rekonstruierbaren Interpretations- und Verstehensprozessen des Lernens, die auf der inneren Konstruktion von Bedeutungen aufbauen. Eine solche Bedeutungskonstruktion findet sich in Form der Interpretation von Zeichenbedeutungen ebenfalls in der Semiotik (siehe Kap. II-2.3), was eine Parallele der

beiden Erkenntnistheorien des Konstruktivismus und der Semiotik darstellt, die noch näher erläutert und für das Meta-Modell fruchtbar gemacht wird. Der Konstruktivismus steht somit im Rahmen der pädagogischen Zielvorstellungen zwischen Systemtheorie und Semiotik. Er eignet sich somit zur Ergänzung der theoretischen Grundlagen des Meta-Modells und wird daher nachfolgend erläutert.

2.2.1 Radikaler vs. gemäßigter Konstruktivismus

Die radikale konstruktivistische Sichtweise geht davon aus, dass jegliche geistige Aktivität des Menschen – also auch jede Lernaktivität – ausschließlich auf sich selbst bezogen ist und somit prinzipiell nicht von äußeren Einflüssen bestimmt oder verändert werden kann. GLASERSFELD (1996) erläutert dies wie folgt:

„Der radikale Konstruktivismus beruht auf der Annahme, das alles Wissen, wie immer man es auch definieren mag, nur in den Köpfen von Menschen existiert und dass das denkende Subjekt sein Wissen nur auf der Grundlage eigener Erfahrung konstruieren kann.“ (GLASERSFELD (1996: 22)

Dies bringt für die Verhaltensforschung, die Lehr-Lernforschung und die allgemeine Didaktik erhebliche Konsequenzen mit sich, da sie den Lehrbegriff des Unterrichts und somit die gesamte schulische Bildung prinzipiell in Frage stellt. JANK/ MEYER (2002: 286ff) untersuchen die Implikationen des radikalen und des gemäßigten Konstruktivismus aus dem Blickwinkel der allgemeinen Didaktik und konstatieren:

„Der Radikale Konstruktivismus im engen Sinn stellt die Möglichkeit, Lernen als ein Ergebnis von Lehren zu begreifen, grundsätzlich in Frage und lässt deshalb die Entwicklung einer radikalkonstruktivistischen Pädagogik nicht zu.“ (JANK/ MEYER 2002: 300)

Ansätze einer gewinnbringenden Nutzung für die hier angesprochenen medienpädagogischen Fragestellungen finden sich, so JANK/ MEYER, vielmehr in der *gemäßigt konstruktivistischen Position*. Diese berücksichtigt sowohl das hierarchische Konzept der Systemtheorie, indem sie den Schüler als Obersystem seiner eigenen psychischen und physischen Aktivität anerkennt. Gleichzeitig jedoch modelliert sie im Sinne des strukturellen Konzepts der Systemtheorie die Eingebundenheit dieser Aktivität in die psychische und physische Umwelt des Schülers (vgl. SCHWETZ 2001). Diese *strukturelle* Kopplung ist von der *strikten* Kopplung zu unterscheiden, bei der kausal determinierte äußere oder durch Routinebildung automatisierte psycho-physiologische Prozesse oder Reflexe (Lidschlussreflex, Rad fahren, Vorlesen) ablaufen. Die konstruktivistische Modellvorstellung basiert u.a. auf PIAGETS (vgl. 1937) pädagogischer Forschung:

„Jean Piaget war in unserem Jahrhundert der erste, der Wissen als Konstruktion betrachtete und sein theoretisches Modell der kognitiven Tätigkeit als Konstruktivismus bezeichnete.“ (GLASERSFELD 2001: 7)

PIAGETS Schüler AEBLI baut auf dessen Theorien auf und formuliert seine zentrale These der kognitiven Handlungstheorie:

„Denken geht aus dem Handeln hervor und es trägt [...] insbesondere seine Zielgerichtetheit und seine Konstruktivität“ (AEBLI 1980, zitiert nach GUDJONS 2001: 51).

Mit MANDL et al., JANK/ MEYER, GLASERSFELD, GUDJONS und SCHÖNWEISS können sieben wesentliche Aspekte des gemäßigten konstruktivistischen Lernens genannt werden. Sie werden an verschiedenen Stellen in das Meta-Modell mit einfließen und finden sich zum Teil auch im Konzept des Instructional Design der zweiten Generation (ID₂) nach MERRILL (1991) wieder:

- Der Aufbau von Wirklichkeitskonstruktionen in Form mentaler Repräsentationen folgt den Vorgaben der **Struktur determiniertheit** (strukturelle Kopplung) und den Prinzipien der **Viabilität** (Bezugspunkt: Objekte) und der **Soziabilität** (Bezugspunkt: Mitmenschen/ Gesellschaft) (vgl.: JANK/ MEYER 2002: 292)
- Es gibt **stets verschiedene richtige Lösungen** eines Problems. (vgl.: GLASERSFELD 2001: 8)
- Wissen kann **nicht durch Sprache allein** übermittelt werden; sie kann lediglich zu Anleitung und gewisser Hilfestellung für die individuellen Konstruktionsvorgänge des Schülers dienen (vgl.: GLASERSFELD 2001: 8).
- **Fehler** sind im Lernprozess nicht nur erlaubt, sondern bilden dessen wesentliche Grundlage, sofern es um das Erlernen von als wahr oder falsch zu klassifizierenden Zusammenhängen geht. Mit Bezug auf PIAGET stellt SCHÖNWEISS fest:

„Auf die Fehler von Kindern sich ernsthaft beziehen zu können, ist eine ‚Fähigkeit‘ von Lehrern, die oft viel zu wenig zum Tragen kommt. [...] Zu analysieren, welchen Fehler zum Beispiel ein Kind gemacht hat, wenn es sich verrechnet hat, kostet Mühe.“ (SCHÖNWEISS 2000a: 285f)³³

- Vorerfahrungen und Interessen, Gefühle und **persönliche Identifikation** müssen in den Unterrichtsprozess mit einbezogen werden, da sie die Wissenskonstruktion mit bestimmen (vgl. GUDJONS 2001: 56)
- MANDL/ HENSE/ KRUPPA stellen fest, dass Lernen ein **situierter**, d.h. an einen jeweils individuell bestimmten, objektbezogenen Kontext gebundener und **sozialer Prozess** ist, bei dem die Bedeutungen des Wissens durch Interaktionen ausgehandelt werden (vgl. MANDL/ HENSE/ KRUPPA 2003: 88).

2.2.2 Konstruktionismus

Der Konstruktionismus nach PAPERT (vgl. 1994: 153ff) bezieht sich wortspielweise auf den Konstruktivismus, betont jedoch besonders die Wichtigkeit von Medien als *Konstruktionen in der Welt*, die als Produkt gezeigt, diskutiert, geprüft, erprobt und bewundert werden können. Sie können durch verschiedene Konstruktionssätze, „wie zum Beispiel Legobaukästen, bis hin zu Programmiersprachen, die man als «Konstruktionssätze» zur Erstellung von Programmen ansehen kann“ (ebd.: 158) realisiert werden. Der Konstruktionismus

³³ Eine solche Fehleranalyse, die in der syntaktischen Dimension ansetzt und versucht, die dahinter liegenden semantischen und pragmatischen Gründe zu erschließen, wird beispielsweise bei der Münsteraner Rechtschreibanalyse durchgeführt (vgl. SCHÖNWEISS 2000B: 48; im Internet: www.lernserver.de).

„mißt der Rolle besondere Bedeutung bei, die Konstruktionen in der Welt bei der Stützung von Konstruktionen im Kopf spielen, indem er nicht nur eine Form der Konstruktion zuläßt [...] und auch nach den verwendeten Methoden und Materialien fragt.“ (PAPERT 1994: 158)

Diese *Konstruktionen in der Welt* können vom Lerner selbst auf ihre Brauchbarkeit zur Problemlösung (Viabilität und Soziabilität) getestet werden, sie eignen sich auch für eine gemeinsame Handlung an einem Objekt. Zugleich überprüft der Lerner dabei auch seine Konstruktionen im Kopf, die dialektisch zu diesen Konstruktionen in der Welt in Beziehung stehen. Er wird selbst eine emanzipierte Instanz zur Überprüfung und Bewertung seines eigenen Lernprozesses. Die Ausführungen von PAPERT lassen sich als Kreisprozess interpretieren. Er besteht aus

- Äußerung innerer Bedeutungen, Ideen, Konzepte und Repräsentationen in Form äußerer Gestaltung von Strukturen, die vom Lerner selbst und/ oder durch Dritte sinnlich wahrnehmbar sind und
- Wahrnehmung und innerer Verarbeitung eben dieser Strukturen.

Die Technikdidaktik bietet vielfältige Möglichkeiten zur Umsetzung dieser didaktischen Prinzipien, wie im praktischen Teil der Arbeit gezeigt wird.

2.3 Semiotik

Die dritte theoretische Grundlage des Meta-Modells bildet die Semiotik. Sie ist – neben dem Konstruktivismus – eine weitere Erkenntnistheorie, die sich mit den *inneren, subjektiven, aber auch mit äußeren* Prozessen der Erkenntnis, des Verstehens und damit auch des Lernens in objektorientierten und zwischenmenschlichen Lernsituationen befasst.

Explizit werden in der Semiotik auch **Lernprozesse** als semiotische Prozesse thematisiert und modelliert. Es lässt sich zeigen, dass die Semiotik im Begriff des *Zeichenträgers* eine Parallele zur Systemtheorie aufweist und somit geeignet ist, auch den Medienbegriff im Zusammenhang mit eben der Systemtheorie und dem Konstruktivismus vollständig zu definieren. Der Zusammenhang von inneren und äußeren Prozessen des medial vermittelten Lernens kann durch eine Kombination der theoretischen Grundlagen der Systemtheorie, des Konstruktivismus und der Semiotik vollständig dargestellt werden. Darüber hinaus bietet die Semiotik anhand der Unterscheidung von syntaktischer, semantischer und pragmatischer Ebene der Zeichenbedeutung eine übergreifende Begrifflichkeit, die eine genaue Festlegung der Gültigkeitsbereiche auch der Systemtheorie und des Konstruktivismus ermöglicht: Während die Semiotik selbst sowohl innere als auch äußere Lernprozesse beschreibt, wird die Systemtheorie in dieser Arbeit auf syntaktische und der Konstruktivismus auf semantische und pragmatische Erkenntnisprozesse angewendet.

Die Semiotik wird nachfolgend anhand von zehn Grundbegriffen kurz vorgestellt. Zugleich werden dabei einige begriffliche Vereinfachungen der hochkomplexen semiotischen Fachsprache kenntlich gemacht, die der Autor zu Gunsten der Verständlichkeit des vorliegenden Textes einführt.

2.3.1 Zehn Grundbegriffe der Semiotik

(1) Semiotik

Die Semiotik³⁴ als Wissenschaft von den Zeichen und Zeichenprozessen in Natur, Gesellschaft und Technik entwickelt u.a. Modelle über die Entstehung und Verwendung von Zeichen. Die DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR SEMIOTIK (2004) beschreibt:

„Menschen sprechen, schreiben, winken, zwinkern und (ver)kleiden sich [...], sie gehen gebeugt oder aufgerichtet, [...], sie hissen die Europa-Flagge [...], sie stellen vor ihrem Haus Gartenzwerge auf [...]. Was immer sie tun, sie können nichts tun, ohne denen, die diese Zeichen wahrnehmen, damit auch etwas mitzuteilen. Aber auch ohne die Absicht, etwas mitzuteilen, gibt es Zeichen und Zeicheninterpretation [...]. **„Was immer etwas sonst noch sein mag - es ist auch ein Zeichen“ (Ch. S. Peirce).** Die Semiotik untersucht die verschiedensten Zeichenprozesse und erforscht deren Strukturen. Gegenstand der semiotischen Forschung sind nicht nur Kultur und Kommunikation, sondern auch die Prozesse der Wahrnehmung, Orientierung und Interaktion bei Lebewesen überhaupt. Zeichen und Signale erforscht die Semiotik auch bei Pflanzen, im Innern biologischer Organismen und bei der maschinellen Informationsverarbeitung.“ (DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR SEMIOTIK 2004: o.S., fett d. Verf.)

DE TIENNE (2003: 14f) analysiert die Bedeutung der Zeichen für die menschliche Erkenntnis und das Denken aus Sicht der Semiotik nach PEIRCE noch tiefgreifender:

„Als Peirce die grundlegende Entdeckung machte, dass alles Denken in Zeichen geschieht, wurde ihm klar, dass es nicht der Geist ist, der Repräsentationen hervorbringt, sondern dass Repräsentationen den Geist erzeugen. Zeichen sind die Bedingungen der Möglichkeit mentaler Phänomene.“

Mit der Semiotik ist also eine Modellierung der gesamten geistigen Existenz des Menschen gegeben, zu der nicht nur das Denken und die Erkenntnis, sondern folglich auch alles Lernen gehört. Die Semiotik stellt also umfassende Grundlagen zur Modellierung des Lernens mit Medien zur Verfügung.

(2) Semiose

Nach MORRIS (1972) ist ein Zeichen das Ergebnis eines Prozesses der **Semiose**, welche die Entstehung von Bedeutung in Bezug auf die syntaktische, die semantische und die pragmatische Dimension des Zeichens umfasst.³⁵ Diese drei

³⁴ Zu den Begründern der modernen Semiotik werden PEIRCE und SAUSSURE gerechnet; MORRIS wird aufgrund missverständlicher und missverständlicher Nähe zum Behaviorismus vorwiegend in Bezug auf die auf ihn zurückgehende klare Unterscheidung von Syntaktik, Semantik und Pragmatik (vgl. VOLLI 2002: 258) rezipiert. VOLLI (vgl. 2002: 1ff) bringt mit den Vorsokratikern, Platon, Aristoteles, den Stoikern, Augustin, der Scholastik, der gesamten neueren Philosophie seit Descartes, mit Indien, China, der jüdischen und islamischen Welt praktisch fast die gesamte Geschichte menschlichen Denkens mit den Ursprüngen der Semiotik in Verbindung.

³⁵ MORRIS legte 1938 zwar seiner Theorie die damals vorherrschende behavioristische Sichtweise zugrunde, sah diese aber nicht als notwendige Grundlage seines Modells an: „Nichtsdestoweniger eignet sich die obige Darstellung [der Semiose, Anm. d. Verf.] als Grundlage für eine Behandlung aus behavioristischer Sicht, die wir im folgenden zu der unsrigen machen. Diese Deutung der Definition des Zeichens ist jedoch nicht notwendig und wird hier nur übernommen, weil sie unter Psychologen in der einen oder anderen Form [...] weit verbreitet ist und weil viele Aporien, die in der Geschichte der Semiotik auftreten, davon herrühren, dass

Dimensionen grenzen die heute allgemein anerkannten Untersuchungsgebiete der Semiotik (Pragmatik, Semantik und Syntaktik) von einander ab (vgl. VOLLI 2002: 257). Ausdrücklich sei darauf verwiesen, dass die hier genannten drei Dimensionen des Zeichenprozesses *nicht* mit den später noch zu entwickelnden vier medialen Dimensionen identisch sind, auch wenn diese sich gegenseitig durchdringen, wie später noch ausgeführt wird. Es folgt eine graphische Veranschaulichung der Semiose nach MORRIS³⁶ (Abbildung 13).

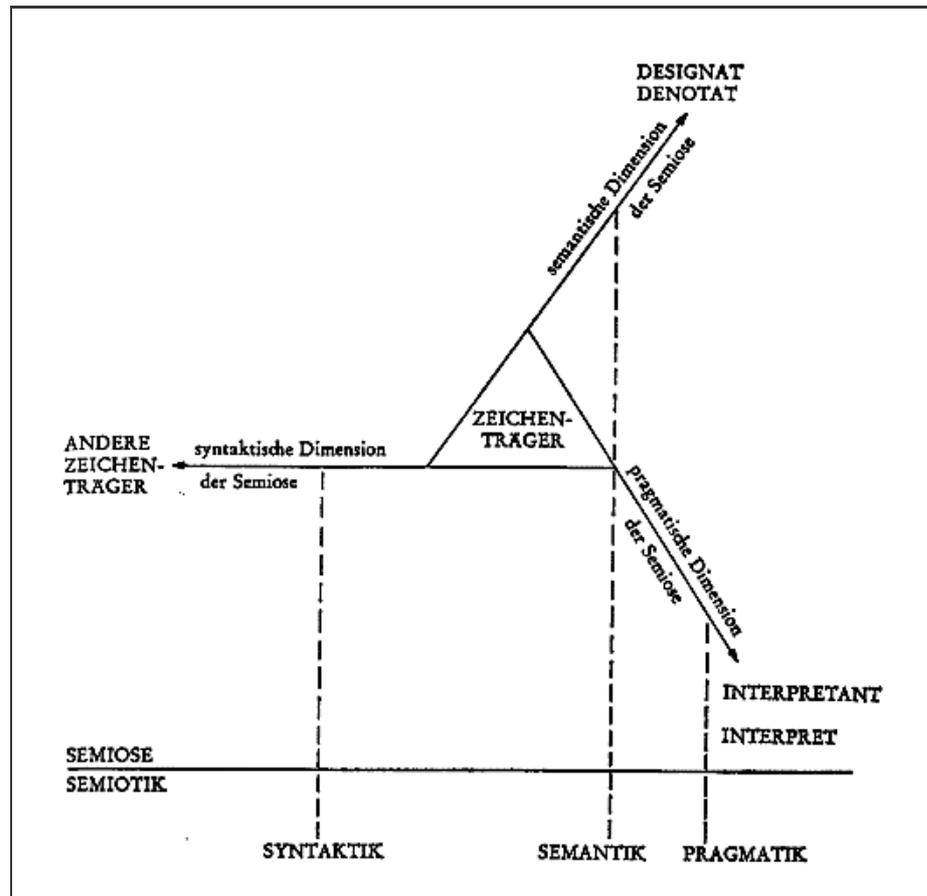


Abbildung 13: Semiose (MORRIS 1972: 94; Orig. 1938)

(3) Zeichenträger, Zeichen und Zeichenprozess

Als verbindendes Element der drei semiotischen Dimensionen steht im Zentrum der *Zeichenträger*:

sich die Semiotik fast immer an die introspektive Schulpsychologie angelehnt hat.“ (MORRIS 1972: Kapitel II: Semiose und Semiotik, fett. d. Verf.) Daher wird es für die vorliegende Arbeit im Weiteren als legitim erachtet, MORRIS' Grundmodell im Lichte des Konstruktivismus neu zu interpretieren und somit eine Alternative zu lerntheoretischen Überlegungen nach PEIRCE aufzuzeigen.

³⁶ Die Begriffe Designat und Denotat werden im folgenden vereinfachend dem Objektbezug des Zeichens, die Begriffe Interpret und Interpretant dem persönlichen und zwischenmenschlichen Bezug des Zeichens zugeordnet. Dies dient dem Zweck, die Modelle verwenden zu können, ohne zugleich auf eine völlig unbekannte und daher wenig verständliche Sprache umsteigen zu müssen. Dabei wird eine nicht immer semiotisch ganz korrekte Ausdrucksweise bewusst in Kauf genommen.

„[Ein Zeichenträger] Z ist für ein Verhalten I ein **Zeichen** des Gegenstandes D, sofern I eine Notiznahme [i.e. Rezeption, Anm. d. Verf.] von D aufgrund des Auftretens von Z ist.“ (MORRIS 1972: o.S.)

Ein Zeichenträger ist also eine materiell-energetische Struktur, welche zwar mit all ihren sonstigen Eigenschaften und Wirkungen existiert, aber zunächst *noch nicht* als bedeutungsvoll wahrgenommen wird. Erst durch Interpretation, durch Konstruktion von Bedeutung durch einen Interpretanten (im Weiteren vereinfacht³⁷ als Rezipient bezeichnet) wird ein Zeichenträger zu einem bedeutungsvollen Zeichen von etwas für jemanden. Dieser Vorgang wird als **Zeichenprozess** bezeichnet. Ohne Rezeption, also ohne Zeichenprozess, sind Zeichenträger bloße, bedeutungslose *Dinge der Welt* (vgl. VOLLI 2002: 11ff), die in der Begrifflichkeit der Systemtheorie als materiell-energetische Strukturen bezeichnet werden. Hier zeigt sich die bereits angedeutete Parallele zur Systemtheorie, die später noch weiter erläutert wird. Bemerkenswert an der grafischen Darstellung nach MORRIS (s.o.) ist, dass der zentrale Begriff Zeichen dort *gerade nicht* vorkommt, da er als *Prozess zwischen* den Zeichendimensionen verstanden wird und nicht statisch einem festen Ort dieser Illustration bzw. Erkenntnissituation zuzuordnen ist. In dieser Arbeit wird der Medienbegriff aufbauend auf dem Zeichenbegriff definiert, da auch der Begriff Medium nur *innerhalb* eines Erkenntnis- oder Lernprozesses seinen Sinn bekommt und gerade dies der Zusammenhang ist, der in der, wie noch näher gezeigt wird.

(4) Syntaktik

Die syntaktische Dimension eines Zeichens beschreibt seine *Relation zu anderen Zeichenträgern*. Sofern eindeutig zu erkennen ist, in welcher Zeichendimension gerade argumentiert wird und der gesamte Sinn der Darstellungen nicht wesentlich darunter leidet, werden zur Vereinfachung in der folgenden Arbeit die Begriffe Zeichenträger und Zeichen synonym verwendet.

(5) Zeichensystem

Durch die syntaktischen Relationen der Zeichenträger entstehen verschiedene Systeme, die *Zeichensysteme*. Diese können sein:

- Umweltausschnitte oder reale Situationen der Lebenswelt, d.h. zusammengehörige, physisch reale Dinge aus Natur, Gesellschaft und Technik,
- Sprachen (Körper- oder Schriftsprachen, formale Sprachen etc.) oder
- Modelle (Bilder, mechanische Funktionsmodelle, geistige Modelle etc.).

(6) Regeln

Die Syntaktik eines Zeichensystems, d.h. die Gesamtheit der Relationen seiner Zeichen, wird anhand von mehr oder weniger stringenten soziokulturell (Sprachen), natürlich (Naturwissenschaft) oder formal-logisch (Mathematik, Informatik) entstandenen oder definierten **Regeln** formuliert.

³⁷ Genauer genommen ist der Interpretant *nicht* eine Person, sondern die Bezeichnung für den *Prozess der Interpretation*, der in einer Person (oder einem sonstigen Lebewesen) abläuft.

(7) Botschaft und Text

Innerhalb dieser Regeln können Kombinationen von Zeichenträgern, d.h. Botschaften oder Texte, erzeugt werden. Im folgenden ist im Sinne VOLLIS (2002: 17f) mit dem Begriff Botschaft oder Text *ausschließlich* eine solche *syntaktische Folge von Zeichenträgern* gemeint, die erst noch durch einen Rezipienten bezüglich ihrer Bedeutung für ihn selbst *interpretiert* werden muss. Auch eine Anordnung physisch realer Objekte, z.B. von Tischen in einem Klassenraum, kann als Text verstanden werden, der von Schülern und Lehrern *gelesen* wird, auch wenn dies nicht explizit verbal zum Ausdruck kommt.³⁸ In besonderen Fällen können durch absichtlich regelwidrig erzeugte Botschaften auch die Regeln des Zeichensystems gebrochen, in Frage gestellt und somit neu interpretiert oder definiert werden.

(8) Kodierung

Die Kodierung (auch: Code, Kodifizierung) entsteht durch Anwendung der Regeln auf eine endliche Anzahl von Zeichenträgern eines Zeichensystems zur Einkodierung einer Botschaft:

„Ein weiteres Element in allen Vorgängen echter Kommunikation ist der *Code*. Denn es kommt ja nie vor, daß Kommunikation ‚bloß‘ bzw. unmittelbar ist. [...] Denn ausgesprochen oder geschrieben werden muß ein Satz *in einer bestimmten Sprache*; die Art und Weise, die eigene Person mit Körper oder Tonfall herauszustellen, variiert nach den einzelnen gesellschaftlichen Umständen, hat also verschiedene Formen der Kodifizierung; und dasselbe geschieht beim Essen, in der Architektur und dem größten Teil der Mimik. [...]; um den Gegenstand oder das Verhalten als Kommunikation einzuordnen, muß der Adressat aber allgemeine Kenntnisse sowie auch Regeln beachten, d.h. im Grunde so handeln, *als ob* die Botschaft kodifiziert wäre.“ (VOLLIS 2002: 18, kursiv im Orig.)

Dies bedeutet, dass wir Menschen nicht nur absichtlich kodierte Botschaften von anderen Menschen als solche wahrnehmen und interpretieren, sondern dass wir beispielsweise auch Naturphänomene, die eben *nicht* absichtlich kodiert wurden, als Botschaft *für uns* wahrnehmen, interpretieren und verstehen: Ein Segler muss *die Sprache des Windes und des Meeres* kennen, ein Bergführer *die Sprache des Schnees und der Berge*. Man kann Naturereignisse und generell Umweltereignisse auch als kodierte Botschaften der **Sprache des Handlungswissens** betrachten. Letztere ist nicht durch symbolische Sprache, sondern nur durch aktive, objektorientierte Handlungen zu erlernen.

(9) Semantik: Interpretation von Sachbedeutung

Die Semantik³⁹ beschreibt die Relation zwischen dem Zeichenträger und dem damit bezeichneten Objekt⁴⁰ (genauer: Designat). Dieses Objekt kann ein real

³⁸ Man vergleiche etwa die *methodischen Bedeutungen* frontal ausgerichteter Tischreihen im Vergleich zur U-Form oder zu Gruppentischen.

³⁹ Im vorliegenden Zusammenhang ist die semantische Forschungsrichtung der kognitiven Semantik gemeint, bei der es um das Verstehen von Bedeutungen geht (vgl. VOLLIS 2002: 257ff und 62ff).

⁴⁰ MORRIS (1972): „Im Hinblick auf bestimmte Zwecke kann man zeigen, ohne auf etwas zu zeigen. Sagt man, dass jedes Zeichen ein Designat hat, aber nicht jedes Zeichen auf etwas real Existierendes referiert, so ist das nicht widersprüchlich. Wenn das, worauf referiert wird, als das existiert, worauf referiert wird, ist das Referenzobjekt ein Denotat. Es ist also klar, dass

existierendes Element der Welt, eine Sache oder, in höheren Abstraktionsstufen des Verstehens und Lernens, ein nur gedachtes Ding wie etwa eine Idee, ein Modell, eine Abstraktion oder sonstige geistige Repräsentation sein.

(10) Pragmatik: Konstruktion von persönlicher und sozialer Bedeutung

Die pragmatische Dimension vervollständigt die Bedeutung eines Zeichens. Während die semantische Dimension sich lediglich auf Objekte bezieht, *ermöglicht erst die pragmatische Dimension die soziale und emotionale Existenz des Menschen*. Nach VOLLI (2002: 257) beschäftigt sich die Pragmatik

„mit dem Verhältnis zwischen Kommunikation, den daran Beteiligten und der Umgebung, in der sie stattfindet.“

Daraus ergeben sich zwei Aspekte der Pragmatik, die hier als der interpersonale und der intrapersonale Aspekt bezeichnet werden:

- Der **interpersonale** Aspekt der Pragmatik liegt zwischen Kommunikator, Rezipient und *weiteren Nutzern* des Zeichens in Form von sozialen, kommunikativen Handlungen, in denen die Bedeutung des Zeichens vereinbart, ausgehandelt und konstruiert wird. In der Didaktik ist dem entsprechend ein Aushandeln von pragmatischen Bedeutungen durch *soziales, kooperatives Lernen* mit dem allgemeinen Ziel der Kritikfähigkeit und Solidarität angezeigt.
- Die **intrapersonale** Relation der Pragmatik ist die zwischen dem Zeichenträger und seinem Interpreten. Sie ist abhängig von dessen aktueller Befindlichkeit, in der er das Zeichen wahrnimmt und interpretiert und spielt bei *persönlich bedeutsamen* Lehr-Lernprozessen eine wichtige Rolle. Dies geht unter anderem aus Ansätzen zur Gestaltpädagogik und Persönlichkeitsentwicklung (ALLPORT 1969; BROWN 1971; BÜRMAN 1992), dem Konstruktivismus und dem Konzept des handlungsorientierten Unterrichts (Gudjons 2001, JANK/ MEYER 2002: 314ff) hervor.

Die inter- und intrapersonale Bedeutung von Zeichen greifen ineinander und sind im Verstehens- und Lernprozess nicht voneinander vollständig abtrennbar. Keinesfalls jedoch ist insgesamt weder die pragmatische, noch die semantische Bedeutung eine Eigenschaft des Zeichenträgers selbst – sie kann mithin in **keinem** Fall durch den Zeichenträger allein direkt syntaktisch vermittelt werden, auch dann nicht, wenn dieser in einer Botschaft eingebunden ist.

2.3.2 Semiotik und Zeichen in den Lebens- und Lernbereichen

Wie bereits in der Problemstellung in Teil I der Arbeit erläutert, lassen sich drei Hauptklassen von Systemen bestimmen, die durch komplexe und vielschichtige Wechselwirkungen miteinander verbunden sind (vgl. HEIN 1997:

zwar jedes Zeichen ein Designat, aber nicht jedes ein Denotat besitzt. Das Designat ist nicht ein Ding, sondern eine Gegenstandsart bzw. eine Klasse von Objekten - und eine Klasse kann viele Elemente, ein Element oder gar kein Element enthalten. Die Denotate sind die Elemente der Klasse. Durch diese Unterscheidung wird die Tatsache erklärt, dass man in den Eisschrank nach einem nicht vorhandenen Apfel greifen und Vorbereitungen treffen kann, auf einer Insel zu leben, die es womöglich nie gegeben hat oder die schon lange im Meer versunken ist.“

119 und ROPOHL 1999: 32). Sie können nun durch die Zeichen zu folgenden vier Klassen von Systemen ergänzt werden:

(1) die organische und anorganische **Natur**, repräsentiert in den naturwissenschaftlichen Modellen der natürlichen⁴¹ Systemen,

(2) die **Gesellschaft**, in der vorliegenden Arbeit verstanden als alle Menschen inklusive der Hervorbringungen menschlichen Denkens und Handelns wie Geschichte, Kultur, Kunst usw. *mit Ausnahme* der Technik und der technischen Systeme (Modellvorstellungen: z.B. soziale⁴² Systeme der gesellschaftlichen Makroebene und psychische Systeme der Mikroebene des Individuums).

(3) die „**Technik** umfasst (a) die Menge der nutzenorientierten, künstlichen, materiellen Gebilde (Sachsysteme), (b) die Menge menschlicher Handlungen und Einrichtungen, in denen Sachsysteme entstehen; (c) die Menge menschlicher Handlungen, in denen Sachsysteme verwendet werden.“ (ROPOHL 1999: 31).

(4) Zu diesen drei Lebens- und Lernbereichen des Menschen treten die **Zeichen** hinzu. Sie repräsentieren – komplementär zu den materiellen Artefakten der Technik – die *immateriellen Hervorbringungen* des Menschen. Sie dienen als kommunikativer, Sinn und Stabilität stiftender Fluss von Botschaften und Bedeutungen innerhalb und zwischen den Bereichen Natur, Gesellschaft und Technik. Zeichen ermöglichen

- zwischenmenschliche, gesellschaftliche, (sozio-)technische und tierische Kommunikation und Lernen,
- menschliche Erkenntnis und menschliche Lern- und Bildungsvorgänge über Objekte aus Natur, Gesellschaft und Technik und
- die gemeinschaftliche Erzeugung und Verwendung von materiellen und geistigen Objekten der drei Lebensbereiche durch den Menschen (und auch durch die sonstigen Lebewesen innerhalb der Natur).

Aus den genannten Zusammenhängen ergibt sich folgende Grafik, die das Strukturmodell der Lebensbereiche des Menschen nach HEIN 1997: 119 (siehe linke Seite) um die Funktion und den Zweck von Zeichen ergänzt (rechte Seite):

⁴¹ Natürliche Systeme sind Hauptgegenstand der Natur- und Lebenswissenschaften wie Physik, Chemie, Biologie, Ökologie, Medizin, etc. In diesem Sinn ist der Mensch als Lebewesen und Teil der Biosphäre auch hier mit einbezogen.

⁴² <Sozial> meint hier sehr vereinfachend <von Menschen und ihren persönlichen und gemeinschaftlichen Handlungen wesentlich abhängig> (vgl. etwa „Handlungssystem“ ROPOHL 1999). Soziale Systeme sind in diesem weiten Sinn Modelle unter anderem der Sozialwissenschaften, der Psychologie, Anthropologie, Ökonomie etc. Das Bildungssystem und die allgemeine Didaktik sind einerseits diesem Bereich zuzuordnen, andererseits transzendieren sie das systemische Denken auf Grund ihrer normativen Ausrichtung am Bildungsideal).

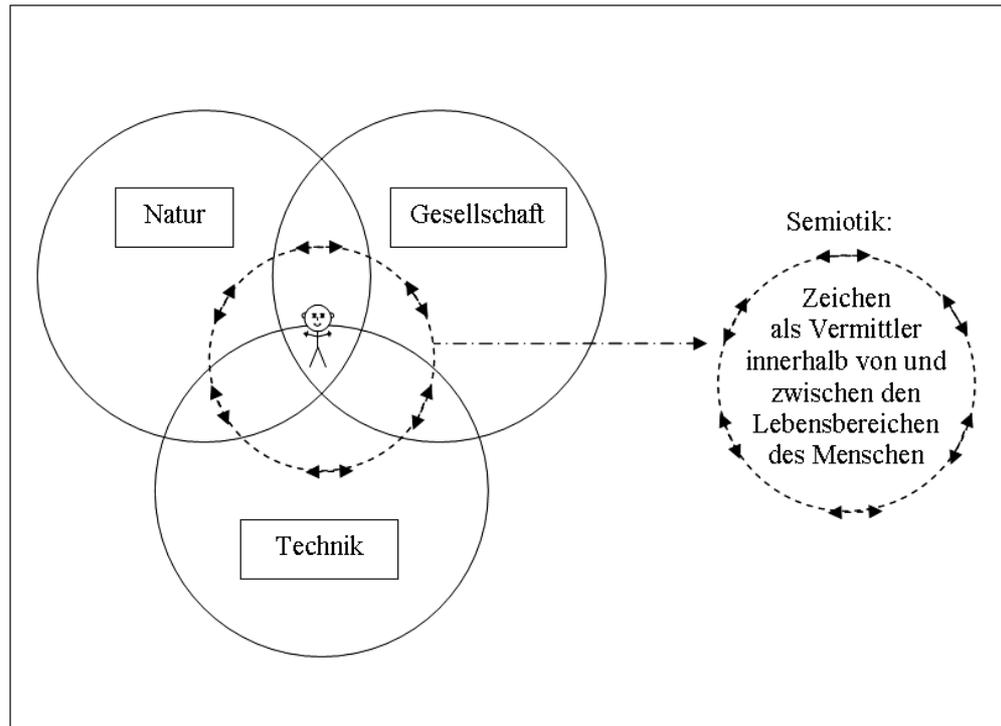


Abbildung 14: Strukturmodell der Lebensbereiche des Menschen, ergänzt um die Funktion der Semiotik (linke Seite: HEIN 1997: 119; gestrichelte Linien, Figur und rechte Seite d. Verf.)

Diese drei Lebens- und Lernbereiche des Menschen lassen sich in zwei Dimensionen entfalten: die äußere, empirisch beobachtbare, materielle Welt und die innere, nur geistig zugängliche Dimension der geistigen Welt des Menschen. Zeichen sind einerseits Hervorbringungen der inneren, geistigen Ebene, andererseits sind sie durch *ihre Bindung an sinnlich wahrnehmbare Zeichenträger, also an materiell-energetische Strukturen* auch Teil der äußeren Welt und schaffen dadurch syntaktische Verbindungen und mediale Vermittlungsmöglichkeiten (mediale Kopplung), die noch eingehend untersucht werden. Diese Zusammenhänge von Zeichen in der Lebens- und Lernwelt des Menschen werden anhand folgender Grafik veranschaulicht:

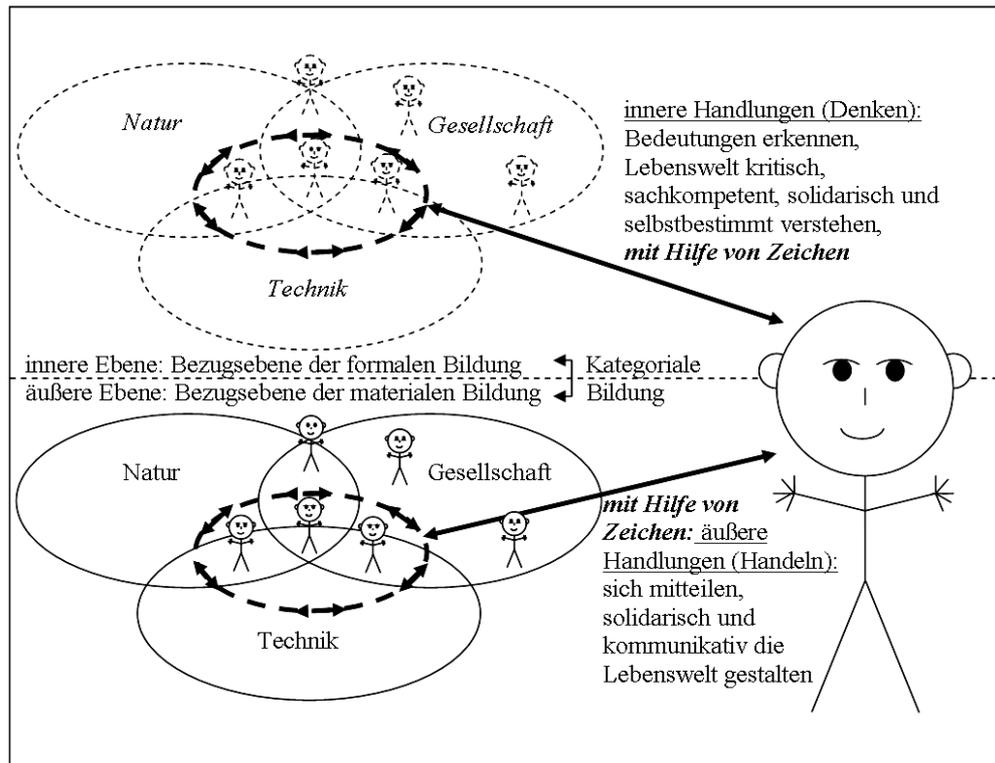


Abbildung 15: Zeichen in der Lebens- und Lernwelt des Menschen (eigene Darstellung, zum Teil aus Elementen nach HEIN 1997: 119)

Die innere und äußere Ebene der Lebens- und Lernbereiche des Menschen spiegelt sich auch im Strukturmodell des Unterrichts nach JANK/ MEYER (2002) wider und erlaubt ebenso eine Ergänzung der Bezugsebenen der formalen und materialen Bildung im Sinne von KLAFFKIS kategorialer Bildung.

2.3.3 Lernen als Zeichenprozess

Nur wenige Fachdidaktiken, die eine besondere Affinität zur Semiotik aufweisen, wie

- Mathematik (vgl. ZELLMER 1979; HOFFMANN, M./ PLÖGER 2000)
- Informatik (vgl. HERZIG 2001: 129ff) mit einer Erweiterung auf die Didaktik der Neuen Medien bzw. die Informationstechnik
- Kunst (vgl. KIEFER 1982) und
- Religion (vgl. PFEIFER 2002),

greifen semiotische Modelle zur Erklärung spezifischer Probleme auf, so dass der semiotische Ansatz in diesen Fachdidaktiken zum Teil sehr differenziert ausgearbeitet ist und praktisch verwendet wird. In der allgemeinen Didaktik jedoch wird die Semiotik nicht folgenreich und konsequent rezipiert bzw. angewendet; auch von der Medienpädagogik wird sie nur am Rande und ohne tief greifende Konsequenzen erwähnt (vgl. Bernward HOFFMANN 2003).

Wie Michael HOFFMANN, DE TIENNE, SEEGER und PLÖGER in der ZEITSCHRIFT FÜR SEMIOTIK (2000) unter dem Gesamttitel *Lernen als Zeichenprozess* aufzei-

gen, ist es durchaus möglich und fruchtbar, anhand der Zeichentheorie nach PEIRCE eine Deutung des Lernens als Zeichenprozess zu versuchen. In seiner semiotisch-philosophischen Analyse mit Bezug auf PEIRCE kommt DE TIENNE zu dem Schluss, dass der Lernprozess als grundlegende Kategorie letztlich mit dem Erkenntnisprozess identisch ist, so dass sich die Semiotik immer schon auch mit Lernprozessen beschäftigt hat. Er identifiziert in seiner Analyse der Zeichentheorie nach PEIRCE sechs zeichenprozesshafte Eigenschaften des Lernens, die in den folgenden Ausführungen aufgegriffen werden. Lernen ist

- ein Zeitphänomen,
- ein kontinuierlicher Prozess
- ein mentaler Akt des Schließens bzw. der Abduktion
- Interpretation
- Repräsentation
- ein Prozess der zunehmenden Sensibilisierung für Zeichen. (Vgl.: DE TIENNE 2000: 11ff)

Von DE TIENNE wird allerdings nicht deutlich genug herausgestellt, dass ein wichtiger Teil des Lernprozesses in der produktiven *Außerung von Zeichenträgern*, d.h. in der sozial eingebundenen, aktiven Gestaltung und Veränderung der Lernwelt besteht. Der philosophische Grundgedanke des Lernens als Erkennen von eindeutig bestimmbarer, objektiver, äußerer Wahrheit ist bei DE TIENNE letztlich unidirektional, linear und zur Modellierung des *gesamten* Lernprozesses *unzureichend*:

„Ewige Wahrheiten sind real, unabhängig davon, wofür wir sie halten, und beim Lernen geht es tatsächlich allein darum, ihnen näher zu kommen.“ (DE TIENNE 2000: 13)

Der Konstruktivismus zeigt auf, dass es für persönlich bedeutsame Probleme stets *verschiedene mögliche Lösungen* und *Wirklichkeiten* gibt. *Eine* Wahrheit kann in diesen Fällen nicht ermittelt werden; diese Kategorie ist dann irrelevant. Die oben beschriebene Interpretation der Semiotik ist in diesem wichtigen Fall also ungeeignet bzw. zu stark eingeschränkt.

Der semiotische Grundgedanke des Lernens als Zeichenprozess bildet den theoretischen Kern der vorliegenden Arbeit. Die Semiotik *allein* ist zur Modellierung des Kreisprozesses des Lernens jedoch unzureichend. Nachfolgend werden daher weitere Aspekte aus der bereits dargestellten Systemtheorie und dem Konstruktivismus hinzugezogen, um ein umfassendes Modell des Lernens als Kreisprozess zu entwickeln.

2.4 Synthese der Grundmodelle im biosemiotischen Funktionskreis

Die drei zuvor skizzierten Grundlagen der vorliegenden Arbeit, die Systemtheorie, der Konstruktivismus und die Semiotik, so unterschiedlich ihre vielfältigen Forschungsrichtungen auch sein mögen, konvergieren in gewisser Hinsicht in der fachübergreifenden *Biosemiotik*. Dieser Begriff wurde von ROTHSCILD (1962) eingeführt und bringt die Verbindung von Biologie und Semiotik zum Ausdruck. Ihre Modellvorstellungen gelten auch für Menschen und werden nachfolgend mit Bezug auf das menschliche Lernen mit Medien als systemi-

scher *und* konstruktivistischer *und* semiotischer Kreisprozess erweitert und mehrdimensional interpretiert.⁴³

Bereits in den 1930er Jahren formulierte J. UEXKÜLL das – aus heutiger Sicht – biosemiotische Modell des Funktionskreises⁴⁴, welches die Ideen der genannten Theorien verbindet, *ohne* die jeweils erst später ausgearbeiteten Begriffssysteme zu verwenden und auch *ohne* damit eine Modellierung des Zusammenhangs von Lernen und Medien zu beabsichtigen. Der Funktionskreis geht auf die Grundprinzipien des Verhaltens, des Lernens und der Erkenntnis zurück und bietet somit die zur Erfassung der Gesamtzusammenhänge erforderliche Abstraktionsstufe, die im Weiteren das Meta-Modell dieser Arbeit bestimmt. Thure v. UEXKÜLL⁴⁵ fasst die relevanten Aspekte aus heutiger Sicht zusammen:

„(1) Lebewesen finden ihre Umwelten nicht vor. Sie müssen sie aus vorgefundenen Zeichen konstruieren. Philosophisch hat der ‚**Konstruktivismus**‘ diese Position und deren Konsequenzen beschrieben.

(2) Lebewesen sind nicht mechanisch durch ‚Wirkungen‘ und ‚Ursachen‘ mit ihrer Umgebung verknüpft. Sie erfassen ‚Zeichen‘, die sie auf Grund der Bedeutung, die diese für sie haben, interpretieren. Philosophisch werden wir damit an die Lehre der Zeichen - die **Semiotik** - verwiesen.

(3) Konstruktivismus und Semiotik setzen den Begriff ‚System‘, des geordneten Ganzen voraus, in dem Teile eine Bedeutung für das Ganze und für einander haben. Die **Systemtheorie** ist daher das dritte Glied einer biologischen Naturbeschreibung.[...]“ (T. UEXKÜLL 2004: o.S., Fett d. Verf.)

Zur Verdeutlichung von UEXKÜLLS Grundgedanken zum Verhalten eines Lebewesens gegenüber einem von ihm vorgefundenen Objekt sei ein längeres Zitat angeführt:

„Von bestimmten Eigenschaften des Objektes, die ich als Merkmalsträger bezeichne, gehen Reize aus, die von den Sinnesorganen (auch Rezeptoren genannt) des Subjektes aufgenommen werden. In den Rezeptoren werden die Reize in Nervenerregungen verwandelt, die dem *Merkorgan* zueilen. Im Merkorgan klingen, wie wir das von uns selbst wissen, Sinnesempfindungen an, die wir ganz allgemein *Merkzeichen* nennen wollen. Die Merkzeichen werden vom Subjekt hinausverlegt und verwandeln sich, je nachdem, welchem Sinneskreis sie angehören, bald in optische, bald in akustische oder taktile Eigenschaften des Objekts. Diese Eigenschaften bilden die *Merkmale* des Subjektes.[...] Vom Merkorgan wird das *Wirkorgan* beeinflusst. In diesem werden bestimmte *Impulsfolgen* ausgelöst, die sich in nervösen Erregungsrhythmen auswirken. Wenn diese die Muskeln der ausführenden Organe der Effektoren treffen, werden diese zu ganz bestimmten Bewegungsfolgen veranlasst, die sich als Leistung des Tieres äußern. [...] Die von den Bewegungsfolgen erzielte Leistung besteht immer darin, daß dem Objekt ein *Wirkmal* erteilt wird. Die von Wirkmal betroffenen Eigenschaften des Objekts werden als *Wirkmalträger* bezeichnet. [...] Durch diese Verbindung ist dafür gesorgt, daß jede Handlung zu ihrem

⁴³ Die Idee, Semiotik und Konstruktivismus zu verbinden, wird in einem speziellen Zusammenhang bereits realisiert: BERGEN (2000) stellt in ihrer Arbeit Bezüge zwischen der Semiotik und neurobiologisch-konstruktivistischen Erkenntnissen über das Lesen und Schreiben her.

⁴⁴ Dieses Modell beschreibt einige fundamentale Zusammenhänge von Steuerungs- und Regulationsprozessen 13 Jahre vor N. WIENERS Veröffentlichung ‚Cybernetics or the science of communication and control in the animal and machine‘ (WIENER 1948), der Geburtsstunde der Kybernetik.

⁴⁵ Thure v. UEXKÜLL bezieht sich bei dieser Zusammenfassung auf das Werk seines Vaters Jakob v. UEXKÜLL, welches er ausführlich im Lichte heutiger semiotischer und konstruktivistischer Modelle und Begrifflichkeit interpretiert.

natürlichen Abschluss kommt, der immer darin besteht, daß das Merkmal vom Wirkmal ausgelöscht wird. Dadurch ist der Funktionskreis geschlossen“ (J. UEXKÜLL 1980: 371f, Orig. von 1935).

So lange der oben beschriebene Abschluss des Funktionskreises noch *nicht* gefunden ist, bleibt der Kreisprozess aus rückgekoppeltem Merken und Wirken in Gang. Folgende Darstellung veranschaulicht diese Zusammenhänge:

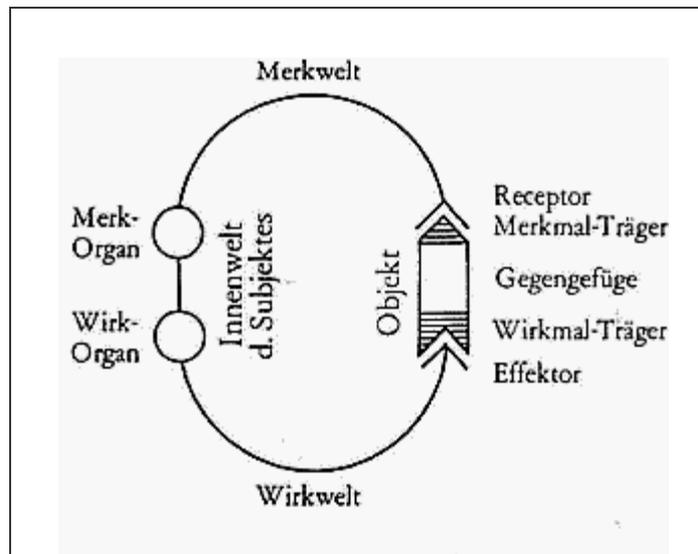


Abbildung 16: Schema des Funktionskreises (J. UEXKÜLL 1980: 330, hier im Orig. von 1931)

2.5 Mediendidaktische Interpretation des Funktionskreises: Lernen als medial vermittelter, semiotisch-konstruktivistischer Kreisprozess

Der UEXKÜLL'sche Funktionskreis wird nun *mediendidaktisch interpretiert*. Dies geschieht in drei Schritten. Zunächst werden die diesem Modell zugeordneten Begriffe (Objekt, Merkmal-Träger, Wirkmal-Träger etc.) medientheoretisch interpretiert. Daraus werden vorläufig die medialen Dimensionen des Lernprozesses identifiziert. Im zweiten Schritt folgt eine lerntheoretische Interpretation der semantischen Zeichenbedeutung und drittens erfolgt eine Erweiterung des Modells auf pragmatischer Ebene.

2.5.1 Identifikation der medialen Dimensionen

Rückkoppelungsprozesse oder Kreisprozesse des Lernens finden sich auch in PIAGETS konstruktivistischem Konzept der Assimilation und Akkomodation – hier allerdings bezogen auf größere zeitliche Abschnitte und verbunden mit bewussten *und* unbewussten Anteilen. Dieses Konzept wird bei GLASERSFELD folgendermaßen skizziert [in Klammern sind die Parallelen zu UEXKÜLLS Modell angegeben]:

„In Piagets Modell wird Lernen durch Akkomodation im Rahmen von Handlungs- und Denkmustern erklärt. Diese Muster (oder ‚Schemas‘) sind dynamisch und bestehen jeweils aus drei Teilen: Eine wahrgenommene Situation [Merkorgan]; eine motorische Handlung oder mentale Operation [Wirkorgan], die mit der Situation assoziiert worden ist [Einfluss des Merkorgans auf das

Wirkorgan]; und ein befriedigendes Ergebnis, das auf Grund gemachter Erfahrungen als Folge der Handlung erwartet wird [Auslöschung des Merkmals durch das Wirkmal]. [...] *Assimilation* bedeutet, dass das handelnde Subjekt eine gegebene Situation als jene erkennt, mit der es eine bestimmte Handlung oder Operation assoziiert hat, obschon ein Beobachter die Situation möglicherweise als unterschiedlich betrachtet. *Akkommodation* hingegen bezeichnet eine Reaktion des Subjekts [also eine Rückkoppelung], die dann eintreten kann, wenn das Ergebnis der Handlung der Erwartung des Subjekts nicht entspricht. Die Überraschung oder Enttäuschung kann dann nämlich zu einer Änderung des Handlungsschemas oder zur Bildung eines neuen Schemas führen. In beiden Fällen wird das Verhalten des Subjekts durch Erfahrung verändert und man kann also von ‚Lernen‘ sprechen.“ (GLASERSFELD 2001: 9, fett d. Verf.)

Die Ähnlichkeiten der beiden Konzepte UEXKÜLLS und PIAGETS sind nicht zufällig: beide waren in erster Linie Biologen. UEXKÜLLS Modell inklusive seiner grafischen Darstellung lässt jedoch eine anschaulichere und kompakte Modellierung des Medienbegriffs zu und ist zudem wesentlich einfacher und damit zugleich auch abstrakter und offener als PIAGETS Modell. Zudem distanziert sich GLASERSFELD ausdrücklich von der Modellvorstellung der mentalen Repräsentation und damit auch vom Zeichenbegriff und der Semiotik, obwohl er selbst vom „Konstruieren von Begriffsverbindungen“ spricht (GLASERSFELD 2001: 8).

Nach den vorherigen Ausführungen ist es also möglich, das genannte kreisprozesshafte Schema UEXKÜLLS auf das menschliche Lernen zu übertragen: Im Unterschied zu Tieren sind beim Menschen die Abläufe zwischen Merkorgan und Wirkorgan weniger von Natur aus vorgegeben, d.h. weniger in genetischen Programmen festgelegt (wenn auch keinesfalls beliebig); sie werden zu einem großen Teil bewusst und unbewusst erlernt, bestimmen zugleich aber auch selbst das Lernen. Um diesen Kreisprozess weiter zu entfalten und zu verdeutlichen, ist nun eine **vorläufige Identifikation der vier medialen Dimensionen** im Funktionskreis UEXKÜLLS möglich. Die im folgenden verwendeten Bezeichnungen der vier medialen Dimensionen (Trägersystem, Sensualität, Expressivität und Kodierung) und der Medienbegriff selbst werden im nächsten Kapitel sämtlich noch präzisiert und hier vorläufig eingeführt.

- Das Objekt mit Gegengefüge entspricht dem **Trägersystem**, welches eine bestimmte, gestaltete Strukturierung (**Kodierung**) aufweist, die von dem Subjekt (Rezipienten) als Zeichen interpretiert wird. Für den Rezipienten wird dadurch das Trägersystem zum **Medium**. Unter einem Medium versteht T. UEXKÜLL den

„Teil der Umgebung, der kontrapunktisch den Bewegungs-(Wirk-)organen zugeordnet ist.“ (UEXKÜLL 1980: 393)

- Der Merkmalsträger beschreibt die **Sensualität** des Mediums, die kontrapunktisch mit dem Rezeptor, mit den Sinnesorganen des Rezipienten verbunden ist.
- Der Wirkmalsträger beschreibt die **Expressivität** des Mediums, also seine Fähigkeit, durch Strukturveränderung Zeichen aufzunehmen. Die Expressivität ist wiederum kontrapunktisch mit den Effektoren, d.h. mit den Ausdrucksorganen des Rezipienten (Stimmorgan, Körper, Hände, reale und virtuelle Werkzeuge) verbunden.

2.5.2 Die semantische Dimension: Objektorientiertes Lernen mit Medien

Somit sind bereits die *genuin medialen* Dimensionen von Medien, nämlich das **Trägersystem**, die **Kodierung**, die **Expressivität** und die **Sensualität** vorläufig identifiziert. Die Umsetzung (Wandlung, Transport und Speicherung) von Zeichenträgern (i.e. Wirkmal- und Merkmalträgern) spielt sich in der Wirkwelt, also in der **syntaktischen** Zeichendimension ab. Da der Lerner hier mit einem Objekt gekoppelt ist, kann er Handlungserfahrungen an diesem Objekt sammeln, diese auf ihre Viabilität prüfen und mentale Repräsentationen und innere Handlungsmuster konstruieren. Somit ist zudem die **semantische**, objektorientierte Zeichendimension angesprochen. Die folgende Abbildung gibt eine Zwischenbilanz und veranschaulicht die Begriffe in ihrer Zuordnung zum Funktionskreis:

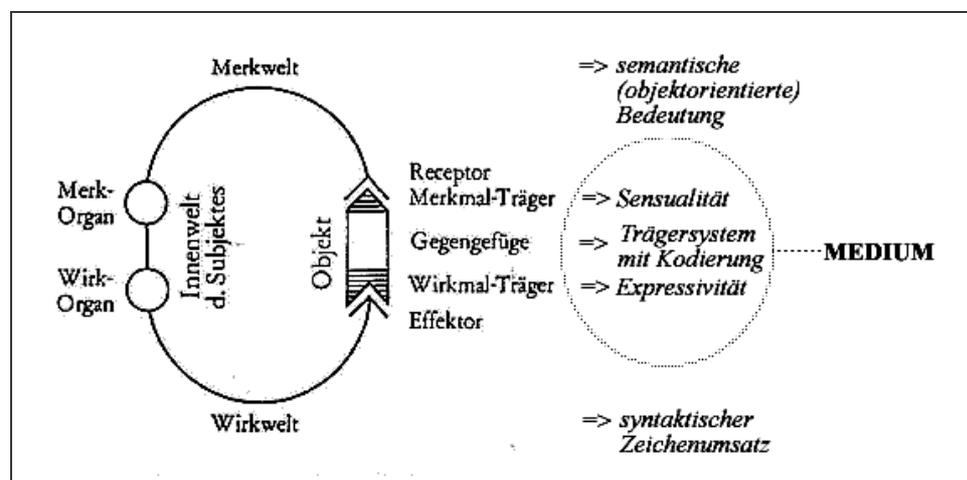


Abbildung 17: Das Medium im semantischen Kreisprozess des Lernens (linke Seite J. UEXKÜLL 1980: 330, rechte Seite eigene Darst.)

2.5.3 Die Pragmatische Dimension: Medial gekoppelte Kreisprozesse

Anhand der obigen Modellvorstellungen können allerdings nur die, wenn auch fundamentalen, syntaktischen und semantischen Ebenen des Lernprozesses beschrieben werden. Für eine Berücksichtigung der **pragmatischen** Bedeutung von Zeichen, also die vollständige Semiose, ist eine Erweiterung des Modells nötig und leicht möglich: Ergänzt man dieses Modell nun um eine zweite Person (Subjekt), die mit der ersten anhand eines Mediums kommunikativ in Kontakt tritt, so ergeben sich **zwei gekoppelte Funktionskreise** und somit ein Kommunikationsmodell, welches die strukturelle Kopplung der Systemtheorie, den konstruktivistischen Ansatz (Soziabilität) und den semiotischen Zeichenprozess integriert.

Zudem sind kommunikative Situationen denkbar, in denen die mediale Kopplung durch zwei verschiedene Medien gewährleistet wird: Subjekt I kommuniziert mit II verbal, während Subjekt II sich mit I schriftlich verständigt (etwa weil II gerade nicht sprechen kann oder will). Auch Kopplungen und Vernetzungen mehrerer Subjekte (z.B. via Internet) sind somit möglich – diese Fälle sind hier mitgedacht. Nicht nur zwischenmenschliche Kommunikation, sondern auch beispielsweise das Erlernen der wichtigsten Kommunikationsform,

der Sprache selbst, können somit modelliert werden. Die nachfolgende Grafik illustriert diese Kopplung der Funktionskreise zweier Personen durch ein Medium. Die Grafik wurde aufbauend auf der Illustration nach UEXKÜLL (siehe Abbildung 16) anhand eines Bildbearbeitungsprogramms generiert und mit entsprechend ‚übersetzten‘ Begriffen ausgestattet:

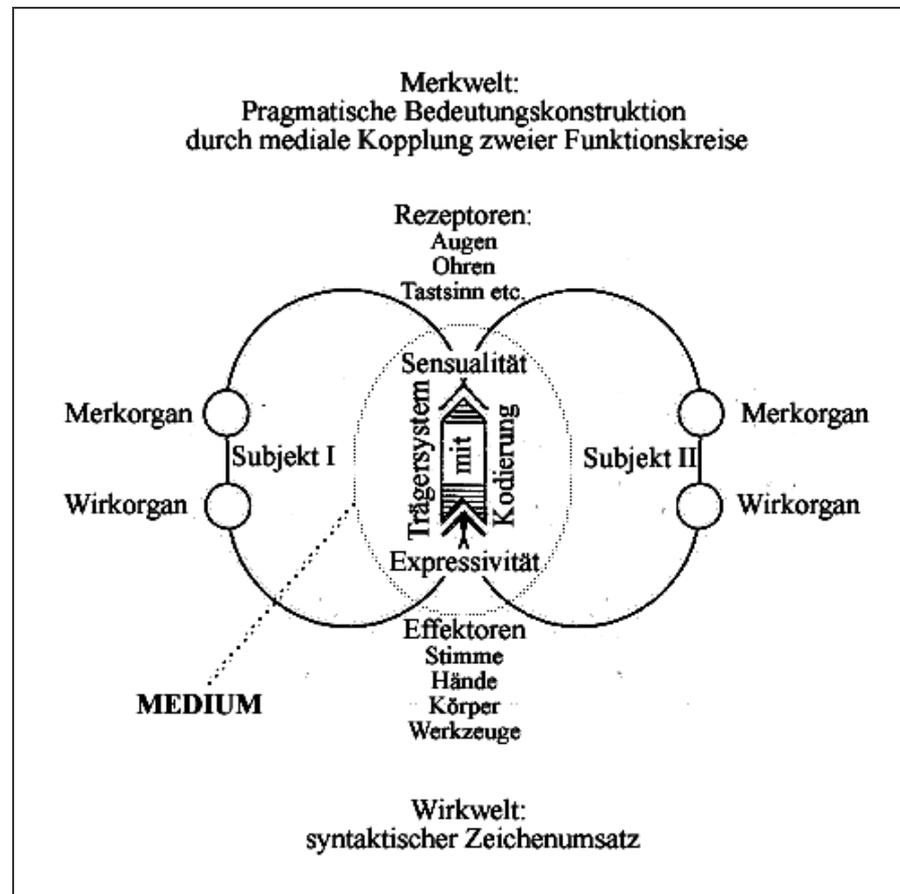


Abbildung 18: Pragmatische Bedeutungskonstruktion durch medial gekoppelte Funktionskreise (eigene Darstellung, generiert aus grafischen Elementen nach UEXKÜLL, vgl. Abbildung 16)

Beide vorangehend dargestellten Funktionskreise, der einfache semantische (vgl. Abbildung 17) und der gekoppelte pragmatische (vgl. Abbildung 18) bilden zusammen den Kreisprozess des Lernens.

2.6 Medien im rezeptiven und produktiven Teilprozess des Lernens

Der Kreisprozess des Lernens lässt sich zur genaueren Durchleuchtung der Funktion von Medien in **zwei Teilprozessen** beschreiben, die unmittelbar aus den vorgenannten Modellen folgen. Es sind dies der **rezeptive** und der **produktive Teilprozess**, der auch im Begriff der Medienbildung bzw. Medienkompetenz einbezogen wird. SCHULZ-ZANDER/TULODZIECKI (2002) hierzu:

„Medienkompetenz schließt soziale, kommunikative und kreative Fähigkeiten ein. Es geht auch um die **Wahrnehmung** und **Reflexion** soziokultureller Veränderungen in unserer Gesellschaft [...]. Die **Artikulation** über Medien ist eine wichtige Voraussetzung zur aktiven Beteiligung an gesellschaftlichen Pro-

zessen. In diesem Sinne umfasst Medienbildung zunächst Kompetenzen in zwei Handlungszusammenhängen [...] der **Nutzung** vorhandener Medienangebote [und] der **eigenen Gestaltung** medialer Aussagen“ (SCHULZ-ZANDER/TULODZIECKI 2002: 322, fett d. Verf.)

SCHULZ-ZANDER/ TULODZIECKI 2002 beziehen sich allerdings bei ihren Überlegungen lediglich auf technische Medien und verkürzen somit die Auffassung und grundsätzliche Bedeutung des Medienbegriffs in Relation zum Lernprozess. Das vorliegende Meta-Modell hingegen erweitert den Begriff der Medienbildung im Sinne der Allgemeinbildung im rezeptiven und produktiven Teilprozess. Es geht dabei um die prinzipielle Darstellung des Prozesses und die Rolle der vier medialen Dimensionen innerhalb dieses Prozesses. Die Frage, ob jeder einzelne Schritt oder Teilprozess bewusst oder unbewusst, einmal oder mehrmals oder in verschiedenen Kombinationen durchlaufen wird, oder ob in besonderen Fällen Teilschritte auch ganz wegfallen können, ist dabei zunächst nicht von entscheidender Bedeutung, obwohl dies in empirischen Untersuchungen sicher eingehend zu prüfen wäre. Zu den hier angesprochenen Teillernprozessen lassen sich im übrigen prinzipiell auch psychomotorische Lernprozesse zählen, die zu einem großen Teil unbewusst ablaufen (vgl. ZIMMERMANN/KAUL 2002).

Letztlich ist entscheidend, dass ein vollständiger Lernprozess, wie er aus den nachfolgenden Überlegungen modelliert wird, früher oder später insgesamt in allen Teilprozessen und Schritten durchlaufen wird. Davon ausgehend wird aufgezeigt, dass die hier vorliegende Modellierung anhand der vier medialen Dimensionen *vollständig* ist.

Zudem wird nachfolgend geklärt, *welche medialen Dimensionen direkt oder indirekt an welchem Teilprozess beteiligt sind, um so deren jeweilige didaktische Funktion und fundamentale Relevanz näher zu bestimmen.*

2.6.1 Die Rolle der Medien im *rezeptiven* Teilprozess

(1) Erster Schritt: äußere Empfindung der Sensualität des Mediums

Grundlage jeder Rezeption einer medial vermittelten Botschaft ist zunächst die äußere Empfindung der Struktur des Trägersystems. Diese Struktur kann materiell (reales, räumliches Objekt), energetisch (z.B. optische Signale) oder materiell-energetisch gegeben sein (z.B. warmes Wasser / kaltes Eis). Sie wird durch die Sinnesorgane entsprechend der **Sensualität** des Mediums vom Rezipienten wahrgenommen.

(2) Zweiter Schritt: innere syntaktische Dekodierung

Zur syntaktischen Dekodierung der im ersten Schritt empfundenen Struktur muss diese zunächst einmal überhaupt als relevanter Zeichenträger (noch nicht als Zeichen) innerlich wahrgenommen werden. Dies umfasst auch die Identifikation des **Zeichensystems**, zu dem der Zeichenträger gehört: Sprachschall muss dem Zeichensystem Verbalsprache, musikalischer Schall dem Zeichensystem Musik, optisch wahrgenommene Buchstabensymbole oder Wörter müssen einem schriftsprachlichen Zeichensystem, Tasteindrücke dem räumlich-energetisch-materiellen Zeichensystem realer Objekte usw. zugeordnet werden. Erst dann kann eine syntaktische Zuordnung des betreffenden Zei-

chenträgers zu weiteren wahrgenommenen Zeichenträgern erfolgen: aus Buchstaben werden Worte, Sätze, Botschaften und Texte in ihrer syntaktischen Struktur wahrgenommen und im Kurzzeitgedächtnis zwischengespeichert, d.h. mental repräsentiert. Diese mental repräsentierte Struktur ist also zunächst eine rein syntaktische Abbildung der Gesamtstruktur des **Trägersystems**, der **Kodierung** in die geistige Dimension des Rezipienten. Dabei wendet der Rezipient die ihm bekannten Regeln des Zeichensystems auf die ihm bekannten Zeichenträger an und entschlüsselt die Botschaft syntaktisch.⁴⁶

Ein Beispiel mag dies verdeutlichen: Lesen wir die Wörter KARTE, KRETA und KATER, die aus *denselben* Zeichenträgern (Buchstaben) bestehen, so aktiviert sich vor unserem geistigen Auge jeweils *scheinbar sofort* jeweils eine oder mehrere passende mentale Repräsentationen (wenn auch erst beim zweiten, vergewissernden Lesen der drei *syntaktisch ähnlichen* und doch in ihrer semantisch-pragmatischen Bedeutung völlig verschiedenen Worte). Wir können nicht wahrnehmen, dass diesem Lesen und Verstehen der pragmatisch-semantischen Bedeutung eine syntaktische Dekodierung der Anordnung der Zeichenträger (hier Buchstaben) *vorausgegangen sein muss*. So verhält es sich auch auf den darüber liegenden syntaktischen Stufen der Sätze und Texte.

Diese Anwendung von syntaktischen Regeln gilt nicht nur für das syntaktische Entschlüsseln von Texten, sondern auch für alle anderen Botschaften jeglicher Zeichensysteme. Sie ist – unbewusst oder bewusst – eine unbedingt notwendige, aber noch **keine** hinreichende Bedingung zur Konstruktion der Bedeutung einer Botschaft. Die syntaktisch korrekte Übermittlung, selbst wenn sie fehlerfrei verlaufen sollte, ist erst die Basis, der Anlass für den Rezipienten, der Botschaft oder dem Text **danach** pragmatisch-semantische Bedeutung zuzuweisen (eben die mentalen Repräsentationen und Abduktionen) – *oder dies aus verschiedenen Gründen auch zu unterlassen*. Dieses Primat der syntaktischen Dekodierung gilt auch für kommunikative, sinnstiftende Wahrnehmung von Ereignissen der Lebenswelt, die *nicht* zuvor absichtsvoll durch einen Sender enkodiert wurden, also auch dann, wenn es keinen Sender einer Botschaft gibt: VOLLI (2002) dazu:

„Ohne weiteres lässt sich annehmen, daß es Kommunikation *ohne Sender* gibt, etwa wenn jemand aus den Angaben eines wissenschaftlichen Instruments oder den Symptomen einer Krankheit oder anderer *Indizien*, d.h. bedeutsamen Weltgestaltungen, einen *Sinn* ableitet.“ VOLLI (2002: 11, kursiv im Orig.)

(3) Dritter Schritt: Innere Konstruktion und Repräsentation von pragmatisch-semantischer Bedeutung

Wie bereits in den Ausführungen des zweiten Schritts angemerkt, baut die nun folgende innere pragmatisch-semantische Bedeutungskonstruktion auf der inneren syntaktischen Dekodierung einer Botschaft⁴⁷ auf. Im Verlauf der Pro-

⁴⁶ Insofern ist *dieser Aspekt* dem Modell der kommunikationstheoretischen Mediendidaktik (vgl. KOLB 1974: 49ff) ähnlich; der erhebliche *Unterschied* besteht darin, dass hier nicht von einem gemeinsamen Zeichenvorrat, sondern nur von einem gemeinsamen Zeichenträgervorrat auf rein syntaktischer Ebene gesprochen werden kann. Mithin ist die bis hier her vermittelte Botschaft *keinesfalls* schon eine übertragene, bedeutungsvolle Information, sondern nur *eine, wenn auch wichtige, Vorstufe* davon.

⁴⁷ An Stelle der Botschaft eines Kommunikators kann auch eine sonstige Wahrnehmung treten, die der Rezipient dekodiert „als ob die Botschaft kodifiziert wäre“ (VOLLI 2002: 18).

zesse des Verstehens und der Abduktion werden durch den Lerner aktiv mentale Repräsentationen konstruiert und im Gedächtnis vorübergehend gespeichert. Der rezeptive Teilprozess erhält somit durch diesen dritten Schritt zwar Bedeutung für den Lerner, gleichwohl ist dieser Teilprozess noch nicht als vollständiger, nachhaltiger Lernprozess anzuerkennen: der Lerner hat die Bedeutungen bzw. mentalen Repräsentationen zunächst *noch nicht* auf ihre Viabilität und Soziabilität, also ihre Brauchbarkeit als Handlungsmuster und Problemlösungsmöglichkeit in objektorientierten oder sozialen Situationen überprüft *und somit in seine Verhaltensdisposition dauerhaft übernommen*. Werden die gespeicherten mentalen Repräsentationen nicht innerhalb einer gewissen Zeit auf eben diese Brauchbarkeit für den Lerner überprüft, werden sie als nutzlos vergessen, um geistige Kapazitäten für bedeutsamere Repräsentationen frei zu setzen.

2.6.2 Die Rolle der Medien im *produktiven* Teilprozess

Bei dem zweiten zu identifizierenden, produktiven Teilprozess werden die drei Stufen des rezeptiven Teilprozesses in umgekehrter Reihenfolge von der inneren pragmatisch-semantischen über die innere syntaktische zur äußeren syntaktischen Dimension durchlaufen.

(1) Erster Schritt: Innere pragmatisch-semantische Bedeutungsaktivierung

Erste Voraussetzung für eine bedeutungsvolle, objektorientierte Handlung oder soziale Kommunikation ist die innere pragmatisch-semantische Aktivierung einer Bedeutung oder eines Sinnzusammenhangs (z.B. Idee, Kritik, Strategie, Lösung, Modellvorstellung, Problematisierung, Inhalt, Sachzusammenhang, Gefühl, Wunsch, Überzeugung, Wert, Einstellung usw.). Der Begriff *Aktivierung* soll anzeigen, dass diese innere Bedeutung nicht in jedem Fall dem Lerner sofort vollständig bewusst sein muss; es kann auch erst im Laufe des Lernprozesses langsam entstehen. Dieses innere Bewusstsein kann semiotisch als mentale Repräsentation oder konstruktivistisch als Handlungsschema bezeichnet werden, welches in Form von bedeutungsvollen Zeichen gedacht wird. Eine entscheidende Überlebens- und Lernstrategie ist es, folgt man PIAGET, diese Schemata (Zeichen) in objektorientierten oder sozial-kommunikativen Handlungen auf ihre Viabilität und/ oder Soziabilität, also ihre Brauchbarkeit zu überprüfen und entsprechend zu übernehmen, zu revidieren oder zu löschen (Assimilation, Akkomodation).

(2) Zweiter Schritt: Innere syntaktische Enkodierung

Zur Äußerung einer inneren Bedeutung muss dies zunächst innerlich **enkodiert** werden, d.h. sie muss in eine syntaktische Folge von Zeichenträgern gebracht und somit in eine Botschaft übersetzt werden. Dazu gehört

- die Auswahl eines geeigneten Zeichensystems (oder Modells) unter Berücksichtigung möglicher Trägersysteme
- bzw. die Auswahl eines geeigneten Trägersystems unter Berücksichtigung möglicher Zeichensysteme,
- die Auswahl der geeigneten Zeichenträger und
- die Anwendung der dem Lerner bekannten Regeln des gewählten Zeichensystems

(3) Dritter Schritt: Äußere syntaktische Strukturierung des Trägersystems

Die beiden erstgenannten Schritte sind *prinzipiell nicht äußerlich zu beobachten, nicht empirisch zugänglich*, sondern nur hermeneutisch rekonstruierbar. Anders dagegen der dritte Schritt, der zu einer Äußerung der inneren Vorgänge in Form von **Strukturierungen** eines **Trägersystems** führt.

Es wird nun bewusst nicht mehr von Zeichen, sondern nur noch von Strukturierungen bzw. Zeichenträgern gesprochen, da der Begriff Zeichen der inneren, semiotisch vollständigen Bedeutung vorbehalten ist. Auf dieser äußeren, empirisch zugänglichen, objektivierten Seite existieren lediglich Strukturen, die zunächst nur bloße Dinge der Welt sind. Unter Strukturierung wird hier die Erzeugung einer äußeren materiell-energetischen Struktur durch Schaffung oder Veränderung der Relationen der Elemente eines Trägersystems verstanden. Diese Relationen werden durch materiell-energetisches Einwirken des Produzenten oder Kommunikators anhand der ihm zur Verfügung stehenden Effektoren (Stimme, Gestik, Mimik, Hände, Werkzeuge) erzeugt. Diese stehen in kontrapunktischem Verhältnis zur medialen Dimension der Expressivität, also zu einer bestimmten Eigenschaft des Mediums, die den Effektoren des Kommunikators bestimmte Einwirkungs- und damit Strukturierungsmöglichkeiten in Bezug auf das Trägersystem bieten.

2.6.3 Vervollständigung des Kreisprozesses

Mit dem zuletzt beschriebene Schritt der äußeren syntaktischen Strukturierung des Trägersystems schließt sich der Kreisprozess des Lernens und beginnt zugleich von Neuem; die in diesem letzten Schritt strukturierten Zeichenträger, Botschaften bzw. physisch realen Manipulationen der Umwelt werden *geäußert*, d.h. *in die Umwelt des Subjekts entlassen*. Dort zeigen sie *irgendwelche weitere Wirkungen*.

In einer objektorientierten, **semantischen** Lernsituation folgen auf den Äußerungsakt des Produzenten A äußere, materiell-energetische Wirkungen auf weitere Trägersysteme, die u. U. in komplexen Wirkungsketten bzw. Ketten von Trägersystemen wieder neue Zeichenträger⁴⁸ entstehen lassen. Diese können als Rückkoppelung wieder von A in einem neuen rezeptiven Teilprozess selbst rezipiert und verstanden werden. Diese neuen Zeichenträger werden somit von A *als bedeutungsvolle äußere Wirkungen der eigenen vorausgehenden objektorientierten Handlung identifiziert, interpretiert, verstanden* und auf ihre *Viabilität geprüft*. Dies gilt auch für den Fall, dass der ursprüngliche Äußerungsakt *keine* empirisch nachweisbaren Wirkungen zeigt: in diesem Fall entsteht eben *kein* Zeichenträger. Auch dieses *Fehlen* eines Zeichenträgers wird vom Produzenten in Bezug auf seine vorherige Erwartung eines Zeichenträgers interpretiert und erhält somit ebenfalls eine Bedeutung.

In einer sozialen, **pragmatisch** orientierten Lernsituation kann nicht, wie im obigen Sinne, von kausalen Wirkungen der von A enkodierten Zeichenträger auf den Rezipienten dieser Zeichenträger gesprochen werden. Die Zeichenträger werden zunächst von einem weiteren Subjekt B in einem eigenen, *nicht*

⁴⁸ Neue Zeichenträger entstehen durch Wandlung, Transport und Speicherung von Zeichenträgern durch Trägersysteme; mehr dazu im Kapitel ??? über Trägersysteme.

kausalen, rezeptiven Teilprozess interpretiert und *möglicherweise* von B zum Anlass genommen, in dessen produktiven Teilprozess neue Zeichenträger zu strukturieren. Aus diesen neuen Zeichenträgern von B kann A in einer hermeneutischen Rekonstruktion versuchen, die pragmatisch-semantische Bedeutung zu erschließen, die As ursprüngliche Zeichenträger für B gehabt haben. Gleiches gilt in entgegengesetzter Richtung, so dass in einem *sozialen Dialog, in kommunikativen Handlungen* zwischen A und B die Bedeutungen der verwendeten Zeichenträger mit jedem Durchlauf der medial gekoppelten Rückkopplungen *einander angenähert, ausgehandelt* und zugleich auf ihre *Soziabilität hin geprüft* werden.

Im Sinne des eingangs erläuterten Leitziels der **Allgemeinbildung** im Unterricht tauchen die beiden oben differenzierten Lernsituationen nicht in absolut reiner Form, sondern als *pragmatisch-semantische Mischform* auf. Unterschiedliche, auch zeitlich variable Schwerpunkte im pragmatischen oder semantischen Bereich oder ein gleichzeitiges Ablaufen beider Prozesse, d.h. soziales Lernen an einem gemeinsamen Gegenstand sind dabei nicht nur möglich, sondern auch wünschenswert. Denn: ein vollständiger Lernprozess, der auf Allgemeinbildung ausgerichtet ist, bezieht sich stets sowohl auf sämtliche Zeichendimensionen. **Erst eine vollständige Semiose kann insofern als allgemein bildender Lernprozess betrachtet werden.**⁴⁹

2.7 Zusammenfassung

Zusammenfassend kann festgehalten werden: Erst der aus rezeptivem und produktivem Teilprozess bestehende Gesamtprozess kann als vollständiger Lernprozess aufgefasst werden. Mit den vier medialen Dimensionen Trägersystem, Kodierung, Sensualität und Expressivität sind sämtliche medialen Faktoren des Lernprozesses bereits genannt; sie beschreiben die syntaktische Seite des Lernens vollständig. In folgender Grafik wird versucht, sämtliche vorgenannten Aspekte zur Beschreibung der Funktion von Medien im Kreisprozess des Lernens darzustellen. Dabei ist zu beachten, dass diese Grafik aus verschiedenen, vorangehend beschriebenen Lernsituationen heraus gelesen werden kann, die sich oft überschneiden und nicht immer klar voneinander trennbar sind: gerade darin zeigen sich die vielfältigen Interdependenzen des rezeptiven und produktiven Lernens.

Für die überwiegend objektorientierte, semantische Lernsituation, in der ein Lerner *allein mit einem Objekt lernt* (also ohne sozialen Kontakt), ist das Objekt selbst das Medium der Lernsituation. Dies entspricht der dargestellten semantischen Interpretation des Modells von UEXKÜLL. In der nachfolgenden Grafik wird der Lerner hier zum **Produzenten** objektorientierter Zeichenträger, die er in seiner Rolle als Rezipient interpretiert. In einer pragmatischen Lernsituation, die sich zwischen kommunizierenden Menschen abspielt, wird der Lerner zum **Kommunikator** von Zeichenträgern, die er zum Zwecke der Ver-

⁴⁹ Vor dem Hintergrund dieser Ausführungen zum vollständigen Kreisprozess des Lernens wird der in der Diskussion um die Neuen Medien (s. Kapitel 3.1.4) viel bemühte Begriff der ‚Interaktivität‘ relativiert. Interaktivität als Wechselspiel von Rezeption und Produktion von Zeichenträgern ist nach dem Kreisprozessmodell eine unhintergehbare Eigenschaft jedes Lernprozesses. Ohne dieses Wechselspiel ist kein vollständiges Lernen möglich, und zwar unabhängig von den Trägersystemen, die in diesem Lernprozess Verwendung finden.

ständigung mit einem anderen Menschen anhand eines Trägersystems strukturiert. Gleichwohl kann er auch in einer pragmatischen Lernsituation die Rolle wechseln und als **Rezipient** auftauchen.

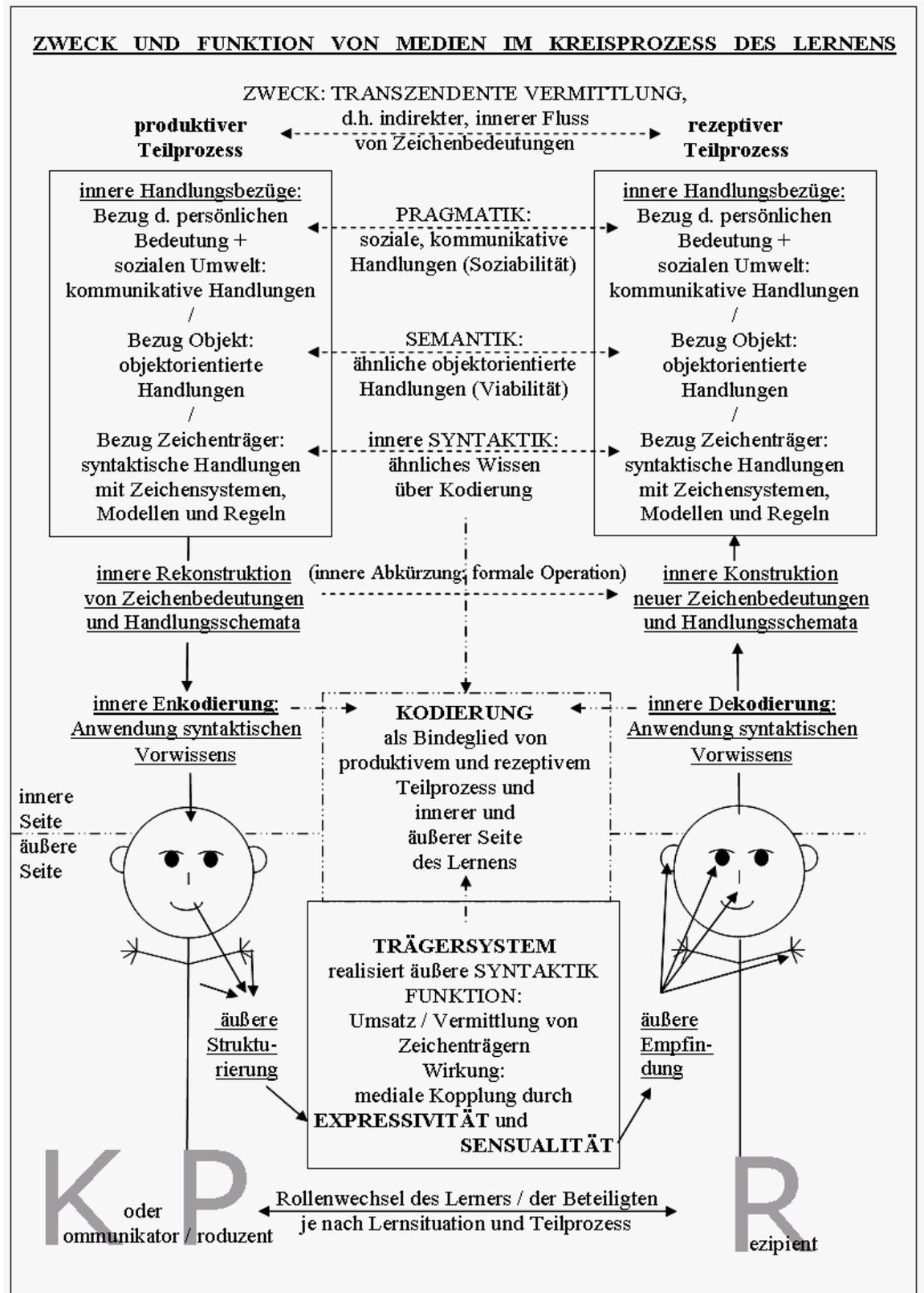


Abbildung 19: Zweck und Funktion von Medien im Kreisprozess des Lernens (eigene Darstellung)

3 Entwurf eines mehrdimensionalen Ansatzes zur Medienpädagogik

Das vorangehend entwickelte Meta-Modell stellt die Invarianten des Zusammenhangs von Medien und Lernen dar. Die vier medialen Dimensionen Trägersystem, Kodierung, Expressivität und Sensualität, welche die mediale syntaktische Kopplung des rezeptiven und produktiven Teilprozesses des Lernens gewährleisten, mussten zu diesem Zweck bereits vorläufig eingeführt werden. In diesem Kapitel werden sie näher spezifiziert, konkretisiert und insgesamt zu einem mehrdimensionalen Ansatz ausgebaut. Danach wird dieser Ansatz daraufhin untersucht, in wie weit er zur Lösung des Integrationsproblems beitragen kann. Mehrfach wurde bereits die *Mehrdimensionalität* des in dieser Arbeit entwickelten Ansatzes erwähnt, die sich aus dem Meta-Modell ergibt.

- Zunächst sind Medien den *zwei philosophischen Dimensionen* der inneren (geistigen) und der äußeren (materiellen) Seite der Lebens- und Lernwelt zuzuordnen.
- Lerntheoretische Überlegungen führen zu den (noch weiter unterteilbaren) *zwei Lerndimensionen* des produktiven und rezeptiven Teilprozesses.
- Die Systemtheorie beschreibt Medien weiter in den *drei systemtheoretischen Dimensionen* der Struktur, Funktion und Hierarchie.
- Des Weiteren lassen sich Medien auch auf die *drei semiotischen Dimensionen* der Syntaktik, Semantik und Pragmatik beziehen.
- Auf diesen Basisdimensionen und weiteren Grundlagen werden die *vier medialen Dimensionen* (Trägersystem, Kodierung, Expressivität, Sensualität), identifiziert.⁵⁰

Der Konstruktivismus als Diskurs bezieht, wie gezeigt, seine Grundlagen aus der Systemtheorie, so dass sich hier keine eigenständigen Dimensionen ergeben. Er ermöglicht jedoch eine Integration der genannten Dimensionen im Kreisprozessmodell des Lernens über das Konzept der Konstruktion innerer pragmatisch-semantischer Bedeutungen und äußerer syntaktischer Zeichenträger (i.e. „Konstruktionen in der Welt“ des Konstruktivismus nach PAPERT). Zudem gewährleistet der gemäßigte Konstruktivismus eine Orientierung am Aufklärungspostulat und somit eine Verbindung des mehrdimensionalen medienpädagogischen Ansatzes zur allgemeinen Didaktik.

Die medialen Dimensionen Trägersystem, Expressivität und Sensualität liegen in der (philosophisch gesehen) äußeren und (semiotisch gesehen) syntaktischen Dimension und verbinden die (lerntheoretischen) Dimensionen des produktiven und rezeptiven Teilprozesses. Die Kodierung stellt die Verbindung zwischen äußerer und innerer syntaktischer Dimension her. Insgesamt ist also erkennbar, dass zwischen den vier medialen Dimensionen, die nachfolgend erläutert werden, untrennbare Zusammenhänge und gegenseitige Durchdringungen bestehen.

⁵⁰ Die medialen Dimensionen liegen, mit Ausnahme der Kodierung in der (philosophisch gesehen) äußeren und (semiotisch gesehen) syntaktischen Dimension und verbinden die (lerntheoretischen) Dimensionen des produktiven und rezeptiven Teilprozesses. Die Kodierung stellt die Verbindung zwischen äußerer und innerer syntaktischer Dimension her.

3.1 Dimension Trägersystem

Trägersysteme bilden das materiell-energetische Zentrum auf der äußeren, syntaktischen Seite des Lernens. Sie sind semiotisch mit dem Kreisprozess des Lernens und funktional mit den anderen Trägersystemen der Lehr-Lernumgebung verbunden. Drei Arten von Trägersystemen (natürliche, personale und technische) lassen sich unterscheiden. Diese können jeweils drei unterschiedliche Funktionen erfüllen, indem sie *in der syntaktischen Dimension* Zeichenträger wandeln, transportieren und speichern. Der Begriff Trägersystem geht also auf zwei bereits beschriebene Theorien, nämlich die Systemtheorie und die Semiotik zurück: Letztere liefert den syntaktischen Begriff Zeichenträger, während die Systemtheorie den Systembegriff und seine drei genannten Konzepte (das funktionale, das strukturelle und das hierarchische) liefert. Die Dimension Trägersystem ist eine Modellvorstellung, anhand welcher in der vorliegenden Arbeit versucht wird, eine notwendige Differenzierung des Begriffs *Medium* durchzuführen. Dieser umfasst *zwei* mögliche Interpretationen. Sie erscheinen beide sinnvoll, liegen aber in völlig unterschiedlichen *philosophischen Dimensionen*, die sich in der Etymologie des Medienbegriffs spiegeln:

„**Medium** n. ‚Vermittler, vermittelndes Element usw.‘, *sondersprachl.* Im 17. Jh. entlehnt aus gleichbedeutend lat. *medium*, einer Substantivierung von lat. *medius* ‚in der Mitte von‘, ‚vermittelnd (usw.)‘.“ (KLUGE, ETYMOLOGISCHES WÖRTERBUCH DER DEUTSCHEN SPRACHE 1989: 469)

In der Brockhaus Enzyklopädie findet sich eine ähnliche, jedoch differenziertere Beschreibung:

„Medium [lateinisch >Mitte<] das, -s/...di |en und ...dia,
 1) bildungssprachlich für: vermittelndes Element.
 2) Kommunikationswissenschaft: Vermittlungsinstanz für Information, Medien.
 3) Parapsychologie: eine der außersinnlichen Wahrnehmung für fähig gehaltene oder speziell bei spiritistischen Sitzungen mit >Geistern< in Verbindung tretende Person (>Mittelsperson<).
 4) Physik: Träger gewisser näher zu bezeichnender physikalischer oder chemischer Eigenschaften oder Vorgänge, insbesondere im Sinne der Vermittlung von Wirkungen (z. B. Luft als Träger von Schallwellen); ein Medium in diesem Sinne braucht nicht unbedingt aus ponderabler (mit Ruhemasse behafteter) Materie zu bestehen; häufig auch synonym mit >Stoff< oder >Substanz< verwendet. [...]“ (Brockhaus 1996-99, fett d. Verf.)

Der Vermittlungsaspekt führt nach den o.a. Definitionen zu der Frage, *was* zwischen *wem* vermittelt wird: einmal kann – im Sinne von Konstruktivismus und Semiotik – ein Medium **Vermittler von Bedeutungen**, also von inneren, geistigen Vorstellungen zwischen Menschen sein (vgl. Punkte 1), 2), 3) der obigen Definition). Zum anderen kann es auch – nun im Sinne der Systemtheorie – **Vermittler veränderbarer und zugleich wirksamer materiell-energetischer Strukturen** sein (Punkt 4) der obigen Definition). Die erste Vermittlung von Bedeutungen beschreibt den *Zweck* eines Mediums, der zwischen bedeutungskonstruierenden Individuen liegt und von diesen vereinbart wird (Pragmatik) oder der von einem einzelnen Rezipienten einem Objekt zugewiesen wird (Semantik). Die zweite Vermittlung ist eine ganz andere: sie beschreibt die *Funktion* des Mediums im Sinne des funktionalen systemtheoretischen Konzepts. Diese beiden Vermittlungsebenen, die innere (erste) und die äußere (letzte) Dimensionen müssen deutlich voneinander getrennt werden,

auch wenn sie nur zusammen ihren Sinn innerhalb des Kreisprozesses des Lernens ergeben. Anhand des Begriffs *Trägersystem*, also der medialen Dimensionen, die sich auf die Vermittlung von Strukturen (Zeichenträgern) und somit auf die äußere *Funktion* eines Mediums bezieht, wird diese Differenzierung kenntlich gemacht. In der medienpädagogischen Forschung wird diese wichtige Differenzierung u.a. durch Adjektive wie „technisches Medium“ (WEIDENMANN 2002: 59) angedeutet, jedoch nicht konsequent und allgemein gültig durchgeführt; insbesondere wird sich noch zeigen, dass *nicht jedes* Trägersystem ein technisches Medium ist. Nachfolgend wird der Begriff Trägersystem spezifiziert.

3.1.1 Trägersystem, Systemtheorie und Semiotik

Der Begriff Trägersystem, der die *äußeren* Prozesse des medial vermittelten Lernens darstellt, wird nun in systemtheoretischer Hinsicht auf das strukturelle, funktionale und hierarchische Konzept hin definiert. Alle drei Konzepte leisten wichtige Beiträge zur vollständigen Definition des Begriffs Trägersystem, auf dem wiederum der Medienbegriff – einer der zentralen Begriffe dieser Arbeit – aufbaut. Sämtliche nachfolgende Ausführungen zum Trägersystem beziehen sich, das sei ausdrücklich betont, *ausschließlich auf die Modellierung der äußeren syntaktischen Zeichendimension des Kreisprozessmodells des Lernens*.

(1) Struktur: Zeichenträger als Strukturen von Trägersystemen

Die Struktur eines Trägersystems ist gegeben durch die Relation seiner materiellen oder energetischen Elemente. Ein Trägersystem kann, sofern es mehr als zwei Elemente (und damit mehr als zwei mögliche Relationen) aufweist, in Teilstrukturen unterteilt werden. *Diese Teilstrukturen können als Entitäten, als Zeichenträger aufgefasst werden*. Im Begriff des Zeichenträgers überschneiden sich daher Semiotik und Systemtheorie (und auch die Informationstheorie)⁵¹.

Einige Beispiele: Ein *nicht* gehörter Donner ist – unabhängig von jeglicher Interpretation als Zeichen für einen Rezipienten – eine reale, zeitlich begrenzte, materielle Struktur der Dynamik von Luftteilchen. Ein *nicht* gesehener Blitz ist die reale Struktur eines energetischen, elektromagnetischen Feldes. Ein *nicht* gefundenes Fossil ist eine materielle, statische Struktur. All diese Strukturen tragen zwar – da sie in diesem Gedankenexperiment *nicht* rezipiert wurden – keine pragmatisch-semantische Bedeutung von etwas für jemanden. Dennoch existieren sie real, unabhängig von menschlicher Interpretation, als *für Menschen bedeutungslose Struktur* eines materiell-energetischen Systems der Lebenswelt, die sehr wohl *für oder auf andere* Systeme Wirkungen, Folgen und auch Bedeutungen (z.B. für Tiere) haben *kann*. Zeichenträger sind also als Strukturen von Systemen der Lebenswelt prinzipiell an Trägersysteme und in

⁵¹ Auch die Informationstheorie spielt hier eine Rolle, denn Strukturen und damit Zeichenträger sind auch als Informationen deutbar. ROPOHL (1999) hierzu: „die Informationstheorie [ist] eine spezielle Systemtheorie, weil Information formal als Varietät einer Systemstruktur beschrieben werden kann.“ (ebd.: 82). Der Informationsbegriff ist also vollständig durch den Begriff des Zeichenträgers ersetzbar und wird daher aufgrund möglicher Begrifflicher Verwirrungen in der vorliegenden Arbeit gemieden: Die Varietät der Struktur eines psychischen Systems wäre nach ROPOHLS Definition ebenfalls eine Information, was den wichtigen Unterschied zwischen syntaktischer und pragmatisch-semantischer Zeichenbedeutung nicht erfasst.

der Regel auch an weitere Systeme gebunden. Somit ist im strukturellen Konzept der Systemtheorie die mediale Dimension des Trägersystems identifiziert.

(2) Funktion: Trägersysteme als Vermittler von Zeichenträgern

Die **funktionale** Perspektive der Systemtheorie geht davon aus, dass ein System durch bestimmte Inputs, Zustände und Outputs bestimmt ist (vgl. ROPOHL 1999: 75). Dies erlaubt eine Modellierung der zeitlich verlaufenden syntaktischen Prozesse, in welche das Trägersystem involviert ist: Im Kreisprozessmodell des Lernens wird – wie bereits beschrieben – der produktive Output des Lerners zum Input des Trägersystems, während der Output des Trägersystems zum rezeptiven Input des Lerners in *jeweils ausschließlich der syntaktischen Dimension* wird. Dies folgt, das sei nochmals ausdrücklich vermerkt, aus vorgenannten prinzipiellen systemtheoretischen Modellierungen und gilt daher grundsätzlich für *alle* Arten von Trägersystemen und Lernsituationen. Im Einzelnen:

- Der **Input** in das Trägersystem entspricht dem raum-zeitlich-dynamischen Vorgang der materiell-energetischen Strukturierung von Zeichenträgern durch äußere Einwirkung des Lerners auf das Trägersystem. Im Kreisprozessmodell ist dies durch den produktiven Teilprozess erklärt, der sich an der **Expressivität** des Trägersystems festmacht.
- Der **Output** des Trägersystems entspricht der materiell-energetischen, sinnlich durch Menschen empfindbaren Strukturierung, welche seine Sinnesorgane reizt. Unter dem Begriff der **Sensualität** wird der Output des Trägersystems später weiter entfaltet.
- Die **Zustände** der materiell-energetischen Struktur des Trägersystems sind die Zeichenträger oder Botschaften, die durch die nachfolgend beschriebenen Funktionen des Trägersystems **umgesetzt** werden.

Die Teilstrukturen (d.h. Zeichenträger) des Trägersystems können durch dessen Funktionen innerhalb oder zwischen Systemen der Lebenswelt *gewandelt, transportiert* und *gespeichert*, also insgesamt **umgesetzt** werden. Mit ROPOHL (1999) lassen sich diese drei Funktionsklassen, aus denen sich alle anderen möglichen Funktionen ableiten lassen, genauer definieren (vgl. ebd.: 89ff und 124ff). Im Allgemeinen tauchen sie zusammen auf, wobei die eine oder andere jeweils einen Schwerpunkt bilden kann:

- Bei der **Wandlung** eines Zeichenträgers wird dessen Struktur *qualitativ und / oder quantitativ wesentlich verändert*, d.h. er wird erzeugt oder verstärkt, vervielfältigt oder abgebildet (also modellhaft reduziert oder erweitert), vermindert, gelöscht oder mit einem anderen Zeichenträger vereinigt usw. Ein Beispiel: Eine Geige, als Trägersystem betrachtet, **wandelt** die Schwingungen einer Saite (Festkörper) in hörbare Druckschwankungen der Luft (Qualität, Zeit und Ort des Zeichenträgers bzw. der erzeugten dynamischen Struktur ändern sich).
- Beim **Transport** eines Zeichenträgers durch ein Trägersystem *ändert sich sowohl dessen Orts- als auch dessen Zeitkomponente*: sie wird durch das Trägersystem in einer gewissen Zeit von Ort A nach Ort B gebracht, ansonsten dabei aber nicht verändert. Der Transport von Zeichenträgern (prinzipiell auch von physisch realen Objekten) kann anhand des technisch-mathematischen Kommunikationsmodells von SHANNON (1948)

dargestellt werden, welches bereits im Rahmen der Voruntersuchung eingehend erläutert wurde. Ein Beispiel: Sprachschall durchflutet als dynamische Struktur der materiellen Luftteilchen den Raum; Ein Lichtblitz durchflutet als energetische Struktur eines elektromagnetischen Feldes den Raum: Sprachschall und Licht werden also durch das jeweilige Trägersystem **transportiert** (Zeit und Ort ändern sich, die Struktur bleibt konstant).

- Die **Speicherung** *ändert lediglich die Zeitkomponente einer Struktur bzw. eines Zeichenträgers*; alle anderen Komponenten sind konstant. Nicht erst die Erfindung technischer Trägersysteme ermöglicht die Speicherung von Zeichenträgern, z.B. im Schulheft oder mit Tafel und Kreide. Auch durch natürliche Trägersysteme, beispielsweise in Fossilien (Zeichenträgern der Vorzeit), in den Jahresringen der Bäume werden Zeichenträger dauerhaft oder mittelfristig gespeichert, d.h. über einen Zeitraum erhalten. Ebenso können personale Trägersysteme Zeichenträger über gewisse Zeiträume im Gedächtnis speichern, z.B. durch rein syntaktisches auswendig Lernen. Die Speicherung von Zeichenträgern im Gedächtnis des Menschen ist die Grundlage jeder syntaktischen Verwendung von Zeichensystemen, da ohne die Kenntnis (Speicherung) von Zeichenträgern ihre Wiedererkennung und weitere Interpretation durch den Zeichennutzer nicht möglich ist. Das Lernen von Zeichensystemen (Sprachen, Modelle) ist also immer auch mit dem syntaktischen Speichern von Zeichen verbunden.

(3) Werkzeugcharakter

Aus den vorgenannten drei Funktionen des Trägersystems bezüglich der Zeichenträger lässt sich der **Werkzeugcharakter** des Trägersystems ableiten: Trägersysteme sind *Werkzeuge der syntaktischen Ebene der Kommunikation*, mit denen Zeichenträger *umgesetzt*, d.h. erzeugt, vermehrt, vermindert, verknüpft, verarbeitet, gespeichert und übertragen werden. Im Zusammenhang mit den Neuen Medien hat sich der Begriff des *kognitiven Werkzeugs* durchgesetzt, mit dem auf die didaktischen Möglichkeiten der Nutzung des automatisierten Zeichenträgerumsatzes verwiesen wird („cognitive tool“ nach KOMMERS/JONASSEN/MAYES 1992; vgl. MANDL/GRUBER/RENKL 2002: 154). Gleichwohl ändert auch diese Bezeichnung nichts daran, dass das *einzigste geistige Werkzeug*, welches zu *allen semiotischen Dimensionen und damit auch zu Bedeutungen* Zugang hat, der eigene Verstand des Menschen ist.

(4) Ketten bzw. Netze von Trägersystemen

Mehrere Trägersysteme können zu **Funktionsketten** (ohne Verzweigung) oder **Funktionsnetzen** (mit Verzweigungen) gekoppelt werden: Bei der direkten sprachlichen Kommunikation beispielsweise ist das einzige Trägersystem, welches sich zwischen Kommunikator und Rezipient befindet, die Luft, auf der der Kommunikator Zeichenträger in Form von Sprachschall strukturiert. Häufig jedoch werden zwischen Kommunikator und Rezipient Ketten aus gekoppelten Trägersystemen gebildet, bei denen der Output des einen zum Input des nächsten Trägersystems wird (vgl. ROPOHL 1999: 80). Zwischen diesen strikt gekoppelten Trägersystemen werden die Zeichenträger durch syntaktischen Zeichenträgerumsatz weitergegeben, bis diese schließlich vom Rezipienten empfunden werden (Beispiel: Beim Versenden einer SMS via Handy werden die Zeichenträger durch eine komplizierte Kette von technischen Trägersystemen gewandelt, transportiert und gespeichert, bis sie den Rezipienten errei-

chen). Wird am Ende der Kette der durch sie umgesetzte Zeichenträger (bzw. die Botschaft) von einem Menschen als Zeichen konstruiert, so ist die gesamte Kette von Trägersystemen als **Medienkette** oder **Mediennetz** aufzufassen (z.B.: Internet oder Intranet, vgl. Arbeitsdefinition Medien, Kap. II-3.1.5). Dabei ist zu beachten, *dass die letzte Kopplung zum Menschen hin eine strukturelle Kopplung durch Bedeutungskonstruktion darstellt, während die genannten anderen Kopplungen der natürlichen und technischen Trägersysteme strikter, funktionaler Art sind.*

(5) Hierarchie: Trägersysteme als Obersysteme von Zeichenträgern

Mit Blick auf das hierarchische Konzept der Systemtheorie ist eine weitere Definition der Dimension des Trägersystems möglich: Ein Trägersystem ist das *nächst höhere Obersystem*, in dem die Wandlung, der Transport und die Speicherung eines *Zeichenträgers als Subsystem* vollständig beschrieben werden kann. Ein einfacher Vergleich mag diese sehr stark abstrahierte Beziehung verdeutlichen: Ein *ungeöffneter* Brief sei eine Botschaft, also eine syntaktische Struktur von Zeichenträgern. Wird diese Botschaft von einem Briefträger zum Adressaten gebracht, *so ist der Briefträger der Träger der Zeichenträger*. Er ist also das materiell-energetisch nächst höhere Obersystem, welches den Transport der Zeichenträger an den Adressaten vollständig beschreibt. Weitere Obersysteme für die übrigen Funktionen der Wandlung und Speicherung von Zeichenträgern sind denkbar: Das Briefpapier etwa ist das nächst höhere Obersystem, welches die Speicherung der Zeichenträger (Schriftzeichenträger) beschreibt. Im Fall einer Email übernehmen der Mailserver und das Datennetz die Aufgabe des Transports und der Speicherung als nächst höheres Obersystem der Zeichenträger, die durch den Computer zusätzlich in lesbare Bildpunkte auf dem Monitor gewandelt werden.

Ein solches Obersystem ist prinzipiell für jeden Zeichenträger notwendig, denn Zeichenträger können sich nicht selbst wandeln, transportieren oder speichern: Ein Brief wird niemals *von allein* zu seinem Adressaten finden. *Zeichenträger sind somit prinzipiell immer auch Subsystem eines Trägersystems*. Damit ist das Trägersystem auch in hierarchischer Hinsicht als prinzipielle mediale Dimension identifiziert. Folgende Beispiele illustrieren diesen Zusammenhang:

Zeichenträger als Subsystem	Trägersystem als nächst höheres Obersystem
Blitz/ Lichtsignal/ Farbe (elektromagnetische Welle)	energetisches, elektromagnetisches <i>Feld</i> (die Welle kann als sich fortpflanzende Störung der Feldlinien bewegter Elektronen modelliert werden)
Knall, Schall, Laut, Geräusch, Musik (akustische Welle)	materielles, festes, flüssiges oder gasförmiges <i>Teilchensystem</i> (Luft, Wasser, Metall), in dem sich die Schallwelle ausbreitet
Duft/ Geschmack/ Gestank (Geruchs- oder Geschmacks-signal in Form von elektrochemisch wirksamen Molekülen)	materielles <i>Teilchensystem</i> der Luft, des Getränks oder der Nahrung, in dem sich die Moleküle befinden
Brailleschrift (strukturierte, punktförmige, fühlbare Erhebungen)	räumlich-materielles <i>Trägerpapier</i> , strukturierte <i>Metallplatte</i>
Rose	materiell-energetisches <i>Gesamtsystem</i> , dessen Struktur durch das Auftauchen der Rose als Zeichenträger verändert wird (Beispiel: Rose im <i>Garten</i> / Rose als Liebeserklärung im <i>Restaurant</i> / Rose im <i>Blumengeschäft</i>)

Tabelle 5: Der Zeichenträger als Subsystem des Trägersystems (Beispiele, eigene Darstellung)

Im letzten Beispiel der obigen Tabelle (Rose) zeigt sich ein wichtiger Fall: die gesamte *Struktur der Umwelt*, d.h. eine bestimmte *Situation* wird zum nächst höheren Obersystem eines Zeichenträgers, der diese Situation insgesamt *in ihrer Struktur* verändert, seinerseits aber erst aus dieser Situation heraus überhaupt als Zeichen deutbar wird. Ein Beispiel: Eine Rose in der *Situation Garten* ändert die Struktur des gesamten Gartens. Die Rose *kann* in diesem Garten für einen Rezipienten ein gänzlich anderes Zeichen bedeuten als in der *Situation Liebeserklärung* oder in der *Situation Blumengeschäft*. Diese Situationen können insofern als nächst höhere Obersysteme des *Zeichenträgers Rose* betrachtet werden, als die Rose durch diese Obersysteme gewandelt, transportiert (vom Blumengeschäft nach Hause) oder gespeichert werden können.

3.1.2 Natürliche Trägersysteme

Natürliche Trägersysteme sind materiell-energetische Systeme, die durch natürliche, d.h. organische oder anorganische Prozesse der Natur entstehen oder entstanden sind und Zeichenträger in Form von natürlichen materiell-energetischen Strukturen umsetzen. Es lassen sich daher organische und anorganische natürliche Trägersysteme unterscheiden:

Zu den **organischen natürlichen Trägersystemen** zählen Mikroorganismen, Pflanzen, Tiere und Menschen⁵², sofern sie ihrerseits als Subsysteme der natürlichen Lebenswelt aufgefasst werden. Als Trägersysteme von Zeichenträgern in kommunikativen und didaktischen Zusammenhängen können sie – nicht nur im Biologieunterricht – zu Medien, werden. Einige Beispiele: So kann eine geschenkte Rose (zumindest aus Sicht der Schenkenden) als Zeichenträger der Liebe dienen; wird die Rose jedoch von dem Beschenkten auf dem Boden zertreten, wird sie zum strukturierten Trägersystem des gegensätzlichen Zeichens (für eben die Schenkende). Auch Tiere können als organische Trägersysteme interpretiert werden: Ein bellender, Zähne fletschender Wachhund etwa ist ein Trägersystem von Zeichenträgern (Gestalt, Gestik, Mimik, Proxemik, Phonation), die für Fremde von Bedeutung sein können.

Anorganische, natürliche Trägersysteme sind der materiell-energetische Betrachtungsgegenstand der Physik und der anorganischen Chemie. Gemäß der physikalischen Betrachtungsweise⁵³ können diese in elektromagnetische Felder oder Teilchensysteme eingeteilt werden.⁵⁴ Elektromagnetische Felder tragen Zeichenträger durch Strukturierung ihrer Parameter wie Intensität, Frequenz oder Wellenlänge (Licht, Wärmestrahlung, Radiowellen). Hier ist jeweils im einzelnen Fall festzustellen, welches das nächst höhere Obersystem ist, in dem Wandlung, Transport oder Speicherung des energetischen Zeichenträgers beschrieben werden kann. Teilchensysteme sind Gase, Flüssigkeiten oder Festkörper⁵⁵. Sie können durch strukturierte Wechselwirkungen die Sinnesorgane des Menschen zu Empfindungen reizen: Schallwellen (gesprochene Sprache), Geruchssignale (chemische Geruchszeichen) oder Zwangskräfte (Form eines Festkörpers).

3.1.3 Personale Trägersysteme

Als personale Trägersysteme werden Menschen betrachtet, sofern sie die syntaktische Funktion eines Trägersystems übernehmen, d.h. sofern sie als nächst höheres Obersystem Zeichenträger wandeln, transportieren oder speichern ohne diese jedoch als bedeutungsvoll zu interpretieren. Diese Funktionen können in bestimmten Lern- oder Unterrichtsphasen vom Lehrer, vom Schüler, von Mitschülern und weiteren, phasenweise am Unterricht beteiligten Personen außerschulischer Lernorte und der Öffentlichkeit (Experten, Mentoren, Dozen-

⁵² Menschen sind als Teil der Natur biologische Subsysteme. Sie finden daher insbesondere im Biologieunterricht als Trägersystem Verwendung, sobald der Körper des Schülers selbst in das Zentrum seiner Betrachtung tritt. Die Verwendung von Menschen als Medien in diesem Zusammenhang birgt u. U. eine ethische Dimension, die besonders deutlich etwa in Präparationskursen des Anatomiestudiums der Medizin zu Tage tritt. Völlig unbedenklich, sehr anschaulich und von hoher potenzieller semantisch-pragmatischer Bedeutung sind Analogiebildungen anhand der Organe und Körperteile des Menschen, etwa im Vergleich der menschlichen Hand des Schülers mit der eines Roboters oder das Thema ‚Augen und optische Geräte‘ im Physikunterricht. Aufgrund ihrer besonderen Stellung im gesamten Gefüge der Lebenswelt können Menschen nicht allein dieser Kategorie zugeschrieben werden; sie bilden eine eigene Kategorie der personalen Trägersysteme.

⁵³ Physik ist die Lehre von den Komponenten der Materie (Teilchen), ihren Zustandsformen (Energie) und Wechselwirkungen (Kräfte, Felder).

⁵⁴ Ungeachtet der Tatsache, dass solche Felder oder Teilchensysteme auch künstlich als Output technischer Systeme erzeugt werden können.

⁵⁵ Von Sonderformen der Materie (Plasma) soll hier abgesehen werden.

ten, Ausbildungs- und Praktikumsleiter, Internet-Chat-Teilnehmer usw.) übernommen werden.

(1) Die besondere Stellung personaler Trägersysteme

Personale Trägersysteme unterscheiden sich aus ethischen Gründen prinzipiell von natürlichen und technischen Trägern. Aus diesem und anderen Gründen werden in einigen Definitionen zum Medienbegriff Lehrer, Schüler und überhaupt alle Menschen ausgenommen (vgl. MARTIAL/ LADENTHIEN 2002: 11; SCHMAYL 1997: 290⁵⁶). Andere Definitionen schließen personale Trägersysteme mit ein (vgl. HOFFMANN 2003: 14; HENSELER/ HÖPKEN 1996: 130ff; DINTER 1980: 143ff; BRUCKER 1976: 1) Unzweifelhaft sind jedoch personale Trägersysteme in der Lage, Zeichenträger zu wandeln, zu speichern und zu transportieren, so dass eine mit den angegebenen Definitionen zum Trägersystem konsistente Begrifflichkeit gewährleistet ist.

Als Beispiel hierfür mag das Gedankenexperiment des *Chinesischen Zimmers* nach SEARLE (1980) dienen, bei dem ein Mensch durch Zuordnungen von Zeichenträgern syntaktische Tätigkeiten durchführt, die durch Außenstehende als intelligente Leistung interpretiert werden können. SEARLE zeigt, dass ein Computer ebenso in der Lage ist, diese Tätigkeiten durchzuführen und also ebenso als intelligent zu bezeichnen wäre. Letztlich wird hier jedoch nicht die Frage nach der Intelligenz des Computers, sondern die Frage nach der Maschinengleichheit menschlicher Tätigkeit gestellt. Eine klare Differenzierung der Ebenen von Zeichenbedeutungen (syntaktisch, semantisch, pragmatisch) wird dabei nicht formuliert, so dass hier nur von einem auf syntaktische Tätigkeiten eingeschränkten Intelligenzbegriff die Rede sein kann.

(2) Problem: Trägersystem oder Kommunikator?

In bestimmten kommunikativen Situationen kann ein Mensch nach den bisherigen Ausführungen sowohl als Trägersystem, als auch als Kommunikator in Erscheinung treten. Die Unterscheidung dieser Situationen ist bestimmt durch die Funktionalität oder die Zweckgerichtetheit menschlicher Aktivität im Kreisprozess des Lernens: Tritt ein Mensch vorwiegend in seiner syntaktischen *Funktion* des Zeichenträgerumsatzes in Erscheinung, so ist er in diesem Fall als personales Trägersystem aufzufassen. Als solches kann er in einer Kette von Trägersystemen die von ihm umgesetzten Zeichen an ein weiteres Trägersystem leiten. Als Kommunikator erscheint er, sobald er selbst Trägersysteme *zweckgerichtet* verwendet, um pragmatisch-semantische Bedeutungen anhand von Botschaften zu vermitteln; dabei ist eine Verwendung des eigenen Körpers als Trägersystem durchaus mit eingeschlossen und möglich.

Ein Beispiel soll dies verdeutlichen: Person A lernt ein Gedicht auswendig und spricht die gelernten Worte aus dem Gedächtnis vor (so wie dies auch das Sprachausgabegerät eines Computersystems bewerkstelligen könnte). Dieser syntaktische Vorgang ist zunächst lediglich als Speicherung und Wandlung von Zeichenträgern zu deuten, wobei A als Trägersystem in Erscheinung tritt.

⁵⁶ Bei SCHMAYL etwa ergibt sich daraus der Widerspruch, dass er einerseits Menschen als Medien ausschließt, andererseits *Realsituationen*, die ja maßgeblich gerade durch die *Anwesenheit* von Menschen bestimmt sind (Arbeitsplätze, Produktionsstätten, etc.) wieder in seinem System als Medien mit *einschließt* (vgl. SCHMAYL 1997).

Sobald A jedoch das Gedicht nicht nur auswendig lernt, sondern dabei für sich persönlich auf pragmatisch-semantischer Ebene interpretiert und diesem Gedicht eine *Bedeutung* beimisst, ändert sich die Situation: Jetzt kann A *die selben* Worte des Gedichts sprechen; dabei wird A jedoch *zusätzliche Strukturierungen* vornehmen (Multikodierung durch Dynamik, Agogik, Phrasierung, Artikulation etc.) und somit *weitere, von seiner individuellen Persönlichkeit abhängige Botschaften* enkodieren, die wiederum – neben dem Gedicht selbst – vom Rezipienten B als bedeutsam interpretiert werden *können*. Das Gedicht und die gesprochenen Zeichenträger werden somit *Zweck einer Vermittlung von inneren Bedeutungen zwischen A als Kommunikator und B als Rezipient*, und zwar auch und gerade dann, wenn die gemeinte Botschaft von A und die von B verstandene, konstruierte Botschaft *völlig unterschiedlich sind und auch in weiteren kommunikativen Prozessen bleiben*. Denn: bei der Vermittlung von Bedeutungen kommt es nicht immer ausschließlich auf die perfekte Übereinstimmung, also die Gleichschaltung von gemeinter und verstandener Bedeutung an, sondern häufig *allein auf den beabsichtigten Prozess der Vermittlung selbst*, also auf die pragmatische, zwischenmenschliche *Aushandlung* von Bedeutungen in weiteren, daran anschließenden Kommunikationsprozessen.

3.1.4 Technische Trägersysteme: Alte und Neue Medien

Technische Trägersysteme sind technische Systeme (vgl. Kap. II-2.3.2(3)), deren *Funktion* im syntaktischen Umsatz von Zeichenträgern und Botschaften besteht. Ihr *Zweck* liegt in der Vermittlung von semantisch-pragmatischen Bedeutungen zwischen Menschen.

Erste technische Trägersysteme zur Speicherung von Zeichenträgern waren Felswände, Steinblöcke, Kerbhölzer, Lehm- und Tontafeln oder das Papyrus. Der Zeichenträgertransport wurde durch Boten (Briefpost), Flaschenpost, Signalturmsysteme und später durch Telegraphen realisiert, während durch verschiedene mechanische, optische, elektromechanische und elektronische Systeme wie den verstärkenden Schalltrichter, den Phonographen, das Radio oder den Overheadprojektor Zeichenträger auch gewandelt werden können. Solche, von Daten umsetzenden Systemen (Computer) unabhängige technische Trägersysteme werden in dieser Arbeit als Alte Medien bezeichnet. Technische Trägersysteme neuerer Zeit, deren Funktion des Zeichenträgerumsatzes wesentlich von Computern bestimmt ist, werden als Neue Medien bezeichnet. Ein umfassender „medienepistemologischer Überblick“ über solche Alte und Neue Medien inklusive einer Funktionsanalyse findet sich bei HERZIG (2001: 129ff, vgl. Kap. II-1.5.2). Nachfolgend werden Neue und Alte Medien näher erläutert, wobei – entgegen der historischen Entwicklung – aus definatorischen Gründen die Neuen Medien zuerst behandelt werden:

(1) Automatisierte technische Trägersysteme: Neue Medien

In der BROCKHAUS ENZYKLOPÄDIE (1996-99) sind Neue Medien⁵⁷ definiert als

„seit Beginn der 1970er-Jahre gebräuchliche Sammelbezeichnung für durch Entwicklung neuer Technologien entstandene Kommunikationsmittel zur Individual- und Massenkommunikation.“

AUFENANGER (1999) versteht unter Neuen Medien

„alle Formen der Wissensaufbereitung oder der Informationsvermittlung, die in digitalisierter Form über Computer oder Internet erreichbar sind und die sich durch eine hypermediale Struktur auszeichnen.“ AUFENANGER (1999: o.S.)

Das wesentliche Merkmal, das prinzipiell **Neue** an den Neuen Medien lässt sich innerhalb der Begrifflichkeit der allgemeinen Technologie formulieren, die maßgeblich von WOLFFGRAMM (1994, 1995, 1997, 1998) ausgearbeitet wurde. Es besteht im **informationsverarbeitenden Teilsystem automatischer Maschinen**, welches Daten wandelt, transportiert und speichert, also umsetzt (vgl. WOLFFGRAMM 1997: 58 und Kap. III-2.2.2). Unter Daten werden in der vorliegenden Arbeit sinnlich *nicht* wahrnehmbare Zeichenträger verstanden, die sich innerhalb technischer Systeme befinden und nur innerhalb dieser Systeme umgesetzt werden können. Gemäß dem EVA-Prinzip⁵⁸ der Datenverarbeitung können durch Eingabegeräte sinnlich wahrnehmbare Zeichenträger in Daten umgewandelt werden. Ausgabegeräte wandeln Daten in Zeichenträger um, die *danach* von Menschen sinnlich wahrgenommen und semiotisch weiter interpretiert werden können. Nach WOLFFGRAMM (1998) sind Daten umsetzende Systeme wie folgt definiert:

„Technische Systeme der Informationsverarbeitung [i.e. Daten umsetzende Systeme, Anm. d. Verf.] haben die Aufgabe, den Arbeitsgegenstand Information [i.e. Daten] durch Einwirkung auf seinen materiellen Träger zu bearbeiten und ihn dadurch in seiner Form, seiner Struktur, oder seinem Ort zu verändern, bzw. ihn zu speichern. Dabei bleibt die semantische Komponente der Information außerhalb der Betrachtung, weil der Mensch nicht Strukturelement der informationsverarbeitenden Systeme ist und technische Systeme nicht mit ideellen Abbildern operieren. [...] Als selbständige Funktionssysteme, [...] begegnen uns Informationsverarbeitungssysteme z.B. in Form von Computern und Kommunikationssystemen [...] Bei ihnen ist der Arbeitsgegenstand die Information und der Informationsfluß ist der Hauptfluß.“ WOLFFGRAMM (1998: 295)

(2) Die Vermittlungsfunktionen von Computern und Computernetzen

ZEMANEK (1992: 7) analysiert die Daten umsetzenden Funktionen des Computers aus Sicht der **Semiotik**. Der Computer kann danach als **syntaktische Sprachmaschine** aufgefasst werden: auch noch so kompliziert erscheinende Computeranwendungen (wie z.B. Neue Medien) verbleiben *immer* auf der syntaktischen Ebene des Zeichenträgerumsatzes. Maschinelle Funktionen sind also *prinzipiell syntaktischer Natur*. Auch wenn Computer unbestritten geistige Leistungen des Menschen übernehmen und dies sogar um ein vielfaches genauer, schneller und effizienter können: es werden immer syntaktische Leistungen bleiben.

⁵⁷ Häufig wird in der Literatur statt des Begriffs Neue Medien auch der Begriff der „neuen Technologien“ genannt; ein deutlicher Hinweis auf das technische Trägersystem.

⁵⁸ Eingabe, Verarbeitung und Ausgabe von Daten, vgl. HARTMANN / HEIN (2001: 213).

„Es geht ausschließlich um Gesetzmäßigkeiten zwischen Zeichen [i.e. syntaktische Relationen]. Die Wirkung dieser Zeichen ist entweder durch Mechanik, Elektronik oder Programmierlogik bestimmt, oder sie entzieht sich der Fertigkeit des Computers.“ ZEMANEK (1992: 7f)

Die pragmatische und semantische Dimension der Zeichenträger liegt also, folgt man ZEMANEK, einzig und allein auf der Ebene des menschlichen Geistes, auch wenn dies aufgrund der „außerordentlichen syntaktischen Fähigkeiten des Computers“ (ebd.: 8) für den Menschen anders *erscheinen* mag. Es sind ausschließlich die Menschen selbst, die aus den syntaktischen Tätigkeiten des Computers pragmatisch-semantische Bedeutungen konstruieren.

Werden mehrere Daten umsetzende Systeme (Computer) in **Netzen** miteinander verbunden, entstehen syntaktische Funktionsketten von Trägersystemen. Mit diesen können Daten und damit auch Zeichenträger über weite Distanzen transportiert und zugänglich gemacht werden. Das Internet beispielsweise bietet auf Basis eines gemeinsamen Datenprotokolls weiterer Subnetze (tcp/ ip) verschiedene telemediale Kommunikationsdienste an. KERRES (vgl. 2001: 258) unterscheidet diesbezüglich vier verschiedene, didaktisch nutzbare Kommunikationstypen, je nachdem ob die Kommunikation zu einer Einzelperson (1:1), zu vielen Anderen (1:N) bzw. synchron (zeitgleich) oder asynchron (zeitversetzt) verläuft. Somit ergibt sich nach KERRES folgende tabellarische Darstellung mit Beispielen:

Kommunikationstyp	1:1	1:N
Synchron	Chat, Instant Messaging, Internet-(Video-)Telefonie	Chat
Asynchron	Email	Foren, Newsgroups, Mailinglisten

Tabelle 6: Kommunikationstypen im Internet mit Beispielen (nach KERRES 2001: 258; tabellarische Form und Beispiele: eigene Darstellung)

Durch die technische Entwicklung (Integration umfangreicher und verschiedenartiger Attachments in Form von Bildern, Audiodokumenten oder Dokumenten weiterer Anwendungen) verfließen die Grenzen zwischen telemedialen und bidirektional kommunikativen Anwendungen des Internet. TULODZIECKI (vgl.: 2000: 65) nennt beispielhaft fünf Möglichkeiten der **didaktischen Nutzung von Telekommunikationsnetzen**:

- Allgemeiner Informationsaustausch (z.B. zwischen deutscher und amerikanischer Schulklasse)
- Gezielte Informationshilfe (von einer Partnerklasse oder von anderen Personengruppen oder Institutionen)
- Parallel-vergleichende Bearbeitung eines Themas (z.B. Beurteilung und Vergleich der Umweltsituation in zwei verschiedenen Städten)
- Gemeinsame Bearbeitung eines Themas
- Gemeinsame Gestaltung eines Produkts oder einer Aktion.

Auf diese Kommunikationsmöglichkeiten im Unterricht wird im praktischen Teil der vorliegenden Arbeit am Beispiel der Gestaltung einer Internet-Site zurückgegriffen.

3.1.5 Zusammenfassung/ Arbeitsdefinitionen zum Medienbegriff

Auf Basis der vorher erläuterten Zusammenhänge bezüglich der Dimension Trägersystem und der Semiotik (vgl. Kap. II-2.3) ist nun eine deutliche Herausarbeitung und weitere Klärung des Medienbegriffs einschließlich einer weiteren Differenzierung verschiedener Arten von Medien möglich.

(1) Trägersystem und Medium

Zunächst wird das Verhältnis von Trägersystem und Medium anhand eines Beispiels grafisch zusammengefasst und erläutert⁵⁹:

⁵⁹ Es ist in dieser Illustration nur bedingt möglich, anhand von Zeichenträgern auf Eigenschaften von Zeichen, Zeichenträgern, Trägersystemen und Medium zu verweisen, da diese, wie später noch gezeigt wird, auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen liegen. Mit den hier gedruckten Zeichenträgern („ja!“) ist also die *Bedeutung* des Wortes gemeint, die *eigentlich nicht* durch Zeichenträger ausgedrückt, sondern ausschließlich semiotisch konstruiert werden kann.

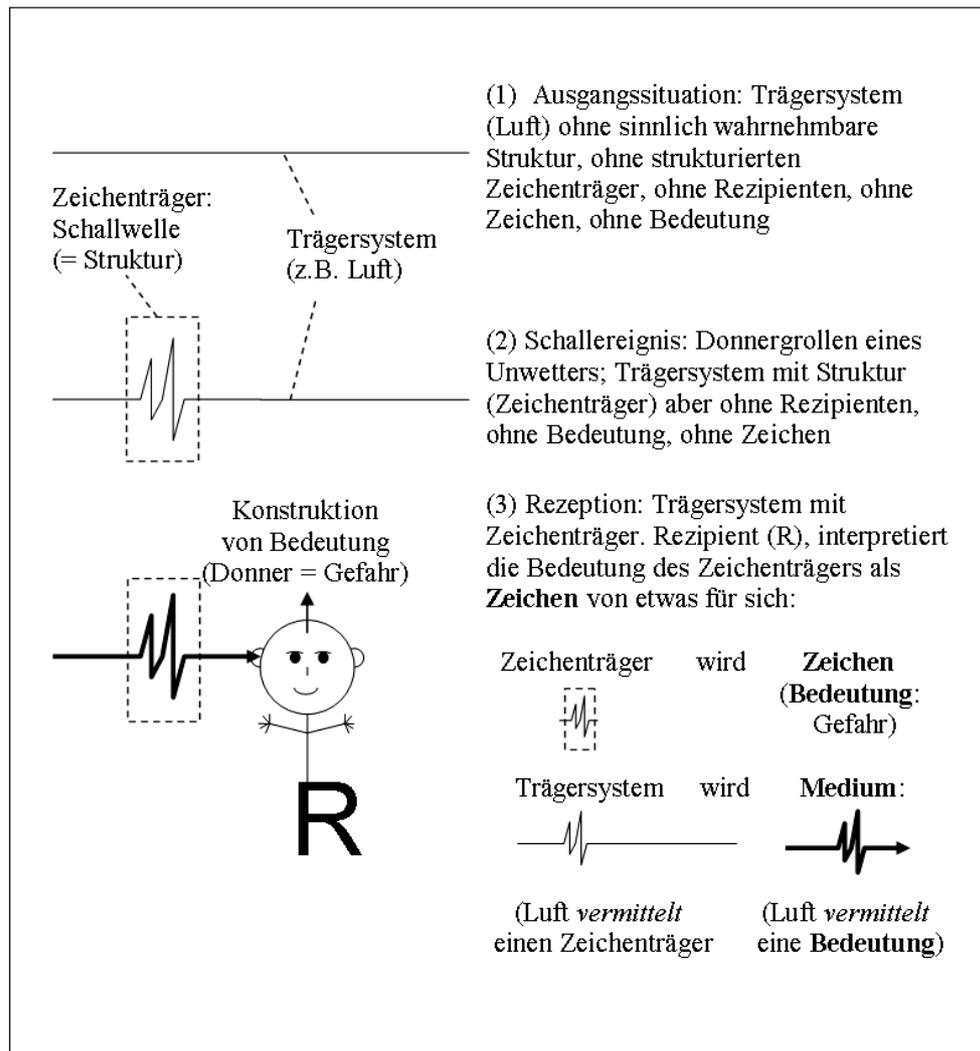


Abbildung 20: Zeichenträger und Trägersystem, Zeichen und Medium (eigene Darstellung)

Von einem Medium ist – äquivalent zum Zeichen – also immer nur *in Bezug auf einen Rezipienten* (genauer: Interpretanten) die Rede. Erst der Rezipient bzw. seine Interpretation macht das Trägersystem zum Medium *für ihn*, indem er die auf dem Trägersystem strukturierten Zeichenträger als bedeutsame Zeichen interpretiert. Somit bilden Rezipient (Interpretant) und Medium eine semiotische Einheit und es kann dabei – entsprechend der semiotischen Begrifflichkeit des Zeichenprozesses (vgl. Kap. II-2.3.1(3)) – von einem **Medienprozess** gesprochen werden.

Ein Medium unterscheidet sich von einem Trägersystem also dadurch, *dass das Trägersystem real existiert, und zwar unabhängig davon*, ob es überhaupt durchweg sinnlich empfindbare Strukturen trägt oder nicht und ob diese Strukturen von einem Rezipienten interpretiert werden. Ein Medium dagegen existiert nur als Medium, *sofern es Zeichenträger umsetzt, die von mindestens einem Rezipienten als bedeutsame Zeichen interpretiert werden*.

(2) Arbeitsdefinition Medium

Somit kann folgende Arbeitsdefinition des bisher vorläufig verwendeten Medienbegriffs angegeben werden:

Ein Medium ist ein Trägersystem, welches einen Zeichenträger umsetzt (d.h. wandelt/ transportiert/ speichert), der von mindestens einem **Rezipienten** als **Zeichen** in seiner syntaktischen, semantischen und pragmatischen Bedeutung **interpretiert wird**. Die Vermittlungseigenschaft eines Mediums kann anhand der medialen Dimensionen des Trägersystems, der Kodierung, der Expressivität und der Sensualität vollständig beschrieben werden.

Arbeitsdefinition 1: Medium

Die in der obigen Arbeitsdefinition genannten medialen Dimensionen Kodierung, Sensualität und Expressivität werden in den Kapiteln II-3.2, -3.3 und -3.4 präzisiert.

(3) Das mediale Parallelogramm

Parallel zu den semiotischen Begriffen Zeichenträger und Zeichen werden, wie das vorherige Beispiel andeutet, nun anhand systemtheoretischer Überlegungen die Begriffe Trägersystem und Medium präzisiert. Dabei zeigt sich, dass die vier Begriffe Zeichenträger, Zeichen, Trägersystem und Medium jeweils paarweise in äquivalenten Verhältnissen zueinander stehen und somit ein *relationales Parallelogramm* bilden, welches jedem Begriff eine eindeutige Position in der wissenschaftstheoretischen Ebene zuordnet, die durch die genannten Grundtheorien der Systemtheorie, des Konstruktivismus und der Semiotik gebildet werden: Der Zeichenträger (Subsystem) verhält sich zum Trägersystem (Obersystem) wie das Zeichen (Subsystem) zum Medium (Obersystem). Zugleich verhält sich der Zeichenträger (bedeutungslos, rein syntaktisch) zum Zeichen (bedeutungsvoll), wie das Trägersystem (bedeutungslos, rein syntaktisch) zum Medium (bedeutungsvoll als Vermittler von Zeichen). Dies versucht die folgende Grafik anhand eines *medialen Parallelogramms* im wissenschaftstheoretischen Raum aus Systemtheorie, Konstruktivismus und Semiotik zu veranschaulichen:

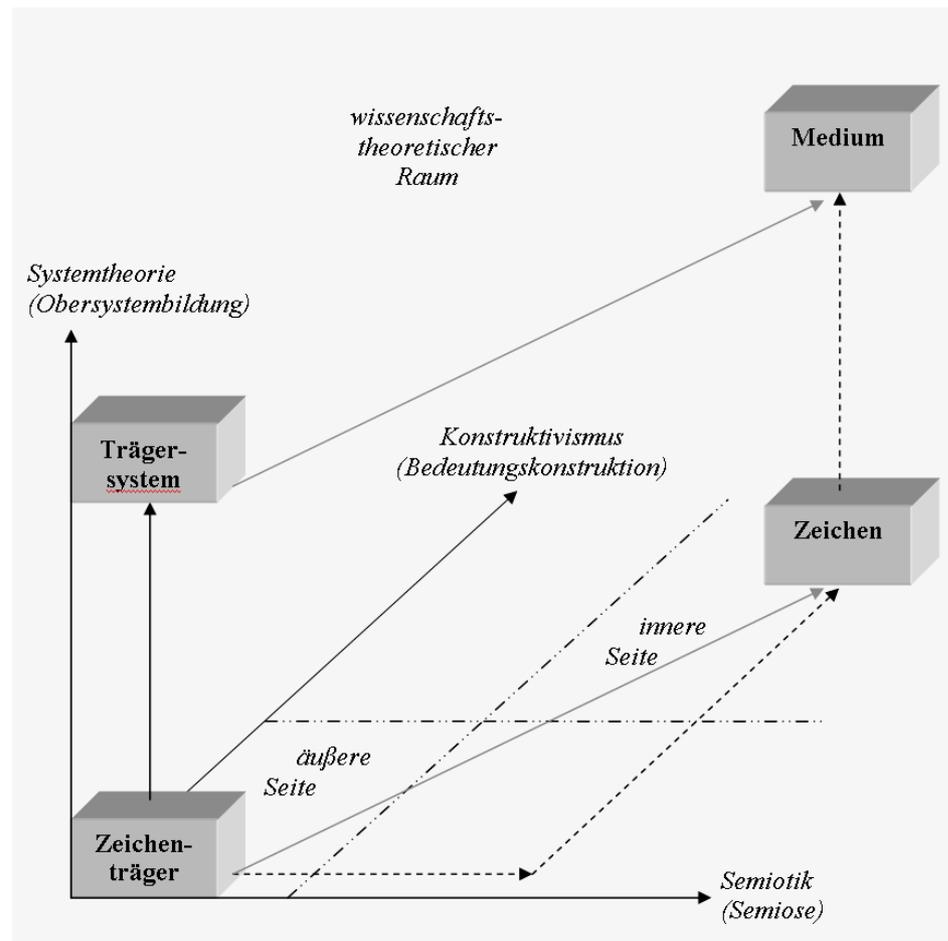


Abbildung 21: Das mediale Parallelogramm (eigene Darstellung)

(4) Arbeitsdefinition Lehr-Lernumgebung

Auch für den bisher vorläufig verwendeten Begriff der Lehr-Lernumgebung kann nun, aufbauend auf dem Medienbegriff, eine Arbeitsdefinition angegeben werden:

Eine Lehr-Lernumgebung ist ein didaktisch entwickeltes System aus mindestens zwei verschiedenen Medien, deren Vermittlungseigenschaften für den Lehrenden und den Lerner zu einer im rezeptiven und / oder produktiven Lehr-Lernprozess nutzbaren Einheit integriert sind.

Arbeitsdefinition 2: Lehr-Lernumgebung

Eine nähere Bestimmung des Zusammenhangs von Lehr-Lernumgebungen und Didaktik anhand des Strukturmodells des Unterrichts nach JANK/ MEYER (2002) findet sich in Kapitel II-4.2.

(5) Arbeitsdefinition: Natürliche Medien

Mit Bezug auf die Ausführungen zu natürlichen Trägersystemen und zum Medienbegriff kann nun folgende Arbeitsdefinition zu natürlichen Medien angegeben werden:

Natürliche Medien sind Medien auf Basis **natürlicher Trägersysteme**. Ihre Vermittlungsfunktion der Wandlung, des Transports und der Speicherung von Zeichenträgern wird durch materiell-energetische Systeme realisiert, die durch organische oder anorganische Prozesse der Natur entstehen oder entstanden sind.

Arbeitsdefinition 3: Natürliche Medien

(6) Arbeitsdefinition: Personale Medien

Mit Hilfe der Ausführungen zu personalen Trägersystemen und zum Medienbegriff kann nun folgende Arbeitsdefinition zu personalen Medien angegeben werden:

Personale Medien sind Medien auf Basis **personaler Trägersysteme**. Ihre Vermittlungsfunktion der Wandlung, des Transports und der Speicherung von Zeichenträgern wird durch Menschen realisiert.

Arbeitsdefinition 4: Personale Medien

(7) Arbeitsdefinition: Technische Medien

Die Überlegungen zu technischen Trägersystemen und zum Medienbegriff ermöglichen die nachfolgend angegebene Arbeitsdefinition zu technischen Medien:

Technische Medien sind Medien auf Basis **technischer Trägersysteme**. Ihre Vermittlungsfunktion der Wandlung, des Transports und der Speicherung von Zeichenträgern wird durch technische Systeme realisiert.

Arbeitsdefinition 5: Technische Medien

Technische Medien können nach dem Grad der Automatisierung ihrer Vermittlungsfunktion in zwei Arten, Neue Medien und Alte Medien, differenziert werden (siehe nachfolgende Arbeitsdefinitionen).

(8) Arbeitsdefinition: Neue Medien

Im Sinne der vorangehenden Ausführungen zu Trägersystemen und technischen Medien wird nun eine Orientierung gebende Arbeitsdefinition zu Neuen Medien formuliert, deren weitere Begriffe nachfolgend noch präzisiert werden, insbesondere mit Blick auf das Trägersystem Internet:

Neue Medien sind Medien auf Basis **automatisierter technischer Trägersysteme**. Ihre Vermittlungsfunktion der Wandlung, des Transports und der Speicherung von Zeichenträgern wird **wesentlich** durch automatische, Daten umsetzende Maschinen (z.B. Computer und Computernetze) realisiert. Insbesondere ermöglicht der automatisierte Datenumsatz

(1) **neuartige Kodierung**, d.h. neuartige Zeichenträger und Zeichensysteme (z.B. Superzeichen, Verweiszeichen, Hypertexte, Computermodelle; näheres: Kap. II-3.2.3)

(2) **neuartige Sensualität** durch teilvirtuelle Mess- und Beobachtungsinstrumente (z.B. Bild gebende Messverfahren; näheres: Kap. II-3.3.3) und

(3) **neuartige Expressivität** durch virtuelle Werkzeuge (z.B. Autorenprogramme zum Schreiben von Emails und Hypertexten für das Internet; näheres: Kap. II-3.4.3)

Insgesamt ergeben sich daraus neuartige Vermittlungsfunktionen der **Hypermedialität, Telemedialität** und **neue bidirektionale Kommunikationsmöglichkeiten**.

Arbeitsdefinition 6: Neue Medien

Der Zusatz **wesentlich** (s.o.) wurde in die Definition aufgenommen, da in einigen Fällen computerbasierte Medien durchaus durch Alte technische Medien ersetzbar sind, ohne dass die Vermittlungsfunktion des Mediums, also der Umsatz von Zeichenträgern durch das Medium verändert wird. Zum Beispiel ist es für das *bloße Abspielen und Betrachten* eines Tonfilms/ Videos im Unterricht zunächst in Bezug auf die Funktion der Vermittlung der Zeichenträger unerheblich, ob dieser in digitaler Form von einem Laptop mit Beamer oder von einem Super 8 Tonfilmprojektor (analoge Einzelbilder und analoge Tonspur) zur Ansicht gebracht wird. Beide sind *in diesem Fall* laut vorangegangener Arbeitsdefinition nicht als Neue Medien definiert. Wandlung, Transport und Speicherung von Daten durch die automatische Maschine (Laptop) tragen *in diesem Fall*, bei dem die automatischen Funktionen des Datenumsatzes durch den Computer *nicht genutzt* werden, *nicht wesentlich* zur Vermittlungsfunktion bei, auch wenn der Computer die zu projizierenden Bilder und Tonsignale automatisch berechnet.

Anders jedoch stellt sich die Situation bei einem Tonfilm dar, der mit Hilfe des Computers als virtuelles Werkzeug von den Schülern digital bearbeitet werden kann. Die didaktisch nutzbare neuartige Expressivität (s.u.) dieses Neuen Mediums *auch im produktiven Teilprozess* des Lernens ist dann eine **wesentlich** andere als im ersten Szenario.

(9) Arbeitsdefinition: Alte Medien

Entsprechend der obigen Arbeitsdefinition zu technischen Medien bzw. Neuen Medien ergibt sich die folgende Arbeitsdefinition zu der zweiten Art von technischen Medien, den Alten Medien:

Alte Medien sind Medien auf Basis technischer Trägersysteme, deren Vermittlungsfunktion der Wandlung, des Transports und der Speicherung von Zeichenträgern **nicht oder nicht wesentlich** durch Daten umsetzende Maschinen (z.B. Computer) realisiert wird.

Arbeitsdefinition 7: Alte Medien

(10) Multimediale Lehr-Lernumgebung

Der Begriff Multimedia geht auf den Medienbegriff und das Präfix ‚multi-‘ (lat. multus = viel, vielfältig) zurück, so dass die Integration mehrerer, *auch* verschiedenartiger Medien zum Ausdruck kommt. In Bezug auf Lehr-Lernumgebungen wird damit das Integrationsproblem der vorliegenden Arbeit angesprochen. Aufbauend auf den vorhergehenden Ausführungen zum Medienbegriff und mit Bezug auf den heutigen Gebrauch des Multimediabegriffs nach KLIMSA wird nachfolgend eine Arbeitsdefinition dieses Begriffs angegeben:

„[Eigentlich] bedeutet ‚Multimedia‘ zahlreiche Hardware- und Softwaretechnologien für Integration von digitalen Medien, [...] Neben diesem **Medienaspekt** – der Multimedialität – spielen aber auch Interaktivität, Multitasking (gleichzeitige Ausführung mehrerer Prozesse) und Parallelität (bezogen auf die parallele Medienpräsentation) eine wichtige Rolle. In diesem Zusammenhang können wir vom **Integrations- und Präsentationsaspekt** des Multimediabegriffs sprechen.“ KLIMSA (2002: 5, fett im Orig.)

Die Integration von Medien wird explizit genannt, wobei hier zugleich eine rein technische Lösung durch die bereits beschriebenen automatisierten Vermittlungsfunktionen des Zeichenträgerumsatzes mit gemeint ist. In der vorliegenden Arbeit geht es jedoch, wie bereits betont, um die Integration aller Arten von Medien bzw. Trägersystemen. Diesem Zusammenhang kann ein technischer Multimediabegriff nicht gerecht werden. Daher wird nun mit Bezug auf DRUIN/ SOLOMON (1996) eine mehrdimensionale, integrative Arbeitsdefinition angegeben, die dem medienpädagogischen Rahmen der vorliegenden Arbeit entspricht, d.h. keine Einschränkung auf technische Medien vornimmt, sich in die im Weiterentfaltete Begrifflichkeit (Multikodierung, Multisensualität, Multiexpressivität) konsequent einfügt und auf jede Lehr-Lernumgebung anwenden lässt:

Eine **multimediale** Lehr-Lernumgebung besteht aus Medien verschiedener Arten von Trägersystemen, durch deren unterschiedliche Vermittlungsfunktionen vielfältige Kodierungen, Sensualität und Expressivität realisiert werden können.

Arbeitsdefinition 8: Multimediale Lehr-Lernumgebung

3.2 Dimension Kodierung

Während das Trägersystem das materiell-energetische Zentrum auf der *äußeren* syntaktischen Seite des Lernens bildet, realisiert die *Kodierung* das *innere syntaktische* Bindeglied im Kreisprozess des Lernens. In der Kodierung laufen die produktive Enkodierung und die rezeptive Dekodierung von Botschaften zusammen. Die Kodierung repräsentiert und ermöglicht die inneren syntaktischen Teil-Lernprozesse der *produktiven* und *rezeptiven* Anwendung von Regeln auf eine bestimmte Auswahl von Zeichenträgern eines oder mehrerer Zeichensysteme. Diese setzen sich aus Elementen, den Zeichen zusammen, die nachfolgend näher erläutert werden.

3.2.1 Drei Arten von Zeichen

PEIRCE unterscheidet drei Arten von Zeichen: Ikone, Indizes und Symbole (vgl. PEIRCE 1984). Sie sind jeweils für die semiotischen Dimensionen im Kreisprozess des Lernens von besonderer Bedeutung und werden daher kurz erläutert.

(1) Ikone

Ein Ikon [griech. eikon >Bild<] ist ein Zeichen, bei dem die Beziehungen zwischen Zeichen und bezeichnetem Objekt auf einer faktischen Ähnlichkeit zwischen Zeichen und Objekt beruht. Im Sonderfall eines physisch realen Objekts, welches als Ikon auf sich selbst verweist, fallen Ikon und bezeichnetes Objekt zusammen. Allerdings ist dennoch zwischen dem Objekt und dem Ikon zu unterscheiden: Ein Baum beispielsweise ist ein reales Objekt der Lebenswelt. Als Ikon verweist er auf sich selbst als *dieser* Baum. Zugleich verweist er aber als *ein* Baum auch auf eine ganze Klasse von Objekten: auf *Bäume, die bestimmte pragmatisch-semantische Bedeutungen für den Rezipienten tragen*. (vgl. VOLLI 2002). Erst diese Fähigkeit des Menschen, Dinge als Ikone für Klassen von Objekten wahrzunehmen, erlaubt eine effiziente und effektive Orientierung in der Lebenswelt: man kann sich im Straßenverkehr zwischen *irgendwelchen* Autos, *irgendwelchen* Radfahrern und *irgendwelchen* Fußgängern schnell und gleichsam beiläufig zurechtfinden, ohne jedes einzelne Auto, jeden einzelnen Radfahrer und jeden einzelnen Fußgänger als genau *dieses* Objekt erkennen und jeweils durch Überlegungen zuordnen zu müssen. Daraus erklärt sich auch die sprachliche Erfindung des *unbestimmten* Artikels zur Kennzeichnung genau dieses Sachverhalts.

Didaktische Implikation: Ikone sind im Vergleich zu den weiteren Zeichenarten am leichtesten verständlich. WEIDENMANN (2002: 84) dazu:

„Bilder [Ikone] erfüllen zudem eine ‚kompensatorische Funktion‘ (Levie & Kentz, 1982) bei Rezipienten mit unterentwickelter Lesefähigkeit“
WEIDENMANN (2002: 84)

Bilder sind im *rezeptiven Teilprozess* geeignet für Nutzer vieler lernpsychologischer Entwicklungsstufen. Allerdings sind ikonische Zeichensysteme durch die fehlende Möglichkeit der Darstellung von abstrakten Relationen zugleich auch stark eingeschränkt und lassen nur geringe Variationsmöglichkeiten zur Enkodierung von einfachen Botschaften im *produktiven Teilprozess* zu.

(2) Indizes

Indizes [lat. index >Anzeiger<] sind Zeichen, bei denen die Beziehung zwischen Zeichen und Bezeichnetem durch kausale Verknüpfung aufgrund von Erfahrung hergestellt wird; so ist beschleunigter Puls ein Index für Fieber, Rauch ein Index für Feuer. Indizes können reale Objekte sein (Rauch). Auch Indizes verweisen, wie alle Zeichen, auf Objektklassen.

Didaktische Implikation: Insgesamt verlangen Indizes durch ihre kausale Verknüpfung und die Voraussetzung von Erfahrung ein Denken und Verstehen auf höherem Abstraktionsniveau als Ikone, da bereits erste syntaktische Regeln zur Dekodierung angewendet werden müssen. Sie sind daher im *rezeptiven Teilprozess* schwieriger verständlich, bieten jedoch größere Variationsmöglichkeiten zur Enkodierung von Botschaften im *produktiven Teilprozess* des Lernens. Sie unterstützen daher Bildungsprozesse im Unterricht stärker als Ikone.

(3) Symbole

Symbole [griech. symbolon >Erkennungszeichen<] sind arbiträre Zeichen, deren Beziehung zu dem bezeichneten Objekt oder Sachverhalt ausschließlich auf Verhandlungen zwischen den Nutzern (Konvention) beruht. Diese Konvention entsteht durch sprach- bzw. kulturspezifische, gesamtgesellschaftliche oder auf bestimmte Teilöffentlichkeiten beschränkte Verhandlungen. Auch die syntaktischen Beziehungen der symbolischen Zeichen untereinander sind durch vereinbarte Regeln fixiert und nicht durch sachliche Bezüge gegeben wie bei den Indizes.

Didaktische Implikation: Sowohl die Symbole, als auch deren Verknüpfungsregeln müssen von ihren Nutzern grundlegend erlernt werden. Dies gilt ebenso für sprachliche Zeichen wie auch für Gesten (Begrüßungsformen) oder bildliche Darstellungen (die Taube als Symbol des Friedens), d.h. es gibt durchaus auch bildlich dargestellte Symbole. Ohne ein grundlegendes Repertoire an symbolischen Zeichensystemen ist der *rezeptive Teilprozess* des Lernens auf konkrete, ikonisch-indexalisch eingeschränkte Sachverhalte bzw. archaische zwischenmenschliche Beziehungsebenen eingeschränkt. Erst die Verwendung von Symbolen und symbolischen Zeichensystemen ermöglicht einen pragmatisch-semantisch vollständigen Kreisprozess des Lernens auch im *produktiven Teilprozess*. Voraussetzung für eine allgemeine Bildung des Menschen im *Medium des Allgemeinen* (KLAFKI) ist also die Fähigkeit, Zeichensysteme zu de- und enkodieren, um Botschaften bezüglich der pragmatischen und semantischen Bedeutungsdimension nutzen zu können.

3.2.2 Drei Arten von Zeichensystemen

Wie bereits im Abschnitt 2.3 über Semiotik dargestellt, können durch die syntaktischen Relationen der Zeichen verschiedene Systeme – die *Zeichensysteme* – entstehen. Drei Arten von Zeichensystemen der Lebens- und Lernwelt lassen sich unterscheiden (physisch reale Objekte, Sprachen und Modelle); sie werden nun erläutert.

(1) Physisch reale Objekte

Wie bereits im Abschnitt über die Arten von Zeichen dargestellt, sind die physischen, d.h. materiell-energetischen Objekte der realen Welt *immer auch* ikonische Zeichen, einige sind zusätzlich auch Indizes (z.B. Rauch, s.o.). Wiederum andere physisch reale Objekte sind als Zeichen von etwas für etwas anderes zwischenmenschlich ausgehandelt, wie etwa Statussymbole (Auto, Haus, Anzug, Krawatte). PEIRCE formuliert es so:

„Was immer etwas sonst noch sein mag - es ist **auch** ein Zeichen.“
(C. S. PEIRCE, zitiert nach DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR SEMIOTIK (2004),
fett d. Verf.)

Der Systematik folgend, dass sich Zeichensysteme aus einer Menge von Zeichenträgern ergeben, die bestimmte Relationen aufweisen, ist die Lebenswelt des Menschen – als Ganze oder auch in Ausschnitten – ebenfalls als Zeichensystem von realen Objekten aufzufassen.

Im Kreisprozessmodell des Lernens ist ein solcher begrenzter Ausschnitt der Lebenswelt durch die Lehr-Lernumgebung gegeben, sofern sie physisch reale, materiell-energetisch strukturierte Objekte aufweist. Die Lehr-Lernumgebung ist somit **auch** ein Zeichensystem von realen Objekten, welches der Lerner durch semantisch orientierte, rezeptive und produktive Handlungen entdeckt, nacherfindet und versteht. Die Objekte und deren Relationen repräsentiert er in mentalen Schemata, die er im Kreisprozess des Lernens auf ihre Viabilität überprüft. Folgende Einteilungskriterien für die **Struktur** eines physisch realen Objektes (Originals, Körpers, Systems) als Zeichenträger des Zeichensystems der realen Objekte einer Lehr-Lernumgebung lassen sich identifizieren:

- Zur **Masse und materiellen Struktur** der Kodierung zählen etwa: die dreidimensional-räumliche Form, der Aggregatzustand (fest, flüssig, gasförmig) die Viskosität (bei Flüssigkeiten), Plastizität, Festigkeit (feste Körper), die Oberflächenbeschaffenheit usw., d.h. sämtliche physisch durch die Sinnesorgane des Menschen erfassbaren Parameter.
- Zur **energetischen Struktur** zählen etwa die innere Energieverteilung (Temperatur), Wärmekapazität und -leitfähigkeit (Metall fühlt sich ‚kalt‘ an, Holz ‚warm‘), äußere Energieabstrahlung (Strahlungswärme, Lichtabstrahlung bei Leuchtkörpern), Energiereflexion oder -streuung, insbesondere in Form von Licht (Farbe des Körpers).
- **Sonstige** strukturelle **physikalisch-chemisch-biologische** Eigenschaften können eine große Vielfalt annehmen.

Darüber hinaus gehende materiell-energetische Eigenschaften, die nicht durch Sinnesorgane erfasst werden können, sind grundsätzlich dem Menschen entweder durch Modelle (vgl. Kap. II-3.2.2 oder durch technische Hilfsmittel zur Messung und Beobachtung zugänglich (vgl. Kap. II-3.3).

(2) Sprachen

Im Unterschied zum Zeichensystem der realen Objekte, in dem sich Menschen (und Tiere) vorsprachlich bzw. ikonisch und indexalisch orientieren, ermöglichen Sprachen rezeptive und produktive Teilprozesse auf allen semiotischen Ebenen (ikonisch, indexalisch und symbolisch).

Sprachen

- haben ein fast beliebig steigerbares Auflösungsvermögen
 - verbrauchen sich nicht
 - verweisen auf etwas anderes als auf sich selbst
 - sind auf Trägermedien angewiesen
 - sind ökonomisch
 - eröffnen Erlebniswelten (des Gedachten, Vorgestellten)
 - sind selektiv, eigengesetzlich und auf Distanz wahrnehmbar
 - erfolgen ohne Zeitverlust
 - leisten eine Kopplung von (psychischen) Systemen
- (vgl. MERTEN 1999: 134f)

Die folgende Tabelle listet, mit Bezug auf die obige Charakterisierung durch MERTEN wichtige Sprachen und die Ursprünge bzw. Entstehungszusammenhänge ihrer jeweiligen Regeln auf (vgl. MERTEN 1999; SCHNOTZ 2002; WEIDENMANN 1997 und 2002):

Wichtige Sprachen	Syntaktische Regeln der Sprache, festgelegt bzw. entstanden durch:
<p>Körpersprache (nonverbal)</p> <p>Lautsignale (verbale Laute wie Knurren, Pfeifen, Räuspern, die auch aus der Tierwelt bekannt sind)</p> <p>Musik</p> <p>Geräusche⁶⁰</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklungsgeschichte des Menschen als Teil der Natur, später mehr oder minder kulturell (durch die Gesellschaft) überformt. • Als ursprüngliche, archaische stark ikonisch-indexalische Zeichensysteme stellen sie unbewusst einen erheblichen Anteil der Kommunikation dar (vgl. etwa MOLCHO 2000, SCHULZ v. THUN 1998 u.a.)
Verbalsprachen (gesprochene Worte) / Gebärdensprachen	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklungsgeschichte der Sprache (Beginn der Kommunikation des Menschen und damit seiner gesellschaftlichen Existenz)
Schriftsprachen (geschriebener Text)	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklungsgeschichte der Schrift auf Basis der Verbalsprachen (Beginn der „Geschichte“ des Menschen)
formale Sprachen / Zahlensysteme (binär, dezimal)	<ul style="list-style-type: none"> • Formulieren und nutzen die Regeln der Logik und der Mathematik. • Beginn wissenschaftlich-empirischer Forschung durch Abbildung von empirischen Erkenntnissen über Natur (s.o.) und Gesellschaft in Form von <ul style="list-style-type: none"> • Gesetzen und Zahlensystemen, • damit Möglichkeit ihrer syntaktischen Simulation durch technische Systeme (z.B. Neue Medien).
Datensysteme als rein syntaktische Zeichen analoger und digitaler Zeichensysteme innerhalb technischer Systeme. ⁶¹	<ul style="list-style-type: none"> • Logische Schaltungen physisch realer Bauteile auf Basis physikalisch-kausaler Gesetzmäßigkeiten (Elektrodynamik, Quantenphysik). • Möglichkeit der Abbildung logischer, syntaktisch eindeutig definierter Zeichensysteme auf das binäre Zahlensystem bzw. auf Zustände technischer Systeme (Computer) zur Datenverarbeitung.

Tabelle 7: Wichtige Sprachen (Zusammenstellung aus SCHNOTZ 2002, WEIDENMANN 1997, zum Teil eigene Darstellung)

⁶⁰ Geräusche lassen sich nicht ganz eindeutig den Sprachen zuordnen; sie können auch dem Zeichensystem der realen Objekte zugeordnet werden, da sie ihre Ursache immer in Schwingungen, also energetisch-dynamischen Strukturen realer Objekte haben.

⁶¹ In der Digitaltechnik werden die Ziffern 0 und 1 des binären Zahlensystems auf Zustände technischer Systeme abgebildet: ein starkes (meist elektrisches oder optisches) Signal entspricht 1, ein schwaches Signal entspricht 0. So entstehen digitale Daten als Grundlage z.B. der logischen Operationen des informationsverarbeitenden Teilsystems automatischer Maschinensysteme (Informations- und Kommunikationstechnik und Robotertechnik. Daten können durch Ausgabegeräte (Bildschirm, Lautsprecher, etc.) in verschiedene andere Zeichensysteme umkodiert werden.

Allein aus dieser kurzen Zusammenstellung wird die fundamentale Bedeutung des rezeptiven und produktiven Umgangs mit Sprachen, d.h. die Fähigkeit zur syntaktischen Enkodierung und Dekodierung von Botschaften für die Bildung des Menschen deutlich, wie sie im Meta-Modell des medial vermittelten Lernens dieser Arbeit dargestellt wurde.

(3) Modelle

Viele funktionale, strukturelle oder verhaltensbezogene Eigenschaften natürlicher, sozialer oder technischer Systeme sind *nicht anhand der Sinnesorgane im rezeptiven Teilprozess des Lernens direkt zugänglich* oder *im produktiven Teilprozess unmittelbar auszudrücken*. Dies gilt insbesondere auch für Denkprozesse, Ideen, Vorstellungen, Konzepte, Pläne, Strategien usw.

Solche, hier allgemein als **Bedeutungen** aufgefasste Phänomene, müssen im Kreisprozess des Lernens vom Lerner selbst oder von einer anderen Person als Botschaften de- und enkodiert werden. Dadurch entstehen Abbildungen von realen Systemen der äußeren Lebenswelt oder von inneren mentalen Repräsentationen, die als **Modelle**⁶² bezeichnet werden. Modelle sind also die „Medien der Wirklichkeitserfassung“ (STACHOWIAK 1983: 9), die sämtlich erst durch Interpretation des Nutzers in semantischer und pragmatischer Hinsicht verstanden werden können. Sie sind für das rezeptive und produktive Lernen im Sinne von Verstehen, Deuten und Problemlösen innerhalb komplexer Zusammenhänge von Strukturen, Funktionen und Verhaltensweisen unverzichtbar.⁶³ KLAUS (1969) und STACHOWIAK (1983) beschreiben, hier stark vereinfacht und zusammengefasst, folgende Eigenschaften eines Modells:

Ein Modell bildet

- die Struktur (Strukturmodell),
- die Funktion (Funktionsmodell) oder
- das Verhalten (Verhaltensmodell) eines Originals ab.⁶⁴

Dabei können

- zusätzliche Attribute eingeführt werden (Abundanz)
- einige Originalattribute unberücksichtigt bleiben (Präterition)
- Attribute mit anderen Bedeutungen belegt werden (Transkodierung) oder
- Attribute hervorgehoben werden (Kontrastierung).

⁶² Die allgemeine Modelltheorie geht zurück auf verschiedene wissenschaftstheoretische Erkenntnisstufen u.a. des Empirismus, des Konventionalismus, der Heuristischen Hermeneutik und auch des Älteren Pragmatismus nach PEIRCE, DEWEY u.a. (vgl. STACHOWIAK (1983: 114f). Somit überschneiden sich die allgemeine Zeichentheorie und die allgemeine Modelltheorie, wie sie bei STACHOWIAK dargestellt ist. Je nach Sichtweise können Zeichen daher als Modelle, aber Modelle auch als Zeichen verstanden werden. Dennoch werden, um der Verständlichkeit dieses Textes willen, die Begriffe Zeichensystem und Modell auch hier getrennt voneinander verwendet und der Modellbegriff dem Zeichensystem als Subsystem untergeordnet.

⁶³ Insbesondere im Technikunterricht spielen Modelle eine zentrale Rolle, da es hier gerade um die vielfältigen strukturellen, funktionalen und hierarchischen Zusammenhänge von Systemen der Natur, Gesellschaft und Technik geht.

⁶⁴ Hierarchiemodelle, die nach der Systemtheorie eigentlich auch definiert werden können, spielen in der Modelltheorie nur eine geringe Rolle. Ein Beispiel für ein Hierarchiemodell findet sich in Abbildung 12.

Nachfolgend sind, mit Bezug auf STACHOWIAK, einige, für den pädagogischen Zusammenhang der vorliegenden Arbeit wichtige Arten von Modellen ausgewählt und zusammengestellt (vgl.: STACHOWIAK 1983: 121ff).⁶⁵

Modelle – wichtige Arten			Darstellung durch Neue Medien
G) Graphische Modelle: zweidimensionale anschauliche Originalrepräsentationen (jeweils statisch: Einzelbild oder dynamisch: Bewegtbild)	G 1) Bildmodelle	G 1.1) Bilder, Abbilder, G 1.2) Teil- und G 1.3) Vollschematische Abbildungen	möglich
	G 2) Darstellungsmodelle	G 2.1) Diagramme G 2.2) Darstellungsgraphen G 2.3) Fluidogramme	möglich
T) Technische Modelle: dreidimensionale, raumzeitlich-materiell-energetische Repräsentationen	T 1) Physiko-technische Modelle	T 1.1) Statisch-mechanische Modelle, T 1.2) Dynamisch-mechanische Modelle, T 1.3) Elektromechanische Modelle	nicht möglich
		T 1.4) Elektronische Modelle (Computerprogramme und Simulationen)	möglich
	T 2) Bio-, psycho- und soziotechnische Modelle	T 2.1) Biotechnische Modelle T 2.2) Psychotechnische Modelle T 2.3) Soziotechnische Modelle	eingeschränkt möglich

Tabelle 8: Modelle (eigene Darstellung nach STACHOWIAK 1983: 121f)

In Tabelle 8 ist zusätzlich vermerkt, welche Modelle durch Neue Medien, insbesondere durch den Computer, dargestellt werden können. Auf diese Ausführungen wird im praktischen Teil der vorliegenden Arbeit, bei dem es um die Entwicklung eines Neuen Mediums geht, zurückgegriffen.

3.2.3 Neue Medien – neue Kodierung

Die vorangehend erläuterten Neuen Medien ermöglichen durch die automatisierten Funktionen des Zeichenträgerumsatzes die Realisation neuartiger Zeichenträger und Zeichensysteme, indem

⁶⁵ Hier sind, der Vollständigkeit halber, auch Modelle aufgeführt, die in anderer Literatur als „Zeichensysteme“ oder „Kodes“ bezeichnet werden, siehe vorhergehender Abschnitt.

- bekannte **Zeichensysteme** und deren Regeln (reale Objekte, Sprachen und Modelle) möglichst realitätsgetreu automatisiert **abgebildet** werden, z.B.: Schrift, Sprachen, Zahlensysteme, formale Sprachen (mathematische und informatische Sprachen, Programmiersprachen), Bildmodelle und Darstellungsmodelle, Verbalsprachen, Lautsignale, Geräusche und Musik.
- Botschaften von einem in das andere Zeichensysteme automatisiert **umkodiert** werden (z.B. Schriftsprache in Verbalsprache mit Hilfe von Sprachausgabesoftware (z.B. Microsoft SAM), Verbalsprache in Schriftsprache durch Spracherkennungssoftware (Verbmobil), Buchstaben in (Hexadezimal-) Zahlen. (z.B. ASCII-Kode), Musiknoten in Midi-Daten)
- deren **Regeln automatisiert** oder **simuliert** werden (z.B. bei Rechenoperationen mathematischer Beziehungen, Textoperationen grammatikalischer und orthografischer Beziehungen, Zeichenzuordnungen in Form von Datenbanken und deren Verknüpfungsoperationen, Umkodierungen von Zeichensystemen wie geschriebener in gesprochene Sprache und umgekehrt und allen Arten von Simulationen)
- **neue Arten** von Regeln, Zeichenträgern und Zeichensystemen **definiert** oder **generiert** werden (z.B. bei Computermodellen, Hypertexten oder Superzeichen und Verweiszeichen). Auf **Hypertexte** wird später noch gesondert eingegangen.

3.2.4 Was Neue Medien *nicht* kodieren können

Folgende Zeichensysteme und Modelle können jedoch prinzipiell **nicht** mit Neuen Medien kodiert werden, da sich deren Zeichenträger nicht in Daten umwandeln und reproduzieren lassen, **ohne** diese dabei abzubilden und qualitativ zu verändern:

- Das Zeichensystem der realen, dreidimensionalen, physisch existenten Objekte
- statisch-mechanische,
- dynamisch-mechanische und
- elektromechanische Funktionsmodelle
- Bio-, psycho- und soziotechnische Modelle (sofern sie real existieren).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Neue Medien eine breite Palette an Möglichkeiten der Strukturierung aufweisen, die in Form neuartiger Interaktivität und Multikodierung genutzt werden kann. Die **nicht** darstellbaren Kodierungen sind ein erster Hinweis auf die Schwächen Neuer Medien, die nur durch eine konzeptionelle Einbindung innerhalb einer integrativen Lehr-Lernumgebung aus natürlichen, personalen, Alten technischen und Neuen Medien aufgefangen werden können.

Eine der im obigen Sinn neuen Arten von Zeichensystemen mit neuen Zeichenträgern und neuen Regeln ist der Hypertext. Er bildet als Grundlage des Internet und vieler Multimedia-Anwendungen einen Eckpfeiler der Neuen Medien (vgl. z.B. BAUMGARTNER / PAYR 1994 und DUISMANN/ MESCHENMOSER 1998) und ist daher auch im Sinne der Allgemeinbildung von exemplarischer, fundamentaler und zeitlich invarianter Bedeutung. Daraus ergibt sich die besondere Wichtigkeit für die vorliegende Arbeit, weshalb das Prinzip Hypertext nachfolgend näher erläutert wird.

3.2.5 Hypertext und Hypermedia

(1) Grundlagen

- Hypertext als neue Kodierung

Aus den vorher genannten grundlegenden Eigenschaften bezüglich des Trägersystems und der Kodierung der Neuen Medien ergibt sich die nun näher untersuchte Vermittlungsfunktion Hypertext⁶⁶/ Hypermedia. Grundlegend für die **hypermediale Vermittlungsfunktion** ist das Prinzip des Hypertexts, welches bereits von BUSH (1945) prinzipiell entwickelt wurde. Ein Hypertext ist ein Zeichensystem mit **doppelter syntaktischer Struktur**. Zum einen beinhaltet Hypertext die jedem konventionellen Text innewohnende, syntaktische Struktur der verwendeten Zeichensysteme wie beispielsweise Schriftsprache, Zahlensysteme, Bildmodelle oder Darstellungsmodelle. Hinzu tritt – und das ist der entscheidende Unterschied zu konventionellen Texten – eine neue Art von Zeichen, die Verweiszeichen oder Hyperlinks. Sie erlauben durch den integrierten Sprungbefehl die beliebige syntaktische Verknüpfung unterschiedlicher Zeichen innerhalb des Hypertextes (der im Falle des Internet von globaler Größenordnung sein kann) und damit die Generierung neuer, über der Textstruktur liegender syntaktischer Strukturen, sog. Hyperstrukturen, die auf die En- und Dekodierung von Hypertexten erheblichen Einfluss haben,

„denn in Hypertexten werden Zeichen aller Art als Icons, d.h. als Signifikanten programmierbar, die [...] via Mausclick eine nicht mehr nur symbolische, sondern reale Verbindung zu dem herstellen, was sie bezeichnen“ (SANDBOTHE 2000)⁶⁷

Dieses bezeichnete Objekt ist selbst wieder ein anderer Zeichenträger oder einen ganze Botschaft. Dies erlaubt die Aufdeckung (Dekonstruktion) der syntaktischen Zusammenhänge von Sprache und damit eine tiefere Erkenntnis ihrer Strukturen und Sinnstiftungen. Werden neben Texten auch weitere „Typen multimedialer Information“ (KERRES 2001: 17) d.h. Einzelbilder, Bewegtbilder und Audiodaten in einem Hypertext integriert, so spricht man von **Hypermedia**⁶⁸. Die Dekodierung von Informationen aus Hypermedien erfolgt in der Regel ausgehend von einem als Startpunkt definierten Knoten wie z.B. einer Homepage, von der die weiteren Knoten durch Klicken der Links erreicht werden können.

⁶⁶ Der Begriff Hypertext wurde 1965 von NELSON geprägt und später technisch realisiert. Näheres zu Hypertext z.B. in SCHULMEISTER (2002: 225ff); ISKE (2002); SESINK (1994); ISSING/ KLIMSA (1997); KERRES (2001), STAHL (2001), der sich mit den Lernprozessen beim Schreiben von Hypertext in einer empirischen Untersuchung beschäftigt. Hypertext ist lediglich eine Art der Strukturierung eines Textes, die prinzipiell, wie bei einer gedruckten Enzyklopädie, auch ohne Daten umsetzende, automatisierte Systeme realisiert werden kann. Allerdings wird dies i.A. nicht als Hypertext bezeichnet.

⁶⁷ Eine „Verbindung“ durch einen Hyperlink entsteht ausschließlich in der Wahrnehmung des Nutzers. Sie ist *sein* Konstrukt und ist daher eher als virtuell bzw. psychisch zu bezeichnen, denn diese Verbindung ist aus technischer Sicht nicht mehr oder weniger „real“ als die zwischen allen anderen Daten, die durch den Computer automatisiert umgesetzt werden.

⁶⁸ Hypermedia ist eine Wortschöpfung aus Hypertext und Multimedia. Umfassende Beschreibungen des Begriffs Hypermedia finden sich u.a. in: BLUMSTENGEL (1998) und ISKE (2002: 30ff).

- Navigation

Dadurch bestimmt der Nutzer (Lehrer oder Schüler) einen je nach Komplexität der Hyperstruktur mehr oder weniger vorbestimmten Pfad durch den angebotenen Text bzw. die sonstigen Zeichen; er **navigiert** durch das Hypermedium. Am Beispiel eines Hypertextes mit vier Knoten sei dies erläutert, wobei nur eine Auswahl der möglichen Strukturen und Pfade angegeben ist. Das erste Beispiel ermöglicht einen Vergleich zu herkömmlich strukturiertem, linearem Text.

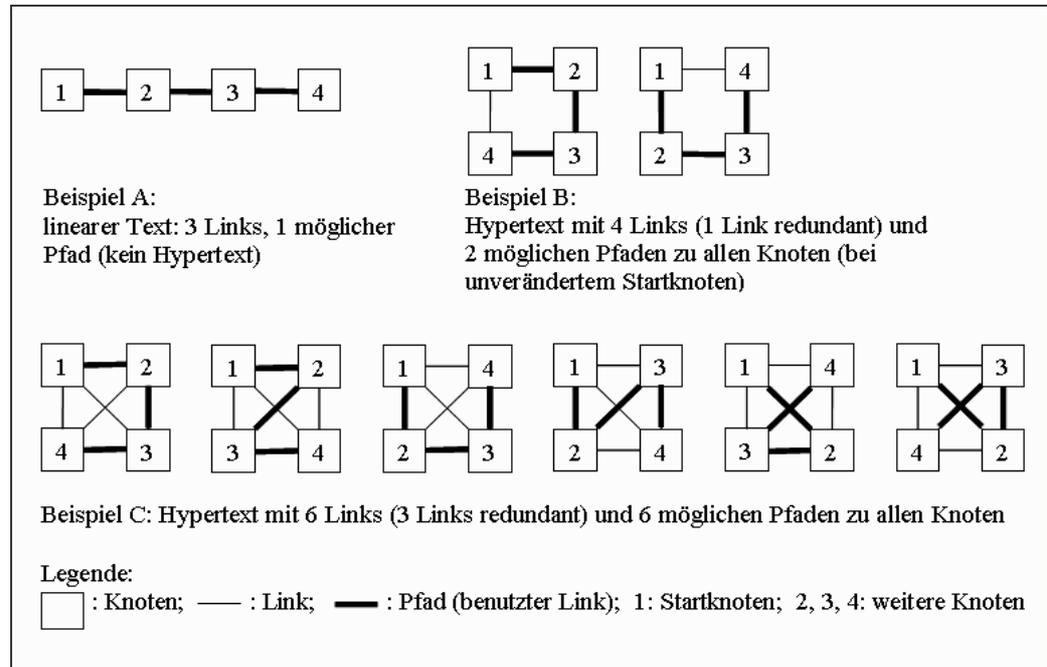


Abbildung 22: Hypertexte (eigene Darstellung)

Die Navigation durch einen Hypertext ist zunächst ein rein syntaktischer Vorgang: Zeichen verweisen auf andere Zeichen. So kann ein Hypertext syntaktisch durchgeklickt werden, ohne dass die auf dem Pfad liegenden Zeichen dabei in ihrer pragmatisch-semantischen Bedeutung vom Nutzer überhaupt *gelesen*, bzw. innerlich *verstanden* werden müssen: Im ungünstigsten Fall *surft* der Nutzer ohne Verständnis von Botschaften im Hypertext. Dieser äußere Vorgang suggeriert ihm (z.B. dem Schüler) und anderen (z.B. dem Lehrer) dennoch, interaktiv zu sein und mit Informationen scheinbar zu arbeiten, obwohl er bei dieser äußeren Tätigkeit weder irgendetwas verstanden noch gelernt hat. Dieses Problem ist wesentlich für die Anwendung von Hypertext im Unterricht. Es kann nicht allein durch die Gestaltung des Mediums, sondern nur durch eine schlüssige Gesamtkonzeption auf der Methodenebene des Unterrichts gelöst werden. Wie für alle anderen Medien gilt also auch für die Neuen Medien, dass sie ohne **vorherige** Ziel-, Inhalts- und Methodenstrukturierung im Unterricht zwischen Lehrer, Schüler und außerschulischer Öffentlichkeit zweck-, funktions- und sinnlos bleiben.

(2) Probleme der Dekodierung von Hypertext

Selbst wenn der Nutzer gewillt und motiviert ist, den Hypertext zu verstehen und ihn als Instrument zur Problemlösung einzusetzen, entstehen durch die

beschriebene Nichtlinearität und das zum Teil enorme Angebot an Zeichen im WWW zwei wesentliche Dekodierungsprobleme, die von CONKLIN (1987) empirisch identifiziert und als Desorientierung (“lost in hyperspace”; CONKLIN 1987: 17ff) und kognitive Überlast (“cognitive overhead”; ebd.) bezeichnet wurden. Sie können durch optimierte Web-Usability (s. Punkt (3) dieses Abschnitts) und eine didaktische Grundkonzeption gemildert, aber niemals ganz gelöst werden.

(3) Didaktische Implikationen: Enkodierung von Botschaften

Zur **Enkodierung von Botschaften** in Hypermedien sind, neben den generellen Voraussetzungen für das Strukturieren von Zeichen auf Trägern (vgl. Kapitel ???) nach BROMME/ STAHL (2002) spezielle kognitive Fähigkeiten und Fertigkeiten vonnöten, die über das pragmatische und semantische Verständnis der zu enkodierenden Bedeutungen und Inhalte hinausgehen. Es sind dies:

- Die Entwicklung eines Grundverständnisses von Hypertext/ Hypermedien
- die Gestaltung der Knoten
- die Organisation der Gesamtstruktur des Hypertexts
- die Berücksichtigung mehrerer möglicher Nutzerperspektiven (Pfade) und
- das Setzen von Links

(vgl. BROMME/ STAHL 2002).

Berücksichtigt man weitere Aspekte der Gestaltung von Hypertext / Hypermedia für didaktische Zwecke, so wird klar, dass der Begriff des bloßen Enkodierens nicht mehr zur adäquaten Beschreibung ausreicht. Ein weitergehender, prozessorientierter Begriff, der als Kernhandlung von Strukturierung ausgeht und zudem eine erkenntnistheoretische Komponente aufzeigt, ist die **Medienentwicklung**, die in Bezug auf Hypermedien nun näher beschrieben wird.

- Medienentwicklung im Internet: Hypertexte

In Bezug auf das Internet konzentriert sich Medienentwicklung (näheres zu diesem Begriff in Kapitel 4.1 dieses Theorieteils) im Wesentlichen auf die besondere Problematik der Entwicklung von interaktiven Hypertexten und Hypermedien, die sich im Kern durch die bereits beschriebene Strukturierung der doppelten syntaktischen Hyperstruktur ergibt. Die übrigen Vermittlungsfunktionen der Telemedialität und bidirektionalen Kommunikation müssen bei der Gesamtkonzeption jeweils berücksichtigt werden, stellen aber aufgrund der einfacheren Werkzeuge des Zeichentransports ein vergleichsweise geringes Problem der *Nutzung* von entsprechender Software und weniger ein Problem der adäquaten Gestaltung und Entwicklung im Sinne von Zeichenwandlung dar.

(4) Interaktivität und virtuelle Kommunikation

Bezieht man den Begriff der Interaktivität auf das Meta-Modell dieser Arbeit, so lässt sich feststellen: Jeder vollständige Lernprozess verlangt prinzipiell Interaktivität als Wechselspiel von rezeptivem und produktivem Teilprozess, und zwar *unabhängig* von den beteiligten Trägersystemen. Dennoch finden sich bei den Neuen Medien bestimmte **neue Formen von Interaktivität**, insbesondere in Bezug auf **Hypertext**, die aus den genannten automatisierten Funktionen des Zeichenträgerumsatzes resultieren. Interaktivität und virtuelle Kommunikation mit Maschinen stehen in engem Zusammenhang zueinander.

Sie sind beide automatisierte Formen der indirekten Kommunikation und bilden wichtige Eigenschaften Neuer Medien. Nach ISSING/ KLIMSA ist Interaktivität ein

„umfassender Begriff für solche Eigenschaften eines Computer-Systems, die dem Benutzer Eingriffs- und Steuermöglichkeiten eröffnen, im Idealfall auch die wechselnde Dialog-Initiative von Mensch und Computer“ (ISSING/ KLIMSA 1997: 484)

Anhand der eingeführten Begrifflichkeit lassen sich nun zwei wesentliche Arten von Interaktivität Neuer Medien differenzieren, die für unterschiedliche Lernaktivitäten bedeutsam sind.

Bei der **dekodierenden Interaktivität** im Hypertext liegt der Verwendungszweck des Mediums im rezeptiven Teilprozess bezüglich des Dekodierens von Zeichen (dekodierende Interaktivität). Der Nutzer macht sich zunächst durch recherchierende Interaktivität bestimmte Zeichenträger zugänglich. Dies erfolgt beispielsweise anhand von

- Navigation durch Klicken von Links im Hypertext
- Bedienen der virtuellen Schaltfläche einer Simulation (z.B. Applet),
- Nutzung eines weiteren Internetdienstes (ftp-Programm zum *Herunterladen* von Dateien) oder durch
- Nutzung spezieller Erweiterungen (Joystick, Datenhandschuh, 3D-Brille etc.)
- Nutzung interaktiver Suchfunktionen des eines Browsers (z.B. Internet Explorer, Netscape Navigator, Opera, etc.) wie Bearbeiten > Suchen oder die Verwaltung von Favoriten.
- Einfache Suchsysteme von speziellen Servern (Eingabe eines Suchwortes und automatische Ausgabe von Texten bei Google oder sonstigen Search Engines).
- Suchfunktionen, die in einfacheren, Scriptsprachenbasierten Anwendungen wie Foren und Chatrooms implementiert sind.
- Adaptive Systeme wie Intelligente Tutorielle Systeme, Learning Management Systeme, Hilfesysteme etc., welche auf Basis spezieller Scriptsprachen und Datenbankanbindungen (php, java etc.) realisiert werden, die dem Nutzer in Abhängigkeit seines Nutzerprofils und seiner bisherigen (Inter-) Aktivitäten unterschiedliche Zeichen präsentieren.

Während die ersten **dekodierenden** Interaktivitätsoptionen aufgrund ihres vergleichsweise geringen Entwicklungsaufwands auch bei Internet-Angeboten für die Schulpraxis zu finden sind, sind adaptive Systeme nur mit erheblichem personalem und materiellem Aufwand realisierbar.⁶⁹ Es gilt daher, durch konzeptionelle Optimierung die relevanten Optionen effizient zu nutzen. Die hier vorgestellte Konzeption zur Integration des Internet in Lehr-Lernumgebungen der technischen Bildung versucht, einen Beitrag dazu zu leisten.

In der zweiten Form der Interaktivität mit Schwerpunkt im **produktiven** Teilprozess bezüglich des **Enkodierens** von Zeichen (enkodierende Interaktivität), nutzt der Lerner virtuelle Werkzeuge in einer künstlichen Realität zur Manipu-

⁶⁹ Wie etwa bei Universitären und beruflichen Aus- und Weiterbildungsprojekten.

lation oder Kommunikation mit virtuellen Agenten, um Botschaften zu enkodieren und Bedeutungen zu vermitteln.

In der Regel sind beide Arten von Interaktivität gekoppelt. Gleichwohl lässt sich für die meisten Interaktivitäten mit dem Computer zumindest schwerpunktmäßig angeben, in welchem zweckgerichteten Teilprozess des Lernens sie zu verorten sind. Letztlich geht es bei den vorherigen Darstellungen darum zu zeigen, dass auch die neuen Funktionen der Interaktivität, die durch Neue Medien eröffnet werden, widerspruchsfrei im hier entwickelten mehrdimensionalen Ansatz und im Kreisprozessmodell des Lernens modelliert werden können.

(5) Web-Usability

Hypertexte können in verschiedenen Hypermedien, unter anderem in Form von Websites im Internet, im Kreisprozess des Lernens genutzt werden. In der Web-Usability-Forschung werden Kriterien zur Gestaltung von nutzerfreundlichen Websites aufgestellt, die auf die Gestaltung von lernerfreundlichen Websites für den rezeptiven Teilprozess nach heuristischen Überlegungen übertragbar sind und im Wesentlichen auch für andere didaktische Anwendungen der Neuen Medien gelten.⁷⁰ Auch auf Grund ihrer Relevanz für den praktischen Teil der vorliegenden Arbeit werden diese Kriterien näher erläutert.

- Begriff Web-Usability

„Don't make me think! I've been telling people for years that this is my first law of usability.“ (KRUG 2002: 11)

Dieser Ausspruch einer der Pioniere der Web-Usability-Forschung (kurz: Usability-Forschung) macht sehr deutlich auf die Perspektive aufmerksam, die Usability-Experten bei der Untersuchung der Nutzbarkeit von Websites einnehmen: es ist dies die Perspektive des Nutzers, bzw. – bezogen auf Lernprozesse – die des Lerners im *rezeptiven Teilprozess*, der nicht in erster Linie über die *Website*, also über die Beschaffung von Botschaften, sondern über das *Problem* nachdenken soll, welches er mit Hilfe der auf der Website kodierten Botschaften lösen möchte (es sei denn, die Beschaffung von Botschaften selbst ist Thema des Unterrichts). Damit die nützlichen Botschaften und nicht das Suchen der Botschaften im Vordergrund der rezeptiven Tätigkeit steht, muss die Website als Zeichensystem gewissen syntaktischen Regeln und konventionalisierten Zeichenträgern entsprechen, die dem Lerner bereits *vorher* möglichst weitgehend bekannt sind oder sich ihm möglichst effizient durch Schlussfolgerung oder Assoziation erschließen. Eine *nutzerfreundliche* Website kann zur Verbesserung des Lernprozesses beitragen. Der Forschungszweig der Web-Usability stellt allgemeine Kriterien zur nutzerfreundlichen Gestaltung von Websites auf; sie lassen sich in vielen wichtigen Aspekten auf die Gestaltung von internetgestützten Lernumgebungen übertragen und werden daher nachfolgend geschildert.⁷¹

ählt, auch wenn erstere sich in erster Linie auf die Bewertung kommerzieller Internet-Angebote bezieht.

⁷¹ Die EN ISO 9241, Teil 10 nennt sieben Grundsätze der Dialoggestaltung, die auf die Webusability übertragen und dem Grunde nach auch von den o.a. Autoren gefordert werden:

- Die Usability-Dimensionen einer Website

Mit Bezug auf NIELSEN nennt BEIER (2002) die *drei Dimensionen einer Website*: Den Content (Inhalt), das visuelle Design und die Struktur der gesamten Site. Diese Dimensionen werden auf die drei Anforderungen der Usability, die Steigerung der Effektivität⁷², der Effizienz⁷³ und der (Nutzer-) Zufriedenheit bezogen. Somit entsteht folgende Matrix der Usability-Kriterien, „in der jedes Kästchen im Hinblick auf seinen Beitrag zur Usability zu überprüfen ist.“ (BEIER 2003: 3)

	Content	Design	Struktur
Effektivität	(1)	(4)	(7)
Effizienz	(2)	(5)	(8)
Zufriedenheit	(3)	(6)	(9)

Tabelle 9: Usability-Kriterien (Tabelle: BEIER 2002: 3, eingefügte Ziffern d. Verf.)

Die in die obige Matrix eingefügten Ziffern (1) bis (9) kennzeichnen jeweils eine Kriterien-Relation zur Usability, die bei der mediendidaktischen Gestaltung einer jeden Website zu beachten sind. Die nachfolgenden Ausführungen zu den neun Aspekten der obigen Matrix beziehen sich auf NIELSEN (2001: 15, 97, 164ff), KRUG (2002: 14f, 25) und BEIER (2002: 3ff).

Content-Effektivität (1): Die Website sollte die Bedürfnisse und die Vorstellungen des Nutzers widerspiegeln, um bei der Lösung der Problemstellung des Lerners möglichst weitgehend dienlich zu sein. Die hierfür notwendigen Zeichen, aus denen der Lerner relevante Informationen dekodieren kann, sollten vorhanden sein.

Content-Effizienz (2): Die Texte sollten so kurz wie möglich verfasst werden, da Online-Leser im Allgemeinen die Seiten nur überfliegen. Untergeordnete Informationen sollten auf zusätzliche Seiten ausgelagert werden, Abschnitte durch Zwischentitel und Aufzählungen gegliedert werden, damit der Nutzer die Inhalte in angemessener Zeit und mit geringem Aufwand findet um sie zu dekodieren und weiter zu verarbeiten und nicht frustriert aufgibt.

Content-Zufriedenheit (3): Diese ist die am schwierigsten zu operationalisierende Größe. Daher lässt sich nur allgemein feststellen: Die Texte sollten – wie alle Texte im schulischen Bereich – für Lerner interessant, persönlich ansprechend und verständlich geschrieben sein, d.h. die vermutete pragmatische, semantische und syntaktische Ebene muss bei der Auswahl der Zeichenträger ausgewogen berücksichtigt werden.

(1) Aufgabenangemessenheit (2) Selbstbeschreibungsfähigkeit (3) Steuerbarkeit (4) Erwartungskonformität (5) Fehlertoleranz (6) Individualisierbarkeit (7) Lernförderlichkeit.

⁷² Effektivität bedeutet „die Genauigkeit und Vollständigkeit, mit der Benutzer ein bestimmtes Ziel erreichen“ (EN ISO 9241, Teil 11 96 – Definitionen).

⁷³ Effizienz bedeutet, dass der Nutzer zum Erreichen seines Ziels den geringst möglichen Einsatz an psychischen, physischen oder materiellen Ressourcen benötigt.

Design-Effektivität (4): Die unterschiedlichen grafischen Elemente der Navigation (Ikone oder Indizes) der Site sollten klar erkennbar auf bestimmte Funktionen hinweisen: Ein Button (also ein Verweiszeichen einer Hyperstruktur) sollte als solcher erkennbar sein und visuell verdeutlichen, worauf er verweist. Die Bezeichnungen der Buttons sollten bekannte Begriffe verwenden (Semantik beachten) oder solche, die dem Nutzer eine ungefähre Assoziation des Inhalts ermöglichen und die Fragen beantworten: «Wo bin ich?» und «Was macht diese Website?»

Design-Effizienz (5): „Wenn der Nutzer [...] eine optische Hierarchie erkennt und bestimmte Inhalte den Modulen zuordnen kann, ist das Design effizient.“ (BEIER 2002: 8). Die syntaktische Struktur der Zeichen und die Hyperstruktur soll offensichtlich, möglichst einfach und visuell hierarchisch gestaltet werden. Die Ladezeiten sollten kurz gehalten werden, damit Nutzer nicht unnötig lange warten müssen; darüber hinaus sollten auch Anwender älterer Systeme und verschiedener Plattformen auf die Angebote zugreifen können.

Design-Zufriedenheit (6): Für Lerner gilt sicher, dass ein eher buntes, bebildertes und optisch interessantes Design die Zufriedenheit zumindest für den ersten Moment steigert, d.h. dass möglichst viele Bildmodelle (Ikone) ein unmittelbares und einfaches Verständnis erleichtern. Es kann anregend sein, wenn gewisse Bereiche einer Site spielerisch erraten werden müssen: „Guessing is more fun.“ (KRUG 2002: 25) Dies darf jedoch nicht zur Verwirrung des Nutzers führen (siehe (4)). Hinzu kommt, dass bei Gestaltungselementen, die sehr stark die Aufmerksamkeit des Nutzers fesseln, wie z.B. lange, aufwändige Flash-Animationen, mit einer schnellen visuellen Abnutzung gerechnet werden muss. Auch ist darauf zu achten, dass ein übermäßiger Gebrauch ikonischer Zeichen Sachverhalte möglicherweise zu stark vereinfacht und verkürzt darstellt.

Struktur-Effektivität (7): Es sollten nicht nur interne, sondern auch extern korrekte und eindeutig erkennbare Links an wichtigen Stellen gesetzt werden, d.h. die Hyperstruktur muss einfach und logisch gestaltet sein. So können Lerner sich über Struktur der Site hinaus auch Strukturen anderer Quellen zu Nutze machen.

Struktur-Effizienz (8): Sie beschreibt das Gebot der Einfachheit. Die Struktur muss in erster Linie auf Einfachheit ausgerichtet sein, so wenig Ablenkung wie möglich erzeugen, eine klare Informationsarchitektur, passende hierarchisch organisierte Navigationswerkzeuge und Orientierungs- und Rückschrittmöglichkeiten zur Homepage (Eingangsseite) bieten.

Struktur-Zufriedenheit (9): Große Struktur-Zufriedenheit kann mit intelligenten Site-Strukturierungen erreicht werden. Diese sind jedoch nur mit Datenbankverbindungen und erheblichem Programmieraufwand realisierbar und daher für die Schule kaum umzusetzen.

Im praktischen Teil der Arbeit wird auf diese neun Aspekte zurückgegriffen. Sie werden dort beispielhaft zur Gestaltung von RoboWelt.de angewendet.

(6) Zusammenfassung: Die integrativen Vermittlungsfunktionen des Internet

Im Hinblick auf die genannten Ausführungen zu Hypertexten und auf die grundsätzlichen Eigenschaften der Neuen Medien (Kapitel 3.1.4 dieses Theo-

rieteils) kann festgestellt werden: das **Internet** bietet als Neues Medium drei wesentliche neue Vermittlungsfunktionen, die sich aus den Grundfunktionen des automatisierten Zeichenträgerumsatzes in Computernetzen ergeben: die **hypermediale**, die **telemediale** und die **bidirektional kommunikative** Vermittlungsfunktion.

Setzt man diese neuen Vermittlungsfunktionen in Beziehung zu den dargestellten Grundlagen (Systemtheorie, Semiotik, Konstruktivismus), zum Kreisprozessmodell des Lernens und dem mehrdimensionalen Ansatz, ergeben sich folgende Anforderungen an eine internetgestützte Lehr-Lernumgebung, die besonders geeignet ist, schülerorientierte Lehr-Lernformen zu realisieren (zum Begriff der Schülerorientierung vgl. Kap.II-4.4). Sie sollte

- ein konstruktivistisch konzipiertes und offenes **Angebot in einer virtuellen Welt themenbezogener Informationen** darstellen, die vom Lerner selbsttätig erschlossen werden kann (Konstruktivismus, Offene Lehr-Lernumgebung als Hypertext),
- sinnvolle **Anregungen** und **Anleitungen** wie z.B. Lernaufgaben anbieten, die das eigenständige Arbeiten an Problemstellungen unterstützen
- **Kooperationsmöglichkeiten** durch Kommunikation bereitstellen (kooperatives Lernen: das Internet als bidirektionales Kommunikationsmedium)
- Informationen über **Konstruktions- und sonstige Expressionsmöglichkeiten** anbieten (vgl. Expressivität), mit denen der Lerner „Konstruktionen in der Welt“ schaffen kann (Konstruktivismus: das Internet als Telemedium und als gestaltbares Hypermedium),
- bezüglich des Content, des Designs und der Struktur die **Kriterien der Web-Usability** berücksichtigen, die eine effektive, effiziente und zufrieden stellende Nutzung der Lehr-Lernumgebung ermöglichen.

3.2.6 Multikodierung

Werden mehrere Zeichensysteme mit entsprechenden Kodierungen **gleichzeitig** oder in **direkter räumlicher Nähe** verwendet (wie z.B. ein Bild von einem Hund mit dem Wort Hund darunter oder ein gesprochener Kommentar zu einem Film), so entsteht ein **multikodales** Angebot. In Anlehnung an WEIDENMANN (2002: 47) kann nun eine Arbeitsdefinition zur multikodalen Lehr-Lernumgebung angegeben werden:

Eine **multikodale** Lehr-Lernumgebung beinhaltet unterschiedliche Kodierungen, die gleichzeitig oder in direkter räumlicher Nähe vom Rezipienten als sinnvolle Einheit zusammen wahrgenommen, interpretiert und genutzt werden.

Arbeitsdefinition 9: Multikodale Lehr-Lernumgebung (Bezug: WEIDENMANN 2002: 47)

Multikodierung kann, so WEIDENMANN (2002) bzw. ISSING/ KLIMSA (2002), für die Vermittlung einer Bedeutung förderlich sein, da sie dem Nutzer die Möglichkeit eröffnet, äquivalente Bedeutungen aus verschiedenen Zeichenträgern zu konstruieren. Falls er beispielsweise mit einer abstrakten Symbolkodierung

zung (z.B. ein Wort) syntaktische, semantische oder pragmatische Erkennungsschwierigkeiten hat, kann er auf ein äquivalentes Ikon (z.B. ein Abbild) zurückgreifen und dessen Bedeutung konstruieren, was den kommunikativen Zweck des Mediums im Blick auf die Übereinstimmung der gemeinten und der verstandenen bzw. konstruierten Bedeutung verbessert.

Dieses Prinzip birgt zugleich aber die Gefahr der Verwirrung, wenn nicht durch grafische Darstellung eindeutig klar wird, welche Zeichenträger eines medialen Angebots als äquivalent anzusehen sind und welche nicht. Zudem kann eine übermäßige Verwendung von Ikonen eine comicartige Absenkung des Abstraktionsniveaus der Botschaft und damit der geistigen, sowohl syntaktischen wie auch semantisch-pragmatischen Qualität der vermittelten Bedeutungen ergeben. Dies entspricht wiederum nicht dem Allgemeinbildungsanspruch eines medialen Angebots im Unterricht. Der effektive, effiziente, den Nutzer zufrieden stellende und lernförderliche Einsatz von Multikodierungen in internetbasierten Lernumgebungen (Websites) ist u.a. Gegenstand der bereits dargestellten Usability-Forschung.

3.3 Dimension Sensualität

Die Sensualität ist eine weitere grundlegende Eigenschaft jedes Mediums. Sie entspricht dem *Output* des Trägersystems, den ein Rezipient durch seine Sinnesorgane empfinden kann und der durch diese Empfindung zum *Input* des Rezipienten wird. Durch diese kontrapunktische Zuordnung ist es möglich, die Sensualität, welche eine Eigenschaft des Mediums darstellt, äquivalent anhand der Sinnesempfindung, die wiederum eine Eigenschaft bzw. Fähigkeit des Rezipienten darstellt, zu beschreiben. Die Dimension Sensualität beantwortet also die Frage: **Welche Sinnesempfindungen bietet das Trägersystem dem Rezipienten?** Die Sensualität stellt die erste, aber nicht die einzige Voraussetzung zur syntaktischen Dekodierung von Botschaften und zur pragmatisch-semantischen Konstruktion von Bedeutungen, auch bezüglich der Ziele, Inhalte und Methoden des Unterrichts, dar. Die Sensualität steht damit in einem fundamentalen Zusammenhang zum Bildungsprozess. Dies gilt in der Didaktik⁷⁴ und der Medienpädagogik als unbestritten. WEIDENMANN nutzt mit der „Sinnesmodalität“ einen äquivalenten Begriff:

„**Sinnesmodalität, Sinneskanal.** Diese Begriffe bezeichnen die Sinnesorgane (auditiv, visuell usw.), mit denen die Rezipienten ein mediales Angebot wahrnehmen *oder mit ihm interagieren*. Der noch verbreitete Terminus ‚Sinneskanal‘ entstammt dem Ingenieursparadigma der Kommunikation; für eine psychologische Zugangsweise ist ‚Modalität‘ angemessener.“
WEIDENMANN (2002: 46, fett im Orig., kursiv d. Verf.)

Durch die beiden im obigen Zitat beispielhaft angegebenen Sinne (auditiv, visuell) fokussiert WEIDENMANN den Betrachtungsraum auf gerade jene beiden Sinne, die für die technischen Medien, insbesondere die Neuen Medien, relevant sind. Dies entspricht der in der Mediendidaktik allgemein üblichen Einschränkung auf audiovisuelle Medien, die bereits in der Voruntersuchung

⁷⁴ Beispielsweise benennt GUDJONS (2001: 51ff) die Einbeziehung **möglichst vieler**, im Idealfall **aller** Sinnesorgane als wichtige Grundlage des handlungsorientierten Unterrichts, der auch eine wesentliche Orientierung des mehrperspektivischen Ansatzes der Technikdidaktik darstellt (vgl. Kap. III-2.1(3)).

eingehend kritisiert wurde. WEIDENMANN geht jedoch noch einen Schritt weiter, indem er behauptet, Rezipienten könnten anhand der Sinnesmodalität mit einem medialen Angebot *interagieren* (vgl. Zitat oben). Zwar ist die sinnliche Wahrnehmung grundsätzlich auch mit einer gewissen unterbewussten Sinnesaktivität (psychophysiologische, reafferente Rückkoppelungsprozesse) verbunden, diese kann jedoch nicht mit einer bewussten Interaktivität des Rezipienten mit dem Medium gleichgesetzt werden. Im Kreisprozessmodell des Lernens ist deutlich zu erkennen, dass bewusste *Interaktivität* immer auch den *produktiven* Teilprozess einbezieht, der jedoch durch die Sinnesorgane allein *gerade nicht* zugänglich ist (vgl. Meta-Modell). WEIDENMANN vernachlässigt also durch die Verallgemeinerung der Sinnesmodalität auf die Modalität systematisch den expressiven, produktiven Teilprozess des Lernens, der anhand seines Begriffes der Modalität nicht adäquat berücksichtigt werden kann. Daher wird im Anschluss an die Darstellung der Sensualität eine weitere mediale Dimension, die Expressivität eingeführt. Doch zunächst Näheres zur Sensualität, zur medialen Dimension des rezeptiven Teilprozesses.

3.3.1 Sensualität: Sinnesorgane

Die **Sensualität**, in der Physiologie auch als **Sinnesmodalität** bezeichnet, ist die Gesamtheit der von einem gegebenen Sinnesorgan vermittelten Empfindungen. Es werden unterschieden (vgl. ROCHE LEXIKON DER MEDIZIN 1999):

- Körperselbstwahrnehmung (*statokinetisch*), d.h. die Empfindung des eigenen Körpers, seine absolute Körperlage, die Körperbeschleunigung, die relative Lage u. Bewegung von Körperteilen wie Sprechorgane und Gelenke und die eigene Kraftempfindung.
- Tastsinn (*haptisch*), d.h. die mechanische Empfindung, der Temperatursinn und der Schmerzsin der Haut
- Geruchssinn (*olfaktorisch*)
- Geschmackssinn (*gustatorisch*)
- Hörsinn (*auditiv*)
- Gesichtssinn (*visuell*)

Die sinnliche Empfindung kann als eine Form des syntaktischen Zeichenträgerumsatzes aufgefasst werden: letztere werden in den Sinnesorganen in elektrochemische Potenziale *gewandelt*, durch die Nervenbahnen zum Gehirn *transportiert*, dort erneut zu mentalen Repräsentationen *gewandelt* und im Gedächtnis kurz-, mittel- oder langfristig *gespeichert*. Dies gilt jedoch *ausschließlich für die syntaktische Zeichendimension*, die zwar eine notwendige, jedoch keine hinreichende Grundlage für das menschliche Bewusstsein und seine pragmatisch-semantischen Bedeutungs-, Erkenntnis- und Lernprozesse bietet.⁷⁵

⁷⁵ In syntaktischer Hinsicht besteht also eine Parallele zu den syntaktischen Funktionen Daten umsetzender Systeme, die in den humanoiden Robotern eindrucksvolle Anwendungen finden. Darauf wird im praktischen Teil noch eingegangen.

3.3.2 Erweiterung der Sensualität: Mess- und Beobachtungsinstrumente

Etliche Trägersysteme bieten Sinneseindrücke, die unterhalb der Reizschwelle der Sinnesorgane des Menschen liegen, wie z.B.:

- sehr weit entfernte Objekte, deren Strukturen und Kontraste mit bloßem Auge nicht zu erkennen sind
- sehr leise, für das menschliche Ohr nicht hörbare Geräusche
- sehr feine bzw. für den Tastsinn nicht zugängliche Oberflächenstrukturen

Diese Sinneseindrücke (d.h. sehr signalschwache Zeichenträger) können durch **reale Mess- und Beobachtungsinstrumente**⁷⁶ so gewandelt werden, dass sie der sinnlichen Empfindung zugänglich werden. Optische Geräte, Sonden (Tasthaken beim Zahnarzt) und sonstige elektromechanische Verstärkungsinstrumente erfüllen diese *Funktion zum Zweck* der Messung und Beobachtung. Häufig ist diese Sinneserweiterung durch Signalverstärkung mit einer subjektiv empfundenen Veränderung (meist Verringerung) der Distanz zu den empfundenen Zeichenträgern verbunden. Diese Distanzveränderung wird gesteigert in der nächsten Klasse teilvirtueller, sinneserweiternder Instrumente der Neuen Medien, die nachfolgend beschrieben werden.

3.3.3 Neue Medien – neue Sensualität mit teilvirtuellen Instrumenten

Die Funktionen des automatisierten Zeichenträgerumsatzes der Neuen Medien ermöglichen weitere, neue Formen der Sinneserweiterung und der Sensualität. Werden die Zeichenträger der im vorherigen Abschnitt beschriebenen Mess- und Beobachtungsinstrumente zusätzlich durch Daten umsetzende Systeme (z.B. Computer) weiter gewandelt, transportiert und gespeichert, so ergibt sich insgesamt eine räumlich und zeitlich unabhängige Empfindung von Zeichenträgern. Diese neuartige Form der Sensualität ist allerdings mit einer modellhaften Abbildung der ursprünglichen Zeichenträger auf die Darstellungsmöglichkeiten der Ausgabegeräte des Datensystems verbunden. Darüber hinaus ist auch die Erzeugung qualitativ neuartiger Zeichenträger als Mess- und Beobachtungsmodelle der Realität möglich, die insbesondere durch Bild gebende Mess- und Beobachtungsverfahren realisiert wird. Webcam, Wärmebildkamera, Computertomograph, Weltraumsonde und Beobachtungsroboter sind Beispiele solch **teilvirtuell-instrumentell erweiterter Sensualität**, die durch Neue Medien ermöglicht wird. Die Übergänge von realen zu teilvirtuellen Instrumenten sind dabei fließend.

3.3.4 Multisensualität

Die Einbeziehung **eines** Sinnesorgans bei der medialen Vermittlung wird von WEIDENMANN (2001: 45f) als Monomodalität, die Einbeziehung von mehr als einem Sinnesorgan wird als Multimodalität bezeichnet. In der vorliegenden Arbeit werden entsprechend der vorhergehenden Ausführungen die Begriffe **Monosensualität** und **Multisensualität** verwendet. Die Anerkennung der

⁷⁶ Der Begriff Mess- und Beobachtungsinstrumente zielt auf den *Zweck* dieser technischen Systeme ab. Mit Bezug auf ihre *Vermittlungsfunktion* können diese auch als strikt gekoppelte technische Trägersysteme betrachtet werden.

Wichtigkeit der Wahrnehmung durch **alle** Sinne, auch im Sinne der Förderung von Allgemeinbildung und Aufklärung, ist Gegenstand etlicher philosophischer, ethischer, pädagogischer, didaktischer, mediendidaktischer und fachdidaktischer Theorien und Modelle der gesamten Kulturgeschichte des Menschen. Als einer der bedeutendsten Denker der Aufklärung und Begründer des Sensualismus prägte John Locke (1632-1704) diesbezüglich einen Satz, der auch in COMENIUS' großer Didaktik zitiert wird:

„Nichts ist in unserem Verstand, was nicht zuvor in den Sinnen gewesen ist“
(LOCKE, 1632-1704)⁷⁷

Folgende Arbeitsdefinition zum Begriff Multisensualität kann demnach formuliert werden:

Eine **multisensuelle** Lehr-Lernumgebung besteht aus Medien verschiedener Sensualität.

Arbeitsdefinition 10: Multisensuelle Lehr-Lernumgebung

3.4 Dimension Expressivität

Wie bereits im Abschnitt zur Dimension Sensualität angedeutet, ist zur differenzierten Beschreibung des produktiven Teilprozesses des Lernens eine weitere Eigenschaft von Trägersystemen zu identifizieren. Die Expressivität beschreibt, komplementär zur Sensualität, den *Input* in das Trägersystem, der zugleich den *Output* eines Produzenten oder Kommunikators darstellt. Dieser Output ist ein raum-zeitlich dynamischer Wirkprozess, bei dem eine materiell-energetischen Strukturierung durch äußere Einwirkung auf das Trägersystem stattfindet. Die Dimension Expressivität beantwortet also die Frage:

Welche Ausdrucksmöglichkeiten bietet das Trägersystem dem Kommunikator/ Produzenten von Botschaften? Die Strukturierung von Zeichen durch Nutzung der Expressivität ist also die Basis einer **konstruktiven, kreativen Äußerung** von Bedeutungen auch bezüglich der Ziele, Inhalte und Methoden des Unterrichts. Sie steht damit – komplementär zur Sensualität – in einem fundamentalen Zusammenhang auch mit Lernprozessen, die zur Allgemeinbildung führen. JANK/ MEYER (2002: 111) sprechen in diesem Zusammenhang von der „Inszenierung“ des Unterrichts. Dabei ist zu beachten, dass jedes Medium nur in Bezug auf einen bestimmten Nutzer und seine Ausdrucksmöglichkeiten eine Expressivität aufweist: für einen Steinmetz, der entsprechende Werkzeuge bedienen kann, bietet ein Granitblock eine wesentlich höhere Expressivität als für einen Menschen, der keine Werkzeuge mit sich führt. Die Expressivität stellt somit zugleich ein Auswahlkriterium zur Nutzung von Medien dar. Diese Auswahl muss stets im Zusammenhang mit den anderen medialen Dimensionen (Trägersystem, Kodierung und Sensualität für einen potenziellen Rezipienten) betrachtet werden. Die zur Strukturierung von Zeichenträgern auf Trägersystemen möglichen Handlungen lassen sich auf drei

⁷⁷ Zitiert nach HARDENBERG LEXIKON 1994: 2760; (vgl. Kap. I-1.4.1).

einige Grundhandlungen mit Hilfe seines Körpers oder realer und virtueller Werkzeuge zurückführen, die nachfolgend erläutert sind.

3.4.1 Expressivität: Körper, Stimme, Hände

Das erste dem Menschen zur Verfügung stehende Trägersystem, auf dem er Zeichenträger strukturieren kann, ist sein eigener **Körper**. Durch die Verortung des eigenen gesamten Körpers im Raum (Proxemik), den dynamischen und statischen Ausdruck der Gliedmaßen (Gestik) und durch Gesichtsausdruck (Mimik) kann der Mensch visuell wahrnehmbare kinesische Zeichenträger enkodieren. Die Semiotik des Theaters beschreibt diese Zusammenhänge näher (vgl. z.B.: FISCHER-LICHTE 1994).

Die Strukturierung akustischer Zeichenträger durch Nutzung der **Stimme** bzw. der Stimmorgane wird als Phonation bezeichnet. Sie dient der Erzeugung von Klängen, Geräuschen, Lauten u. prosodischem Sprach- und Singschall und erfolgt in der Regel auf dem natürlichen Trägersystem Luft. Die Nutzung der eigenen Stimme ist also, anders als die Expressivität des vorherigen Abschnitts (eigener Körper) auf ein externes Trägersystem angewiesen.

Die Nutzung der eigenen **Hände** ist – abgesehen von der manuellen Gestik, die bereits im ersten Abschnitt beschrieben wurde – ebenfalls auf ein externes Trägersystem angewiesen. Gemeint ist in diesem Abschnitt die direkte, manuelle Strukturierung von Trägersystemen, also die Gestaltung und Handhabung von Materialien. Bauteile montieren, Papier falten, mit Lehm bauen, sich kleiden oder verkleiden usw. sind Tätigkeiten des manuellen Stoffumsatzes (Urformen, Umformen, Trennen, Fügen, Mischen, Sortieren etc.), welche einen wichtigen Beitrag zur Allgemeinbildung leisten.

3.4.2 Erweiterung der Expressivität: Reale Werkzeuge

Der Werkzeugcharakter von Trägersystemen wurde bereits in Kapitel II-3.1.1(2) erläutert. Die technische Nutzung **realer Werkzeuge**, die ebenfalls als Trägersysteme bzw. Funktionsketten von Trägersystemen aufgefasst werden können und der Strukturierung externer materiell-energetischer Zeichenträger dienen, stellt entwicklungsgeschichtlich einen Schritt zur Kultivierung des Menschen dar; sie ist daher essentieller Bestandteil der Allgemeinbildung. Im schulischen Unterricht kommen insbesondere Schreib-, Zeichen-, Kleb- und Malwerkzeuge, Musik- und Klanginstrumente und elektro-mechanisch-technische Werkzeuge zum Einsatz. Einige dieser Werkzeuge sind mehr oder weniger stark auch mit dem Computer steuerbar, so dass sich ein fließender Übergang zu virtuellen Werkzeugen ergibt. Roboter mit ihrem physisch realen Körper und ihrer virtuellen Steuerung durch den Computer liefern besonders deutliche Beispiele für diese Expressive Schnittstelle zwischen realen und virtuellen Werkzeugen, die nachfolgend beschrieben werden.⁷⁸

⁷⁸ Sicherlich werden Roboter nicht in erster Linie zur Strukturierung von Zeichenträgern entwickelt und verwendet, sondern zur Lösung technischer Probleme. Aus Sicht der Medienpädagogik geht es in dieser Arbeit jedoch um Zeichenträger und ihre Bedeutungen. Technische

3.4.3 Neue Medien – neue Expressivität mit virtuellen Werkzeugen

Komplementär zur teilvirtuellen Sensualität ermöglichen die Neuen Medien durch die bereits beschriebenen automatisierten Funktionen des Zeichenträgerumsatzes neue Formen der Expressivität. In virtuellen Welten können zur Strukturierung von Zeichenträgern genutzt werden:

- virtuelle Körper (Avatare, Web-, Net- und Jobrobots und sonstige Agenten)
- virtuelle Gliedmaßen (Finger, Hand, Mauszeiger, Drag`n Drop etc.) und
- virtuelle Stimmen (computergeneriert als Text-in-Sprache-Ausgabesystem)
- virtuelle Schreib-, Zeichen- und Malwerkzeuge
- virtuelle Musikinstrumente
- virtuelle technische Werkzeuge (Simulation einer Drehbank o.ä.)
- virtuelle Funktions- und Verhaltensmodelle und
- sonstige virtuelle Werkzeuge für Zeichenträgerumsatz (Textverarbeitung, Tabellenkalkulation etc.)

Diese Auflistung stellt einige wichtige Werkzeuge bzw. Möglichkeiten virtueller Expressivität dar. Sie werden vom Nutzer über Ein- und Ausgabegeräte wie Tastatur, Maus, Scanner, Monitor, Lautsprecher, Drucker etc. bedient und unterliegen einem raschen technologischen Fortschritt, der allerdings die genannten Prinzipien der Expressivität im Kreisprozess des Lernens nicht ändert.

3.4.4 Multiexpressivität

Eine multiexpressive Lehr-Lernumgebung bietet dem Lernenden verschiedene der vorher genannten Aspekte der Expressivität. Im Sinne der Förderung von Allgemeinbildung sind somit zumindest tendenziell auch vielfältige Botschaften und Bedeutungen bezüglich der Ziele, Inhalte und Methoden des Unterrichts vermittelbar. Entsprechend der Arbeitsdefinitionen der vorher genannten medialen Dimensionen kann nun auch zur multiexpressiven Lehr-Lernumgebung eine Arbeitsdefinition gegeben werden:

Eine multiexpressive Lehr-Lernumgebung besteht aus Medien verschiedener Expressivität.

Arbeitsdefinition 11: Multiexpressive Lehr-Lernumgebung

3.5 Zusammenfassung: Die medialen Dimensionen

Die Ausführungen der vorangegangenen Kapitel zu den medialen Dimensionen Trägersystem, Kodierung, Expressivität und Sensualität werden nun tabellarisch zusammengefasst. Somit treten die Unterschiede der einzelnen Dimensionen, aber auch deren untrennbare Zusammenhänge zu Tage. Es sei ausdrück-

Probleme sind aus dieser Perspektive *auch* als Botschaften zu betrachten – deren Lösungen sind *auch* Botschaften, die für bestimmte Menschen bestimmte Bedeutungen tragen *können*.

lich darauf verwiesen, dass diese Zusammenstellung **nicht** als ‚Checkliste einer guten Lehr-Lernumgebung‘ – nach dem Motto: je mehr Felder abgehakt, desto besser – fehlgedeutet werden darf. Diese Zusammenstellung will eine mehrdimensionale Analyse oder Synthese bestehender bzw. neu zu entwickelnder Lehr-Lernumgebungen ermöglichen und somit der Forderung nach einer sinnvollen und integrativen Nutzung aller medialer Dimensionen nachkommen.

Dimension Trägersystem <i>monomediale / multimediale Vermittlung durch Zeichenträgerumsatz:</i>			
Art des Trägersystems	natürlich	organisch	
		anorganisch	
	personal	Individuum	
		Gruppe	
	technisch	Alte Medien	
		Neue Medien: <i>virtuell-monomedial/ -multimedial</i>	
Vermittlungs- Funktion	Zeichenträger -wandlung	Verstärkung, Verminderung, Löschung, Verknüpfung, etc.	
		-speicherung	Langzeitspeicherung
	Kurzzeitspeicherung		
	-transport	mittlere bis weite Distanz	
		face-to-face	
	Dimension Kodierung <i>monokodale / multikodale Vermittlung von Ikonen, Indizes und Symbolen folgender Zeichensysteme:</i>		
physisch reale Objekte	Masse und materielle Struktur		
	energetische Struktur: Kinetik, innere/ äußere Energie		
	sonstige chemisch-biologisch-psychologische Eigenschaften		
Sprachen	Laut- und Geräuschzeichen / Musik		
	Körpersprachen		
	Verbal- und Gebärdensprachen		
	Schriftsprachen		
	formale Sprachen		
	computerunterstützte, automatisierte Sprachen (Hypertexte etc.)		
Modelle	<i>statisch / dynamisch</i>	Bildmodelle	Bilder/ Abbilder/ Film
			teil- und vollschematische Abbildungen
		Darstellungs- modelle	Diagramme
			Darstellungsgraphen/ Fluidogramme
	physiko- technische Modelle	mechanische Modelle	
		elektromechanische Modelle	
		elektronische, reale Funktionsmodelle...	
		...mit Computersteuerung	
		Computermodelle	
Bio-, psycho- und soziotechnische Modelle			

Fortsetzung auf der nächsten Seite →

Dimension Sensualität <i>monosensuelle / multisensuelle Empfindung von Zeichenträgern</i>		
körperliche Sinne	Körperselbstwahrnehmung (<i>statokinetisch</i>)	
	Tastsinn (<i>haptisch</i>)	
	Geruchssinn (<i>olfaktorisch</i>)	
	Geschmackssinn (<i>gustatorisch</i>)	
	Hörsinn (<i>auditiv</i>)	zeitgleich: audiovisuell
	Gesichtssinn (<i>visuell</i>)	
technische Mess- und Beobachtungs- Instrumente	real	Messung und Beobachtung der Realität durch technische Sinneserweiterung und Distanzveränderung mit fließendem Übergang zu
	(teil)-virtuell	zeit- und distanzunabhängiger, computerbasierter Messung und Beobachtung <i>als sensorielle Schnittstelle zwischen Realität und / oder Virtualität</i>
Dimension Expressivität <i>monoexpressive / multiexpressive Strukturierung von Zeichenträgern</i>		
körperlicher Ausdruck	Körper/ Gesicht	Mimik, Gestik, Proxemik
	Stimme	Phonation (Lauterzeugung, Gesang, Sprache)
	Hände	manueller Stoffumsatz (ohne Werkzeug)
technische Werkzeuge	real	Schreib-, Zeichen-, Kleb-, Malwerkzeuge etc.
		Musik- und Klanginstrumente (Singstimme s.o.)
		weitere technische Werkzeuge
		teilvertuelle technische Werkzeuge mit Computersteuerung: Roboter-
	virtuell	technik als <i>expressive Schnittstelle zwischen Realität und Virtualität</i> (CAM, CIM)
		virtuell: Körper/ Stimme/ Hand (Mauszeiger)
		virtuelle Schreib-, Zeichen-, Malwerkzeuge
		virtuelle Musik- und Klanginstrumente
		virtuell-technische Werkzeuge (Simulationen)
		virtuell strukturierbare Struktur- Funktions- und Verhaltensmodelle
sonst. virtuelle Werkzeuge für Zeichenträgerumsatz (Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, CAD)		

Tabelle 10: Die medialen Dimensionen (eigene Darstellung)

4 Lösung des Integrationsproblems

Nachdem in den vorherigen Kapiteln ein mehrdimensionales medienpädagogisches Modell entwickelt und dargestellt wurde, wird nun die Frage beantwortet, welchen Beitrag dieses Modell zur Lösung des Integrationsproblems von Lehr-Lernumgebungen leisten kann.

Ein wesentlicher Aspekt des in dieser Arbeit vorgestellten Ansatzes besteht darin, dass der Medienbegriff hier **nicht**, wie in anderen Ansätzen, als undefinierbar ausgeklammert oder auf einige wenige seiner vielfältigen Eigenschaften eingeschränkt wird (siehe Voruntersuchung). Durch die Aufschlüsselung in die vier medialen Dimensionen werden die prinzipiellen Eigenschaften von Medien und ihr Zusammenhang mit dem Lernprozess erkennbar, beschreibbar und differenziert analysierbar. Dies wiederum ermöglicht vielfältige empirische Untersuchungen (etwa zur Lernpsychologie) und unterrichtspraktische Anwendungen wie die mehrdimensionale schülerorientierte Entwicklung von Lehr-Lernumgebungen, die in diesem Abschnitt näher erläutert und in Beziehung zu einer wesentlichen Forderung der Medienpädagogik nach einer *neuen Lernkultur* gesetzt wird. Der mehrdimensionale medienpädagogische Ansatz eignet sich somit einerseits zur Lösung des Integrationsproblems durch Analyse und Synthese medialer Dimensionen in Lehr-Lernumgebungen (wissenschaftlich-empirische Variante), andererseits auch zur daran angelehnten medienpädagogischen Förderung der Allgemeinbildung durch schülerorientierte Medienentwicklung (medienpädagogische Variante). Die beiden Varianten der Medienentwicklung werden nun näher erläutert.

4.1 Mehrdimensionale Medienentwicklung: Zwei Varianten

Die mehrdimensionale Medienentwicklung lässt sich in zweierlei Varianten modellieren, wobei der Entwicklungsprozess in beiden Varianten prinzipiell aus den drei rekursiv durchlaufenen Schritten der Konzeption, Realisation und Evaluation besteht. Der Unterschied der beiden Varianten mehrdimensionaler Medienentwicklung liegt in der pädagogischen Zielsetzung, die nachfolgend erläutert wird:

Eine erste, **ausbildungsorientierte Variante der Medienentwicklung** versucht, auf möglichst durchgängig empirischer Basis durch Test- und Optimierungsverfahren das Lernergebnis, welches durch eine Lehr-Lernumgebung erzielt wird, zu verbessern. Die dazu notwendigen Informationen werden durch eine Dokumentenanalyse (Kriterienkatalog), Befragung, Beobachtung oder ein Experiment erhoben (vgl. WILLIGE/ RÜB 2002: 25). FRICKE (2000) beispielsweise fasst im Sinne dieser wissenschaftlichen Zugangsweise die Lerner als Untersuchungsobjekte bzw. experimentelle Faktoren⁷⁹ auf. Der Lerner ist und bleibt lediglich *Nutzer* der Lehr-Lernumgebung, die Gestaltung und Optimierung auf Basis der empirischen Ergebnisse liegt in der Hand der Produzenten der (zumeist technischen) Lehr-Lernumgebung. Dieses empirisch geleitete

⁷⁹ Das „Paradigma zur Konstruktion und Evaluation multimedialer Lehr-Lernumgebungen“ nach FRICKE (2000) unterscheidet folgende vier Hauptfaktoren: „(1) die multimediale Lehr-Lernumgebung, (2) die Lernvariablen (der Lerner) (3) das Lernthema (der Lehrstoff) (4) das Lernergebnis.“ (beide Zitate: ebd.: 5).

Optimierungsprinzip entspricht der Zielsetzung von *Ausbildung* bzw. beruflicher Fort- und Weiterbildung (vgl. Kap. I-3.3.1).

Die vorliegende Arbeit verfolgt jedoch nicht diese Zielsetzung der *Ausbildung*, sondern eine **pädagogische, allgemeinbildungsorientierte Variante der Medienentwicklung**. Ihre Ziel ist die Förderung der Allgemeinbildung im Sinne einer Hinführung des Schülers zu Aufklärung und Mündigkeit (vgl. Kap. I-3.3.1). Dieses Leitziel kann erreicht werden, wenn nicht nur die Ziele, Inhalte und Methoden des Unterrichts möglichst weitgehend von den Schülern mitbestimmt werden (vgl. JANK/ MEYER 2002), sondern wenn auch die ausgewählten und verwendeten Lehr-Lernumgebungen möglichst weitgehend von den Schülern selbst konzipiert, realisiert und eben auch optimiert werden. Sie sollen somit durch eigenes und eigenverantwortliches Handeln in die Lage versetzt werden, sich in ihrer Lebens- und Lernwelt auch aus Sicht der medialen Dimensionen zu **bilden**, d.h. rezeptive und produktive Handlungskompetenz bezüglich der Trägersysteme, Kodierungen, Expressivität und Sensualität von Medien zu erlangen und diesen nicht nur – wie in der Ausbildung – als *Nutzer* gegenüberzustehen. Diese Variante der mehrdimensionalen schülerorientierten Medienentwicklung kann somit zur *mediendidaktischen* Optimierung von Lehr-Lernumgebung(en) und zugleich in *medienpädagogischer* Hinsicht zur Förderung der Allgemeinbildung beitragen.

Die nachfolgende memotechnische Skizze erläutert die Medienentwicklung sowohl in der ersten, ausbildungsorientierten, als auch in der zweiten, allgemeinbildungsorientierten Variante.

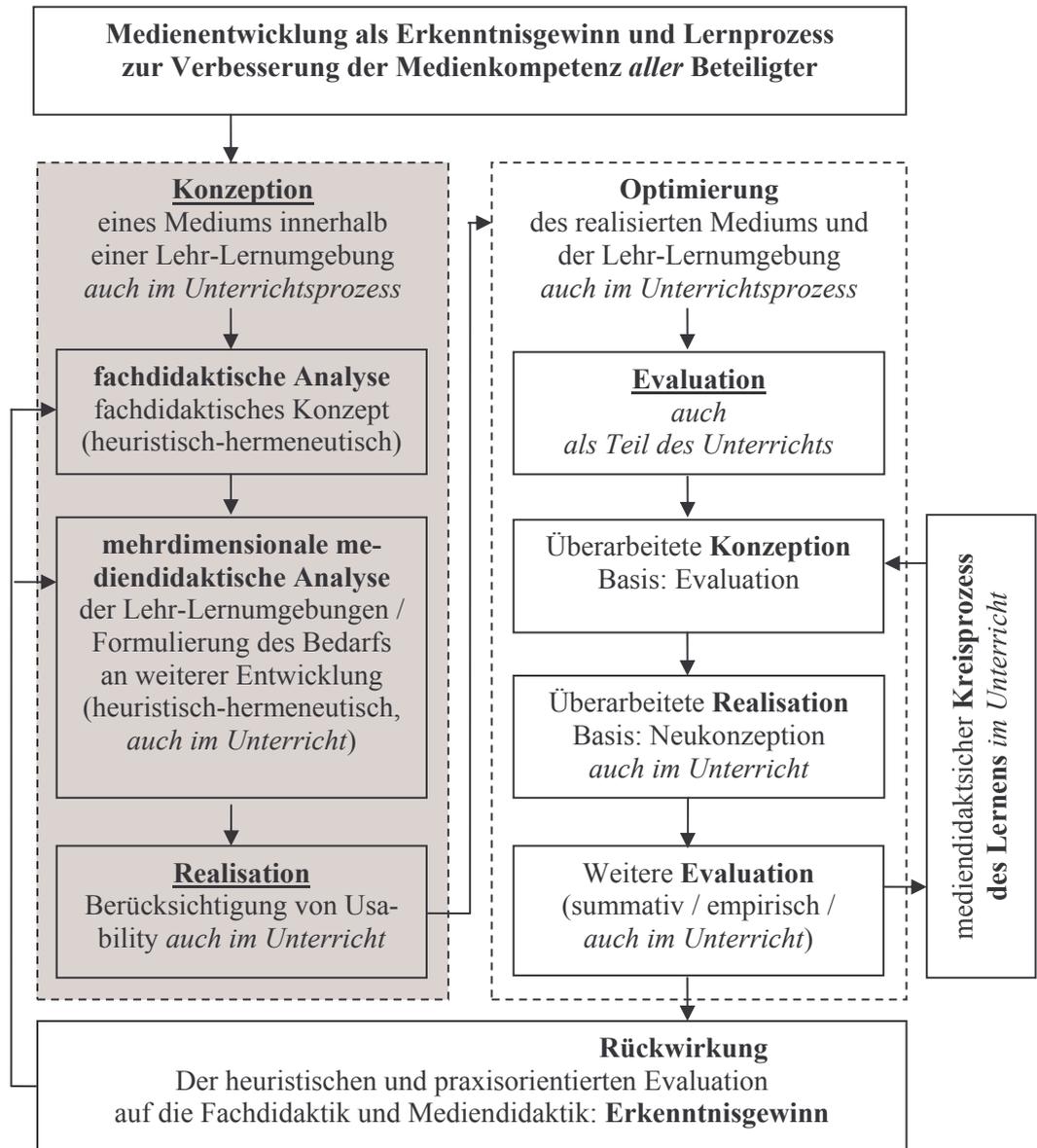


Abbildung 23: Medienentwicklung als rekursiver Prozess (eigene Darstellung)

Die sich stets wiederholende, prozessorientierte Vorgehensweise ermöglicht eine fortschreitende Optimierung der Lehr-Lernumgebung, die auf drei verschiedenen Ebenen beschrieben werden kann: auf der Schüler- bzw. Lernerbene, auf der Lehrerebene und auf institutionell-wissenschaftlich-empirischer Ebene, wie die folgende Tabelle zeigt:

Ebene der Medienentwicklung	von	für
institutionelle wissenschaftlich-empirische Ebene	Schulen, Lehrer-Arbeitsgruppen, wissenschaftlichen Instituten und professionellen Einrichtungen	Lehrende / Lernende
Lehrerebene (entsprechend auch Hochschul-ebene)	(Hochschul-) Lehrern	Schüler (Lerner) / Lerngruppe / Klasse / Projektteam / Schule / Kollegen / außerschulische Öffentlichkeit / Partnerschulen
Lernerebene (Schüler, Studenten, etc.)	Lernern	Eigengebrauch / eigene Lerngruppe / fremde Lerngruppe / Projektteams / Lehrer (z.B. zur Leistungsbewertung) / außerschulische Öffentlichkeit / Partnerschulen, weitere Institutionen

Tabelle 11: Ebenen der Medienentwicklung (eigene Darstellung)

In der vorliegenden Arbeit werden alle drei Ebenen insofern berührt, als einerseits eine wissenschaftliche, hermeneutische Aufarbeitung des gesamten Themenkomplexes durchgeführt, andererseits aber auch eine Konkretisierung der Erkenntnisse auf der schulpraktischen Ebene angestrebt wird. Im Zentrum steht dabei die medienpädagogische Frage, wie sich Schüler selbst Medienkompetenz aneignen können.

Durch den beschriebenen Medienentwicklungsprozess auf Lernerebene wird Unterricht zu einem immanent medienpädagogischen Lern-, Erkenntnis- und Optimierungsprozess, bei dem die vorhandenen Lehr-Lernumgebungen möglichst weitgehend von dem oder den Lernenden selbst entsprechend ihrer Lernvoraussetzungen ständig verbessert werden. Hier bieten sich die automatisierten Funktionen von Trägersystemen der Neuen Medien an, was im praktischen Teil beispielhaft erläutert wird.

4.2 Lehr-Lernumgebungen im Strukturmodell des Unterrichts

Das bereits beschriebene allgemeindidaktische Strukturmodell des Unterrichts von JANK/ MEYER (2002) ist in besonderer Weise geeignet, auf Basis des eingeführten mehrdimensionalen Ansatzes eine Verbindung zwischen Medienpädagogik und allgemeiner Didaktik herzustellen. Eine solche Verbindung ist notwendig, da erst sie den mehrdimensionalen medienpädagogischen Ansatz auch für die Unterrichtspraxis relevant werden lässt. Sie lässt sich anhand des bereits erläuterten *Strukturmodells des Unterrichts* nach JANK/ MEYER (2002), welches, wie bereits dargelegt, Medien **nicht** als strukturelles Moment von Unterricht sieht:

„Wir verzichten – anders als Klingberg und Heimann – auf ein sechstes Strukturmoment ‚Medien‘, weil Medien, wie Klingberg selbst anmerkt [...], nicht

trennscharf zur Inhalts- und Methodendimension definiert werden können.“
(JANK/ MEYER 2002: 70 - Fußnote)

Der hier vorgestellte mehrdimensionale medienpädagogische Ansatz liefert eine solche trennscharfe Definition des Medienbegriffs, so dass der Mangel des Modells von JANK/ MEYER (2002) behoben werden kann, indem Medien in Form der medialen Dimensionen als strukturelle Elemente eingeführt werden. Diese Notwendigkeit, den Medienbegriff im Strukturmodell des Unterrichts zu verankern, zeigt sich bei JANK/ MEYER an verschiedenen Stellen, an denen Medien – entgegen der eigentlichen Intention – als explizites und offensichtlich strukturelles Moment von Unterricht genannt werden, und zwar

- als „symbolische Vermittlung der Wirklichkeit“ mit Hilfe von „Lehr-Lernmitteln“, „Raumausstattung und sonstige[n] Medien“ (ebd.: 112);
- in der „Planungsspirale“ bei der „Vorbereitung der Medien“ (ebd.: 96) und
- „Medien tauchen in unserem Modell zum einen als ‚äußere Seite‘ der Inhaltsstruktur, zum anderen als äußere Seite der Handlungsstruktur auf.“ (ebd.: 70, Fußnote)

Das funktionale Konzept der Systemtheorie fordert, die Medien auf ihre Vermittlungsfunktion hin zu überprüfen und das Strukturmodell somit um die offen liegende Medienproblematik zu ergänzen.⁸⁰ Dies wird nachfolgend mit Bezug auf das letzte Zitat oben (ebd.: 70) beschrieben:

Jede einzelne der fünf Grundkategorien des Strukturmodells wird in eine *äußere* und eine *innere* Seite entfaltet. Die Vermittlungsfunktion von Medien lässt sich auf diese innere und äußere Seite *jedes Strukturmoments* beziehen: Die äußeren, unmittelbar beobachtbaren Tätigkeiten des Unterrichts sind gekennzeichnet durch die direkte Vermittlung von Zeichenträgern zwischen Lehrer, Schülern und außerschulischer Öffentlichkeit⁸¹. Im Einzelnen ergeben sich somit folgende Aspekte:

(1) Auf der *äußeren Seite der Zielstruktur* (vgl. JANK/ MEYER (2002: 72ff)) werden Zeichenträger ausgetauscht bezüglich der Absichtserklärungen des Lehrers, gemeinsamer Zielabsprachen, Interventionen der Schüler usw. Dies geschieht insbesondere in schriftlicher Form durch Lernziellisten und Zielformulierungen aus Schulbüchern.

⁸⁰ Vgl. JANK/ MEYER (2002: 26) „Diese [Frage nach den Medien, Anm. d. Verf.] und viele weitere Fragen werden von der Mediendidaktik bearbeitet.“ KLIMSA (2002: 14) hierzu: „In Ansätzen der allgemeinen Didaktik sucht man vergeblich nach Bezügen zu Multimedia. [...] Die Allgemeine Didaktik überließ die Beschäftigung mit Multimedia einer speziellen Didaktik, der Mediendidaktik, und diese ist wiederum vor allem auf Forschungsdesiderate der Allgemeinen Didaktik angewiesen.“

⁸¹ Die außerschulische Öffentlichkeit wird in die Betrachtungen explizit mit einbezogen, denn im Sinne der Öffnung von Schule kann Unterricht nicht mehr nur als ein Prozess zwischen Lehrer und Schülern gesehen werden. Dies gilt schon allein aufgrund der heute erheblichen Einbeziehung der Erziehungsberechtigten in vielfältige schulische Aktivitäten, aber auch aufgrund mannigfaltiger Kooperationen von Schulen mit der sonstigen Öffentlichkeit in Form von Wettbewerben und Projekten, die von übergeordneten Bildungsträgern, Hochschulen oder sonstigen Sponsoren aus Produktion und Dienstleistung initiiert werden (Jugend Forscht, Spiegel Online Award für Schülerzeitungen, Join Multimedia von Intel u.v.a.m.), die auch durch die Kommunikationsmöglichkeiten des Internet erheblich an Bedeutung gewonnen haben.

(2) Auf der *äußeren Seite der Inhaltsstruktur* nennen JANK/ MEYER (2002: 74; vgl. auch 70) explizit die Medien, also auch den äußeren Fluss von Zeichenträgern im Zusammenhang mit den äußerlich sichtbaren Lehr-Lernstoffen, den Arbeitsergebnissen und Vorgaben und Strukturierungsangeboten wie Richtlinien, Lehrplänen, ausformulierte Unterrichtseinheiten, Schulbücher, Medien, Lehrerbegleitbücher usw.

(3) Die *äußere Seite der Sozialstruktur*, d.h. die räumlich-soziale Organisation der Lehrer-Schüler-Interaktionen und die innere Differenzierung müssen, bevor sie konkret realisiert werden, durch Zeichenträger vermittelt und ggf. ausgehandelt werden.

(4) Auf der *äußeren Seite der Handlungsstruktur* tauchen nach JANK/ MEYER (2002: 70 und 82) Medien bzw. Zeichenträger explizit auf, da die beobachtbaren Lehrer- und Schülertätigkeiten (wie reden, zuhören, rechnen, schreiben, etwas vorführen), die daraus komponierten Lehr-Lern-Formen wie Lehrervortrag, Unterrichtsgespräch und Experiment und die sichtbaren Arbeitsergebnisse insbesondere als Resultate des Enkodierens und Dekodierens von Zeichen zu sehen sind.

(5) Auch die *äußere Seite der Prozessstruktur*, d.h. die Schritte und Zeitintervalle des Unterrichts müssen vom Lehrer vorgegeben oder zwischen Lehrer und Schülern ausgehandelt, in jedem Fall aber durch äußeren Austausch von Zeichenträgern kenntlich gemacht und vermittelt werden.

Die Ausführungen bezüglich der äußeren Seite gelten, dem Modell der Semiose entsprechend, auch für die *innere Seite*, d.h. für die *Logiken des Unterrichts* (vgl. JANK/ MEYER 2002: 62), also für die pragmatische und semantische Zeichendimension der Ziel-, Inhalts-, Sozial-, Handlungs-, und Prozessstruktur. Erst durch die Logiken, die Interpretations-, Verstehens- und Bildungsprozesse werden die äußerlich umgesetzten Zeichenträger zu bedeutsamen Zeichen. Es gilt also festzuhalten:

- Trägersysteme sorgen für den direkten, realen Fluss von Zeichenträgern und Botschaften auf der äußeren Seite des Unterrichts.
- Medien und Lehr-Lernumgebungen ermöglichen den indirekten, transzendentalen Fluss von Zeichen und Bedeutungen der zu Grunde liegenden Logiken auf der inneren Seite des Unterrichts.

Dies zeigt die folgende Grafik:

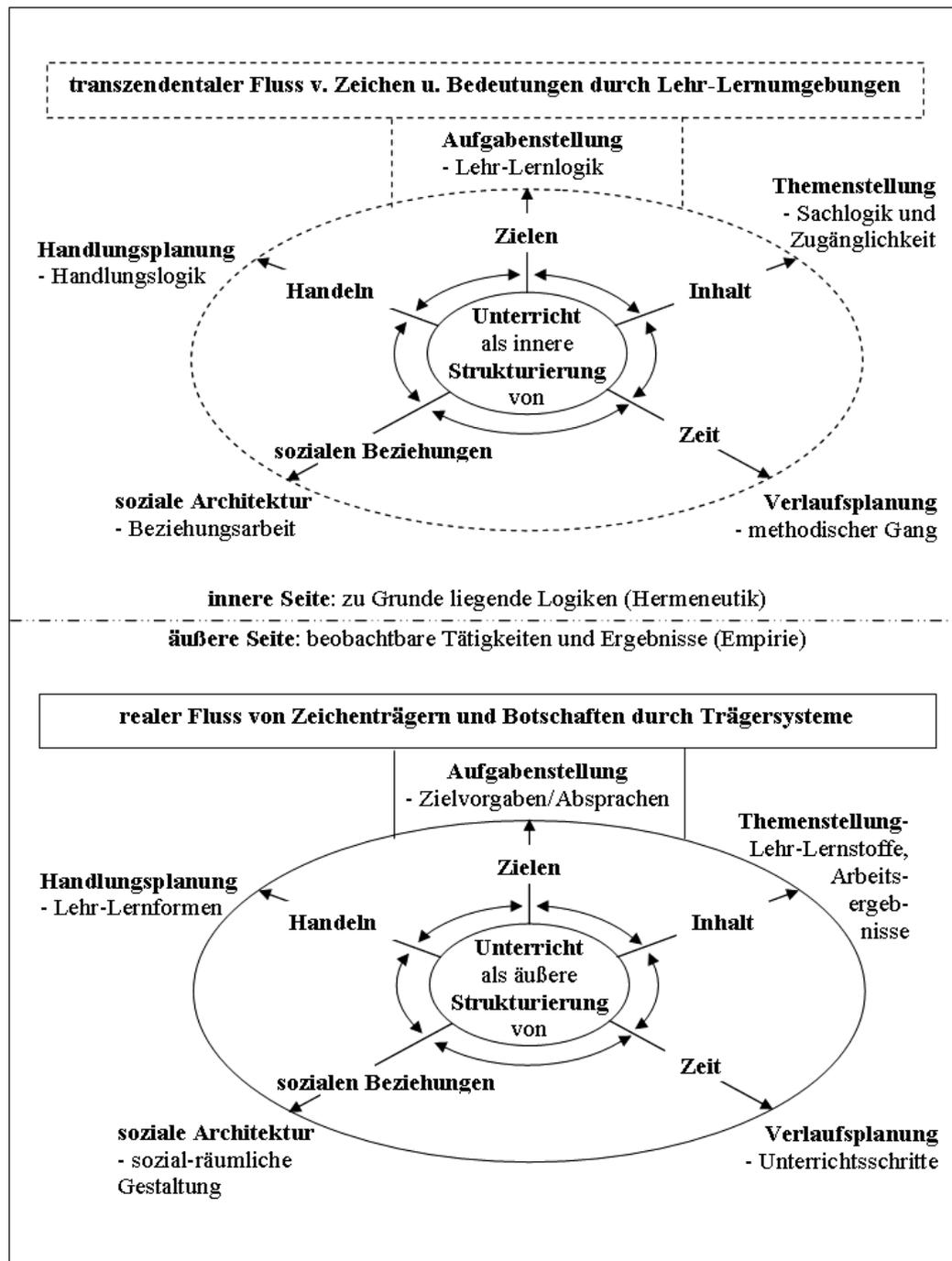


Abbildung 24: Medien im Strukturmodell des Unterrichts
(eigene Darst. aufbauend auf JANK/ MEYER 2002: 63)

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Medien als strukturelle Elemente einen unerlässlichen, funktionalen Faktor für die innere und äußere Seite des Unterrichts darstellen. Sie ermöglichen einen äußeren, direkten Fluss von Zeichen und einen inneren, indirekten Fluss von Bedeutungen innerhalb der übrigen Strukturmomente des Unterrichts zwischen Lehrer, Schülern und außerschulischer Öffentlichkeit. Dies wird anhand des folgenden Schemas dargestellt.

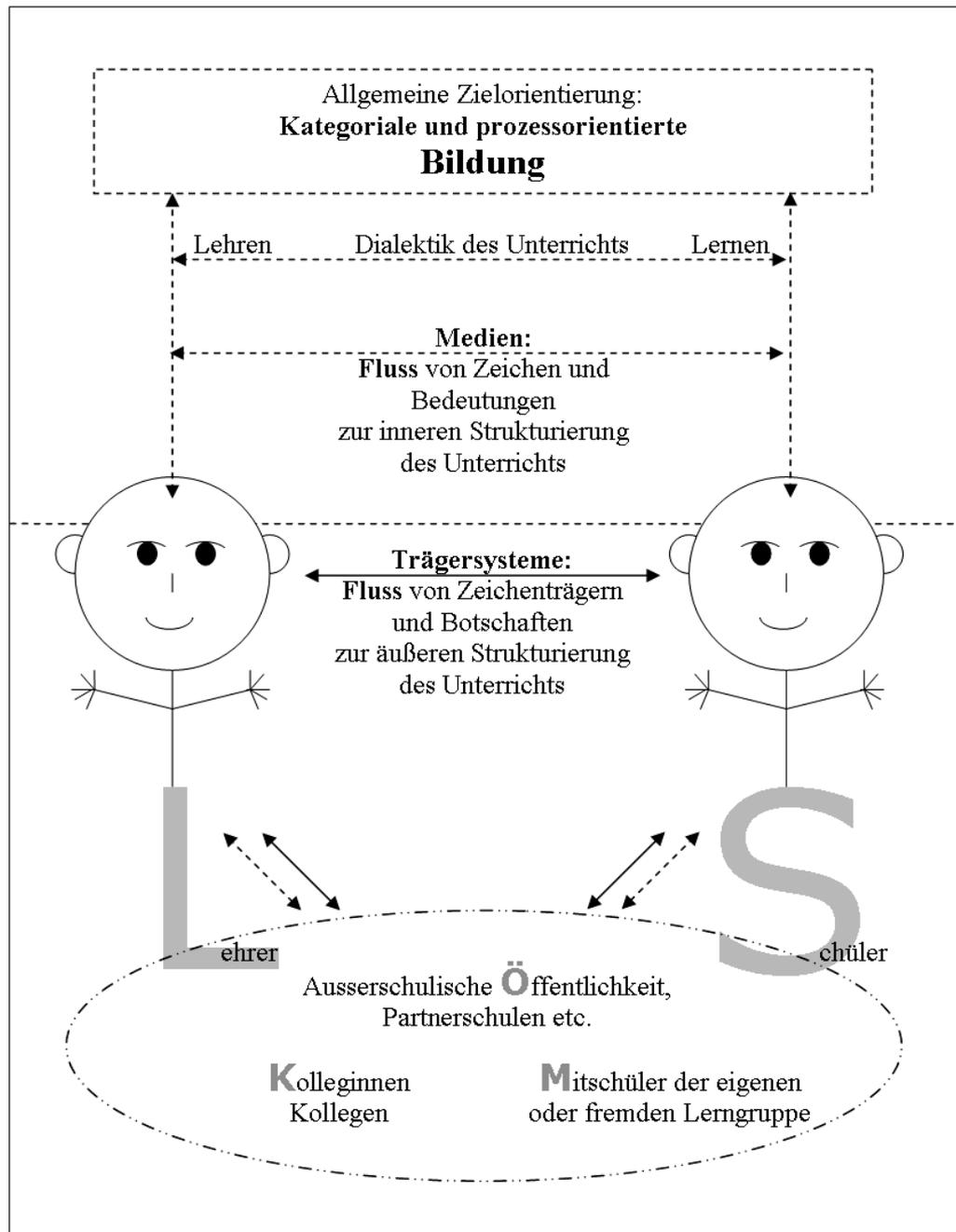


Abbildung 25: Vermittlungsfunktion von Medien im Strukturmodell des Unterrichts (eigene Darstellung)

Somit ist auch gezeigt, dass eine sinnvolle und schlüssige Modellierung des *letztlich untrennbaren Zusammenhangs von allgemeiner Didaktik und Medienpädagogik* in Bezug auf die hier diskutierten Modelle möglich ist.

4.3 Die ideale Lehr-Lernumgebung

Entsprechend der Forderung der zentralen Forschungsfrage der vorliegenden Arbeit kann nun eine mehrdimensionale Leitvorstellung zur Entwicklung von Lehr-Lernumgebungen formuliert werden. Diese Leitvorstellung wird hier als

ideale Lehr-Lernumgebung formuliert; sie lässt sich sowohl hermeneutisch als auch empirisch-heuristisch begründen.

Ausgangspunkt der Begründung ist der Allgemeinbildungsbegriff, wie er bereits dargestellt wurde. Er umfasst die in der Praxis nicht erreichbare Zielvorstellung, den Schüler in *allen möglichen*

- körperlichen und geistigen (d.h. äußeren und inneren)
- rezeptiven und produktiven
- objektbezogenen und kommunikativen
- realen und virtuellen

Lern-Handlungen zu fördern, die im Kreisprozess des Lernens, d.h. im Meta-Modell der vorliegenden Arbeit ausführlich dargestellt wurden und in den medialen Dimensionen auf syntaktischer Ebene zusammenlaufen.

Eine darauf bezogene Begründung der *idealen Lehr-Lernumgebung* geht auf HENTIGS *hermeneutisch-bildungsphilosophische* These zurück: „Das Leben bildet“ (HENTIG 1999: 11). Sie lässt sich so deuten, dass die reichhaltigste, nachhaltigste, anregendste, prägendste, kurz die ideale Lehr-Lernumgebung die Lebenswelt des Menschen selbst ist, da sie die denkbar größte Palette an Trägersystemen, Kodierungen, Expressivität und Sensualität bietet. HENTIGS oben zitierter Satz kann also auch als Metapher verstanden werden für die Forderung, dass Lehr-Lernumgebungen sich an dem Idealbild der Lebenswelt auch in Bezug auf die Entwicklung von Lehr-Lernumgebungen orientieren sollten. Gerade die Tatsache, dass eine solche ideale Lehr-Lernumgebung in Form der Lebenswelt in der Schule nicht realisierbar ist, sondern immer nur in Form von Modellen und sonstigen Kodierungen abgebildet werden kann, zeigt die permanente Zielgerichtetheit, d.h. die konkrete Utopie des vorliegenden Ansatzes zur Medienpädagogik auf. Sie zielt darauf, sowohl die *prinzipiell möglichen* Eigenschaften von Lehr-Lernumgebungen in Bezug auf die medialen Dimensionen aufzuzeigen, als auch Hinweise zu geben, *wie* möglichst vielfältige Optionen der indirekten Vermittlung von Bedeutungen im Sinne einer optimierten Entwicklung von Lehr-Lernumgebungen konstruktiv genutzt werden können.

Eine zweite Begründung zur idealen Lehr-Lernumgebung ergibt sich aus empirisch-heuristischen Betrachtungen zum Lernen mit Medien nach WEIDENMANN, der als erste Stufe der Medienentwicklung die Entwicklung einer „vermutlich beste[n] Variante“ (WEIDENMANN 2002: 62) vorschlägt. Erst eine solche idealtypische Lehr-Lernumgebung kann dann empirisch untersucht werden, oder, wie in der vorliegenden Arbeit vorgeschlagen, durch möglichst weitgehende Mitarbeit der Lernenden verbessert werden.

Die *ideale Lehr-Lernumgebung* kann nun nach allen vorherigen Ausführungen zusammenfassend anhand einer Arbeitsdefinition beschrieben werden:

Die **ideale Lehr-Lernumgebung** ist eine Lehr-Lernumgebung, welche

(1) **multimedial** ist, d.h. *alle* Arten (natürliche, personale und technische) Trägersysteme kombiniert

(2) **multikodal** ist, d.h. *alle* Arten von Zeichensystemen und Modellen verwendet,

(3) **multisensuell** ist, d.h. *alle* Sinnesorgane des Menschen anspricht,

(4) **multiexpressiv** ist, d.h. *alle* direkten, indirekten und indirekt-virtuellen Mittel und Werkzeuge zur Strukturierung von Zeichen nutzt bzw. anspricht und somit *alle möglichen*

(1) **körperlichen** und **geistigen** (d.h. äußeren und inneren)

(2) **rezeptiven** und **produktiven**

(3) **objektbezogenen** und **kommunikativen**

(4) **realen** und **virtuellen** Lern-Handlungen des Schülers fördert.

Arbeitsdefinition 12: Ideale Lehr-Lernumgebung

In der folgenden Abbildung werden die genannten Zusammenhänge von Lehr-Lernumgebungen als Systeme von Medien im vierdimensionalen medialen Raum aus Trägersystem, Expressivität, Sensualität und Kodierung dargestellt. Dabei ist zu beachten, dass es sich um eine metaphorische Darstellung bzw. eine Visualisierung eines mentalen Modells handelt, die keines Falls mathematisch beschreibbar ist. Anders als etwa in der Physik, die häufig den Dimensionsbegriff verwendet, um von einander *unabhängige* Einflussgrößen zu beschreiben und zu einem Ganzen zu *addieren* (wie etwa die drei Dimensionen des Raumes), sind in dem hier verwendeten Zusammenhang die Dimensionen voneinander *abhängig* und lassen sich *nicht* einfach addieren. Die Richtung einer *möglichen* Entwicklungstendenz für reale Lehr-Lernumgebungen in diesem medialen Raum ergibt sich aus ihrer Differenz zur idealen Lehr-Lernumgebung in allen vier Dimensionen.

Dabei wird hier noch einmal betont, dass jede Lehr-Lernumgebung ein spezifisches mediales Profil aufweist, welches *primär* in Bezug auf die Ziel-, Inhalts- und Methodenstruktur des Unterrichts und nur *sekundär* mit Blick auf die *ideale* Lehr-Lernumgebung entwickelt werden kann: letztere ist *kein* Pflichten-katalog der Medienentwicklung, der ohne weitere didaktische Gesamtplanung einen optimalen Lernerfolg garantiert.

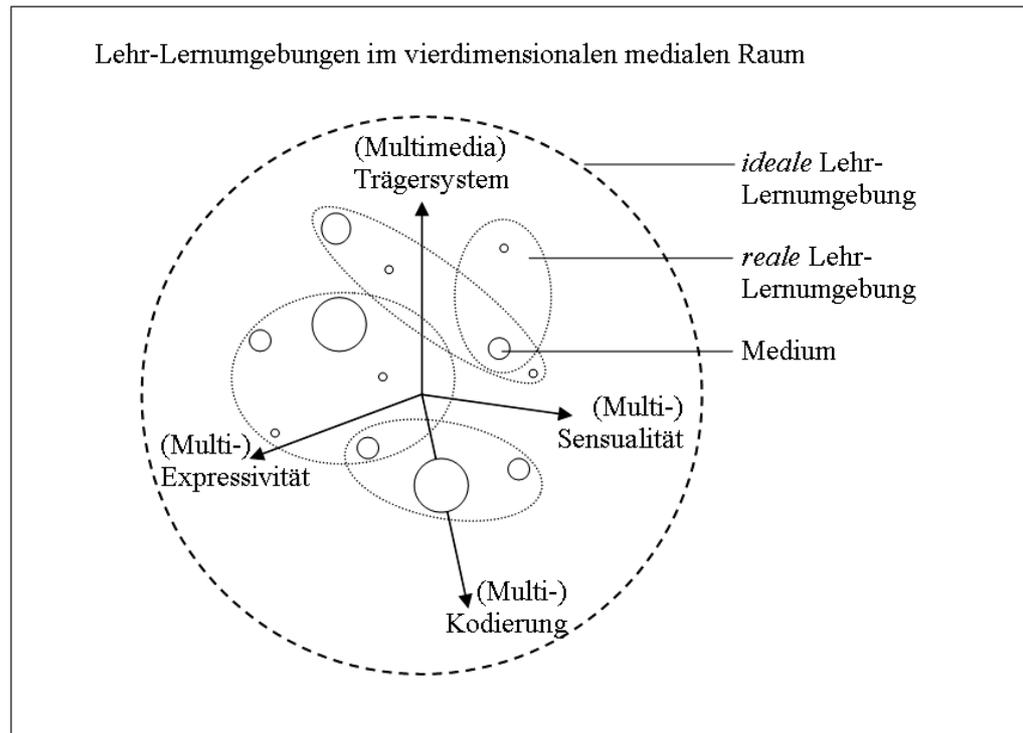


Abbildung 26: Lehr-Lernumgebungen im vierdimensionalen medialen Raum (eigene Darst.)

4.4 Schülerorientierung

Eines der wichtigen Elemente einer neuen Lernkultur, wie sie in der Delphi-Studie *Zur Zukunft der Lehr- und Lernmedien in der Schule* von VOLLSTÄDT (2003) gefordert wird, lässt sich mit dem Begriff der Schülerorientierung beschreiben. JANK/ MEYER (2002) verstehen unter schülerorientiertem Unterricht (vgl. EINSIEDLER/ HÄRLE 1976, LEMKE 1981: 50ff, FLEISCHER 1997 und WIATER 1999) die

„konkrete Utopie eines an den subjektiven und objektiven Interessen der Schüler ausgerichteten Unterrichts“ (JANK/ MEYER 2002: 310)

In den kursiv gehaltenen, nachfolgenden Stichworten, die sich auf die genannte Delphi-Studie beziehen, ist das Motiv der Schülerorientierung im obigen Sinne durchgängig erkennbar. DICHANZ fordert mit Blick auf die Ergebnisse der genannten Studie in seiner distanzierten Zwischenbilanz der heutigen Medienpädagogik unter anderem (vgl. DICHANZ 2003: 23ff):

- die Berücksichtigung der Interessen und Lernbedürfnisse, der Wahrnehmungs- und Verhaltensmuster und der bisherigen persönlichen Erfahrungen und Erlebnisse auch jüngerer Schüler
- die Betonung des Lernens von persönlich Sinnvollem
- den Einsatz von Neuen Medien für das kreativ-konstruktive Lernen, mehr Selbstständigkeit, Eigenaktivität und Selbstorganisation der Schüler
- Öffnung, Entschuldung, Demokratisierung, Autonomisierung, Enthierarchisierung von Schule und Schülern
- Verringerung der Lehrtätigkeit des Lehrers zu Gunsten von Lerndiagnose, Lernberatung und Lernorganisation.

In seinen fünfzehn *Thesen zur Zukunft von Schule und Lernen* nennt SCHÖNWEISS ähnliche Aspekte; er geht aber an einigen Stellen über die Appelle von DICHANZ hinaus, indem er fordert:

„Der Einsatz den neuen Technologien [...] hat sich daran zu orientieren, daß Kinder in die Lage versetzt werden, Bildung als ihre eigene Angelegenheit anzusehen.“

„Die Hilfe zur Korrektur prekärer Bildungsbiographien hat nur dann Aussicht auf Erfolg, wenn Kindern Wege aufgezeigt werden, wie sie sich, mit kompetenter Unterstützung durch den Lehrer ebenso wie mit Hilfe ernsthafter Lernprogramme oder über attraktive Angebote aus dem Internet, selbst [...] Bildungsgebiete erobern können“

„Für alle Kinder gilt: ihr Vorwissen und ihre besonderen Interessen müssen stärker mit in den Unterricht einbezogen werden [...]“

„Es ist durchaus legitim, die Offenheit der Kinder gegenüber dem neuen Medium für ihre Bildung zu nutzen. Dies setzt u.a. auch voraus, daß Kindern in Teilbereichen ermöglicht wird, ihre Hausaufgaben auch am PC zuhause zu erledigen.“

„Der selbständige, kompetente Umgang mit den Medien und Informationsmanagement (also die Möglichkeiten der Beschaffung, Bewertung und Bearbeitung von Information) muß vermittelt und fortlaufend aktualisiert werden.“ (SCHÖNWEISS 2000a: 295ff)

4.5 Open-End-Projekte

Auf der Basis des vorangehend erläuterten, erweiterten Begriffs der Schülerorientierung initiiert SCHÖNWEISS ein internetbasiertes Bildungs- und Fördernetz, welches eine Reihe von internetgestützten Open-End-Projekten der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster⁸² verbindet (vgl. SCHÖNWEISS 2000b und www.digite.de). Diese Projekte zielen auf die Entwicklung und Implementation von qualitativ neuen Bildungsmaterialien zu konkreten Inhalten und Themen- bzw. Problemstellungen.⁸³ SCHÖNWEISS (2004) charakterisiert den Hintergrund dieser Open-End-Projekte folgendermaßen:

„Spätestens die Diskussion um Vergleichsstudien wie PISA und TIMSS hat deutlich gemacht, dass das deutsche Bildungswesen auf allen Ebenen einer dringenden Neuorientierung bedarf.“

Insbesondere gilt es, die individuellen Bildungs- und Förderbedürfnisse verstärkt in den Mittelpunkt von schulischen wie außerschulischen Bemühungen zu rücken. Es gilt, Kinder nicht mehr nur als »Durchschnittsgrößen« in den Blick zu nehmen und von ihnen zu verlangen, sich an die Vorgaben eines oft

⁸² Fachbereich Erziehungswissenschaft und Sozialwissenschaften (Institut III) Abteilung: Neue Technologien im Bildungs- und Sozialwesen / Medienpädagogik - F. Schönweiss und Team.

⁸³ Bisher werden u.a. die folgenden Inhalte und Themen einbezogenen: Lese- und Rechtschreibförderung (www.Lernserver.de), Sprach-Förder-Angebote für Kinder mit Migrationshintergrund bzw. mit besonderem Förderbedarf (www.familie-wolkenburg.de), Computerwissen (www.computer-bildung.de), Entdeckungsreise Umwelt (www.naturarabba.net) und ein virtuelles Jugendzentrum (www.vj-club.net). Diese Projekte nutzen entsprechend der inhaltlichen und methodischen Möglichkeiten und Zielvorstellungen ein breites Spektrum an medialen Dimensionen, ohne sich auf bestimmte Trägersysteme, Kodierungen, Expressivität oder Sensualität einzuschränken. Als zentrales Vermittlungssystem wird das Internet genutzt, welches durch seine bereits beschriebenen automatisierten Funktionen die Integration verschiedener medialer Dimensionen ermöglicht.

starrten Curriculums anzupassen. Vielmehr müssen Wege entwickelt und aufgezeigt werden, die es Kindern ermöglicht, ihre Bildung in die eigene Hand zu nehmen – und darüber ihren Schulerfolg zu sichern. Gleichzeitig müssen Lehrer in die Lage versetzt werden, Individualisierung und Differenzierung inhaltlich wie formal für ihren Unterricht greifbar zu machen.

Das schulische Bildungswesen ist jedoch damit überfordert, diesen überfälligen Perspektivenwechsel aus eigener Kraft zu bewerkstelligen. Um so wichtiger ist es, die Zusammenarbeit von pädagogischer Praxis und Wissenschaft, von schulischen wie außerschulischen Initiativen, von Lehreraus- und weiterbildung zu forcieren.“ (SCHÖNWEISS 2004; fett im Orig.)

Dabei wird beabsichtigt,

- „• die Balance zwischen notwendiger Standardisierung und größtmöglicher Flexibilität zu halten;
- die Kernbereiche der jeweiligen Unterrichtsgegenstände abzudecken und gleichzeitig den speziellen Kompetenzen von Lehrern wie Schülern konstruktiven Raum zu bieten;
- Transfer-, ‚Wissen‘ und –Strategien zu generieren, damit die Schüler erworbene Kenntnisse eigenständig auf andere Themenbereiche übertragen können;
- individuelles Lernen und Selbst-Entdecken ebenso zu ermöglichen wie das gemeinschaftliche Erarbeiten von Sachzusammenhängen;
- ein partielles Auflösen des Klassenverbandes vorzunehmen, aber auch gezielt und unterrichtsbegleitend einzelne Kinder an den Klassenzusammenhang heranzuführen;
- lerntypologische wie motivationale Unterschiede von Schülern ebenso konstruktiv aufzugreifen wie die Verfasstheit von ‚Medienkindern‘ in Rechnung zu stellen;
- die zahlreichen Möglichkeiten, die sich durch Computer und Internet bieten, aufzugreifen, ohne dadurch traditionelle, bewährte Arbeitsformen auszugrenzen (Stichwort »Medienmix«);
- alternative Zugänge zu Inhalten und Themen zu erschließen (u.a. dadurch, dass neueste fachdidaktische Diskussionen reflektiert, aber auch bewährte oder »verschüttete« Ansätze aufgegriffen werden) und
- neue, wichtig gewordene Themenbereiche für einen modernen Unterricht aufzubereiten.“ (SCHÖNWEISS 2004; Aufzählung im Orig.)⁸⁴

4.6 Synthese: mehrdimensionale schülerorientierte Entwicklung von Lehr-Lernumgebungen

Betrachtet man das Integrationsproblem der Entwicklung von Lehr-Lernumgebungen nun im Zusammenhang mit dem hier angesprochenen zweiten Problem der Realisierung der Schülerorientierung, so ergibt sich daraus insgesamt, dass auch die Entwicklung und Optimierung der geforderten neuen Lehr-Lernumgebungen möglichst weitgehend in die Hand der Schüler selbst gelegt werden sollte, um somit immanent methodisch deren Selbständigkeit und Medienkompetenz (d.h. Handlungskompetenz in Bezug auf Medien) sowie deren Lehr-Lernumgebungen im Hinblick auf die Ziele, Inhalte und Methoden des Unterrichts zu erweitern. Die **mehrdimensionale schülerorientierte Medienentwicklung** kommt dieser Forderung nach:

⁸⁴ Die im vorangehenden Zitat aufgeführten Aspekte finden sich – in entsprechend thematisch und fachdidaktisch gewandelter Form – auch in der Open-End-Konzeption von RoboWelt.de wieder, die im Praxisteil dargelegt wird.

Dazu wird das bereits erläuterte Strukturmodell des Unterrichts nach JANK/MEYER (2002), das bereits eine fachdidaktische Analyse der Ziele, Inhalte und Methoden einer gewählten Thematik einschließt, erweitert um die mehrdimensionale medienpädagogische Entwicklung

- durch Optimierung einer bereits vorhandenen Lehr-Lernumgebung oder
- durch Neukonzeption einer Lehr-Lernumgebung.

Eine bereits vorhandene Lehr-Lernumgebung kann anhand des mehrdimensionalen medienpädagogischen Ansatzes darauf hin analysiert werden, welche der prinzipiell möglichen Trägersysteme, Kodierungen und Formen der Sensualität und Expressivität bereits in der (geplanten) Lehr-Lernumgebung zu dem gewählten Thema verwendet werden (können) und welche nicht. Darauf hin können Vorschläge erarbeitet werden, welche weiteren medialen Dimensionen in der Lehr-Lernumgebung integriert werden können und – mit Blick auf die vereinbarten Ziele, Inhalte und Methoden – integriert werden sollten. Zum Zweck dieser Optimierung muss zunächst das Thema selbst auf seine medialen Dimensionen hin analysiert werden. Eine solche mehrdimensionale mediendidaktische Analyse des Themas ist auch für die Neukonzeption einer Lehr-Lernumgebung notwendig. Sie wird im Praxisteil der vorliegenden Arbeit am Beispiel des Themas Robotik durchgeführt und somit konkretisiert.

Sowohl die Analyse als auch die Optimierung einer Lehr-Lernumgebung kann im Unterricht durch vielfältige, jeweils den didaktischen Bedingungen angepasste Methoden durchgeführt werden. Diese konzeptionellen, medienpädagogischen Entwicklungs- und Optimierungsmöglichkeiten werden sodann realisiert und anschließend von der Lerngruppe und / oder dem Lehrer evaluiert. Der Optimierungsprozess beginnt von Neuem mit einer überarbeiteten Konzeption und Realisation des Mediums.

Den Neuen technischen Medien kommt bei dieser schülerorientierten Medienentwicklung in Form von Open-End-Projekten eine besondere Bedeutung zu. Die nutzbaren Vermittlungsfunktionen des Internet (Hypermedialität, Telemedialität und bidirektionale Kommunikationsmöglichkeiten) wurden bereits eingehend dargestellt, so dass an dieser Stelle auf das im praktischen Teil der vorliegenden Arbeit dargestellte Beispiel verwiesen wird, welches die vorherigen Ausführungen umsetzt.

III Praktische Anwendung

1 Einleitung zum Praxisteil

Dieser Praxisteil beschreibt eine unterrichtsrelevante, beispielhafte Anwendung des vorhergehenden Theorieteils. Dabei geht es nicht allein darum, den vorgestellten mehrdimensionalen medienpädagogischen Ansatz praktisch zu erläutern und somit dessen möglichen und beabsichtigten Eingang in die Unterrichtspraxis zu erleichtern und fortzuführen. Dazu wären unzählige mehrdimensionale Analysen und Optimierungen verschiedener, im Unterricht verwendeter Medien bzw. Lehr-Lernumgebungen prinzipiell gleichermaßen geeignet, da der vorgestellte theoretische Ansatz eben für alle möglichen Lehr-Lernumgebungen gültig ist.⁸⁵

Als Beispiel zur Anwendung des genannten Ansatzes wird daher eine Thematik und mediale Vermittlungsform gewählt, die nicht nur ein möglichst breites Spektrum an medialen Dimensionen und Vermittlungsfunktionen, insbesondere auch der Neuen Medien abdeckt, sondern die gleichfalls inhaltlich weitergehende, allgemein bildende Bedeutung trägt, da sie einen wichtigen Zusammenhang von Neuen Medien als Vermittler des Unterrichts und als Unterrichtsgegenstand aufzeigt und vertieft: Die Robotik.

Aus technischer Sicht sind die Neue Medien Anwendungen der Informations- und Kommunikationstechnik, einer der beiden Klassen automatischer Maschinen, welche die wissenschaftlich-technische Revolution des 20. Jahrhunderts hervorgebracht hat. Die zweite Klasse dieser automatischen Maschinen bildet die Robotertechnik. Beide Klassen verbindet das informationsverarbeitende Teilsystem automatischer Maschinen, welches gemeinsam mit den Massenmedien insgesamt zu einer tief greifenden Transformation des Gefüges von Natur, Gesellschaft und Technik geführt hat.⁸⁶ Neue Medien und Robotik stehen also über das *Prinzip der Automation* in enger Verbindung zueinander: Während Neue Medien automatische Werkzeuge und Instrumente für interaktive Erfahrungen in virtuellen Welten bereitstellen (vgl. Kap. II-3.1.4, 3.3 und 3.4), realisieren Roboter automatische Werkzeuge für Manipulationen und somit auch für Äußerungen von Zeichen in der physischen Welt.

Im Zuge dieser Entwicklungen haben sich auch die Anforderungen an die Bildung des Einzelnen, an das Bildungssystem und an die Lehr-Lernumgebungen insgesamt stark verändert. Nach den natürlichen und personalen Medien sind durch technische Entwicklungen der letzten Jahrhunderte auch automatisierte technische Medien nicht nur Mittel, sondern ebenso Inhalte des Unterrichts. Sie sind damit unverzichtbarer, *integrativer* Bestandteil neuer Lehr-Lernumgebungen, in denen Schüler zwei wichtige, sich überschneidende Kompetenzformen als Bestandteil einer mündigen, aufgeklärten Allgemeinbildung erlernen sollen. Es sind dies die *Medienkompetenz*, die schwerpunktmäßig von der Medienpädagogik vermittelt wird und die *technische Handlungskompetenz*, die das Hauptanliegen der Technikdidaktik ist. Durch ihre mehr-

⁸⁵ Diese These gilt zumindest so lange, bis ein Medium gefunden wird, welches sich *nicht* anhand des vorgestellten Ansatzes vollständig analysieren und optimieren ließe.

⁸⁶ Vgl. WOLFFGRAMM (1997) und ROPOHL (1999).

perspektivische Sicht auf die Zusammenhänge von Natur, Gesellschaft und Technik ist die Technikdidaktik geeignet, das fundamentale Prinzip der Automation, welches den erwähnten Neuen Medien *und* der Robotertechnik *gemeinsam* zu Grunde liegt, zum allgemein bildenden Unterrichtsgegenstand zu gestalten. In diesem kurzen Aufriss des Zusammenhangs von Medien und Bildung zeigen sich die Ebenen

- Bildung
- Unterricht (als Strukturierung von Zielen, Inhalten, und Methoden)
- Lehren
- Lernen
- Medien und Lehr-Lernumgebungen als Mittel (Mediendidaktik)
- Medien als Inhalt (Medienpädagogik und informationstechnische Bildung) und
- Technik (insbesondere Automation, d.h. Informations- und Kommunikationstechnik und Robotik),

deren Zusammenhänge die Medienpädagogik und – unter anderem Blickwinkel – die Didaktik der Technik zum Teil unter Rückgriff auf allgemeindidaktische Theorien modellieren. Aufbauend auf den medienpädagogischen Grundlagen des Theorieteils dieser Arbeit fließen nun die Grundüberlegungen der Fachdidaktik Technik in die beispielhafte, konkrete Entwicklung einer Lehr-Lernumgebung zum Thema Robotik ein. Im Sinne eines Open-End-Projektes dient diese Lehr-Lernumgebung als möglicher Ausgangspunkt einer mehrdimensionalen schülerorientierten Weiterentwicklung. Kern der hier entwickelten Lehr-Lernumgebung ist der Hypertext RoboWelt.de, der anhand des Trägersystems Internet realisiert wird. Die technikdidaktische und mehrdimensionale medienpädagogische Entwicklung dieses Hypertextes im Gesamtkonzept einer Lehr-Lernumgebung wird im Folgenden erläutert.

2 Technikdidaktische Analyse der Robotik

Ausgangspunkt jeder fachdidaktischen Konzeption ist die didaktische Analyse der Thematik in Bezug auf die Ziele, Inhalte und Methoden. Erst nachdem somit der allgemein bildende Gehalt der Thematik erschlossen ist, können konkrete didaktische Planungen – auch als Teil des Unterrichts gemeinsam mit den Schülern – erstellt werden.

Zum Thema Robotik liegt bisher keine vollständige, systematische technikdidaktische Analyse vor (vgl. FERCHO 2003a). Anhand technikdidaktischer Ansätze, die zunächst in Kapitel III-2.1 skizziert werden, wird in den darauf folgenden Kapiteln eine technikdidaktische Analyse der Robotik durchgeführt, die als Grundlage der weiteren Konzeption des Mediums RoboWelt.de in Kapitel III-4 dient.

2.1 Drei Ansätze der Technikdidaktik

TRAEBERT (1998) beschreibt mit Bezug auf SCHMAYL/ WILKENING (1995) drei wesentliche Ansätze der Technikdidaktik, von denen die beiden letztgenannten für die vorliegende Arbeit von Bedeutung sind.

(1) Der **arbeitsorientierte Ansatz** sieht die Vernetzung der technischen, ökonomischen und hauswirtschaftlichen Anteile menschlicher Arbeit und ihre historisch entstandenen Organisationsformen, Abhängigkeiten und Machtverhältnisse als wesentlich an (vgl. TRAEBERT 1998: 192). Insbesondere im Hinblick auf die Robotik, die etymologisch direkt auf das tschechische Wort ‘robotá’, d.h. ‘Arbeit’ zurückgeht (vgl. Kap. III-2.4.1, finden sich im arbeitsorientierten Ansatz somit wichtige Aspekte, die an verschiedenen Stellen der nachfolgenden Analyse aufgegriffen werden. Die starke Einschränkung dieses Ansatzes auf die menschliche Arbeit erfüllt jedoch nicht den bereits in Kapitel I-3.3.1 formulierten Allgemeinbildungsanspruch. Der arbeitsorientierte Ansatz dient daher als Ergänzung vor allem der Wertungsebene der Robotik (vgl. Kap. III-2.4), nicht aber als wesentliche technikdidaktische Grundlage der vorliegenden Arbeit. Eine auf Allgemeinbildung ausgerichtete technikdidaktische Grundlage der vorliegenden Arbeit findet sich in den beiden nachfolgend beschriebenen Ansätzen.

(2) Ziel des **allgemein-technologischen Ansatzes** nach (hauptsächlich) WOLFFGRAMM und ROPOHL ist es, auf der Basis systemtheoretisch fundierter Ordnungskriterien die Gesamtheit der Technik in ein überschaubares Raster zu gliedern und komplexe technische Zusammenhänge aufzulösen, durchschaubar zu machen und zu beschreiben, wobei der Akzent auf der Sachebene liegt (vgl. TRAEBERT 1998: 187; C. SACHS 1991: 7; SCHMAYL/ WILKENING 1995: 64). Dieser Ansatz fundiert demnach als Bestandteil des nachfolgend beschriebenen mehrperspektivischen Ansatzes die Sachebene der technikdidaktischen Analyse zur Robotik.

(3) Der **mehrperspektivische Ansatz der Technikdidaktik**, kurz MpA⁸⁷, welcher derzeit in der Sekundarstufe I als weitgehend akzeptiert gilt (vgl. TRAEBERT 1998: 197), soll ein verkürzungs-, verzerrungs- und vorurteilsfreies Technikverständnis vermitteln helfen, um die monoteknische und instrumentelle Auffassung von Technik, wie sie andere Ansätze vertreten, überwinden zu können (vgl. C. SACHS 1991: 7). Der MpA wurde maßgeblich von B. SACHS (1979) vorgelegt und seither unter Berücksichtigung der Polytechnischen Bildung und neuerer Erkenntnisse des allgemein-technologischen Ansatzes (siehe Punkt (3) dieses Abschnitts) von etlichen Autoren weiterentwickelt. Die Darstellungen der Begrifflichkeiten und Prinzipien des MpA nach SCHULTE (1991), HEIN (1997) und SCHMAYL/ WILKENING (1995) dienen als fachdidaktische Hauptgrundlage der vorliegenden Arbeit und werden nachfolgend kurz erläutert.

HEIN (1997: 118) benennt mit KLAFKI die kritisch-konstruktive Didaktik und ihren Allgemeinbildungsbegriff als Ausgangspunkt, der durch den MpA um die „technische Bildung als Teil der Allgemeinbildung“ (SCHULTE 1991: 7) erweitert wird. Technische Allgemeinbildung kommt in der technischen Handlungskompetenz⁸⁸ zum Ausdruck; sie verdeutlicht die Nähe zum Konzept des handlungsorientierten Unterrichts (vgl. Kap. II-1.3.3). Der MpA nutzt vier ineinander verschränkte technikdidaktische Grundprinzipien:

- Die mehrperspektivische Betrachtungsweise von Technik,
- das Freilegen der Invarianten innerhalb der Technik,
- die Theorie-Praxis-Verschränkung (Handlungsorientierung) und
- das Prinzip der kreativen Problemlösung (Problemorientierung).

Folgende fünf technikdidaktische Handlungs- und Erfahrungsfelder⁸⁹ ergeben sich aus der gegenwärtigen und zukünftigen Betroffenheit der Lernenden in ihrem privaten, beruflichen und öffentlichen Leben (vgl. SCHULTE 1991: 18):

- Arbeit und Produktion,
- Versorgung und Entsorgung,
- Bau(en) und Wohnen,
- Transport und Verkehr und
- Information und Kommunikation.

Die Robotik wird in der oben genannten Einteilung der Handlungs- und Erfahrungsfelder nicht eindeutig zugeordnet, da sie, je nach Betrachtung und Schwerpunktsetzung, einerseits dem Feld Arbeit und Produktion, andererseits aber auch dem Feld Information und Kommunikation angehört. Spezialgebiete der Robotertechnik sind zudem auch in allen anderen Handlungs- und Erfah-

⁸⁷ Abkürzung verwendet nach SCHMAYL/ WILKENING (1995).

⁸⁸ Technische Handlungskompetenz ist die „auf kritischer Reflexion begründete Handlungsfähigkeit zur Lösung von technischen Aufgaben und zur Beherrschung technisch bestimmter Situationen“ (SCHULTE 1991: 10).

⁸⁹ Je nach Formulierung der verschiedenen Autoren tauchen die Handlungs- und Erfahrungsfelder in geringfügig unterschiedlichen Ausprägungen auf.

rungsfeldern zu finden⁹⁰, so dass die Robotik auch aus dieser Einteilung heraus als interdisziplinäre Thematik anzusehen ist.

Der Technik- und der Bildungsbegriff sind mehrdimensional mit einander verknüpft, so dass drei voneinander abgrenzbare, aber stets einander bedingende und in Wechselwirkung stehende Ebenen der Technik, nämlich die

- Sachebene, die
- Methodenebene und
- Wertungsebene

unterschieden werden (vgl. SCHULTE 1991: 10). Diese drei Ebenen werden nachfolgend herangezogen, um eine **technikdidaktische Analyse des Themas Robotik** durchzuführen.

2.2 Sachebene der Robotik

Die Sachebene der Technikdidaktik dient der Aneignung von Wissen, welches **wichtig** ist, d.h. objektiv das Leben der Menschen erhält oder verändert und subjektiv bedeutsam ist; grundlegend auf die Funktion, Struktur und Hierarchie stoff-, energie- und datenändernder Systeme und deren Klassifikation **übertragen** werden kann und **zeitinvariant**, d.h. über einen längeren Zeitraum gültig ist (vgl. HEIN 1997: 122 und BIENHAUS 1995: 129). Wie nachfolgend analysiert, werden diese drei Kriterien der Wichtigkeit, grundlegenden Übertragbarkeit und zeitlichen Invarianz vom Thema Robotik vollständig erfüllt, so dass es in Bezug auf die Sachebene von technikdidaktischer und allgemein bildender Relevanz ist.

2.2.1 Roboter und Robotik

Robotik ist die

„Wissenschaft von der Entwicklung und dem Betreiben automatischer Maschinen (Roboter) zur Handhabung verschiedenartiger Güter oder zur Realisierung unterschiedlicher, auf den Menschen bezogener Funktionen, die v. a. in den Wirtschaftsbereichen (Produktion, Dienstleistungen), speziell in der Industrie (Industrieroboter) eingesetzt werden können.“ (BROCKHAUS 1996-99)

Eine allgemein anerkannte Definition des Roboterbegriffs, die die Vielfalt möglicher Verwendungszwecke, Strukturen, Funktionen und Verhaltensformen heutiger Roboter berücksichtigt, ist jedoch bis heute nicht gefunden (vgl. WOLFFGRAMM 1998: 445). CHRISTALLER ET AL. (2001: 19) versuchen, alle drei Aspekte zu erfassen und formulieren folgende allgemeine Definition:

"Roboter sind sensumotorische Maschinen zur Erweiterung der menschlichen Handlungsfähigkeit [i.e. Zweck]. Sie bestehen aus mechatronischen Komponenten, Sensoren und rechnerbasierten Kontroll- und Steuerelementen [i.e. Struktur]. Die Komplexität eines Roboters [i.e. Funktion] unterscheidet sich deutlich von anderen Maschinen durch die größere Anzahl von Freiheitsgraden

⁹⁰ Beispielsweise Inspektionsroboter im Kanalbau (Versorgung und Entsorgung); Bau- und Serviceroboter (Bauen und Wohnen); Transportroboter und führerlose Verkehrssysteme (Transport und Verkehr).

und die Vielfalt und den Umfang seiner **Verhaltensformen**." (CHRISTALLER et al. 2001: 19, [Anm. d. Verf.]

Nach WOLFFGRAMM (1997 S. 58f), bilden Roboter eine der zwei Hauptklassen technischer Systeme, die im Zuge der fünften, wissenschaftlich-technischen Revolution entstanden sind. Neben der Hauptklasse der „informationsverarbeitenden Systeme“ ist „Robotertechnik“ ein **wichtiges** Kennzeichen für den Entwicklungsstand heutiger sowie künftiger technischer Entwicklung der Gesellschaft und somit prägend für die private, öffentliche und berufliche **Lebenswelt** von **heutigen** Kindern und **späteren** Generationen (vgl. CHRISTALLER ET AL. 2001 S. 22ff). Einige neuere Entwicklungen von Service Robotern, deren Funktion beispielsweise in Umgebungsbeobachtung, Kommunikation mit Menschen oder reiner Messwerterfassung besteht, können wegen ihres Hauptflusses von Daten zu den Daten umsetzenden Systemen gerechnet werden (vgl. FERCHO 2003a). Sie bieten, bei entsprechender didaktischer Aufarbeitung, zusammen mit den Stoff umsetzenden Robotern **prinzipiellen** Einblick in zwei der drei Grundkategorien technischer Systeme und deren **Funktionen, Strukturen und Verhaltensweisen**.

2.2.2 Informationstechnik und Automation

Der Übergang von der Instrumentierung zur Automatisierung ist nach ALTSCHULLER (1998) eines der **grundlegenden** Tendenzgesetze der Technikentwicklung. Die Automatisierung als Anwendung der Informationstechnik wird durch die Robotik in großer Vielfalt beispielhaft deutlich (vgl. BIENHAUS 1994). Diese Prinzipien finden sich in der „verstärkte[n] Roboterisierung vieler technischer Systeme“ (CHRISTALLER ET AL. 2001, S. 22) des heutigen täglichen Lebens, die *nicht* als Roboter identifiziert werden und doch einige ihrer Eigenschaften repräsentieren (vgl. FERCHO 2003b: 3).

2.2.3 Klassifikationen von Robotern

Nach BROCKHAUS (1996-99) wird allgemein unterschieden zwischen Stoff umsetzenden **Industrierobotern** (Produktion von Gütern) und **Service Robotern** (Service, Dienstleistung, Transport etc.). Die in der Literatur häufig anzutreffende Unterscheidung in **mobile** und **stationäre** Roboter stellt eine weitere grobe Klassifikation dar, die sich jedoch mit der ersten überschneidet und daher zu einer stringenten Klassifikation nicht hinreicht. Eine durchgängige, technologisch fundierte Klassifikation aller prinzipiell möglicher Varianten von Robotern fehlt bislang, so dass nur eine der aktuellen Literatur folgende Zusammenstellung wichtiger Roboterarten angegeben werden kann:

WOLFFGRAMM (1998: 447f) wendet die technologischen Grundprinzipien auf die erste Hauptklasse der Industrieroboter an und unterscheidet diese weiter in (1) technologische Roboter (Bearbeitungsroboter), (2) Montage-, (3) Beschickungs- und (4) Transportroboter. Die zweite Hauptklasse der Service Roboter wird bei WOLFFGRAMM nicht berücksichtigt.

CHRISTALLER/ KNOLL (2003) unterscheiden die zweite Hauptklasse der Service Roboter weiter in (1) Roboter für Weltraum und Tiefsee, (2) humanoide und persönliche Roboter, (3) Roboter für Service und Ausbildung, (4) Roboter für

medizinische Nutzung, (5) für das Militär und (6) zur Miniaturisierung. Dabei werden sowohl die Einsatzgebiete wie auch die Verwendungszwecke als Unterscheidungskriterium angewendet. Bei CHRISTALLER ET AL. (2001), DILLMANN (1998), SCHMIERER/ SCHRAFT (1998) und anderen Autoren finden sich weitere Einteilungen von Servicerobotern, die jedoch, wie auch CHRISTALLER/ KNOLL (2003) keine technologisch fundierten Grundprinzipien zur Klassifikation verwenden.

2.2.4 Charakteristische Inhalte der Robotik

Die charakteristischen Sachinhalte der Robotik sind: Mechanik, Aktorik, Sensorik, Kybernetik inklusive Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik mit Konstruktion und Realisation durch Hardware und Software. Sie werden nun kurz erläutert:

Die **Mechanik**⁹¹ umfasst die physische, materielle Realisation des Roboters durch zusammenwirkende statische und dynamische Bauteile. Letztere werden durch **Aktoren**⁹² angetrieben. Aktoren stellen – sozusagen als *Muskeln* des Roboters – die Verbindung zwischen der Steuerung (z.B. durch Computer) und dem zu beeinflussenden Prozess dar. Ihre Aufgabe ist es, (meist elektrische) Energie entsprechend den vorgegebenen Steuerbefehlen prozessgerecht einzustellen (Leistungsverstärkung) und dem Prozess als mechanische Energie bzw. Leistung (translatorisch bzw. rotatorisch) zuzuführen, um eine Manipulation der Umwelt oder des Roboters selbst zu ermöglichen. **Sensoren**⁹³ sind die *Sinnesorgane* des Roboters: Sie wandeln durch Ausnutzung physikalischer Effekte materiell-energetische Strukturen der Umwelt des Roboters (räumliche Beschaffenheit, Helligkeit, Temperatur etc.) oder bestimmter Zustände des Roboters selbst (Bewegung, Position etc.) in elektrische Potenziale bzw. Ströme, die von der Steuerung verarbeitet werden können. Die **Kybernetik**⁹⁴ als Theorie der Steuerung und Regelung von Systemen erarbeitet die Grundprinzipien, die in der Steuerungs- und Regelungstechnik durch **Hardware** und **Software** in der Steuerung des Roboters praktisch umgesetzt werden.

2.2.5 Funktionsbereiche technischer Systeme

Die Funktionsbereiche technischer Systeme sind der **Bearbeitungsteil**, der **Energieteil**, der **Informationsteil** und der **Stützteil** des Systems (vgl. WOLFFGRAMM 1997 S. 88ff). Sie modellieren die Realisation des Flusses von Stoff, Energie und Information bzw. Daten im System. Diese Funktionsbereiche finden sich bei (Industrie-) Robotern typischer Weise als

- Effektoren zur Einwirkung auf den zu **bearbeitenden** oder zu manipulierenden Arbeitsgegenstand. Sie können als einzelne Werkzeuge (Bohrer, Fräse) mit Aktoren oder Baugruppen von Aktoren (Schweißzange, Greifer, Arm etc.) ausgeführt sein.

⁹¹ Wesentliches Fachgebiet der maschinentechnischen Mechanik ist der Maschinenbau.

⁹² Zur Aktorik vgl. z.B. JANOCHA (1992).

⁹³ Zur Sensorik vgl. z.B. SCHIEBLE (2003).

⁹⁴ Begründer der Kybernetik ist WIENER (vgl. 1948).

- **energieübertragende** Elemente wie elektrische Kabel, mechanische Seilzüge, Gestänge, Getriebe, Pneumatik oder Hydraulik. Sie führen die Operationsenergie von der Energiequelle zu den Aktoren.
- mechanische, elektromechanische, elektronische oder **Computersteuerung**, die insbesondere bei den historischen Vorbildern heutiger Roboter erkennbar ist.
- **stützendes** Gerüst oder Chassis des Roboters, welches ihm seine äußere Form und Stabilität gibt.

Die Funktionsbereiche technischer Systeme als grundlegende Prinzipien der Technik(didaktik) sind demnach bei Robotern bzw. beim Thema Robotik insgesamt ausgeprägt erkennbar.

2.2.6 Zusammenfassung

In der vorangehenden Analyse der Sachebene der Robotik konnte gezeigt werden, welche wichtigen, übertragbaren, zeitinvarianten und damit für die Förderung technischer Allgemeinbildung relevanten Sachinhalte anhand des Themas Robotik grundsätzlich behandelt werden können. Bis auf die aus technologischer Sicht noch unbefriedigende Klassifikation der Roboterarten liefert die Literatur eine solide Grundlage zur Sachebene der Robotik, auf der eine inhaltliche Konzeption des Themas unter Berücksichtigung einer notwendigen didaktischen Reduktion im nachfolgenden Kapitel III-4 aufbauen kann.

2.3 Methodenebene der Robotik

Die Methodenebene der Technikdidaktik bezieht sich auf die Vermittlung von **techniktypischen Denk-, Arbeits-, und Verhaltensweisen** bezüglich des **Entwicklungs-, Erfindungs- und Produktionsprozesses** und **Schlüsselqualifikationen** wie Kreativität, Kooperativität und Kommunikationsfähigkeit (vgl. HEIN 1997: 122). HILL (2001) unterscheidet in diesem Zusammenhang zwischen Methoden

- zum Erkennen und Aufbereiten von Problemen (Begriffsnetz, Generationsbetrachtung, Black-Box)
- zur Gewinnung von Lösungsideen (Analogie, Variation, Kombination)
- zum Ermitteln der günstigsten Lösung (Dualbewertung, Punktbewertung, gestufte Bewertung)
- zum Gestalten der Lösung (Gestaltungsregeln, und -prinzipien, Modellmethode).

Er ergänzt diese vier Grundkategorien durch vier weitere Methoden, die so genannte 635-Methode, die Ideenkonferenz, die Synektik und die Reizwortmethode (vgl. HILL 2001). In wie weit die genannten Aspekte der Methodenebene anhand des Themas Robotik unterrichtspraktisch umgesetzt werden können, wird anhand der nachfolgenden methodischen Analyse der Robotik überprüft.

2.3.1 Bau und Steuerung von Robotermodellen

Kern der Umsetzung der Methodenebene zum Thema Robotik sind der Bau und die Steuerung von Robotermodellen zur **Erkennung** und **Lösung** technischer Problemstellungen, wie etwa dem Sortieren und Transportieren von Stückgut (Roboterarm, Flurförderfahrzeug) oder dem Bearbeiten von Materialien, wie z.B. beim prozessorgesteuerten Heißschneiden von Styropor. In der technikdidaktischen Literatur finden sich einige Ausarbeitungen dazu aus der Praxis für die Praxis, die allerdings erst in neuerer Zeit auch computergesteuerte, mobile Roboter mit einbeziehen.⁹⁵ Angefangen bei rein mechanischen Steuerungen (z.B. durch Nockenwellen), über elektromechanische (Selbstunterbrecher, Schleifkontakt) und elektronische Schaltungen (z.B. Transistorverstärkerschaltung mit Photowiderstand und Elektromotoren) bis zu Robotermodellen mit Mikroprozessor- bzw. Computersteuerung, steht eine große Vielfalt an Lösungsvarianten zur Verfügung. Nicht nur die Steuerung, sondern auch die mechanische und hardwaretechnische **Entwicklung**, **(Nach-) Erfindung** und **Produktion** von Robotermodellen fordert und fördert **techniktypische Denk-, Arbeits- und Verhaltensweisen** auf unterschiedlichsten Niveaustufen – vom Anfänger oder lernschwachen bis lernbehinderten Kind (vgl. DRUIN/ HENDLER 2000: 166ff) bis hin zu theoretischen und praktischen Höchstansprüchen, die etwa beim Roboter-Fußball-Wettbewerb RoboCup⁹⁶ gefordert werden.

Die vielfältigen Teilaufgaben und Teilprobleme, die sich durch beliebig komplexe Problemstellungen zur Robotik ergeben, können (und müssen) häufig von mehreren Schülern arbeitsteilig in Gruppen gelöst werden. Dies ist eine hervorragende Möglichkeit zur Förderung der genannten **Schlüsselqualifikationen** Kreativität, Kooperativität und Kommunikationsfähigkeit aber auch zur **inneren Differenzierung** nach Lernvoraussetzungen und individuellen Neigungen der Schüler (vgl. z.B.: UNIVERSITÄT ROSTOCK 2003; FERCHO 2003b und 2003a).

2.3.2 Methodische Zugänglichkeit und Darstellbarkeit des Themas

Nicht nur in der Welt der Erwachsenen spielen Roboter eine Rolle. Darstellungen von Robotern in den Medien sowie Spielzeugmodelle, Bausätze und Baukästen faszinieren Kinder: Roboter sind Teil ihrer Lebenswelt. Zudem gibt es Hinweise darauf, dass Roboter mit ihrem scheinbar eigenen „Willen“ oder „Verhalten“ und den oben beschriebenen Analogien zum menschlichen Körper den Aufbau einer für nachhaltiges Lernen wichtigen affektiven Beziehung des Lernenden zum Lerngegenstand unterstützen. DUISMANN (2001) hierzu:

„Kinder sind [...] speziell von Robotern fasziniert. Sie orientieren sich [...] an Beispielen, die sie zumeist über die Medien oder [...] Spielzeuge kennen lernen. [...] Kinder neigen noch dazu, [...] Robotern intentionales Handeln bzw. menschliche Eigenschaften zu unterstellen.“ (DUISMANN 2001: 16ff)

⁹⁵ Vgl. z.B. verschiedene Fachzeitschriften der Technikdidaktik: TU – ZEITSCHRIFT FÜR TECHNIK UND UNTERRICHT – Hefte 37/85; 38/85; 48/1988; 59/1991; 63/1992; 72/1994; 75/1995; A+L/TECHNIK – ZEITSCHRIFT ARBEITEN UND LERNEN / TECHNIK – Hefte 9/1993; 32/1998; 14/1994; Zeitschrift UNTERRICHT ARBEIT+TECHNIK, THEMENHEFT 20/2003: Mobile Roboter.

⁹⁶ Siehe: <http://www.robocup.org>.

2.3.3 Zusammenfassung

In der vorangehenden Analyse konnte gezeigt werden, dass die Methodenebene der Technikdidaktik durch die Kernbereiche des Bauens und Steuerns von Robotermodellen unterrichtspraktisch zugänglich und darstellbar ist und in vielfältigen Variationen umgesetzt werden kann, wobei die Schlüsselqualifikationen und innere Differenzierungen in besonderer Weise gefördert werden können.

2.4 Wertungsebene der Robotik

Die Wertungsebene der Technikdidaktik bezieht sich auf die **Bewertungs-** und **Urteilskompetenz** des Schülers und die Erschließung der (**sozio-**) **kulturellen, ästhetischen, ethischen** und **aktivitätsfördernden** (kurz: wertungsbezogenen) Potentiale der Technik einschließlich einer **Berufsorientierung** (vgl. HEIN 1997: 122). Das Thema Robotik wird nachfolgend auf diese Aspekte hin analysiert.

2.4.1 Wertungsbezogene Potenziale der Robotik

Ein wesentlicher **soziokultureller** Aspekt der Robotik findet sich in der allgemein sprachlichen Verwendung des Begriffs Roboter, der auf den Arbeitsbegriff zurückgeht. Er umschreibt den Ersatz der Arbeitskraft des Menschen oder – darüber hinaus gehend – weiterer menschlicher Eigenschaften (Aussehen, Intelligenz, Kommunikationsfähigkeit etc.) bis hin zu den Motiven des künstlichen Menschen, Übermenschen oder Sklaven:

„Roboter [zu tschechisch robota >(Fron)arbeit<] der, -s/-, 1920 von K. Čapek erstmals verwendete Bezeichnung für einen >künstlichen Menschen<, eine Puppe, die Bewegungen scheinbar selbstständig ausführt, z. B. aufgrund drahtlos übermittelter Befehle. Im allgemeinen Sprachgebrauch wird unter Roboter eine automatische Maschine verstanden, die dem Aussehen des Menschen nachgebildet ist oder die Funktionen des Menschen ganz oder teilweise übernimmt. [...]“ (BROCKHAUS Enzyklopädie 1996-99)

Die Motive des **künstlichen Wesens** und des **Automaten** führen auf eindringliche und anschauliche Weise die Gegenpole rationaler, naturwissenschaftlich-technischer Erkenntnis und irrationaler Mystifizierung der Technik zusammen und verweisen somit über die Arbeitsproblematik hinaus auf weitere

- ethisch-moralische (vgl. z.B.: CHRISTALLER et al. 2001)
- philosophisch-theologische (z.B. Ursprung des Menschen)
- soziologische (z.B. sozialverträgliche Technikgestaltung)
- ökonomische (z.B. Arbeitsplatzverlust oder -gewinn durch Automation?)
- ökologische (z.B. automatisiertes Recycling)
- politisch-historische (z.B. automatisierte Kriegsführung, Maschinenstürmer, Weberaufstände)

Schlüsselprobleme der Technik, die im Unterricht **aufgearbeitet, bewertet und beurteilt** werden können. Als Grundlage der kulturellen Aufarbeitung dieser und weiterer Themen bieten sich etliche mythologische und literarisch-philosophische Darstellungen an:

- Hephaistos: Göttlicher Schmied der Automatoi (nach HOMER ca. 900 v. Chr., später auch von ARISTOTELES um 350 v. Chr. und NONNOS um 500 n. Chr. aufgegriffen)
- Prometheus: Erschaffung des Menschen aus Lehm (nach HESIOD ca. 700 v. Chr. und später AISCHYLOS ca. 500 v. Chr.)
- Mystik der jüdischen Kabbala: die Golemsage (ab ca. 400 v. Chr.)
- Frankenstein: Moderner Prometheus (SHELLEY 1818)
- Roboter aus dem Theaterstück „Rossums Universal Robots (RUR)“ (ČAPEK 1920) in welcher der Roboter als moderner, technisierter Golem aufgegriffen wird.
- weitere, zum Teil darauf aufbauende Literatur (z.B. E.T.A. HOFFMANN, ASIMOV, LEM, WIENER)

Somit sind zugleich auch zentrale **kulturell-historische** Aspekte der Robotik genannt, die sich im Unterricht als Ausgangspunkte von weiteren **fachübergreifenden, ästhetischen und kreativen** Auseinandersetzungen mit diesem Thema eignen, wie:

- Filmproduktionen (nach obigen literarischen Vorbildern)⁹⁷
- Gestaltungen darstellender Kunst (Bühnenstücke und robotische Performance-Kunst nach Vorbildern)
- Schaffung bildender Kunstobjekte (z.B. die Roboter-Skulpturen von DEMERS & VORN oder Bilder Bauhaus-Künstler)
- Musikalische Gestaltungen (z.B. die Band KRAFTWERK).

2.4.2 Berufswahlorientierung Robotik

Die berufsorientierenden Aufgaben des Technikunterrichts lassen sich nach SCHULTE (1991) auf zwei Ebenen beschreiben. Die **allgemeine Berufsorientierung** bietet „Einblicke in eine durch Technik sich ständig verändernde Berufswelt“ (ebd.: 35), während die **technische Berufsorientierung** Einblicke in gewerblich-technische (Ausbildung) sowie technisch-wissenschaftliche Berufsfelder (Studium) gewährt. Bezogen auf die Robotik bzw. Automatisierungstechnik, eröffnen sich fundamentale Einblicke in die allgemeine Berufsorientierung. SCHULTE (1991: 35) dazu:

„Technikunterricht leistet Berufsorientierung im allgemeinen Sinne, wenn unter historischem Aspekt die Weiterentwicklung technischer Gegenstände und Verfahren dargestellt und im Zusammenhang mit der Entstehung und Veränderung von Berufen in technischen und nichttechnischen Berufsfeldern thematisiert wird. In diesem Zusammenhang können die **Veränderungen** in der Struktur der Arbeit und im Qualifikationsprofil des Arbeitsplatzinhabers **infolge von** Mechanisierung und **Automatisierung** in der **Arbeitswelt** veranschaulicht werden.“ (SCHULTE 1991: 35, fett d. Verf.)

Aufgrund der Vielzahl der mit diesem fachübergreifenden Thema zusammenhängenden ingenieurwissenschaftlichen und handwerklichen Disziplinen eröffnet sich ein sehr breites Spektrum von Einblicken in Ausbildungs- und Studienrichtungen. Dieses erstreckt sich von Maschinenbauberufen und –studien-

⁹⁷ Z.B.: „Der Golem, wie er in die Welt kam“ von 1920, Regie und Drehbuch: Paul Wegener; „Metropolis“ von 1926, Regie: Fritz Lang; „A Space Odyssey“ von 1968, Regie: Stanley Kubrick.

richtungen über die Berufe des Elektrikers und Elektronikers bis zu den (Ingenieur-) Studiengängen der Elektrotechnik, Informatik, angewandten Mathematik, technischen Kybernetik und der fachübergreifenden Mechatronik bzw. Automatisierungstechnik und Robotik.

2.4.3 Zusammenfassung

In der vorangehenden Analyse der Wertungsebene zum Thema Robotik konnte gezeigt werden, dass dieses Thema vielfältige Ansätze zur Förderung der **Bewertungs-** und **Urteilskompetenz** des Schülers durch die Erschließung **sozio-kultureller, ästhetischer, ethischer** und **kreativitätsfördernder** Fragenkomplexe bietet. Auch zur allgemeinen und technischen **Berufsorientierung** eignet sich die Robotik in besonderem Maße.

In Anbetracht auch der beiden weiteren Ebenen der Technikdidaktik, der Sach- und Methodenebene, lässt sich also **insgesamt zusammenfassend** feststellen, dass die Robotik auf allen Ebenen des mehrperspektivischen Ansatzes der Technikdidaktik ein relevantes Thema ist, das sich zur Förderung der technischen Allgemeinbildung im schulischen Unterricht eignet. Weiterhin konnten durch eine technikdidaktische Analyse diejenigen Invarianten der Robotik freigelegt und konkret benannt werden, die in die Konzeption der Entwicklung eines Mediums auf der Sach-, Methoden und Wertungsebene einfließen können. Diese werden in der Konzeption des Mediums RoboWelt.de aufgegriffen.

Zunächst jedoch ist es erforderlich – als zweite notwendige Grundlage der genannten Konzeption – in dem nun folgenden Kapitel eine mehrdimensionale mediendidaktische Analyse der Robotik durchzuführen.

3 Mehrdimensionale mediendidaktische Analyse der Robotik

Nachdem im vorherigen Kapitel die Sach-, Methoden und Wertungsebene der Robotik im Hinblick auf ihren technischen Allgemeinbildungsgehalt analysiert wurde, ist nun die *mediendidaktische* Frage zu beantworten, wie diese Ebenen im Unterricht **medial vermittelt** werden können (Medien als Vermittler). Aus *medienpädagogischer* Sicht ergibt sich zudem die Frage, welchen Beitrag diese Vermittlung zur Förderung **medienbezogener Allgemeinbildung** leisten kann (Medien als Unterrichtsgegenstand). Beide Fragen sind miteinander verstrickt und führen zurück auf das **Integrationsproblem** dieser Arbeit, zu dem bereits im Theorieteil eine Lösungsmöglichkeit in Form des mehrdimensionalen medienpädagogischen Ansatz bzw. der mehrdimensionalen schülerorientierten Medienentwicklung erarbeitet wurde.

In diesem Praxisteil wird die allgemeine Lösungsmöglichkeit nun auf die konkrete Thematik der Robotik in der Fachdidaktik Technik angewendet, indem das Thema Robotik auf die medialen Dimensionen Trägersystem, Kodierung, Sensualität und Expressivität hin **mehrdimensional analysiert** wird. Das Ergebnis dieser Analyse gibt Aufschluss darüber, welche medialen Dimensionen bereits zum Thema Robotik genutzt werden und welche noch weiter erschlossen werden können, um sie in einer Lehr-Lernumgebung zum Thema Robotik zu **integrieren und somit das medienpädagogische Integrationsproblem im Hinblick auf das Thema Robotik zu lösen**.

Wie in Kapitel II-1 bereits untersucht, ist das Integrationsproblem in der allgemeinen Didaktik und Medienpädagogik bisher weder umfassend formuliert, noch befriedigend gelöst worden. Gleiches gilt für die Technikdidaktik, in der zwar einige Ansätze zur Klassifikation der technikdidaktisch relevanten Medien existieren. Diese sind jedoch bis heute in der fachdidaktischen Diskussion umstritten und letztlich nicht befriedigend ausgearbeitet, wie SCHMAYL (1997) und zuletzt MESCHENMOSER (1999) in umfangreichen Untersuchungen nachweisen. SCHMAYL und MESCHENMOSER legen jedoch ebenfalls kein mediendidaktisches Konzept vor, welches zur Lösung des bereits erläuterten Integrationsproblems – hier auf fachdidaktischer Ebene – dienen könnte. Die Probleme der in der Voruntersuchung bereits diskutierten Medientaxonomien und -klassifikationen wiederholen sich auf fachdidaktischer Ebene: zwischen Methoden und Medien wird *nicht* unterschieden; genuin *mediale* Prinzipien des Lernens werden *nicht* herausgearbeitet (MESCHENMOSER rekuriert statt dessen auf das allgemein didaktische Modell von KLAFKI); bestimmte mediale Dimensionen werden ausgeklammert (SCHMAYL berücksichtigt die Neuen Medien nicht und ist personalen Medien gegenüber indifferent). Letztlich gilt für bisherige technikdidaktische Medienkonzepte weiterhin SCHMAYLS Feststellung, dass es sich bei der Medienfrage um ein weiterhin ungelöstes Problem der Technikdidaktik handelt:

„Die beiden angeführten Beiträge [Bezug: REUEL 1994 und HENSELER/HÖPKEN 1996, Anm. d. Verf.] zeigen deutlich ein Defizit an. Sie belegen, daß unser Fach **kein klares Bild von seinen Medien hat**. Dies ist weniger als Vorwurf gegen die kritisierten Autoren zu verstehen, sondern als Indiz für ein ungelöstes fachdidaktisches Problem.“ (SCHMAYL 1997: 287)

Auch bezogen auf die Robotik liegt bisher keine mediendidaktische Analyse bzw. Lösung des Integrationsproblems vor, die an dieser Stelle herangezogen

werden könnte. In der nachfolgenden mediendidaktischen Analyse der Robotik wird zum einen exemplarisch nachgewiesen, dass der in der vorliegenden Arbeit vorgestellte mehrdimensionale medienpädagogische Ansatz auch in der Fachdidaktik Technik erfolgreich Anwendung finden und das Integrationsproblem lösen kann.⁹⁸ Zum anderen bildet diese mediendidaktische Analyse zusammen mit der technikdidaktischen Analyse des vorherigen Kapitels die Grundlage der Konzeption des Mediums RoboWelt.de in Kap. III-4.

3.1 Trägersysteme zur Robotik

3.1.1 Natürliche Trägersysteme

Organische natürliche Trägersysteme wie der Mensch und seine Gliedmaßen (humanoide Roboter, Serviceroboter), Tiere und Pflanzen (Bionik) können bei der Behandlung des Themas Robotik als strukturelle, funktionale oder verhaltensbezogene Vorbilder bzw. Modelle verwendet werden. Anhand dieser Trägersysteme können somit Bedeutungen und Botschaften des Unterrichts insbesondere bezüglich der technikdidaktischen Analogiemethode (vgl. HILL 2001) vermittelt werden. Ein Beispiel (Roboterhand), bei dem eine solche Analogie konkret durchkonzipiert wurde, findet sich bei DUISMANN (2001). Anorganische natürliche Trägersysteme (als zweite Art natürlicher Trägersysteme) können für die Robotik nicht speziell identifiziert werden.

3.1.2 Personale Trägersysteme

(1) Rollenspiele

Schüler oder Lehrer können zum Thema Robotik in vielfältiger Weise als personale Trägersysteme zur Robotik eingesetzt werden. Anhand ihrer eigenen Körper können sie Zeichenträger enkodieren, die Botschaften und Bedeutungen innerhalb von Rollenspielen vermitteln, bei denen die betreffenden Personen die Struktur, die Funktion oder das Verhalten eines Roboters modellieren. Die Identifikation des Rollenspielers und der Beteiligten mit der jeweiligen thematischen Problemstellung und -lösung kann durch diese unmittelbare Beteiligung des eigenen Körpers als personales Trägersystem gesteigert werden.⁹⁹

(2) Experten der Robotertechnik, die Botschaften und Bedeutungen über persönliche und / oder berufliche Erfahrungen im Bereich Robotik vermitteln, können ebenfalls als personale Trägersysteme dienen. Solche Experten können in Form des Lehrers im Unterricht, aber auch in Form sonstiger Fachleute an

⁹⁸ Prinzipiell ließen sich alle Themenbereiche der Technik auf diese Weise analysieren – auch eine mediendidaktische Analyse der gesamten Technikdidaktik, die sich beispielsweise allgemein auf die Handlungs- und Erfahrungsfelder der Technik bezieht, wäre durchführbar und würde Medienkonzepte für den Technikunterricht ergeben, die auf jede engere Themenstellung oder inhaltliche Frage eingrenzbar wären.

⁹⁹ Diese bisher empirisch nicht untersuchte These folgert der Autor aus langjähriger unterrichtspraktischer Erfahrung. Nach Wissen des Autors ist dieser Ansatz in der Technikdidaktik bisher nicht diskutiert.

außerschulischen Lernorten zur medialen Erweiterung des Unterrichts eingesetzt werden.

(3) Aus philosophisch-biologistischer Sicht ist nach DE LA METTRIE (1747: *L'homme machine*) der Mensch selbst lediglich eine Maschine. Folgt man dieser Annahme, so kann somit prinzipiell als personales Trägersystem für Botschaften der Technik, insbesondere der Automation dienen. Struktur, Funktion und Verhalten des Menschen werden dabei reduziert auf die maschinellen Abläufe in technischen Systemen, was ethischen Widerspruch provoziert, da der Mensch auch als Zeichen der Schöpfung und der Natur steht. Anhand dieser Widersprüche lassen sich Ansatzpunkte für eine didaktisch gewinnbringende Diskussion zur Robotik finden.

3.1.3 Alte Medien zur Robotik

Die Zahl der nicht automatisierten technischen Trägersysteme (i.e. der Alten Medien), wie z.B. der Print- und AV-Medien (Bücher, Zeitschriften, Filme) zum Thema Robotik ist auf Grund der vielfältigen kulturellen und technikspezifischen Ausprägungen des Themas beträchtlich. Allerdings ist der Anteil der speziell für den schulischen Unterricht ausgearbeiteten alten technischen Medien, deren Botschaften auf der Sachebene dem aktuellen Stand der Thematik entsprechen, sehr beschränkt. Die Medien aus den 1970er bis 1990er Jahren beziehen sich weitgehend auf Bau und Programmierung bzw. elektronische und elektromechanische Steuerung von Industrierobotermodellen, meist ohne Darstellung der soziokulturellen und historischen Zusammenhänge¹⁰⁰. Das Printmedium „Kollege (?) Roboter“ vom LANDESINSTITUT FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG 1990 thematisiert Industrieroboter anhand eines praktischen Bau- und Programmierbeispiels unter einer heute als fragwürdig einzuschätzenden sozialkritischen Perspektive – diese Materialien sind heute so nicht mehr einsetzbar. Nur wenige fachdidaktische Beiträge aus Printmedien berücksichtigen auch neuere wirtschaftliche und technische Entwicklungen der Robotik, wie humanoide Roboter, Serviceroboter und mobile Roboter.¹⁰¹ Gerade die neueren Entwicklungen der Robotik, die durch die beispielhaft genannten Alten technischen Medien nur mit erheblicher zeitlicher Verzögerung dargestellt und für didaktische Zwecke verwendet werden können, zeigen die Notwendigkeit, schnell und flexibel auf aktuelle und damit für viele Schüler motivierende technische und kulturelle Entwicklungen zur Robotik eingehen zu können, auch wenn die zu Grunde liegenden Prinzipien zeitlich invariant sind. Die Neuen Medien eröffnen in dieser Hinsicht völlig neuartige didaktische Zugangsweisen.

¹⁰⁰ Vgl. z.B. verschiedene Fachzeitschriften der Technikdidaktik: TU – ZEITSCHRIFT FÜR TECHNIK UND UNTERRICHT – Hefte 37/85; 38/85; 48/1988; 59/1991; 63/1992; 72/1994; 75/1995; A+L/TECHNIK – ZEITSCHRIFT ARBEITEN UND LERNEN / TECHNIK – Hefte 9/1993; 32/1998; 14/1994.

¹⁰¹ Vgl. z.B. Zeitschrift UNTERRICHT ARBEIT+TECHNIK, THEMENHEFT 20/2003: Mobile Roboter, darin: FERCHO 2003b.

3.1.4 Neue Medien zur Robotik

Der Begriff Neue Medien bezieht sich, wie bereits ausführlich dargestellt (vgl. Kap. II-3.1.4, im Wesentlichen auf computergestützte Trägersysteme wie den PC und das Internet. Die Robotik bietet durch computergesteuerte und dennoch physisch real existierende Roboter(modelle) eine Schnittstelle zwischen Alten und Neuen Medien, die in dieser Form von keiner anderen Thematik verdeutlicht wird (vgl. PAPERT 1994; AUFENANGER 1999: 7f; KROTZ 2003: 315ff). Somit lassen sich zur Robotik drei wesentliche Arten von Neuen Medien, nämlich

- der Computer,
- das Internet (vernetzte Computer) und
- computergesteuerte Robotermodelle (erweiterte Computer)

nennen. Auf diesen Trägersystemen werden drei wesentliche Kodierungen (Steuerungssoftware, Simulationen und Hypertexte) realisiert, die im nachfolgenden Kapitel näher erläutert werden.

3.2 Kodierungen zur Robotik

3.2.1 Physisch reale Objekte: Originale zur Robotik

Nach SCHMAYL/ WILKENING (vgl. 1995: 169) nehmen die Originale unter den Medien für den Technikunterricht einen wichtigen Platz ein. In Bezug auf die Robotertechnik wird es jedoch nur in seltenen, kostspieligen Fällen möglich sein, tatsächlich verwendete, originale Industrie- oder Serviceroboter in die Schule zu bringen und dort ihre Struktur, Funktion und Verhalten zu studieren. Daraus ergibt sich die Forderung, möglichst häufig verschiedene außerschulische Lernorte zu diesem Zweck aufzusuchen.

3.2.2 Sprachen zur Robotik

(1) Laut- und Geräuschzeichen

Die für bestimmte Industrie- und Serviceroboter typischen Geräusche vermitteln wichtige, potenziell persönlich bedeutsame Einblicke in deren Struktur, Funktion und Verhalten. Wann immer möglich, sollten Arbeitsgeräusche von Robotern daher bewusst thematisiert und nicht vernachlässigt werden.

(2) Körpersprache

Insbesondere humanoide Roboter, aber auch andere mobile und stationäre Arten von Robotern sind zum Teil bewusst als kommunikative Mensch-Maschine-Schnittstelle konzipiert. Sie äußern daher gestische, mimische und proxemische Zeichenträger, die von Menschen als Kommunikationsangebote interpretiert werden können. Robotische Mustererkennungssysteme können zudem einfache menschliche Gesten erkennen, interpretieren und darauf reagieren. Diese kommunikativen Eigenschaften von Robotern (vgl. hierzu auch KROTZ 2003: 315ff) sollten ebenfalls nicht vernachlässigt, sondern thematisiert

und methodisch umgesetzt werden, beispielsweise auch in bereits erwähnten Rollenspielen.

(3) Verbal- und Gebärdensprachen

Spracheingabe- und Ausgabegeräte ermöglichen heute vielfältige verbalsprachliche Mensch-Maschine-Kommunikationsmöglichkeiten. Auch sie sind Teilgebiet der Robotik als allgemein bildendes Thema.

(4) Texte und formale Sprachen

Die unzweifelhafte Bedeutung schriftlicher Texte, insbesondere der technologischen Fachsprache bezüglich der Robotik, bedarf keiner besonderen Ausführung. Weitere formale Sprachen, wie

- die speziellen Programmiersprachen zur Simulation, Konstruktion und Steuerung von Robotern (vgl. verschiedene Beiträge in DGTB 2000, z.B.: BENJES 2000: 29ff, FIES 2000: 54ff),
- die Mathematik und
- nicht zuletzt die auch als formale Sprache anzusehende Begrifflichkeit der technischen Sprache, die nach verschiedenen Normen und Richtlinien strukturiert und definiert ist,

repräsentieren wichtige Teilaspekte technischer Allgemeinbildung. Diese führt zwar nicht primär zu bestimmten Fachsprachen hin, sie sollte jedoch gewisse fachsprachliche Grundkompetenzen anbahnen, soweit diese zur Bewältigung allgemeiner technischer Handlungsprobleme notwendig sind.

3.2.3 Hypertexte und Hypermedien im Internet zur Robotik

Wie bereits im Kapitel II-3.2.5 erläutert, bilden Hypertexte und Hypermedien im Internet eine wichtige Kodierungsart der Neuen Medien. Zum Thema Robotik existiert eine Vielzahl solcher Hypertexte: Google beispielsweise findet zum Stichwort „Roboter“ über 400.000 Sites auf Deutsch und mehr als 16.000 Bilder (Stand 8/2004). Sie lassen sich – zum Zweck einer übersichtlicheren Darstellung ohne Anspruch auf Vollständigkeit – in die nachfolgend beschriebenen Kategorien einteilen, zu denen jeweils Beispiele angegeben sind:

Kategorie	Beschreibung/ Beispiel/ URL ¹⁰²
Forschung und Hochschullehre: Öffentliche Fakultäten, Institute und sonstige Forschungseinrichtungen	<ul style="list-style-type: none"> • Fraunhofer-Institut für Autonome Intelligente Systeme. Sankt Augustin: www.ais.fraunhofer.de • Institut für Roboterforschung (IRF), der Universität Dortmund: www.irf.de • Mechatronik im Fachbereich Maschinenbau der Fachhochschule Gelsenkirchen/ Bocholt: www-mb.bocholt.fh-gelsenkirchen.de

¹⁰² Stand: 22.08.2004.

Kategorie	Beschreibung/ Beispiel/ URL¹⁰²
Wirtschaft: Kommerzielle Herstellung und Vertrieb	<ul style="list-style-type: none"> • Zur Zeit größter deutscher kommerzieller Anbieter von Industrierobotern, die zu Werbezwecken auch im Entertainment-Bereich und der Kunst Anwendung finden: www.kuka-roboter.de • telerob Gesellschaft für Fernhantierungstechnik mbH, Ostfildern: www.telerob.de • Hersteller von Überwachungsrobotern: www.robowatch.de • Werbe-Site des Ingenieurbüros von Thomas Schmidt, Gedern, mit einigen technischen Informationen („Einführung in die Robotertechnik“): www.roboter-info.de • Robotervertrieb für den privaten Haushalt (Inhaber: Helge Schroeter-Janßen, Berlin): www.homeroboter.de • Musikband Kraftwerk/ Konzerte, Merchandising: http://go.to/dieroboter
Privat- initiativen (Info-Sites, Foren)	<ul style="list-style-type: none"> • Jörg Kantel, Berlin (ausgewählte technische und soziokulturelle Aspekte der Robotik): www.kantel.de/robot/ • Oliver P. Bayer, Düsseldorf (kleine Sammlung ausgewählter technischer und soziokultureller Aspekte): www.fanwerk.de/roboter • Technisches Forum zu Hard- und Software der Robotertechnik (verschiedene Autoren eines Forums): www.roboternetz.de • Horst Schweter, Münster (ausgewählte historische und soziokulturelle Aspekte der Robotik): www.robotnic.de
Roboter- wettbewerbe	<ul style="list-style-type: none"> • Wettbewerb um Roboter-Fußball: www.robotocup.de • Schüler Projekt um Roboter Technik der Uni Rostock: spurt.uni-rostock.de • Dachorganisation verschiedener Roboterwettbewerbe, u.a. der LegoLeague: www.usfirst.org/
Schulische Initiativen / Kooperationen von Schulen und Universitäten	<ul style="list-style-type: none"> • Max-Planck Gymnasium, Saarlouis (Info-Site über die sehr erfolgreiche Teilnahme an verschiedenen Roboterwettbewerben etc.): www.initiative-rids.de • Technik-AG des Hittorf-Gymnasiums, Recklinghausen: www.hittorf-gymnasium.de/AGs/Technik_AG/technik_ag.html • Schüler Projekt um Roboter Technik der Uni Rostock. Bauanleitungen, Fortbildungen und Wettbewerb: spurt.uni-rostock.de

Tabelle 12: Klassifizierung der Hypertexte im Internet zur Robotik (eigene Darstellung)

3.2.4 Modelle zur Robotik

Modelle spielen aufgrund der eingeschränkten Möglichkeiten des Zugriffs auf Originale (vgl. Kap. III-3.2.1 in der methodischen Praxis der Robotik eine besondere Rolle. Folgende Modelle kommen zum Tragen, indem sie die Struktur, die Funktion oder das Verhalten von Robotern ikonisch, indexalisch oder symbolisch abbilden und für den rezeptiven und produktiven Teilprozess des Lernens über Robotik zugänglich machen:

- Statische und dynamische **Bild- und Darstellungsmodelle** (Einzelbilder, Bewegtbilder, Applets) zu verschiedenen Robotern können einen für viele Nutzer verständlichen Zugang zur Robotik schaffen.
- **Physikotechnische Modelle** wie Übersichtsmodelle, Schnittmodelle, Funktionsmodelle und Montagemodelle von Robotern inklusive verschiedener Technikbaukästen, Halbzeuge, Werkstoffe, etc. (vgl. SCHMAYL/WILKENING 1995: 169ff) können zur Vermittlung der Methodenebene¹⁰³ der Robotik verwendet werden.
- **Computergesteuerte reale Robotermodelle** sind als Schnittstelle zwischen Alten und Neuen technischen Medien zu betrachten, da sie sowohl computergesteuerte als auch nicht-programmierte Steuerungsmöglichkeiten aufzeigen können.
- Einige **Computermodelle** und **Simulationen** zur virtuellen Konstruktion und/ oder Steuerung von Robotern lassen sich über das Internet herunterladen oder finden sich auf CD-Rom¹⁰⁴. Allerdings sind diese zumeist in englischer Sprache verfasst bzw. dem Programmiersprach nach ausschließlich für die **universitäre Ausbildung** geeignet. Eine Ausnahme bildet hier LDraw¹⁰⁵, ein kostenloses CAD-Programm zur Erstellung virtueller Lego-Modelle, welches auch für schulische Zwecke verwendet werden kann.
- Simulationen zur Robotik, die speziell für die unterrichtliche Praxis an weiterführenden **Schulen** geeignet sind und über eine reine Spielanwendung hinausgehen (wie etwa die Spiele „Mini Robos - Gute Freunde“ oder „Mykropolis“ von Tivola¹⁰⁶), wurden nach Informationsstand des Autors bisher nicht entwickelt.
- **Soziotechnische Modelle** existieren in Form von Cyborgs, d.h. Menschen, deren körperliche Funktionen durch physiologisch gekoppelte technische Systeme in bestimmten Bereichen ersetzt oder erweitert werden (z.B. beim Ersatz von Gliedmaßen durch Effektoren (Roboter-Prothetik) oder von Sinnesorganen durch Sensoren, vgl. Kap. II-2.2.4).

¹⁰³ Vgl. Kap. III-2.3.

¹⁰⁴ Z.B. bei <http://www.mobotsoft.com/index.htm>; <http://eyewyre.com>; <http://www.mindrover.com>.

¹⁰⁵ Näheres siehe: www.ldraw.org.

¹⁰⁶ Näheres siehe: www.tivola.de.

3.3 Sensualität zur Robotik

3.3.1 Körperliche Sinne

Die Körper selbstwahrnehmung spielt für die Robotik eine untergeordnete Rolle. Geruchs- und Geschmackssinn können im Zusammenhang mit der Sensorik des Roboters thematisiert werden. Ebenso bilden Tast-, Hör- und Gesichtssinn einerseits technisch-inhaltliche Aspekte der Sensorik, andererseits stellen diese Sinnesmodalitäten auch wichtige rezeptive Möglichkeiten zur Erschließung der verschiedenen Kodierungen zur Robotik dar.

3.3.2 Reale und virtuelle Mess- und Beobachtungsinstrumente

Messung und Beobachtung der Realität durch technische Sinneserweiterung und Distanzveränderung sind wichtige Teilgebiete der heutigen Robotik, ebenso wie die (teil)-virtuelle, zeit- und distanzunabhängige, computerbasierte Weiterverarbeitung der Mess- und Beobachtungsdaten.

3.4 Expressivität zur Robotik

3.4.1 Körperliche Ausdrucksmöglichkeiten

Auch zum Thema Robotik können **körperliche Ausdrucksmöglichkeiten** mit in den Unterricht einfließen. In dem „JP Morgan Chase Kids Digital Movement and Sound Project“ (JPMORGAN CHASE 2004) beispielsweise, bauen Kinder LegoMindstorms Roboter. Diese werden so programmiert, dass sie zusammen mit den Kindern einen Tanz aufführen können, bei dem die Roboter auch auf die Bewegungen der Kinder reagieren. Dabei werden **Proxemik**, **Gestik**, **Mimik** und **Phonation** ebenso eingesetzt wie der **manuelle Stoffumsatz**, also das Bauen und Montieren von Robotermodellen **ohne Werkzeuge**.

3.4.2 Reale und virtuelle Werkzeuge

Beim Bauen und Programmieren von Robotermodellen, aber auch bei weiteren produktiven und rezeptiven Lernprozessen wie Diskussionen und Dokumentationen werden etliche verschiedene **reale Werkzeuge** (Schraubendreher, Zangen, Lötkolben etc.) verwendet. Der Gebrauch **virtueller Werkzeuge** zur computerunterstützten Produktion und Rezeption von Zeichenträgern zum Thema Robotik ist jedoch noch wenig entwickelt. Die Förderung des Schreibens von Hypertexten und Hypermedien zur Robotik mit **Autorenprogrammen** ist ein Ansatzpunkt der medienpädagogischen sowie technikdidaktischen Konzeption des nachfolgend entwickelten Mediums RoboWelt.de.

3.5 Zwischenergebnis

Als Zwischenergebnis der mediendidaktischen Analyse der **Trägersysteme** zum Thema Robotik lässt sich zusammenfassen: lediglich einige Alte techni-

sche Medien und reale Robotermodelle inklusive der Steuerungssoftware sind bisher als Trägersysteme zur Robotik didaktisch erschlossen. In den letzten Jahren sind diesbezüglich vielfältig nutzbare und qualitativ hochwertige Produkte und Konzepte entwickelt und vielfach verwendet worden, deren didaktischer Wert außer Zweifel steht. Etliche Möglichkeiten, welche die natürlichen und personalen Trägersysteme zur Robotik prinzipiell bieten, werden bisher nicht systematisch genutzt. Auch das **Internet** mit seinen **integrativen** Vermittlungsfunktionen wird bisher **nicht** auf Basis technikdidaktischer Konzeptionen zur Robotik **konsequent genutzt**. **Kodierungen** zur Robotik werden ebenfalls nur im Bereich der Steuerungsprogramme und verschiedener Modelle bzw. –sprachen didaktisch genutzt. Computersimulationen und insbesondere **Hypertexte** im Neuen Medium Internet bieten mediale Vermittlungsfunktionen zur Robotik, die bisher auf technikdidaktischer Grundlage **nur unzureichend** verwendet werden. Die **Sensualität** zur Robotik eröffnet sowohl inhaltliche als auch lernpsychologische Momente, die zum Teil genutzt werden, aber auch weiterer Entwicklung bedürfen. Die **Expressivität** ist im Bereich der körperlichen Ausdrucksmöglichkeiten und der Nutzung virtueller Werkzeuge ebenfalls stark entwicklungsfähig, während der Gebrauch realer Werkzeuge bereits durch die Technikdidaktik sowohl theoretisch als auch unterrichtspraktisch vollständig erschlossen worden ist.

4 Konzeption von RoboWelt.de

In diesem Abschnitt wird die Konzeption einer Lehr-Lernumgebung zur Robotik dargestellt. Der Begriff Konzeption meint in diesem Zusammenhang einerseits die Darstellung der Planung des Hypertextes www.RoboWelt.de und andererseits die über den reinen Hypertext als strukturierte Ansammlung von Zeichenträgern (Daten) hinaus gehende Konzeption einer **integrativen Lehr-Lernumgebung**, die **weitere mediale Dimensionen** durch die **integrativen** Vermittlungsfunktionen des Internet **mit einbezieht**. Diese Konzeption stützt sich als konkrete, beispielhafte Lösung des Integrationsproblems auf die vorangehende technikdidaktische und mediendidaktische Analyse der Robotik in Verbindung mit den Ausführungen zur mehrdimensionalen schülerorientierten Entwicklung von Lehr-Lernumgebungen (vgl. Kap. III-2, III-3 und II-4.6).

Die hier vorgestellte Lösung ist *kein statisches Endprodukt*, sondern, im Sinne der Open-End-Konzeption nach SCHÖNWEISS (2000b, vgl. Kap. II-4.5) als *Ausgangspunkt weiterer Medienentwicklung* zu verstehen, die in ersten Ansätzen bereits in der Unterrichtspraxis realisiert wird.

Sie baut in ihrer **Grobstruktur** auf die Sach-, Methoden- und Wertungsebene der Robotik auf (vgl. Kap. III-2). Zur Vermittlung der Botschaften und Bedeutungen bezüglich dieser technikdidaktischen Ebenen werden das Internet als Trägersystem und der Hypertext als Kodierungsform angewendet, denn bezüglich dieser medialen Dimensionen besteht besonderer medienpädagogischer Entwicklungsbedarf (vgl. Kap. III-3.1 und 3.2).

Darüber hinaus sind die integrativen, d.h. hypermedialen, telemedialen und bidirektional kommunikativen Vermittlungsfunktionen von Hypertexten im Internet besonders geeignet, auch die übrigen, bisher vernachlässigten medialen Dimensionen der Kodierung, Sensualität und Expressivität zu integrieren. Des Weiteren ist das Internet als automatisiertes Trägersystem bzw. Neues Medium ein Anwendungsbeispiel automatischer Maschinen und daher auch auf der Sachebene mit der Robotik eng verknüpft (vgl. Kap. II-3.1.4). Die technikdidaktische Grobstruktur von RoboWelt.de wird in eine **Feinstruktur** von acht Abschnitten aufgeteilt:

- Sachebene: (1) RoboTechnik und (2) RoboZirkus
- Methodenebene: (3) RoboBauen, (4) RoboSchule und (5) RoboForum
- Wertungsebene: (6) RoboKultur und (7) RoboHistory
- Metaebene: (8) Site-Service.

Dabei ist zu beachten, dass, wie im MpA formuliert, die technikdidaktischen Ebenen sich gegenseitig durchdringen und miteinander verknüpft sind (vgl. Kap. III-2.1(3)). Die Zuordnung der Abschnitte von RoboWelt.de zu diesen Ebenen ist daher *nicht* als trennscharfe Klassifikation, sondern als Übersicht und Anregung für die Unterrichtspraxis zu verstehen. Beispielsweise können Informationen zur Geschichte der Automationstechnik aus RoboHistory, welches der Wertungsebene zugeordnet ist, in bestimmten Zusammenhängen auch für die Sachebene von Bedeutung sein.

Die acht Abschnitte von RoboWelt.de werden nachfolgend beschrieben (Kap. III-4.1, 4.2, 4.3 und 4.4). Im Anschluss daran werden in Kapitel III-4.5 die

medialen Dimensionen der Kodierung, Expressivität und Sensualität von RoboWelt.de im Zusammenhang mit der Integration weiterer medialer Dimensionen näher erläutert. In Kapitel III-4.5.2(3) werden, die Konzeption abschließend, Grundgedanken zur Web-Usability von RoboWelt.de dargestellt.

4.1 Sachebene: RoboTechnik und RoboZirkus

Entsprechend der technikdidaktischen Analyse der Sachebene (vgl. Kap. III-2.2) wird das Kapitel **RoboTechnik** anhand der folgenden Sachfragen gegliedert: Was ist ein Roboter? Wozu brauchen wir ihn überhaupt? Woraus besteht er? Wie wird er gesteuert? RoboTechnik führt somit in die Robotertechnik ein und thematisiert Roboter als technische Mittel zur Problemlösung und Bedürfnisbefriedigung bzw. zur automatisierten Übernahme bestimmter Aufgaben. Folgende Rubriken können u. a. als Beispiele für die Funktionsorgane technischer Systeme in Betracht genommen werden (vgl. WOLFFGRAMM, 1997: 88ff): Das Grundgerüst, die Aktoren, die Sensoren, die Hardware und Software zur Steuerung und Regelung, die Energieversorgung.

In **RoboZirkus** werden Hunderte von *Beispielen zur RoboTechnik* anhand verschiedenster Arten von Industrie-, Service- und Forschungsrobotern gezeigt. Zu ihrer Kategorisierung wurden die Ansätze von SCHMIERER/ SCHRAFT (1998), CHRISTALLER et al. (2001) und WOLFFGRAMM (1997) kombiniert und erweitert. Etliche Beispiele, bei denen deutlich wird, wie und in welchen Fällen Roboter eingesetzt werden, sind hier gesammelt und mit erklärenden Texten und mehr als 600 Bildern illustriert: Menschenähnliche Roboter; Tierartige Roboter; Mini-, Mikro- und Nanoroboter; Bionische Roboter; Roboter in für Menschen unzugänglichen Umgebungen; Roboter im Alltag (d.h. Industrie- und Serviceroboter).

4.2 Wertungsebene: RoboKultur und RoboHistory

Das Kapitel **RoboKultur** bezieht sich – entsprechend der technikdidaktischen Analyse der Robotik auf der Wertungsebene – auf die **soziokulturellen** Aspekte der Robotik und Automation, repräsentiert durch künstliche Wesen in Film, Cyberspace, Musik, Theater, Literatur, Malerei und Bildhauerei. Die kritischen Aspekte der Technikfolgenabschätzung (z.B. Arbeitsplatzverlust, Roboter-Kriege, Wachroboter) werden, so die künftige Planung von RoboWelt.de, thematisiert unter dem Motto „Schöne neue Welt?!“

Eine historische Entwicklung des Roboters, wie sie beispielsweise für die Dampfmaschine erkennbar ist, hat nicht in dieser Weise stattgefunden. Lediglich einzelne Subsysteme wie die Mechanik, Aktoren, Sensoren und Prozessoren, die nicht ursprünglich für den Bau von Robotern im heutigen Sinn entwickelt wurden, lassen sich in ihrer historischen Entwicklung zurückverfolgen. In **RoboHistory** sind diesbezüglich Meilensteine der **historisch-technischen, historisch-naturwissenschaftlichen, historisch-philosophischen** und **historisch-kulturellen** Aspekte der Robotik dargestellt, die jeweils untereinander in Beziehungen stehen. Sie sind mit den Subsystemen der heutigen Robotik – und damit auch mit der Sachebene der Robotik – verbunden. Die Darstellungen in diesem Kapitel reichen von philosophischen und mythologischen Darstellungen der Antike über mechanische Vorgänger der Roboter, erste Rechenmaschi-

nen, Entdeckungen der Elektrizität, Computer und elektromechanische Prototypen bis hin zu den heutigen Mikrocomputer-Robotern. Sie können unter anderem auch als Ausgangspunkt zu fachübergreifenden Diskussionen über die ethische Fragen zur Robotik angewendet werden.

4.3 Methodenebene: RoboBauen, RoboSchule und RoboForum

Die in Kap. III-2.3 durchgeführte Analyse der Methodenebene der Robotik bildet die wesentliche Grundlage der Kapitel RoboBauen, RoboSchule und RoboForum.

Lehrer, Schüler und außerschulische Öffentlichkeit können sich entsprechend dieser Grundlage bei **RoboBauen** über verschiedene Roboter-Baukästen, Bausätze und Bauanleitungen informieren. Eine Übersicht mit Preisvergleich der vorgestellten Materialien rundet das Bild dieses „Katalogwissens“ ab. Informationen über die methodische Verwendung von Robotermodellen werden im Laufe des Austausches durch die kommunikativen Vermittlungsfunktionen (Email und Forum) noch ergänzt. Die Frage der Berufswahlorientierung zur Robotik wird noch in dem vorgesehenen Abschnitt „Roboter Bauen als Beruf?“ ergänzt (vgl. Kap. III-2.4.2). Folgende Rubriken sind vorgesehen:

- Ausbildung und Lehre im Bereich Robotik/Mechatronik
- Studium der Technik und Informatik im Bereich Robotik
- Andere Berufsfelder, die mit Robotern zu tun haben
- Universitäten und Institute für Robotik.

Für **RoboSchule** sind Lernaufgaben geplant, die in Verbindung mit den vorrangig zu erstellenden Robotermodellen von Lernern bearbeitet werden können und die methodischen Aspekte der Technikdidaktik am Beispiel der Robotik aufgreifen. Dazu ist eine Einführung in den mehrperspektivischen Ansatz der Technikdidaktik anhand von kurzen Texten und weiterführenden Quellen geplant, die sich an interessierte, fachfremde Kolleginnen und Kollegen richtet. Weitere didaktische Zusammenhänge wie z. B. Anknüpfungspunkte für einen fachübergreifenden Unterricht „Naturwissenschaften 5/6“ (in NRW) werden dargestellt.

Das **RoboForum** bietet (neben der standardmäßigen Email-Funktion im Site-Service) die zur Förderung der Kooperativität und Kommunikationsfähigkeit notwendigen Vermittlungsfunktionen: Es können in Bezug auf bestehende oder neue eingerichtete Themenkomplexe Fragen und Antworten (sog. „Posts“) eingegeben, gelesen, bearbeitet und im Sinne der schülerorientierten Medienentwicklung genutzt werden. Entsprechend der Open-End-Konzeption dieses Projektes ist eine beständige Optimierung von RoboWelt.de durch diese Kooperation aller Beteiligten geplant und wird bereits realisiert (vgl. Kap. III-5.2).

4.4 Metaebene: SiteService

Im **SiteService** werden, wie bei Internet-Sites üblich, Metainformationen über die Site bereitgestellt: Eine externe, datenbankgebundene Suchfunktion ermöglicht es, den gesamten Text von RoboWelt.de nach Stichworten oder Sätzen durchzusuchen¹⁰⁷. Zudem sind hier weitere Standardfunktionen und -informationen untergebracht: Impressum, Copyright, Counter, Personenverzeichnis, Links, häufig gestellte Fragen (FAQ), Presse- und Webspiegel sowie ein Weblog, das die Entstehungsgeschichte von RoboWelt.de dokumentiert.

4.5 Mediale Dimensionen von RoboWelt.de

Den Ergebnissen der mehrdimensionalen mediendidaktischen Analyse der Robotik aus Kapitel III-3 folgend, wird nun die mediendidaktische Konzeption von RoboWelt.de dargestellt.

4.5.1 Trägersystem von RoboWelt.de

Eine eingehende Darstellung des Neuen Mediums **Internet** findet sich in Kapitel II-3.1.4 und in der mediendidaktischen Analyse in Kapitel III-3.1, welches die Grundlage dieses Abschnitts bildet. Dieses Trägersystem wurde aus zwei Gründen für die Zeichenträger von RoboWelt.de gewählt: Zum einen lassen sich die bereits ausführlich beschriebenen neuartigen hypermedialen, telemedialen und bidirektional kommunikativen Vermittlungsfunktionen zur Integration weiterer medialer Dimensionen und damit zur **unterrichtspraktischen Lösung** des **Integrationsproblems** nutzen, zum anderen besteht ein inhaltlicher Zusammenhang zwischen den Neuen Medien und der Robotertechnik über das Prinzip der Automation, der bei der Behandlung dieser technischen Systeme im Sinne der Förderung von technischer und medienbezogener Allgemeinbildung eine wichtige Rolle spielt (vgl. Kap. III-1). Das Trägersystem Internet bringt aufgrund der Interdependenz der medialen Dimensionen für die Konzeption der übrigen Dimensionen Kodierung, Sensualität und Expressivität Konsequenzen mit sich, die nachfolgend beschrieben werden.

4.5.2 Kodierung und Web-Usability von RoboWelt.de

Die Botschaften bezüglich der oben dargestellten technikdidaktischen Ebenen werden durch dieses Trägersystem als (Multi-) Kodierung in Form von **Texten** und / oder **Bild- und Darstellungsmodellen** vermittelt, die über Links zu einem Hypertext verbunden sind. Dynamische Bild- und Darstellungsmodelle (Video, Flash-Animationen, Applets) können und sollten zwar prinzipiell ebenfalls in RoboWelt.de eingebunden werden; ihre Realisation ist jedoch mit erheblichem personellem und materiellem Aufwand verbunden.

(1) Direkte Förderung auf Sach- und Wertungsebene

¹⁰⁷ Diese Suchfunktion ist ein virtuelles Werkzeug, welches zur Förderung der Methodenkompetenz des Schülers eingesetzt und daher auch der Methodenebene der Technikdidaktik zugeordnet werden kann.

Die mediendidaktische Analyse der Kodierungen zur Robotik (vgl. Kap. III-3.2) zeigt, dass diese Kodierung auf der **Sach-** und **Wertungsebene** in vielen Zusammenhängen zur **direkten** Förderung technischer Allgemeinbildung einsetzbar ist, was in den Abschnitten RoboTechnik, RoboZirkus, RoboKultur und RoboHistory realisiert wird.

(2) Indirekte Förderung auf Methodenebene

Zur Vermittlung der Bedeutungen der **Methodenebene** jedoch sind andere Kodierungen wie

- das Zeichensystem der realen, dreidimensionalen, physisch existenten Objekte (Originale)
- statisch-mechanische
- dynamisch-mechanische sowie
- elektromechanische Funktionsmodelle und
- bio-, psycho- und soziotechnische Modelle

notwendig, die anhand des vorliegenden Trägersystems Internet prinzipiell nicht vermittelt werden können. Auf die daher notwendige konzeptionelle Einbindung weiterer Kodierungen in Lehr-Lernumgebungen wurde bereits im Theorieteil dieser Arbeit hingewiesen (vgl. Kap. II-3.2.4). Entsprechend dieser Erkenntnisse dient die hier vorliegende Kodierung in Bezug auf die **Methodenebene indirekt** zur **Förderung technischer Allgemeinbildung**, indem in den Kapiteln RoboBauen, RoboSchule und RoboForum methodisch anwendbare Hinweise, Anregungen und Ideen zur **Integration weiterer Kodierungen** in die Lehr-Lernumgebung – über den Hypertext hinausweisend – ausgetauscht werden (vgl. dazu auch Kap. III-3.2).

(3) Usability und visuelles Design

Wie bereits in Kapitel II-3.2.5(5) erläutert wurde, liegt ein zentraler Aspekt der Kodierung eines Hypertextes in der Beachtung der allgemeinen Kriterien zur (Web-) Usability.

Dazu gehört zunächst die leichte Einprägsamkeit und einfache Orthographie des Domainnamens, der zugleich aussagekräftig sein sollte. RoboWelt.de ist eine selbst erklärende Wortschöpfung des Autors, die, so zeigen zumindest unsystematische Beobachtungen, die oben genannten Usability-Kriterien erfüllt. Auf dem Domainnamen basieren auch alle weiteren Kapitelnamen (RoboTechnik, RoboZirkus, RoboKultur, RoboHistory, RoboBauen, RoboSchule und RoboForum), mit Ausnahme des Site-Service, der sich als eigene Kategorie der Meta-Information von den anderen Kapiteln durch diese Bezeichnung absetzt. Auf diese Weise entsteht eine konsistente, hierarchische Bezeichnungsstruktur der gesamten Site.

Die weiteren Web-Usability-Dimensionen wurden im Rahmen der personellen, materiellen und technischen Möglichkeiten bei der Konzeption von RoboWelt.de berücksichtigt. Eine systematische, externe empirische Untersuchung der Web-Usability ist **nicht** Bestandteil der hier konzipierten schülerorientierten Weiterentwicklung von RoboWelt.de (vgl. Kap. II-4.6). Die hier getroffenen Aussagen zur Web-Usability von RoboWelt.de sind heuristische Einschätzungen, kombiniert mit unsystematischen Beobachtungen aus der Unterrichts-

praxis des Autors, die zur vollständigen Erläuterung der Konzeption von RoboWelt.de nachfolgend dargestellt werden.

Die Dimension **Content** (Inhalt) ergibt sich, wie bereits beschrieben, aus der technikdidaktischen Analyse der Robotik. Von Content-**Effektivität** kann hier nur in Zusammenhang mit konkreten Lernaufgaben gesprochen werden, die jedoch bisher noch nicht in der Site implementiert sind. Bei der Konzeption von Lernaufgaben sollte also künftig darauf geachtet werden, dass der entsprechende Content zur Lösung der Problemstellung auch auf der Site mit möglichst geringem Suchaufwand zur Optimierung der Content-**Effizienz** zu finden ist. Die Content-**Zufriedenheit** kann im Rahmen dieser Darstellung nicht überprüft werden.

Das (visuelle) **Design** der Site wurde durch die mit den jeweiligen Inhalten und Navigationsfunktionen korrespondierenden grafischen und typografischen Elemente (Icons und Buttons) **effektiv** gestaltet. Auch die **Effizienz** des Designs wurde durch geringe Ladezeiten, Übersichtlichkeit und Nutzbarkeit auf allen gängigen Browsern berücksichtigt. Unsystematische Beobachtungen von Schülerreaktionen zeigen zudem, dass das bunte, aufgelockerte, stark bildorientierte Design der Site ansprechend und interessant gehalten ist und vermutlich überwiegende **Zufriedenheit** der Nutzer ermöglicht.

Die **Struktur** der Site ist **effektiv** gestaltet: die internen Hyperlinks wurden auf Korrektheit überprüft. Soweit möglich, werden die externen Hyperlinks auf dem neuesten Stand gehalten. Insgesamt ist die Gesamtstruktur logisch und einfach gestaltet. Die stets sichtbare Navigationsleiste bietet gute Orientierung, Rückschrittmöglichkeiten und insgesamt ständige, **effiziente** Kontrolle der Navigation innerhalb der Site, die zusätzlich durch die Suchfunktion im Site-Service erhöht wird. Die Struktur-**Zufriedenheit** ist im Rahmen der technischen Möglichkeiten vermutlich recht hoch. Sie könnte durch Implementierung intelligenter Management-Systeme erhöht werden, was jedoch nicht im Rahmen der oben genannten personellen und materiellen Möglichkeiten realisierbar ist.

Im Anhang wird anhand einiger Beispiele in Form von Screenshots (Stand 08/2004) das Design von RoboWelt.de erläutert.

4.5.3 Sensualität von RoboWelt.de

Die **Sensualität** des Hypertextes RoboWelt.de ist – abgesehen von wenigen Soundfiles im Kapitel RoboKultur/Musik – auf den Gesichtssinn eingeschränkt. Der rezeptive Teillernprozess muss also durch die **Integration** weiterer körperlicher Sinne und technischer Mess- und Beobachtungsinstrumente im Hinblick auf die Förderung technischer Allgemeinbildung angeregt werden (vgl. dazu die mediendidaktische Analyse der Sensualität der Robotik in Kap. III-3.3).

4.5.4 Expressivität von RoboWelt.de

Die **Expressivität** des Internet-Hypertextes RoboWelt.de beschränkt sich auf die Nutzung virtuell-interaktiver Werkzeuge wie Autorenprogramme oder

Email-Anwendungen, die zur Erweiterung des Hypertextes durch Schüler, Lehrer und weitere Mitarbeiter genutzt werden können. In diesem Bereich kann RoboWelt.de wichtige Anregungen zur Förderung allgemeiner technischer Bildung im produktiven Lernprozess bieten. Weitere Formen der Expressivität anhand realer Werkzeuge und körperlicher Ausdrucksmittel können durch entsprechende Lernaufgaben und Methoden ebenfalls in RoboWelt.de **integriert** werden. Auch dazu finden sich in den entsprechenden Kapiteln Anregungen und Hinweise (vgl. Kap. III-3.4).

5 Realisation von RoboWelt.de

In diesem Kapitel werden die Recherche und informationstechnische Umsetzung der Konzeption von RoboWelt.de sowie einige Kooperationen zur Realisation des Open-End-Projektes RoboWelt.de beschrieben.

5.1 Recherche und informationstechnische Umsetzung

Im Januar 2000 wurde die erste Test-Version unter dem Namen www.robats.de ins Internet gestellt. Seither wurden vom Autor Hunderte von Quellen rezipiert, ausgewertet und in die später zu RoboWelt.de umbenannte Site integriert.¹⁰⁸ Das Internet als aktuelle, flexible und weltweit zugängliche Quelle stellt den wesentlichen Ausgangspunkt dieser Recherche dar. Bis August 2004 wurden somit insgesamt über 1.800 Dateien, davon ca. 600 Bilder und über 120 Hypertextseiten, in 113 Ordnern angelegt, geschrieben oder durch Kopieren und Einfügen erzeugt und mit ca. 5.500 internen und ca. 700 externen Hyperlinks verknüpft.

Alle in RoboWelt.de zitierten Texte (Quellen) wurden kenntlich gemacht, sämtliche nicht gekennzeichneten Texte stammen vom Autor. Soweit bekannt und möglich, wurden die Autoren um die Erlaubnis zur Veröffentlichung ihrer Texte und / oder Bilder in RoboWelt.de gebeten und haben dazu eingewilligt (siehe Site-Service). Printmedien (Bücher und Vorlesungsskripte), Fernsehberichte und persönliche Gespräche mit technikdidaktischen und medienpädagogischen Fachleuten wurden ebenfalls verwendet.

Die gesamte Programmierung der Site wurde durch den Autor an einem PC mit Hilfe eines Autorenprogramms, eines Bildbearbeitungsprogramms und eines Grafikprogramms realisiert. Dabei wurden HTML-Codes, Javascript-Einbindungen und MySQL-Datenbankanbindungen in Form von php-Scripten (für das RoboForum) verwendet. Zur Veröffentlichung im WWW wurden entsprechender Webspaces und der Domainname www.RoboWelt.de gemietet. Letzterer wurde bei wichtigen Suchmaschinen angemeldet.

5.2 Kooperationen

RoboWelt.de ist eines von mehreren kooperierenden Open-End-Projekten der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster¹⁰⁹, die sich die integrative Nutzung medialer Dimensionen zur inhaltsbezogenen Förderung des Bildungs- und Sozialwesens zum Ziel gesetzt haben (vgl. SCHÖNWEISS 2004). Einige Studierende des Fachbereichs Erziehungswissenschaft und Sozialwissenschaften wurden gewonnen, Beiträge zu RoboWelt.de (jeweils gekennzeichnet) beizusteuern und an der Öffentlichkeitsarbeit mitzuwirken.

Auch am Institut für Technik und ihre Didaktik der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster wurden innerhalb von Seminarveranstaltungen einige

¹⁰⁸ Näheres dazu: siehe SiteService/ Weblog.

¹⁰⁹ Abteilung Neue Technologien im Bildungs- und Sozialwesen/Medienpädagogik, im Internet: www.digite.de.

Studierende zu Beiträgen für RoboWelt.de angeregt. Sämtliche Fremdbeiträge wurden gekennzeichnet.

Nicht zuletzt konnten etliche Schülerinnen und Schüler des Albert-Schweitzer-Gymnasiums, Marl, innerhalb verschiedener Arbeitsgemeinschaften zur Robotik unterrichtspraktische Erfahrungen mit RoboWelt.de sammeln, die vom Autor und zum Teil von den Schülern selbst in die weitere Gestaltung von RoboWelt.de integriert wurden (siehe RoboBauen). Einige Arbeitsergebnisse von Schülerinnen und Schülern wurden in RoboWelt.de als Dokumentationen aufgenommen.

Die bisher durch den Counter ermittelten Zugriffe auf RoboWelt.de lassen sich *nicht* nach bestimmten Nutzer (Lehrer/ Schüler/ sonstige Interessierte) bzw. Nutzungssituationen (Unterricht/ privates bzw. sonstiges Interesse) aufteilen. Die Zugriffszahlen belegen jedoch insgesamt das Interesse an RoboWelt.de: In den achtzehn Monaten seit Veröffentlichung der aktuellen Version (von 2/2003 bis 8/2004) wurden über 2.200 Besucher mit insgesamt über 2.900 Hits registriert¹¹⁰. Dies bedeutet einen durchschnittlichen Zugriff von mehr als 120 Besuchern monatlich auf RoboWelt.de. Die Anfragen und Kooperationsangebote, die per Email eingehen, zeigen, dass ein großer Teil der Zusammenarbeit von Lerngruppen über deren Lehrer realisiert wird.

¹¹⁰ Die Zugriffe des Autors selbst werden durch den Counter nicht mitgezählt.

6 Perspektiven der mehrdimensionalen schülerorientierten Weiterentwicklung von RoboWelt.de

Wie die im vorherigen Abschnitt beschriebenen Kooperationen zeigen, ist das Praxisbeispiel RoboWelt.de bereits in ersten Ansätzen in die Phase der schülerorientierten mehrdimensionalen Entwicklung eingetreten. Die weitere Entwicklung von RoboWelt.de lässt sich – im Sinne der Open-End-Konzeption – nicht genau vorausplanen, so dass an dieser Stelle nur die prinzipiellen Möglichkeiten der weiteren technikdidaktischen und medienpädagogischen Entwicklung angegeben werden können. Sie ergeben sich aus den genannten didaktischen Analysen und sind in folgender Tabelle anhand von Beispielen dargestellt (vgl. Kap. III-2 und III-3):

Dimension		Mögliche schülerorientierte Optimierung von RoboWelt.de
Technik- didaktische Optimierung	Sachebene	Veröffentlichung und Austausch von weiteren inhaltlichen Untersuchungen zur Robotik
	Methodenebene	Veröffentlichung und Austausch von weiteren methodischen Anregungen und Arbeitsergebnissen, etwa zum Bau und zur Programmierung von Robotermodellen
	Wertungsebene/ Berufswahl- orientierung	Diskussion zu ethischen und soziokulturellen Aspekten der Robotik, Veröffentlichung und Austausch von Erfahrungen zu Berufen in der Robotik.
Medien- pädagogische Optimierung	Trägersystem	(Das Trägersystem von RoboWelt.de ist mit dem Internet festgelegt.)
	Kodierung	Integration weiterer Kodierungen zur Robotik (z.B. Videos), Simulationen etc.
	Sensualität und Expressivität	Ausbau und weitere Anwendung der im Theorieteil genannten Möglichkeiten.

Tabelle 13: Perspektiven der schülerorientierten Entwicklung von RoboWelt.de (eigene Darstellung)

IV Zusammenfassung und Ausblick

1 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschäftigte sich mit dem Problem der integrativen Entwicklung von Lehr-Lernumgebungen im Sinne einer Förderung der Allgemeinbildung unter besonderer Berücksichtigung der allgemeinen technischen Bildung. Anhand einer didaktischen und medienpädagogischen Voruntersuchung konnte gezeigt werden, dass dieses zentrale medienpädagogische Problem bisher nur in Teilaspekten formuliert und gelöst wurde. Zur vollständigen Lösung des Problems wurde im Theorieteil ein mehrdimensionaler medienpädagogischer Ansatz entwickelt, der die begründete Integration von Medien in Lehr-Lernumgebungen und damit deren wissenschaftlich-empirische wie auch schülerorientierte, unterrichtspraktische Entwicklung ermöglicht.

Im Praxisteil wurde anschließend der mehrdimensionale schülerorientierte Ansatz in Form eines Open-End-Projektes im Internet zum Thema Robotik angewendet. Insgesamt konnte somit die unterrichtspraktische Relevanz des mehrdimensionalen Ansatzes und der darauf aufbauenden Open-End-Konzeption als eine mögliche Lösung des Problems der integrativen Entwicklungen von Lehr-Lernumgebungen gezeigt werden.

Im Zuge des Problemlösungsprozesses konnten zugleich Beiträge geleistet werden zur Lösung weiterer Probleme der medienpädagogischen Forschung, wie die Fragen nach

- einem umfassenden Meta-Modell des Lernens mit Medien
- einer möglichen medienpädagogisch relevanten, d.h. unterrichtspraktisch anwendbaren Definition des Medienbegriffs
- dem Verhältnis von Medienpädagogik und allgemeiner Didaktik
- dem Verhältnis der Vermittlungsfunktionen von natürlichen, personalen, Alten und Neuen technischen Medien
- den qualitativ neuartigen, integrativ nutzbaren Vermittlungsfunktionen des Internet und nicht zuletzt
- nach Perspektiven einer neuen schülerorientierten Lernkultur.

Auch für die technikdidaktische Forschung konnten erste Überlegungen zu einer mehrperspektivischen, technikdidaktischen Analyse der Robotik im Sinne einer Förderung technischer Allgemeinbildung aufgezeigt werden.

2 Ausblick

Nicht nur die letztgenannten Überlegungen zur Technikdidaktik bleiben teilweise unvollständig bzw. ungelöst und bedürfen weiterer Ausarbeitung im Detail. Nur eine künftig durchzuführende, vollständige mehrperspektivische technikdidaktische Analyse der Robotik kann eine invariante, d.h. von aktuellen Entwicklungen der Technik unabhängige Basis schaffen, welche eine Hinführung der Schüler zu allgemeiner technischer Handlungskompetenz anhand des Themas Robotik ermöglicht.

Der mehrdimensionale medienpädagogische Ansatz als Kern der vorliegenden Arbeit ist zwar, wie anhand des Meta-Modells gezeigt werden konnte, prinzipiell vollständig in der Beschreibung der vier medialen Dimensionen Trägersystem, Kodierung, Sensualität und Expressivität. Gerade dadurch ergeben sich jedoch auf folgenden drei Ebenen weitere Problemstellungen:

Die *einzelnen Dimensionen* bedürfen noch weiterer theoretischer und didaktischer Ausarbeitung, um die Analyse von Lehr-Lernumgebungen vertiefen und weitergehende unterrichtspraktisch relevante Aspekte aufdecken zu können. Des weiteren wäre der Ansatz durch eine didaktische Reduktion künftig auf einem schülergerechten Niveau zu formulieren, um diesen, wie es die Open-End-Konzeption vorsieht, auch im Unterricht verwenden zu können. Die vielfältigen *Zusammenhänge*, d.h. die gegenseitigen Abhängigkeiten und Ausschlüsse der medialen Dimensionen im Verhältnis zum Lehr-Lernprozess sind noch nicht hinreichend untersucht und formuliert worden. Der mehrdimensionale medienpädagogische Ansatz bietet in diesem Zusammenhang ein theoretisches Grundgerüst, welches auch für empirische Untersuchungen fruchtbar gemacht werden kann.

Hinzu tritt ein weiterer wichtiger Aspekt des hier vorgestellten integrativen Ansatzes, aus dem sich ein tief greifendes Problem ergibt: Die medialen Dimensionen *beziehen sich ausschließlich auf die syntaktische Zeichenebene* des in der Arbeit entwickelten Meta-Modells. Erst durch Interpretation von Botschaften auf semantischer und pragmatischer Zeichenebene vervollständigt der Schüler *aktiv seine* inneren Verstehens-, Lern- und Bildungsprozesse. In diesem Zusammenhang wäre künftig das Verhältnis der syntaktischen, semantischen und pragmatischen Ebenen von Lehren und Lernen, Bildung und Ausbildung, die durch den vorgestellten Ansatz herausgestellt werden konnten, genauer zu untersuchen. Insbesondere in der Verwechslung von Bildung und Ausbildung liegen die größten Missverständnisse und daraus resultierenden Probleme (medien-) pädagogischer Forschung. Darauf hat HENTIG über viele Jahre hinweg vehement hingewiesen:

„Nicht die unterschiedliche Einschätzung der Computer, des Internet, des Fernsehens ist die Hauptursache für den Streit zwischen meinen Kritikern und mir [...] sondern die unterschiedliche Grundauffassung von Pädagogik: Die Befürworter der Neuen Medien in Schule und Unterricht verstehen darunter die Einübung des jungen Menschen in die gegebenen Verhältnisse. Meine Pädagogik hingegen soll ihn diesen Verhältnissen gegenüber frei machen – frei auch, sie zu ändern, so gut das geht und in voller Kenntnis ihrer Vorzüge, Nachteile, Nebenerscheinungen und Geschichte.“ (HENTIG 2002)

Die Lösung der genannten weiterführenden Probleme könnte künftig eine Aufgabe medienpädagogischer Forschung im Sinne der Weiterentwicklung einer neuen, auf medienbezogene Allgemeinbildung ausgerichteten Lern- und vor allem *Bildungskultur* darstellen, die den Schülern den hier vorgestellten mehrdimensionalen Ansatz zur integrativen Entwicklung *ihrer eigenen* medialen Lern- und schließlich auch Lebenswelt in die Hand gibt.

Verzeichnis der Arbeitsdefinitionen

Arbeitsdefinition 1: Medium	86
Arbeitsdefinition 2: Lehr-Lernumgebung	87
Arbeitsdefinition 3: Natürliche Medien.....	88
Arbeitsdefinition 4: Personale Medien	88
Arbeitsdefinition 5: Technische Medien	88
Arbeitsdefinition 6: Neue Medien	89
Arbeitsdefinition 7: Alte Medien.....	90
Arbeitsdefinition 8: Multimediale Lehr-Lernumgebung	90
Arbeitsdefinition 9: Multikodale Lehr-Lernumgebung.....	106
Arbeitsdefinition 10: Multisensuelle Lehr-Lernumgebung.....	110
Arbeitsdefinition 11: Multiexpressive Lehr-Lernumgebung.....	112
Arbeitsdefinition 12: Ideale Lehr-Lernumgebung.....	125

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lösungsweg und medienpädagogischer Erkenntnisgewinn des Theorieteils	12
Abbildung 2: : Cone of Experience (DALE 1954: 43; nachgezeichnet d. Verf.)	15
Abbildung 3: Versuch einer Klassifikation des Medienfeldes (BRUCKER 1976, zitiert nach W. FAULSTICH 1991: 11)	17
Abbildung 4: Klassifikation der Unterrichtsmedien (MARTIAL/ LADENTHIEN 2002: 25; geändertes Layout d. Verf.)	20
Abbildung 5: Mathematisches Kommunikationsmodell (SHANNON 1948: 2).....	23
Abbildung 6: Schema direkter Kommunikation (KOLB 1974: 50).....	25
Abbildung 7: Schema indirekter Kommunikation (KOLB 1974: 59).....	26
Abbildung 8: Strukturanalyse des Unterrichts nach HEIMANN (Schema: JANK/ MEYER 2002: 263)	33
Abbildung 9: Strukturmodell des Unterrichts (JANK/ MEYER 2002: 63; geändertes Layout, <i>zusätzliche Kennzeichnungen</i> und Korrektur eines Druckfehlers d. Verf.).....	35
Abbildung 10: (Vorläufiges) Perspektivenschema zur Unterrichtsplanung (KLAFKI 1997a: 18)	36
Abbildung 11: Konzepte der Systemtheorie (ROPOHL 1999: 76).....	45
Abbildung 12: Obersystem und Subsystem (eigene Darstellung).....	47
Abbildung 13: Semiose (MORRIS 1972: 94; Orig. 1938)	52
Abbildung 14: Strukturmodell der Lebensbereiche des Menschen; ergänzt um die Funktion der Semiotik (linke Seite: HEIN 1997: 119; gestrichelte Linien, Figur und rechte Seite d. Verf.)	57
Abbildung 15: Zeichen in der Lebens- und Lernwelt des Menschen (eigene Darstellung, zum Teil aus Elementen nach HEIN 1997: 119).....	58
Abbildung 16: Schema des Funktionskreises (J. UEXKÜLL 1980: 330, hier im Orig. von 1931)	61
Abbildung 17: Das Medium im semantischen Kreisprozess des Lernens (linke Seite J. UEXKÜLL 1980: 330, rechte Seite eigene Darst.)	63
Abbildung 18: Pragmatische Bedeutungskonstruktion durch medial gekoppelte Funktionskreise (eigene Darstellung, generiert aus grafischen Elementen nach UEXKÜLL, vgl. Abbildung 16)	64

Abbildung 19: Zweck und Funktion von Medien im Kreisprozess des Lernens (eigene Darstellung)	71
Abbildung 20: Zeichenträger und Trägersystem, Zeichen und Medium (eigene Darstellung)	85
Abbildung 21: Das mediale Parallelogramm (eigene Darstellung).....	87
Abbildung 22: Hypertexte (eigene Darstellung).....	100
Abbildung 23: Medienentwicklung als rekursiver Prozess (eigene Darstellung)	118
Abbildung 24: Medien im Strukturmodell des Unterrichts (eigene Darstellung, aufbauend auf JANK/ MEYER 2002: 63)	122
Abbildung 25: Vermittlungsfunktion von Medien im Strukturmodell des Unterrichts (eigene Darstellung).....	123
Abbildung 26: Lehr-Lernumgebungen im vierdimensionalen medialen Raum (eigene Darstellung)	126

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Methodische Funktionen verschiedener Medien (GAGNÉ 1969: 230).....	16
Tabelle 2: Übersicht über verschiedene Darstellungsformen (TULODZIECKI 2000: 55)	39
Tabelle 3: Medienepistemologie (HERZIG 2001: 148).....	40
Tabelle 4: Zusammenfassung der Ergebnisse der Voruntersuchung zu Medien und Pädagogik (eigene Darstellung).....	43
Tabelle 5: Der Zeichenträger als Subsystem des Trägersystems (Beispiele, eigene Darstellung).....	78
Tabelle 6: Kommunikationstypen im Internet mit Beispielen (nach KERRES 2001: 258; tabellarische Form und Beispiele: eigene Darstellung)	83
Tabelle 7: Wichtige Sprachen (Zusammenstellung aus SCHNOTZ 2002, WEIDENMANN 1997, zum Teil eigene Darstellung)	95
Tabelle 8: Modelle (eigene Darstellung nach STACHOWIAK 1983: 121f)	97
Tabelle 9: Usability-Kriterien (Tabelle: BEIER 2002: 3, eingefügte Ziffern d. Verf.).....	104
Tabelle 10: Die medialen Dimensionen (eigene Darstellung).....	115
Tabelle 11: Ebenen der Medienentwicklung (eigene Darstellung)	119
Tabelle 12: Klassifizierung der Hypertexte im Internet zur Robotik (eigene Darstellung)	147
Tabelle 13: Perspektiven der schülerorientierten Entwicklung von RoboWelt.de (eigene Darstellung)	160

Literaturverzeichnis

A

- Adl-Amini, Bijan (1994): Medien und Methoden des Unterrichts. (Reihe Schule und Unterricht). Donauwörth.
- Allport, G. W. (1969): Pattern and Growth in Personality. (Erstfassung 1937). London u.a.
- Altschuller, Genrich Saulowitsch (1998): Erfinden. Wege zur Lösung technischer Probleme. Cottbus.
- Aufenanger, Stefan (1999): Lernen mit neuen Medien – was bringt es wirklich? In: medien praktisch (4/99). Frankfurt/ M.: 4-8.

B

- Baacke, Dieter (Hg.) (1974): Kritische Medientheorien. Konzepte und Kommentare. München.
- Baacke, Dieter (1997): Medienpädagogik. Tübingen.
- Baumgartner, Peter/ Sabine Payr (1994): Lernen mit Software. Reihe Digitales Lernen. Innsbruck.
- Beier, Markus (Hg.) (2002): Usability. Nutzerfreundliches Web-Design. Berlin u.a.
- Benjes, Helmut (2000): Konstruktion und Steuerung von CNC-Maschinenmodellen im Technikunterricht. In: DGTB e.V. (Hg.): Neues Lernen mit neuen Mitteln. 3. Tagung der DGTB in Ludwigsfelde 1999. Hamburg: 29-40.
- Bergen, Ira-Astrid (2000): „Realität“ in den Geisteswissenschaften. Hermeneutikkritik und neurobiologisch fundierte Semiotik zur Darstellung und Analyse des mentalen Realitätsaufbaus beim Lesen und Schreiben. Salzburg.
- Bieber, Götz (2003): Neue Medien und die Qualifizierung von Lehrerinnen und Lehrern. In: Vollstädt, Witlof (Hg.) (2003): Zur Zukunft der Lehr- und Lernmedien in der Schule. Eine Delphi-Studie in der Diskussion. Reihe Schule und Gesellschaft, Band 31. Opladen: 133-142.
- Bienhaus, Wolf (1994): Informationstechnik als Gegenstand des Technikunterrichts. Bemerkungen zu begrifflichen, sachstrukturellen, systemtheoretischen und didaktischen Gesichtspunkten. In: tu: Zeitschrift für Technik im Unterricht, 1. Quartal 1994.: 5-15.
- Bienhaus, Wolf (1995): Inhalte. In: Schmayl, Winfried/ Fritz Wilkening: Technikunterricht. 2. Auflage. Bad Heilbrunn/ Obb.: 129-144.

Blumstengel, Astrid (1998): Entwicklung hypermedialer Lernsysteme. Berlin.
Im Internet: http://dsor.uni-paderborn.de/de/forschung/publikationen/blumstengel-diss/main_index_titel.html (zuletzt abgerufen am 17.2.2004).

Boeckmann, Klaus (1981): Medien im Unterricht. Grundbaustein
Unterrichtstheorie und Mediendidaktik. Tübingen.

Brockhaus (²⁰1996-99): Enzyklopädie in 24 Bänden. Leipzig/ Mannheim.

Bromme, Rainer/ Elmar Stahl (Hg.) (2002): Writing hypertext and learning:
Conceptual and Empirical Approaches. Advances in Learning and
Instruction Series. London.

Brown, George (1971): Human teaching for human learning. New York.

Brucker, A. (1991): Versuch einer Klassifikation des Medienfeldes. In:
Faulstich, Werner (1991): Medientheorien. Einführung und Überblick.
Göttingen: 11.

Bürmann, Jörg (1992): Gestaltpädagogik und Persönlichkeitsentwicklung.
Theoretische Grundlagen und praktische Ansätze eines persönlich
bedeutsamen Lernens. Bad Heilbrunn.

Bush, Vannevar (1945): As We May Think. In: The Atlantic Monthly. Boston.
Im Internet: <http://www.theatlantic.com/unbound/flashbks/computer/bushf.htm> (zuletzt abgerufen am 7.7.2004).

C

Capek, Karel (1977): RUR (Rossums Universal Robots). Kollektivdrama mit
einem Vorspiel und drei Akten. (Orig. v. 1920). Berlin.

Christaller, Thomas et al. (2001): Robotik. Perspektiven für menschliches
Handeln in der zukünftigen Gesellschaft. (Band 14, Reihe:
Wissenschaftsethik und Technikfolgenbeurteilung der Europäischen
Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer
Entwicklungen). Berlin/ Heidelberg/ New York.

Christaller, Thomas/ Alois Knoll (2003): Robotik. Frankfurt.

Clark, R. E. (1983): Reconsidering research on learning from media. Review of
Educational Research, 53. Washington.

- Comenius, Johann Amos (⁶1985) Große Didaktik. Herausgegeben von Andreas Flitner. (Original: Didactica magna, tsch. 1632, lat. Amsterdam 1657). Stuttgart.
- Comité Européen de Normalisation (CEN) (1996): EN ISO 9241-10. Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten - Teil 10: Grundsätze der Dialoggestaltung. Ausgabe: 1996-05. Berlin/ Wien/ Zürich.
- Cube, Felix von (1982): Kybernetische Grundlagen des Lernens und Lehrens. Stuttgart.
- D
- Dale, Edgar (1954): Audio-visual methods in teaching. New York.
- De Tienne, André (2000): Lernen, Geist, Semiose. In: Zeitschrift für Semiotik, Heft 1/ 2000 (Lernen als Zeichenprozess): 11-30.
- Deutsche Gesellschaft für Semiotik (2004): Was ist Semiotik? Im Internet: <http://www.uni-muenster.de/Semiotik/semiotik.html> (zuletzt abgerufen am 12.3.2004).
- Deutsche Gesellschaft für Technische Bildung (DGTB) e.V. (Hg.) (2000): Neues Lernen mit neuen Mitteln. 3. Tagung der DGTB in Ludwigsfelde 1999. Hamburg.
- Dichanz, Horst: (1974): Medien in unterrichtstheoretischer Sicht. In: Dichanz, Horst et al.: Medien im Unterrichtsprozess. München: 83-105.
- Dichanz, Horst et al. (1974): Medien im Unterrichtsprozess. München.
- Dichanz, Horst/ Günter Kolb: (1974): Mediendidaktik - Entwicklung und Tendenz. In: Dichanz, Horst et al.: Medien im Unterrichtsprozess. München: 16-41.
- Dichanz, Horst (2003): Medienpädagogik heute – eine distanzierte Zwischenbilanz. In: Vollstädt, Witlof (Hg.): Zur Zukunft der Lehr- und Lernmedien in der Schule. Eine Delphi-Studie in der Diskussion. Reihe Schule und Gesellschaft, Band 31. Opladen: 23-38.
- Dillmann, Rüdiger (1998): Forschungsthemen. In: Praßler, Erwin (Hg.): Robotik in Deutschland: Lehre, Forschung und Entwicklung (Reihe: Berichte aus der Robotik). Aachen: 12-15.
- Dinter, Horst (1980): Didaktik des Technikunterrichts. München.
- Druin, Allison/ Cynthia Solomon (1996): Designing Multimedia Environments for Children. Computers, Creativity and Kids. New York u.a.
- Druin, Allison/ James Hendler (Hg.) (2000): Robots for Kids. Exploring New Technologies for Learning. San Francisco.

- Duismann, Gerhard H./ Helmut Meschenmoser (²1998): Lernen mit Computern. Hagen.
- Duismann, Gerhard H. (2001): Ich mache eine Roboterhand. In: Bionik. Von der Natur lernen. Unterricht Arbeit+Technik, Heft 10/ 2001: 16-18.
- E
- Einsiedler, Wolfgang/ Helmut Härle (Hg.) (1976): Schülerorientierter Unterricht. Donauwörth.
- F
- Faulstich, Peter (1992): Kinder zeichnen Technik. In: Zeitschrift für Technik im Unterricht (tu), Heft 63/ 1992: 18-23.
- Faulstich, Werner (1991): Medientheorien. Einführung und Überblick. Göttingen.
- Fercho, Matthias (2003a): Roboter und Internet. (Arbeitstitel). In: Deutsche Gesellschaft für Technische Bildung e.V. (DGTB) (Hg.): Forum Technikdidaktik: Bildungsstandards und Qualitätssicherung in Schule, Hochschule und Studienseminar. Tagungsband 16.–17. September 2003 an der Technischen Universität Berlin. Villingen-Schwenningen. (In Druck).
- Fercho, Matthias (2003b): Mit der Roboter AG zur LegoLeague. Praxis-Tipps zur Einrichtung einer Roboter AG. In: Mobile Robots. Unterricht Arbeit+Technik, Heft 20/ 2003: 13-18.
- Fercho, Matthias (2004a): Robotik im Internet. RoboWelt – ein offenes Lehr-Lern-Angebot. In: Unterricht Arbeit+Technik, Heft 21/ 2004: 22-23.
- Fercho, Matthias (2004b): www.RoboWelt.de – Infos, Tipps und Austausch rund um die Welt der Roboter. Im Internet: www.RoboWelt.de (zuletzt abgerufen am 8.10.2004).
- Fies, Helmut (2000): Simulationsprogramme für den Technikunterricht. In: DGTB e.V. (Hg.): Neues Lernen mit neuen Mitteln. 3. Tagung der DGTB in Ludwigsfelde 1999. Hamburg: 54-66.
- Fischer-Lichte, Erika (1994): Semiotik des Theaters, Bd. 1: Das System der theatralen Zeichen. Tübingen.
- Fricke, Reiner (2000): Qualitätsbeurteilung durch Kriterienkataloge. Auf der Suche nach validen Vorhersagemodellen. In: Schenkel, P./ S.-O. Tergan/ A. Lottmann (Hg.): Qualitätsbeurteilung multimedialer Lern- und Informationssysteme. Evaluationsmethoden auf dem Prüfstand. Nürnberg: 75-88.
- Fries, Christian (2002): Mediengestaltung. Konzeption, Kommunikation, Visualisierung, Bildaufbau, Farbe, Typografie. München.

Fleischer, Thomas (1997): Der personenzentrierte Ansatz und das Lernen in der Schule. Baltmannsweiler.

G

Gagné, Robert M. (1969): Die Bedingungen des menschlichen Lernens. Übersetzung der amerikanischen Ausgabe von 1965. Hannover.

Gieseke, Michael (2002): Von den Mythen der Buchkultur zu den Visionen der Informationsgesellschaft. Trendforschungen zur kulturellen Medienökonomie. Frankfurt/ M.

Glaserfeld, Ernst von (1996): Radikaler Konstruktivismus. Ideen, Ergebnisse, Probleme. Frankfurt.

Glaserfeld, Ernst von (2001): Aspekte einer konstruktivistischen Didaktik. In: Schwetz, Herbert (Hg.): Konstruktives Lernen mit neuen Medien. (Beiträge zu einer konstruktivistischen Mediendidaktik; Reflexionen zur Internationalen Veranstaltung „Neues Lernen für die Informationsgesellschaft“ (9. - 11.10.2000) an der Pädagogischen Akademie des Bundes in Graz). Innsbruck u.a.: 7-11.

Greven, Jochen (Hg.) (1998): Das Funkkolleg 1966 – 1998. Ein Modell wissenschaftlicher Weiterbildung im Medienverbund. Erfahrungen – Auswertungen – Dokumentation. Weinheim.

Gudjons, Herbert/ Wolfgang Klafki (Hg.) (⁹1997): Didaktische Theorien. Hamburg.

Gudjons, Herbert (⁶2001): Handlungsorientiert lehren und lernen. Schüleraktivierung - Selbsttätigkeit – Projektarbeit. Bad Heilbrunn/ Obb.

H

Hagemann, Wilhelm/ Gerhard Tulodziecki (1978): Einführung in die Mediendidaktik. Studentexte. Köln.

Hardenberg, Bodo (Hg.) (1994): Hardenberg Kompaktlexikon in 5 Bänden. Dortmund.

Hartmann, Elke/ Christian Hein (Hg.) (2001): Technik. Kleiner Leitfaden. (Schriftenreihe Basiswissen Schule). Mannheim.

Heidt, Erhard U. (1974): Klassifikationsprobleme von Medien in Lehr- und Lernprozessen. In: Dichanz, Horst et al.: Medien im Unterrichtsprozess. München: 210-244.

Heidt, Erhard U./ D. Schwittmann (1976): Medientaxonomien: Ein kritischer Überblick. In: L. J. Issing/ H. Knigge-Illner (Hg.): Unterrichtstechnologie und Mediendidaktik. Weinheim/ Basel: 123-140.

- Heimann, Paul (1976): Didaktik als Theorie und Lehre. In: Reich, Kersten/
Helga Thomas (Hg.): Paul Heimann – Didaktik als
Unterrichtswissenschaft. Stuttgart.
- Hein, Christian (1997): Technische Bildung – Teil der Allgemeinbildung? In:
Hentig, Hartmut von/ Jan Olbertz: Erziehungswissen-
schaft. Traditionen, Themen, Perspektiven. Opladen: 117-126.
- Henseler, Kurt/ Gerd Höpken (1996): Methodik des Technikunterrichts. Bad
Heilbrunn.
- Hentig, Hartmut von (1984): Das allmähliche Verschwinden der Wirklichkeit.
München.
- Hentig, Hartmut von (1996): Bildung. Ein Essay. München/ Wien.
- Hentig, Hartmut von (1999): Bildung. Ein Essay. Weinheim.
- Hentig, Hartmut von (2000): Einleitung. In: Kublitz-Kramer, Maria (Hg.):
Kanon, Kreativität und Co. Bildungsbegriffe in der Diskussion.
Bielefeld: 11-18.
- Hentig, Hartmut von (2002): Der technischen Zivilisation gewachsen bleiben.
Nachdenken über die neuen Medien und das gar nicht mehr
allmähliche Verschwinden der Wirklichkeit. Weinheim u.a.
- Herzig, Bardo (2001): Medienerziehung und informatische Bildung. Ein
(semiotischer) Beitrag zu einer integrativen Medienbildungstheorie.
In: Ders. (Hg.): Medien machen Schule. Grundlagen, Konzepte und
Erfahrungen zur Medienbildung. Bad Heilbrunn: 129-164.
- Hill, Bernd (2001): Der Methodenbaukasten. Ein Kompendium von Methoden
zur Erkennung und Lösung technischer Probleme. Aachen.
- Hoffmann, Bernward (2003): Medienpädagogik. Eine Einführung in Theorie
und Praxis. Stuttgart.
- Hoffmann, Michael/ Marcel Plöger (2000): Mathematik als Prozess der
Verallgemeinerung von Zeichen: Eine exemplarische
Unterrichtseinheit zur Entdeckung der Inkommensurabilität. In:
Zeitschrift für Semiotik, Heft1/ 2000 (Lernen als Zeichenprozess): 81-
114.
- I
- Institut für Medienverbund und Mediendidaktik (Hg.) (1974):
Forschungsbericht des FEoLL-Instituts für Medienverbund,
Mediendidaktik. Paderborn.
- Iske, Stefan (2002): Vernetztes Wissen. Hypertext-Strategien im Internet.
(Band 5 Reihe Wissen und Bildung im Internet). Bielefeld.

Issing, Ludwig J./ Paul Klimsa (Hg.) (³2002): Information und Lernen mit Multimedia und Internet. Weinheim.

J

Jank, Werner, Hilbert Meyer (³1994): Didaktische Modelle. Frankfurt/ M.

Jank, Werner/ Hilbert Meyer (⁵2002): Didaktische Modelle. Frankfurt/ M.

Janocha, Hartmut (1992): Akteure: Grundlagen und Anwendungen. Berlin/ Heidelberg/ New York.

JPMorgan Chase (2004): JPMorgan Chase Kids Digital Movement and Sound Project. Im Internet:
<http://music.columbia.edu/kids/cdrom/JPMCKids/base/docs/CDROM/CEOletter.html> (zuletzt abgerufen am 24.8.2004).

K

Kerres, Michael / Thomas Jechle (1999): Hybride Lernarrangements: Personale Dienstleistungen in multi- und telemedialen Lernumgebungen. In: Forschungsinstitut Arbeit, Bildung, Partizipation (FIAB) (Hg.): Multimediales Lernen in der Erwachsenenbildung. (Jahrbuch Arbeit, Bildung, Kultur 17/ 1999). Recklinghausen: 21-39.

Kerres, Michael (²2001): Multimediale und Telemediale Lernumgebungen: Konzeption und Entwicklung. München/ Wien/ Oldenburg.

Kiefer, Klaus H. (1982): Ästhetik, Semiotik, Didaktik. Differenzierte Wahrnehmung als Prinzip ästhetischer Erziehung. Ein Problemaufriss. Tübingen.

Klafki, Wolfgang (1963): Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Weinheim/ Basel.

Klafki, Wolfgang (1985): Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Beiträge zur kritisch-konstruktiven Didaktik. Weinheim/ Basel.

Klafki, Wolfgang (1995): Schlüsselprobleme als thematische Dimension eines zukunftsorientierten Konzepts von „Allgemeinbildung“. – Zwölf Thesen. In: Wolfgang Münzinger und Wolfgang Klafki (Hg.): Schlüsselprobleme im Unterricht. Thematische Dimensionen einer zukunftsorientierten Allgemeinbildung. Die Deutsche Schule, 3. Beiheft: 9-14.

Klafki, Wolfgang (⁵1996): Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik. Reihe Pädagogik. Weinheim [u.a.].

Klafki, Wolfgang (⁹1997a): Die Bildungstheoretische Didaktik im Rahmen kritisch-konstruktiver Erziehungswissenschaft. In: Gudjons, Herbert (Hg.): Didaktische Theorien. Hamburg: 13-34.

- Klafki, Wolfgang (1997b): Bemerkungen zu Software-Bildung. In: Süßenbacher, Winfried: Software-Bildung. Mit Beiträgen von Paul Kellermann u. Wolfgang Klafki. Reihe: Lernen mit interaktiven Medien, Band 3. Innsbruck u.a.: 137-152.
- Klaus, Georg (Hg.) (²1969): Wörterbuch der Kybernetik. Frankfurt/ M./ Hamburg. (erste Auflage: Berlin 1967).
- Klimsa, Paul (2002): Multimediane Nutzung aus psychologischer und didaktischer Sicht. In: Issing, Ludwig J./ Paul Klimsa (Hg.) (³2002): Information und Lernen mit Multimedia und Internet. Weinheim: 5-17.
- Kluge, Friedrich (²²1989): Etymologisches Wörterbuch der deutschen Sprache. Berlin/ New York.
- Kolb, Günter (1974): Kommunikationsorientierte Mediendidaktik? In: Dichanz, Horst et al. (1974): Medien im Unterrichtsprozess. München: 42-79.
- Kommers, P./ D.H. Jonassen/ T. Mayes (Hg.) (1992): Cognitive tools for learning. Heidelberg.
- Koszyk, Kurt/ Karl Hugo Pruys (1970): DTV-Wörterbuch zur Publizistik. München.
- Kron, Friedrich W./ Alivisos Sofos (2003): Mediendidaktik . Neue Medien in Lehr- und Lernprozessen. München u.a.
- Krotz, Friedrich (2003): Kommunikation mittels und mit digitalen Maschinen. Inhaltliche und methodologische Überlegungen aus Sicht der Kommunikationswissenschaft In: Kumbrock, Christel/ Michael Dick/ Hartmut Schulze (Hg.): Arbeit - Alltag - Psychologie. Über den Bootsrand geschaut. Heidelberg: 315-329.
- Krug, Steve (2002): Don't make me think! Web usability - das intuitive Web. Wie Webuser tatsächlich mit Websites umgehen; Usability Tests planen und durchführen; Layout und Navigation benutzerfreundlich gestalten. Bonn.
- L
- Landesinstitut für Schule und Weiterbildung (Hg.) (1990): Kollege (?) Roboter. Informations- und kommunikationstechnologische Grundbildung in Schulen für Lernbehinderte und in Schulen für Erziehungshilfe. Soest.
- Lemke, Dietrich (1981): Schülerorientierung in der Unterrichtspraxis. In: Rudolf Biermann (Hg.): Unterricht - ein Programm der Schüler. Frankfurt: 50-78.
- Lerg, Winfried (1981): Verdrängen oder ergänzen die Medien einander? In: Publizistik, 26. Jg.: 193-201.

M

- Mandl, Heinz/ Hans Gruber/ Alexander Renkl (2002): Situiertes Lernen in multimedialen Lernumgebungen. In: Issing, Ludwig J./ Paul Klimsa (Hg.): Information und Lernen mit Multimedia und Internet. Weinheim: 139-148.
- Mandl, Heinz/ Jan Hense/ Katja Kruppa (2003): Der Beitrag der Neuen Medien zur Schaffung einer neuen Lernkultur: Beispiele aus dem BLK-Programm SEMIK. In: Vollstädt, Witlof (Hg.): Zur Zukunft der Lehr- und Lernmedien in der Schule. Eine Delphi-Studie in der Diskussion. (Reihe Schule und Gesellschaft, Band 31). Opladen: 85-102.
- Martial, Ingbert von/ Volker Ladenthien (2002): Medien im Unterricht. Grundlagen und Praxis der Mediendidaktik. Baltmannsweiler.
- Merrill, M.D. (1991): Constructivism and instructional design. In: Educational Technology, 31 (5): 45-52.
- Merten, Klaus (1999): Einführung in die Kommunikationswissenschaft. Bd. 1/1: Grundlagen der Kommunikationswissenschaft. Münster.
- Meschenmoser, Helmut (1999): Lernen mit Medien. Zur Theorie, Didaktik und Gestaltung von interaktiven Medien. Hohengehren.
- Meschenmoser, Helmut (2002): Lernen mit Multimedia und Internet. Hohengehren.
- Möller, Christine (1973): Technik der Lernplanung. Weinheim.
- Möller, Christine (1997): Die curriculare Didaktik. Oder: Der lernzielorientierte Ansatz. In: Gudjons, Herbert/ Wolfgang Klafki (Hg.): Didaktische Theorien. Hamburg: 75-92.
- Morris, Charles William (1972): Grundlagen der Zeichentheorie. (Kapitel II: Semiose und Semiotik). München. (Original von 1938: Foundations of the Theory of Signs. Chicago). Im Internet: <http://www.uni-essen.de/sesam/geschichte/theorie/morris.html> (zuletzt abgerufen am 9.5.2004).
- Moser, Heinz (2003): Zur Zukunft der Lernmedien – ein Kommentar aus Schweizer Sicht. In: Vollstädt, Witlof (Hg.): Zur Zukunft der Lehr- und Lernmedien in der Schule. Eine Delphi-Studie in der Diskussion. Reihe Schule und Gesellschaft, Band 31. Opladen: 143-154.
- N
- Nielsen, Jakob (2001): Designing Web Usability. München.
- Nieraad, Jürgen (1970): Überlegungen zum Studium im Medienverbund. Schriften zum Aufbau einer Universität. Bielefeld.

O / P

Papert, Seymour (1994): Revolution des Lernens. Kinder, Computer, Schule in einer digitalen Welt. Heidelberg.

Peirce, Charles Sanders (1984): What is a sign? In: Peirce Edition Project (Hg.): Writings of Charles S. Peirce. A Chronological Edition, Volume 2. 1867-1871. Indianapolis. Im Internet: <http://www.iupui.edu/~peirce/ep/ep2/ep2book/ch02/ch02.htm> (zuletzt abgerufen am 13.3.2004).

Pfeifer, Anke (2002): Wie Kinder Metaphern verstehen. Semiotische Studien zur Rezeption biblischer Texte im Religionsunterricht der Grundschule. Münster.

Prakke, Henk (1968): Kommunikation der Gesellschaft. Einführung in die funktionale Publizistik. Münster.

Q / R

Reimann-Rothmeier, Gabi (2003): Didaktische Innovation durch Blended Learning. Leitlinien anhand eines Beispiels aus der Hochschule. Bern.

Reuel, Günther (1994): Zur Entbehrlichkeit von Medien in der Arbeitslehre. In: Zeitschrift Arbeit und Technik in der Schule, 5: 162-164.

Riegersperger Peter (2001): Das Unverdrängbarkeitsgesetz. Welchen Beitrag kann eine ‚alte Geschichte‘ zur Kommunikationsgeschichte leisten? (unveröffentlichte Seminararbeit). Salzburg. Im Internet: <http://homex.subnet.at/~rick/writings/papers/kommunikationsgeschichte/kommunikationsgeschichte.php> (zuletzt abgerufen am 27.6.2004).

Riepl, Wolfgang (1913): Das Nachrichtenwesen des Altertums. Mit besonderer Rücksicht auf die Römer. (Nachdruck: 1972). Hildesheim/ New York.

Ritter, Markus (1995): Computer und handlungsorientierter Unterricht. Zur allgemeinen und fremdsprachendidaktischen Reichweite eines neuen Mediums. Reihe Schule und Unterricht. Donauwörth.

Roche Lexikon der Medizin (⁴1999). München.

Ropohl, Günter (²1999): Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik. München/ Wien.

Rothschild, Friedrich Salomon (1962): Laws of symbolic mediation in the dynamics of self and personality. (Annals of New York Academy of Sciences 96: 774–784). New York.

Rüschhoff, Bernd (2003): Neue Medien, kreatives Lernen und Wandel von Lehrerarbeit: technologiebereicherte Lernwelten am Beispiel des Fremdsprachenunterrichts. In: Vollstädt, Witlof (Hg.): Zur Zukunft der Lehr- und Lernmedien in der Schule. Eine Delphi-Studie in der Diskussion. Reihe Schule und Gesellschaft, Band 31. Opladen: 103-115.

S

Sachs, Burkhard (1979): Skizzen und Anmerkungen zur Didaktik eines mehrperspektivischen Technikunterrichts. In: Deutsches Institut für Fernstudien (DIFF) (Hg.): Technik – Ansätze für eine Didaktik des Lernbereichs Technik. Studienbrief zum Fachgebiet Technik. Serie Fernstudienlehrgang Arbeitslehre. Tübingen: 41-80.

Sachs, Burkhard (2000): Virtuelles und leibhaftiges Handeln in der Technischen Bildung. In: DGTB e.V. (Hg.) (2000): Neues Lernen mit neuen Mitteln. 3. Tagung der DGTB in Ludwigsfelde 1999. Hamburg: 5-16.

Sachs, Conrad (1991): Technikdidaktik und Lehrerbildung. In: Arbeiten und Lernen/ Technik, Nr. 3/ 1991: 6-8.

Sandbothe, Mike (2000): Lehren und Lernen im Zeitalter des Internet: Medienphilosophische Aspekte. In: GMK, Gesellschaft für Medienpädagogik und Kommunikationskultur (Hg.): Denkräume: Szenarien zum Informationszeitalter. Bielefeld: 31-43.

Schießle, Edmund R. (2003): Sensorik mit Labor (unveröffentlichtes Script zum Studiengang Mechatronik an der Fachhochschule Aalen). Im Internet: <http://www.schiessle.de/vorlesungen.htm> (zuletzt abgerufen am 18.12.2003).

Schmayl, Winfried/ Fritz Wilkening (²1995): Technikunterricht. Bad Heilbrunn/ Obb.

Schmayl, Winfried (1997): Ein Medienkonzept für den Technikunterricht. In: Fast, Ludger/ Harald Seifert (Hg.): Kongress technische Bildung. Weinheim: 286-303.

Schmierer, Gernot/ Rolf D. Schraft (1998): Serviceroboter. Produkte, Szenarien, Visionen. Berlin u.a.

Schnotz, Wolfgang (³2002): Wissenserwerb mit Texten, Bildern und Diagrammen. In: Issing, Ludwig. J.: Information und Lernen mit Multimedia und Internet. Lehrbuch für Studium und Praxis. Weinheim: 65-81.

Schönweiss, Friedrich (1997): Computerlernen oder die Anbetung eines elektronischen Zauberstabs. In: Psychologie Heute, 1/ 1997: 67-71.

- Schönweiss, Friedrich (1998): Computereinsatz bei Lernschwierigkeiten. In: Körner, Wilhelm/ Georg Hörmann: Handbuch der Erziehungsberatung, Band 1. Göttingen/ Bern/ Toronto/ Seattle: 455-481.
- Schönweiss, Friedrich (2000a): Bildung als Bedrohung? Der holprige Weg zu einem neuen Bildungsideal. Münster.
- Schönweiss, Friedrich (2000b): Bildung in Zeiten des Internet. Über aktuelle Mythen, Hoffnungen und Perspektiven. Münster.
- Schönweiss, Friedrich/Jörg Asshoff (2002): Bildung und Computer: Wohin mag die Reise gehen? Zum Wandel von Bildungspraktiken und Kulturtechniken. In: Pädagogik, Heft 10/ 2002: 28-31.
- Schönweiss, Friedrich (2004): www.digite.de – Bildungs- und Fördernetz. (Internet basierte Open-End-Projekte an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, Fachbereich Erziehungswissenschaft und Sozialwissenschaften (Institut III), Abteilung: Neue Technologien im Bildungs- und Sozialwesen/ Medienpädagogik). Im Internet: www.digite.de (zuletzt abgerufen am 14.6.2004).
- Schramm, Wilbur (1954): The Process and Effects of Mass Communication. University of Illinois. Urbana.
- Schulmeister, Rolf (2002): Grundlagen hypermedialer Lernsysteme. Theorie – Didaktik – Design. München/ Wien/ Oldenburg.
- Schulte, Hans (Hg.) (1991): Technikunterricht. Allgemeine technische Bildung. Stuttgart.
- Schulz, Wolfgang (1997): Die lehrtheoretische Didaktik. In: Gudjons, Herbert/ Wolfgang Klafki (Hg.): Didaktische Theorien. Hamburg: 35-56.
- Schulze, Theodor (1978): Methoden und Medien der Erziehung. München.
- Schweer, Martin K. W. (2002): Bibliografie Neue Medien im Unterricht. Oberhausen.
- Schwetz, Herbert (Hg.) (2001): Konstruktives Lernen mit neuen Medien. (Beiträge zu einer konstruktivistischen Mediendidaktik ; Reflexionen zur Internationalen Veranstaltung „Neues Lernen für die Informationsgesellschaft“ (9. - 11.10.2000) an der Pädagogischen Akademie des Bundes in Graz). Innsbruck u.a.
- Searle, John. R. (1980): Minds, brains, and programs. In: Behavioral and Brain Sciences, Band 3 (3). Cambridge: 417-457. Im Internet: <http://www.bbsonline.org/documents/a/00/00/04/84/bbs00000484-00/bbs.searle2.html> (zuletzt abgerufen am 5.6.2004).

- Sesink, Werner (1994): Lernlandschaften. Didaktische Reflexionen zum Einsatz von HyperText- bzw. HyperMedia-Systemen. In: Krauthausen, Günter /Volker Hermann (Hg.): Computereinsatz in der Grundschule? Stuttgart: 112-124.
- Shannon, Claude Elwood (1948): A Mathematical Theory of Communication. (Reprinted with corrections from The Bell System Technical Journal, Vol. 27, pp. 379–423, 623–656, July/ October 1948). (ohne Verlagsort). Im Internet: <http://cm.bell-labs.com/cm/ms/what/shannonday/shannon1948.pdf> (zuletzt abgerufen am 22.3.2004).
- Shelley, Mary W. (1818): Frankenstein, or the Modern Prometheus. (Nachdruck der Everyman's Edition von 1912). London. Im Internet: <http://www.tu-harburg.de/rzt/rzt/it/Frankenstein.txt> (zuletzt abgerufen am 13.5.2004).
- Skinner, Burrhus Frederic (1954): The science of learning and the art of teaching. In: Harvard Educational Review, 24: 86-97.
- Stachowiak, Herbert (Hg.) (1983): Modelle - Konstruktion der Wirklichkeit. München.
- Stahl, Elmar (2001): Hyper-Text-Schreiben . Die Auswirkungen verschiedener Instruktionen auf Lernprozesse beim Schreiben von Hypertext. (Reihe Internationale Hochschulschriften Nr. 378) Münster u.a.
- Strittmater, Peter/ Dirk Mauel (1997): Einzelmedium, Medienverbund und Multimedia. In: Issing, Ludwig J./ Paul Klimsa (Hg.): Information und Lernen mit Multimedia. Weinheim: 47-61.
- Süßenbacher, Winfried (1997): Software-Bildung. Mit Beiträgen von Paul Kellermann u. Wolfgang Klafki. Reihe: Lernen mit interaktiven Medien, Band 3. Innsbruck u.a.
- T
- Traebert, Wolf Ekkehard (1998): Technik und Allgemeinbildung: Stand und Entwicklungstendenzen des allgemeinbildenden Unterrichts über Technik an den Schulen der (alten) Bundesländer. In: Henseler, Kurt/ Gerd Höpken/ Gert Reich (Hg.): Technische Allgemeinbildung. Villingen-Schwenningen: 176-198.
- Tulodziecki, Gerhard (1992): Medienerziehung in Schule und Unterricht. Bad Heilbrunn.
- Tulodziecki, Gerhard (³1997): Medien in Erziehung und Bildung. Grundlagen und Beispiele einer handlungs- und entwicklungsorientierten Medienpädagogik. Bad Heilbrunn.

Tulodziecki, Gerhard (2000): Computerunterstütztes Lernen aus mediendidaktischer Sicht. In: Kammerl, Rudolf (Hg.): Computerunterstütztes Lernen. (Reihe: Hand- und Lehrbücher der Pädagogik). München u.a.: 53-72.

Tulodziecki, Gerhard/ Bardo Herzig (2002): Computer & Internet im Unterricht: medienpädagogische Grundlagen und Beispiele. (Reihe Studium kompakt). Berlin.

U

Uexküll, Jakob von (1980): Kompositionslehre der Natur. Biologie als undogmatische Naturwissenschaft. Ausgewählte Schriften. Herausgegeben und mit einer Einleitung von Thure von Uexküll. Frankfurt/ M.

Uexküll, Jakob von/ Georg Kriszat (1956): Streifzüge durch die Umwelten von Tieren und Menschen. (Original von 1934). Hamburg.

Uexküll, Thure v. (2004): Jakob von Uexküls Umwelt-Theorie miterlebt. (Eröffnungsvortrag anlässlich des internationalen Symposiums zur Eröffnung des Jakob von Uexküll Archivs, Hamburg, am 9.1.2004.) Im Internet: <http://www.motivatoren.de/management/homo-oeconomicus.htm> (zuletzt abgerufen am 11.5.2004).

Universität Rostock/ Inst. f. Technische Bildung/ Angewandte Mikroelektronik und Datentechnik (Hg.) (2003): Schüler-Projekt-Um-Roboter-Technik (SPURT). Technik gestalten. Rostock.

Unterricht Arbeit + Technik (2003): Themenheft Mobile Roboter. (Heft 20/ 2003).

V / W

Volli, Ugo (2002): Semiotik. Eine Einführung in ihre Grundbegriffe. Tübingen/ Basel.

Vollstädt, Witlof (Hg.) (2003): Zur Zukunft der Lehr- und Lernmedien in der Schule. Eine Delphi-Studie in der Diskussion. Reihe Schule und Gesellschaft, Band 31. Opladen.

Weidenmann, Bernd: (1996). Instruktionsmedien. In: Weinert, Franz E. (Hg.): Psychologie des Lernens und der Instruktion. Enzyklopädie der Psychologie. (Serie Pädagogische Psychologie, Bd. 2). Göttingen: 319-368.

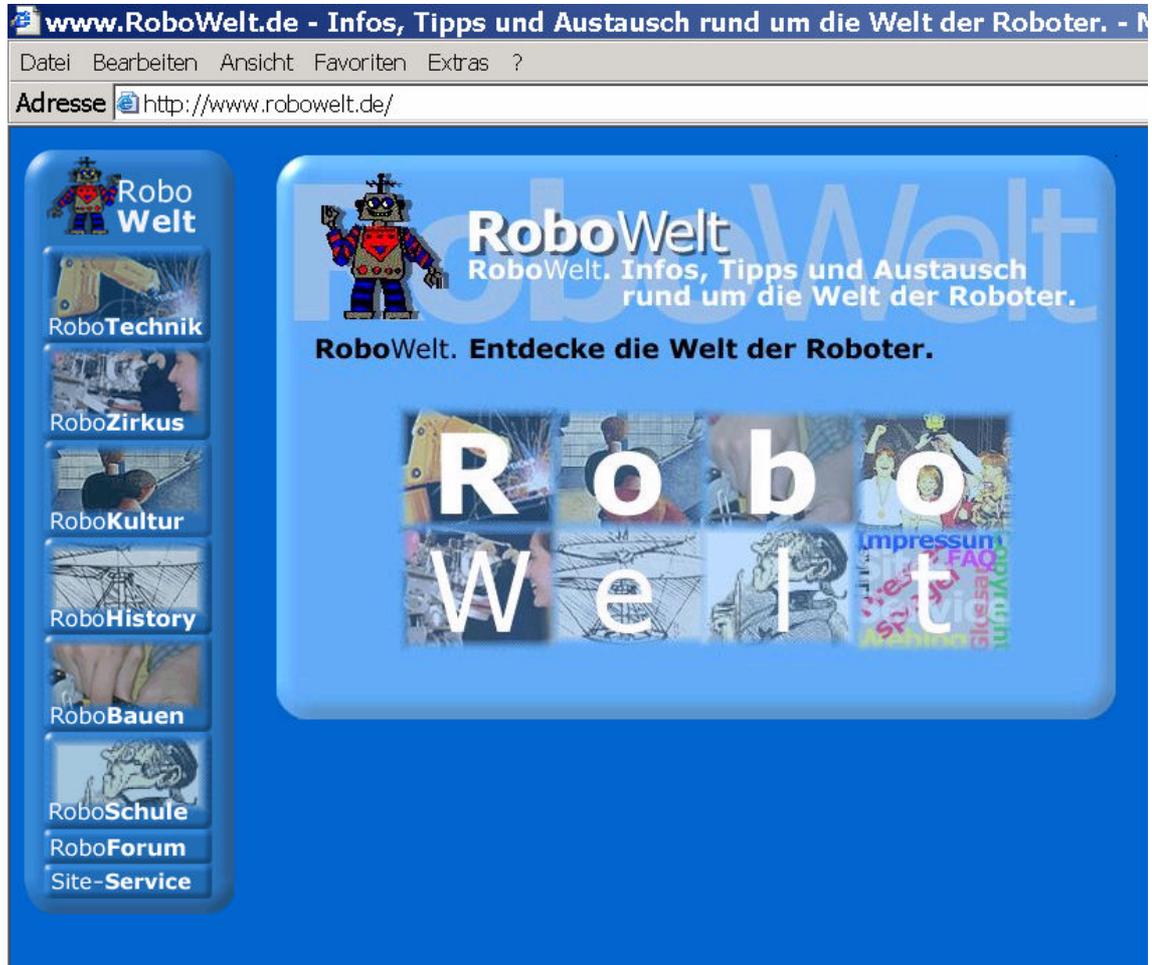
Weidenmann, Bernd: (1997): Multicodierung und Multimodalität im Lernprozeß. In: Issing, Ludwig J./ Paul Klimsa (Hg.): Information und Lernen mit Multimedia. Weinheim: 65-84.

Weidenmann, Bernd (2002): Multicodierung und Multimodalität im Lernprozess. In: Issing, Ludwig J./ Paul Klimsa (Hg.): Information und Lernen mit Multimedia und Internet. Weinheim: 45-62.

- Wessner, Martin (2004): Von der Lernplattform zur Lernwelt. Möglichkeiten, Entscheidungskriterien, Medienmix (Statement zu einem Vortrag zum 2. Trainer Symposium der Learntec 2004 in Karlsruhe. Im Internet <http://www.trainersymposium.de/trainersymposium/programmzweites.htm> (zuletzt abgerufen am 29.1.2004).
- Wiater, Werner (1999): Vom Schüler her unterrichten: eine neue Didaktik für eine veränderte Schule. Donauwörth.
- Wiener, Norbert (1948): Cybernetics or the science of communication and control in the animal and machine. New York.
- Willige, Mirjam/ Herbert Rüb (2002): Zur Evaluation von Online-Lernprogrammen. Ein Überblick über die zentralen Grundlagen und das Evaluationskonzept des Modellvorhabens MILQ (Multimediale Interaktive Leittext-Qualifizierung). Hamburg.
- Wittern, Jörn (1986): Methodische und mediale Aspekte des Handlungszusammenhangs pädagogischer Felder. In: Enzyklopädie Erziehungswissenschaft, Bd. 4. Stuttgart: 25-52.
- Wolffgramm, Horst (Hg.) (1994): Allgemeine Techniklehre. Elemente, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten. Allgemeine Technologie Teil 1. (Band 1). Hildesheim.
- Wolffgramm, Horst (Hg.) (1995): Allgemeine Techniklehre. Elemente, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten. Allgemeine Technologie Teil 2. (Band 2). Hildesheim.
- Wolffgramm, Horst (Hg.) (1997): Allgemeine Techniklehre. Elemente, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten. Technische Systeme Teil 1. (Band 3). Hildesheim.
- Wolffgramm, Horst (Hg.) (1998): Allgemeine Techniklehre. Elemente, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten. Technische Systeme Teil 2 (Band 4). Hildesheim.
- www.Lernserver.de (2004): Interaktive Förderdiagnostik. (Internetpräsenz der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, Fachbereich Erziehungswissenschaft und Sozialwissenschaften (Institut III) Abteilung: Neue Technologien im Bildungs- und Sozialwesen / Medienpädagogik). (zuletzt abgerufen am 6.10.2004).
- X / Y / Z
- Zellmer, Siegfried O. (1979): Pädagogische Semiotik in der Mathematik-Didaktik. Baden-Baden.
- Zemanek, Heinz (1992): Das geistige Umfeld der Informationstechnik. Berlin u.a.
- Zimmermann, Klaus/ Peter Kaul (2002): Einführung in die Psychomotorik. Kassel.

Anhang: Screenshots von RoboWelt.de

Ausgewählte Beispiele, Stand: 11.10.2004 – Darstellung: Microsoft Internet Explorer

Homepage: www.RoboWelt.de

www.RoboWelt.de - Infos, Tipps und Austausch rund um die Welt der Roboter. - N

Datei Bearbeiten Ansicht Favoriten Extras ?

Adresse <http://www.robwelt.de/>



RoboWelt



RoboTechnik



RoboZirkus



RoboKultur



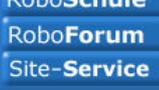
RoboHistory



RoboBauen



RoboSchule



RoboForum



Site-Service



RoboTechnik. Fakten, Fakten, Fakten über die Technik von Robotern.



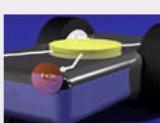
Was ist eigentlich ein Roboter?
 Jeder hat schon mal etwas von Robotern gehört und gesehen. Aber könntest du wirklich antworten, wenn dich jemand fragen würde "Was ist denn eigentlich ein Roboter?" ▶▶



Der Dosenöffner oder: Wozu braucht man Roboter?
 Vater beim Kochen: "Betty, kannst du bitte mal eine Dose Erbsen aufmachen?" - Diese Bitte könnte Betty vor arge Probleme stellen. ▶▶



Die Grundbausteine des Roboters
 Grundgerüst ▶▶ Machen mobil: Motoren ▶▶ Arme ▶▶ Hände ▶▶ Weg hier: Fortbewegung ▶▶ Sechs Sinne: Sensoren ▶▶ Robot-Gehirn: Hardware ▶▶ Ohne Saft läuft nix: Energiequelle ▶▶



"Captain Ahoi!" Steuerung muss sein.
 Wozu überhaupt Steuerung und Regelung? ▶▶ Selbststeuerung ▶▶ Fernsteuerung ▶▶ Roboter: Nur echt mit Computer-Steuerung! ▶▶ Intelligente Steuerung für Dummies ▶▶

Inhalt: RoboTechnik (Navigationsbuttons leuchten auf bei mouseover)

www.RoboWelt.de - Infos, Tipps und Austausch rund um die Welt der Roboter. - N

Datei Bearbeiten Ansicht Favoriten Extras ?

Adresse <http://www.robowelt.de/>



RoboWelt

RoboTechnik

RoboZirkus

RoboKultur

RoboHistory

RoboBauen

RoboSchule

RoboForum

Site-Service

Grundbausteine / Roboter-Arme



Stationäre Roboter-Arme



Roboter-Arme

Soll der Roboter schwere Lasten heben, dann brauchen die [Motoren](#) viel Kraft und der Arm muß stabil sein. Dadurch wird der Arm aber auch sehr schwer und muß fest im Boden verankert werden.

Solche Roboter-Arme findet man bei Industrie- und Medizin- Robotern. Sie sind am Boden angeschraubt und erledigen ihre Aufgabe vor Ort.

Weil sie dort eine "Station" bilden, heißen sie auch "**stationäre Roboter**".

Für Menschen-Roboter braucht man leichte Arme, die feinfühlig und ungefährlich für echte Menschen sind.



Roboarm von Prof. Pfeifer & Team



(click me!)
ROBONAUT

ROBONAUT hat zwei Arme, die so stark, groß und geschickt sind wie die Arme eines Astronauten in seinem Anzug mit Handschuhen.

Somit brauchen für Robonaut nicht extra Werkzeuge oder Verschlüsse entwickelt zu werden, Robonaut benutzt mit seinen geschickten Händen genau dieselben Werkzeuge wie ein Astronaut.

Besondere Schwierigkeit: Robonaut muss große Temperaturschwankungen aushalten (-25 Grad bis +100 Grad), ohne Luftdruck und in der Schwerelosigkeit funktionieren.

Er darf kein Öl verlieren, da er sonst empfindliche Bauteile der Raumstation verschmutzen könnte.
>>Roboter in Gefahr



(click me!)
ROBONAUT



(click me!)
ROBONAUT

Einen Arm für extrem kalten flüssigen Wasserstoff hat dieser **Tank-Roboter** (links, siehe auch >>Service Roboter)

DEMON (rechts) schraubt alte Autos auseinander. Siehe auch: >>Roboter in Industrie und Transport



DEMON



(click me!)
ROBONAUT

CASPAR operiert am Knie (links, siehe auch >>Dr. med. Robot)

HAZBOT (rechts) geht auf Tour mit seinem mobilen Arm.



Beispieleite aus RoboTechnik: Grundbausteine/ Roboter-Arme (Ausschnitt)

www.RoboWelt.de - Infos, Tipps und Austausch rund um die Welt der Roboter. - I

Datei Bearbeiten Ansicht Favoriten Extras ?

Adresse <http://www.robwelt.de/>



RoboWelt

RoboTechnik

RoboZirkus

RoboKultur

RoboHistory

RoboBauen

RoboSchule

RoboForum

Site-Service



RoboZirkus. Menschen, Tiere, Sensationen rund um die Welt der Roboter.

Viele weitere Roboterfotos zu sehen bei Peter Menzel Photography: ▶▶



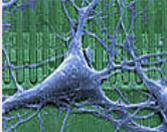
Menschlich: Roboter wie Du und Ich
 Roboter-Menschen, die gehen können ▶▶
 Angewurzelt stehen sie da ▶▶
 Forscher mit Köpfchen ▶▶
 siehe auch: Arme ▶▶ Hände (aus RoboTechnik) ▶▶



Ein tierischer Club
 Von Kängaroo bis Köter ▶▶
 Skorpione, Spinnen und Schlangen ▶▶
 Fische und Flattervieh ▶▶



Geschrumpft: Zwerge der Roboterwelt
 Däumlinge: Mini-Roboter ▶▶
 Streichholzgroß: Micro-Roboter ▶▶
 Kleiner als ein Haar: Nanoroboter ▶▶
 Und in Zukunft? ▶▶



Hightech mit Herz: Bionik ▶▶
 Der Cyborg: Mensch oder Maschine? ▶▶
 Lebende Zellen auf Computerchips ▶▶
 Fressen, Fortpflanzen, Wachsen ▶▶
 Teamwork ▶▶ Verständigung ▶▶ und Konkurrenz ▶▶



Mission Possible: Roboter in Gefahr
 Im Weltall und auf Planeten ▶▶
 Rüstige Retter und kalte Killer ▶▶
 No Problem: Hitze, Gift, Gestank ▶▶



Roboter im Alltag
 Stets zu Diensten: Service ▶▶
 Ich will Spaß und Unterhaltung ▶▶
 Rackern und Rodeln: Industrie und Verkehr ▶▶
 Dr. med. Robot: Medizin-Roboter ▶▶

Inhalt: RoboZirkus

www.RoboWelt.de - Infos, Tipps und Austausch rund um die Welt der Roboter. - M

Datei Bearbeiten Ansicht Favoriten Extras ?

Adresse <http://www.robowelt.de/>



RoboWelt



RoboTechnik



RoboZirkus



RoboKultur



RoboHistory



RoboBauen



RoboSchule



RoboForum



Kultur

RoboKultur. Roboter und andere künstliche Wesen in Kino, Computer, Kunst und Kritik.



...und Action! - Künstliche Wesen im Film
 Arten von künstlichen Wesen im Film ▶▶
 Maria, Franky und Robbie: Pioniere der Roboter-Filme ▶▶
 Ab in die Trickkiste: 1961 bis 1980 ▶▶
 Von krass bis kritisch: 1980 bis 1999 ▶▶
 Immernoch aktuell ?!: Scifi ab 2000 ▶▶



Daten Dummies - Künstliche Wesen im Computer
 Kyoko & Co.: Avatare ▶▶
 Computer-Simulationen
 mit Spiel & Spaß, Sinn & Zweck ▶▶



Cooltour - Roboter und andere künstliche Wesen in...
 ... Musik ▶▶
 ... Theater ▶▶
 ... Literatur ▶▶
 ... Malerei ▶▶ Skulptur ▶▶ Übersicht Cooltour ▶▶

Inhalt: RoboKultur (Ausschnitt)

www.RoboWelt.de - Infos, Tipps und Austausch rund um die Welt der Roboter. - M

Datei Bearbeiten Ansicht Favoriten Extras ?

Adresse <http://www.robowelt.de/>



RoboWelt



RoboTechnik



RoboZirkus



RoboKultur



RoboHistory



RoboBauen



RoboSchule



RoboForum



History

RoboHistory. Mythen, Geschichten und Erfindungen der Urzeit-Roboter



Geschichten und Ideen von Roboter-Wesen
 Uralte Sagen und Mythen von künstlichen-Wesen ▶▶
 Philosophie: Tiere und Menschen sind nur Maschinen ▶▶
 Romane, Gedichte und Theaterstücke
 über künstliche Wesen ▶▶



Vorgänger der Roboter
 Gebets-Statue Anubis und Uhren mit Rädermechanik ▶▶
 Maschinen-Erfindungen des Leonardo da Vinci ▶▶
 Zeitvertreib mit Unterhaltungsmaschinen ▶▶
 Industrie: Lochkarten-gesteuerte Web-Maschine ▶▶



Die Entwicklung des Computers
 Kerbholz, Abakus und mechanische Rechenmaschine ▶▶
 Entdeckung der Elektrizität ▶▶
 Vom elektrischen Rechner zum elektronischen Computer ▶▶
 Und zum heutigen Mikro-Computer ▶▶

Inhalt: RoboHistory (Ausschnitt)

www.RoboWelt.de - Infos, Tipps und Austausch rund um die Welt der Roboter. - N

Datei Bearbeiten Ansicht Favoriten Extras ?

Adresse <http://www.robowelt.de/>



RoboWelt

RoboTechnik

RoboZirkus

RoboKultur

RoboHistory

RoboBauen

RoboSchule

RoboForum



Bauen

RoboBauen. Tipps zum Bauen, Programmieren, Spielen, Lehren und Lernen.

Baue selbst Roboter

Baukästen Lego Mindstorms: ▶▶

Baukästen der Fischertechnik Computing-Reihe ▶▶

Sonstige Baukästen, Bausätze, Bauanleitungen ▶▶

Übersicht und Preisvergleich ▶▶



Seite im Aufbau! Schau' bitte später noch einmal vorbei!

Wenn Sie Fragen oder Info-Angebote haben, wenden Sie sich bitte an ▶▶

Demnächst in RoboBauen:

Steuere und programmiere deine eigenen Roboter!

Programmierungsumgebungen für

Lego Mindstorms

Fischertechnik

sonstige

Inhalt: RoboBauen (Ausschnitt)

www.RoboWelt.de - Infos, Tipps und Austausch rund um die Welt der Roboter. - N

Datei Bearbeiten Ansicht Favoriten Extras ?

Adresse <http://www.robowelt.de/>



RoboWelt

RoboTechnik

RoboZirkus

RoboKultur

RoboHistory

RoboBauen

RoboSchule

RoboForum



Schule

RoboSchule. Tipps für Lehrerinnen und Lehrer, die RoboWelt nutzen wollen.

Neues Fach "Naturwissenschaften 5/6" und Robotik

Infos zu "Naturwissenschaften 5/6" (Learn-Line NRW) ▶▶

Wege in die Welt des Kleinen ▶▶

Geräte und Stoffe im Alltag ▶▶

Sonne - Wetter - Jahreszeiten ▶▶

Pflanzen - Tiere - Lebensräume ▶▶

Wahrnehmung mit allen Sinnen ▶▶

Mein Körper - Meine Gesundheit ▶▶



Wenn Sie Fragen oder Info-Angebote haben, wenden Sie sich bitte an ▶▶

Demnächst in RoboSchule:

Computerwissen für die Grundschule

Inhalt RoboSchule (Ausschnitt)

RoboForum
Das Forum von www.RoboWelt.de - Die Welt der Roboter

[FAQ](#)
[Suchen](#)
[Mitgliederliste](#)
[Benutzergruppen](#)
[Profil](#)
[Du hast keine neuen Nachrichten](#)
[Logout \[fercho \]](#)

Dein letzter Besuch war am: 11 Okt 2004 08:40 pm
Aktuelles Datum und Uhrzeit: 14 Okt 2004 02:44 pm

[Beiträge seit dem letzten Besuch anzeigen](#)
[Eigene Beiträge anzeigen](#)
[Unbeantwortete Beiträge anzeigen](#)

Forum	Themen	Beiträge	Letzter Beitrag
Roboter			
Fragen Hier kannst du alle Fragen über Roboter stellen.	6	13	13 Okt 2004 09:07 am Gast →
Deine Meinung über Roboter Hier kannst du deine Meinung über Roboter los werden.	5	12	23 Sep 2004 04:09 pm fercho →

[Alle Foren als gelesen markieren](#)
[Alle Zeiten sind GMT](#)

Wer ist online?

Inhalt: RoboForum (Ausschnitt, eigenes Pop-up-Fenster auf phpbb-Basis)

www.RoboWelt.de - Infos, Tipps und Austausch rund um die Welt der Roboter. - N

Adresse <http://www.robowelt.de/>

RoboWelt

[RoboTechnik](#)
[RoboZirkus](#)
[RoboKultur](#)
[RoboHistory](#)
[RoboBauen](#)
[RoboSchule](#)
[RoboForum](#)
[Site-Service](#)

Impressum / Kontakt
Copyright ... Fremde Quellen und eigene Texte

Tipps zur Suche ▶▶ ...SiteRobot powered by FreeFind ▶▶

Suche mit SiteRobot
 Hier findest du Glossare zu wichtigen Begriffen aus den Büchern: "Roboter" von Thomas Christaller und Alois Knoll (Fischer-Kompakt Verlag) und "Künstliche Intelligenz" von Günther Görtz und Bernhard Nebel:
 Glossar der **Robotik** ▶▶
 Glossar der **Künstlichen Intelligenz** ▶▶

Impressum / Kontakt ▶▶ Wer ist RoboWelt?
Copyright ▶▶ Fremde Quellen und eigene Texte

2284 Besucher gesamt ... seit 1.3.2003

Personen ▶▶ , die viel mit Robotern zu tun haben/hatten

Inhalt: SiteService (Ausschnitt)

