

Gestalterisch-konstruktives Problemlösen von Sechs- und Achtjährigen

Theoretische Grundlagen und
empirische Studie zur Technischen Gestaltung
in Kindergarten und Unterstufe

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Philosophisch-Sozialwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Augsburg

vorgelegt von
Barbara Wyss Beer aus Hubersdorf
2016

Erstgutachterin: Prof. Dr. Constanze Kirchner
Zweitgutachter: Prof. Dr. Andreas Hartinger

Tag der mündlichen Prüfung: 8. November 2016

Dank

Diese Arbeit ist durch die Unterstützung vieler Personen möglich geworden. Den Kindern und Lehrpersonen, die sich an der empirischen Untersuchung beteiligt haben, danke ich für ihr Interesse, ihr Engagement und ihre Begeisterung.

Mein besonderer Dank gilt Frau Prof. Dr. Constanze Kirchner. Sie hat die Entstehung der Dissertation mit viel Sorgfalt und großer Offenheit unterstützt und begleitet. Herrn Prof. Dr. Andreas Hartinger danke ich für die hilfreichen Rückmeldungen und die Begutachtung.

Barbara Wyss

Inhaltsverzeichnis

Einleitung.....	4
GESTALTERISCH-KONSTRUKTIVES PROBLEMLÖSEN - THEORETISCHE GRUNDLAGEN.....	9
1 Verortung von problemorientiertem Lernen in den Bildungskonzepten der Technischen Gestaltung.....	9
1.1 Problemlösefähigkeiten fördern durch situiertes Lernen	9
1.2 Gestaltungsaufgaben - domänenspezifische Form des Problemlösens	11
1.3 Wesenszug ästhetischen Lernens - die Hervorbringung	12
1.3.1 Handwerklichkeit als domänenspezifisches Merkmal	15
1.3.2 Bildnerisch-ästhetische Prozesse als Form der Problemlösung	25
1.4 Fachlichkeit zwischen zwei Disziplinen - Design und Technik	36
1.5 Design als Bezugsdisziplin.....	41
1.5.1 Fachdidaktische Perspektiven auf das Design	42
1.5.2 Designbasiertes Lernen	44
1.6 Technik als Bezugsdisziplin.....	48
1.6.1 Technik als Gegenstandsbereich schulischer Bildung	49
1.6.2 Technische Bildung zwischen Sach- und Subjektorientierung.....	54
1.6.3 Technische Objekte als Problemstellung	58
1.7 Fazit - Die fachliche Spezifik des gestalterisch-konstruktiven Problemlösens....	59
2 Problemlösen aus kognitionspsychologischer Sicht	61
2.1 Problembegriffe, Problemklassifikationen.....	61
2.2 Problemtypen und -klassifikationen nach Dörner	62
2.2.1 Barrieren als charakteristisches Merkmal von Problemen.....	64
2.2.2 Handlungsoptionen in Problemlösesituationen.....	66
2.3 Einfache und komplexe Probleme - duale Klassifikationen	67
2.3.1 Merkmale komplexer Probleme.....	68
2.3.2 Die Domänenspezifität als Merkmal.....	71
2.3.3 Die Problemcharakteristik von Gestaltungsaufgaben	72
2.4 Problemlösestrategien	74
2.4.1 Algorithmen und Heuristiken.....	75
2.4.2 Planen und Handeln	78
2.5 Fazit - Die Bedeutung von Problemtheorien für das gestalterisch-konstruktive Problemlösen.....	80
3 Designprozesse als didaktisches Paradigma in der Technischen Gestaltung	83
3.1 Design als Orientierungsfeld	83
3.2 Design und designen - begriffliche Eingrenzungen	85
3.3 Gestalten als Methode - der Designprozess im Fokus der Wissenschaft.....	86
3.4 Der Designprozess als Problemlöseprozess	89
3.4.1 Die Spezifik von Designproblemen	91

3.4.2	Designprozessmodelle - zirkuläre und rekursive Verläufe.....	93
3.4.3	Design als Produktentwicklung - Der Designprozess nach G. Heufler.....	95
3.4.4	Design als Denkweise - Der Designprozess nach B. Lawson.....	99
3.5	Analysieren - Planen - Reflektieren als Prozesselemente.....	103
3.5.1	Problemanalyse - Formen der Annäherung.....	103
3.5.2	Planen und Entwerfen - Formen prospektiven Handelns.....	107
3.5.3	Reflektieren - Formen der Prozesssteuerung.....	116
3.6	Schlussfolgerungen.....	121
4	Gestalterisch-konstruktives Problemlösen bei Kindern.....	125
4.1	Bauen und Konstruieren.....	125
4.1.1	Materialität als Inspiration.....	127
4.1.2	Bauen als Komponente des kindlichen Spiels.....	130
4.1.3	Bildende Aspekte des Bauens.....	133
4.2	Basteln - Spannungsfeld zwischen Konformität und Anarchie.....	137
4.3	Gestalterisch-konstruktive Fähigkeiten von Sechs- bis Achtjährigen.....	141
4.4	Entwicklungspsychologische Aspekte der Problemlösefähigkeit.....	147
4.4.1	Analogiebildung als intuitives Prinzip der Problemerkfassung.....	148
4.4.2	Planung als zukunftsorientierte Handlung.....	154
4.4.3	Reflexion als Mittel der Selbstregulation.....	160
4.5	Zusammenfassung und Schlussfolgerung.....	163
5	Zwischenbilanz und Konkretisierung der Fragstellungen.....	166
5.1	Forschungsfokus anhand von Kategorien.....	167
5.2	Forschungsfragen der empirischen Untersuchung.....	169
GESTALTERISCH-KONSTRUKTIVES PROBLEMLÖSEN BEI SECHS- UND ACHTJÄHRIGEN – EMPIRISCHE UNTERSUCHUNG.....		171
6	Forschungsmethodische Überlegungen.....	171
6.1	Begründung der explorativen, videobasierten Untersuchungsmethode.....	171
6.2	Versprachlichung des Bildes - Konsequenzen videobasierter Forschung.....	173
6.3	Inhaltsanalyse nach Mayring.....	174
7	Untersuchungsdesign.....	176
7.1	Datenerhebung.....	176
7.1.1	Erhebungssituation.....	177
7.1.2	Voraussetzung der Untersuchungsgruppe.....	177
7.1.3	Konzeption der Testaufgabe.....	179
7.1.4	Videoaufzeichnung.....	181
7.2	Datenaufbereitung.....	181
7.3	Datenanalyse.....	184
7.3.1	Grobanalyse: Samplings und Verfeinerung der Kategorien.....	184
7.3.2	Sequenzauswahl.....	186
7.3.3	Feinanalyse - Kodierung der Sequenzen.....	186
7.3.4	Auswertung der Fundstellen.....	187
7.3.5	Ablauf des Analyseverfahrens.....	188

7.4	Datendarstellung.....	189
8	Ergebnisse der empirischen Untersuchung.....	190
8.1	Überblick zur Situation der Datenerhebung.....	190
8.2	Erarbeitetes Kategoriensystem.....	191
8.3	Exemplarische Darstellung der Ergebnisse anhand von Fallskizzen.....	200
8.3.1	Erste Fallskizze.....	200
8.3.2	Zweite Fallskizze.....	212
8.3.3	Dritte Fallskizze.....	221
8.3.4	Vierte Fallskizze.....	230
8.3.5	Fünfte Fallskizze.....	240
8.3.6	Sechste Fallskizze.....	250
8.4	Gestalterisch-konstruktives Problemlösen von Sechs- und Achtjährigen.....	259
8.4.1	Sensibilisierung.....	259
8.4.2	Prospektion.....	261
8.4.3	Reflexion.....	267
8.4.4	Problemfokus.....	270
8.4.5	Unterschiede zwischen den beiden Altersgruppen.....	274
9	Diskussion der Ergebnisse.....	280
9.1	Einordnung der Ergebnisse in Theorie und Forschung.....	282
9.2	Relevanz der Studie für die Praxis.....	285
9.3	Grenzen der Studie und Ausblick.....	288
	Verzeichnis der Abbildungen.....	291
	Literaturverzeichnis.....	292
	Anhang.....	305

Einleitung

Ausgangspunkt der vorliegenden Studie bilden Lehr- und Lernsituationen, wie sie in einem Gestaltungsunterricht entstehen, dessen pädagogische und didaktische Grundideen sich nach Ansätzen des problemorientierten Lernens richten. Im Zentrum der Betrachtungen stehen Kinder der Kindergarten- und Primarunterstufe, ihr Umgang mit problemorientierten Aufgabenstellungen, ihre Art und Weise, gestalterisch-konstruktive Herausforderungen anzunehmen und mit ihnen umzugehen.

Problemaufriss und Forschungsinteresse

In Kindergarten und Schule lassen sich durch bildnerische und technische Aufgabenstellungen Lernanlässe initiieren, welche Schülerinnen und Schüler zu gestalterisch-konstruktiven Überlegungen, Entscheidungen und Handlungen anregen und dadurch zur Förderung ihrer fachlichen Fähigkeiten beitragen. Wie diese Fähigkeiten geartet sind, wie sie sich aufbauen und entwickeln, in welcher Abhängigkeit sie zu den alters- und entwicklungsbedingten Voraussetzungen der Kinder stehen, sind fachdidaktische Fragen, die für einen förderorientierten Unterricht wichtig sind. Während im Fachbereich der Bildnerischen Gestaltung,¹ insbesondere im Gebiet der Kinderzeichnung, forschungsbasierte Grundlagen zur Kompetenzentwicklung erarbeitet sind, kann der Bereich der Technischen Gestaltung² nur auf wenig entwicklungsorientierte Forschungsergebnisse zurückgreifen. Gezielte Beobachtungen und Beschreibungen des konstruktiv-gestalterischen Vermögens von Kindern fehlen weitgehend und stellen ein Desiderat der ästhetischen Bildung dar.

Im Unterricht der Technischen Gestaltung nehmen Aufgabenstellungen, bei denen die Produktgestaltung im Zentrum steht, eine zentrale Rolle ein. Funktionale Objekte lassen sich aufgrund ihrer Komplexität für fachliche Lehr-Lernprozesse nutzen. Das Zusammenspiel mehrerer Komponenten wie Materialität, Funktion und Erscheinung, das beim Entwurfs-, Entwicklungs- und Realisierungsprozess berücksichtigt und genutzt werden muss, erfordert von Schülerinnen und Schülern die Verknüpfung von Wahrnehmung, Handlung und

¹ *Bildnerische Gestaltung* ist eine in vielen Kantonen der Schweiz verwendete Bezeichnung für den Fachbereich der bildnerisch-künstlerischen Bildung. Ihre Inhalte und Zielsetzungen stehen weitgehend in Übereinstimmung mit dem Fach *Kunst*, *Kunsterziehung* oder *Kunstunterricht* des deutschen Schulsystems.

² *Technische Gestaltung* ist eine von mehreren nebeneinander existierenden Fachbezeichnungen für den Bereich der handwerklich-gestalterischen Bildung. Andere Bezeichnungen sind: *Werken*, *Werkunterricht*, *Technisches Gestalten*. Die beiden Fachbereiche *Bildnerische und Technische Gestaltung* werden in einigen pädagogischen Hochschulen als Bereich *Künste* oder als *Ästhetische Bildung* oder als *Kunst und Design* zusammengefasst.

Reflexion. Die Gestaltungsarbeit erweist sich dabei oft als Problemlöseprozess, der eine sinnvolle Abfolge von Teilschritten verlangt. Die bewusste Steuerung dieses Prozesses, das Verfügen über eine methodische Vielfalt von Lösungsfindungsstrategien sowie handwerklich-technisches Wissen und Können stellen wichtige Dimensionen einer elaborierten Gestaltungscompetenz dar.

Zur Konzipierung von Lerngelegenheiten und zur Steuerung förderlicher Lernprozesse nutzt die Fachdidaktik der Technischen Gestaltung idealtypische Modelle von Gestaltungsprozessen, bei denen insbesondere Prozessschritte wie *Entwerfen, Planen, Erproben, Realisieren, Evaluieren* im Zentrum stehen.

Das Design als professions- und wissenschaftsspezifische Disziplin bietet dazu inhaltliche wie auch arbeitsmethodische Anknüpfungspunkte. Theorien und Modelle zur Spezifik des Problemlösens bei Designern und Designerinnen finden daher zunehmend Eingang in fachdidaktische Konzepte der Technischen Gestaltung (vgl. Cross 2011; Kimbell und Stables 2008; Jonassen 2001). Diese fachliche Verbindung zum Design wird in vielen fachdidaktischen Gremien als fruchtbar und notwendig erachtet (vgl. Middleton 2005; De Vries 2007; Campell und Jane 2012; Barlex 2007). Aktuell beziehen sich jedoch Untersuchungen zu designorientiertem Lernen hauptsächlich auf Lernarrangements mit Erwachsenen oder mit Schülerinnen und Schülern der oberen Schulklassen und kaum auf die Altersstufe von Kindergarten und Unterstufe. Inwiefern die in Designprozessen enthaltenen Problemlösestrukturen auch als Modell für den Gestaltungsunterricht von jüngeren Kindern dienen können und wie weit das Gestaltungsverhalten jüngerer Kinder überhaupt als problemlösend bezeichnet werden kann, muss im Hinblick auf die Umsetzung neuerer curricularer Konzepte, die das Design zur Bezugsdisziplin erklären, grundlegend betrachtet werden.

Der Aufforderung in aktuellen Curricula, problemorientierte Aufgabenstellungen entsprechend dem Entwicklungsstand der Schülerinnen und Schüler zu konzipieren, können Lehrpersonen oft nur schwer nachkommen. Zwar werden Unterrichtsvorhaben so geplant, dass der Lösungsprozess dem Verlaufsschema von Problemanalyse - Entwurf - Realisation - Reflexion folgen soll, die Realität zeigt jedoch, dass die Erwartung an ein entsprechendes Problemlöseverhalten oft enttäuscht wird. Lehrpersonen müssen feststellen, dass idealtypische Prozessbeschreibungen nur bedingt mit dem Verhalten von Schülerinnen und Schülern übereinstimmen. Diese Bedingtheit kann jedoch nicht angemessen analysiert werden, da Erklärungsmodelle zum gestalterischen Problemlösen von Kindern fehlen. Dies kann zu voreiligen und ungünstigen stufenspezifischen Zuordnungen führen, indem die Bewältigung problemlöseorientierter Aufgaben nur älteren Schülerinnen und Schülern zugetraut wird, während die Gestaltungstätigkeiten jüngerer Kinder in der Primarunterstufe und insbesondere

im Kindergarten oft entweder dem Prinzip der kleinschrittigen Reproduktion folgen müssen oder dem freien Gewähren-Lassen ausgesetzt sind. Dadurch besteht die Gefahr, dass gestalterische Tätigkeit jüngerer Kindern banalisiert, Fähigkeiten unterschätzt und Lernchancen verpasst werden.

An diesem fachdidaktischen Sachverhalt setzt die vorliegende Studie an. Ihr Ziel ist es, das gestalterisch-konstruktive Problemlösen von Sechs- und Achtjährigen zu beobachten, zu befragen und darin die Eigenheiten des gestalterischen Problemlösens von Kindern im Schuleingangsbereich zu erkennen. Dadurch soll eine Grundlage geschaffen werden, curriculare fachliche Ansprüche des problemorientierten Lernens mit altersspezifischen Voraussetzungen von Kindern in Beziehung setzen zu können und umgekehrt. Aus dem bisher Geschilderten lässt sich das Erkenntnisinteresse durch folgende Forschungsfragen formulieren:

Worin besteht die Charakteristik des gestalterisch-konstruktiven Problemlösens bei Kindern im Kindergarten- und Unterstufenalter? Inwiefern kann dabei von Handlungen des Planens und Reflektierens gesprochen werden? Welche Unterschiede bestehen diesbezüglich zwischen Sechs- und Achtjährigen?

Zur Erarbeitung dieser zentralen Forschungsfragen stellen sich vorausgehend folgende Leitfragen: Worin besteht die Spezifik des gestalterisch-konstruktiven Problemlösens in der Technischen Gestaltung? Worin ist die in aktuellen Fachdiskussionen und Lehrplänen herausgestellte Beziehung zu designbasierten Konzepten begründet? Wie lässt sich das Problemlöseverhalten von Sechs- und Achtjährigen erfassen und analysieren?

Konzipierung und Gliederung der Arbeit

Das Dissertationsvorhaben dient der Beschreibung und Analyse gestalterisch-konstruktiver Kompetenzen Sechs- und Achtjähriger. Gestalterisch-konstruktives Tun ist dabei zu verstehen als eine freie, initiierte oder angeleitete Handlungs- und Äußerungsform, welche sich bei der Herstellung von (meist dreidimensionalen) Objekten zeigt, die sowohl einen bildhaft-repräsentativen wie auch einen funktional-technischen Charakter haben. Diese Verknüpfung von Bild und Funktion wird oft in Produkten sichtbar, die bei spontanen kindlichen Tätigkeiten, wie beispielsweise beim 'Basteln' und beim 'werk tätigen Spiel' entstehen. Sie zeigt sich aber auch als konstitutives Merkmal von Aufgabenstellungen, die im Unterricht der Technischen Gestaltung angewandt werden, um Problemlöseprozesse zu initiieren und fachliche Fähigkeiten zu fördern.

Die Arbeit beinhaltet eine theoretische und eine empirische Auseinandersetzung. Der theoretische Teil ist so konzipiert, dass fachdidaktische,

fachwissenschaftliche und entwicklungsbedingte Aspekte des Problemlösens beleuchtet werden. Im 1. Kapitel werden anhand unterschiedlicher Perspektiven Sinnfälligkeiten, die sich zwischen problemorientiertem Lernen und Bildungszielen der Technischen Gestaltung ergeben, herausgearbeitet und sichtbar gemacht. Dies erfolgt einerseits bezogen auf Grundideen der ästhetischen Bildung und andererseits im Hinblick auf domänenspezifische Schwerpunkte der Bezugsdisziplinen Design und Technik. Damit sollen fachliche und fachdidaktische Potentiale des problemorientierten Lernens in der Technischen Gestaltung aufgezeigt und die Eigenheiten des gestalterisch-konstruktiven Problemlösens herausgearbeitet werden.

Konzepte von Problemen und Problemlöseverhalten basieren auf Begriffsdefinitionen und Erklärungsmodellen, deren theoretische Grundlagen hauptsächlich der Kognitionspsychologie entstammen. Sie werden im 2. Kapitel dargelegt und dienen dazu, den Begriff *Problem* und die Implikationen von Problemstellungen ganz allgemein zu verstehen.

Im Anschluss an die Betrachtung allgemeiner Konzepte stehen im 3. Kapitel designspezifische Formen von Problemstellungen im Zentrum. Das Kapitel zeigt auf, worin die Spezifik von Gestaltungsproblemen besteht, welche designtheoretischen Modellvorstellungen von Problemlöseprozessen daraus hervorgehen und welche Problemlösefähigkeiten und -strategien im domänenspezifischen Bereich des Produktdesigns zur Anwendung kommen.

Während die designspezifischen Betrachtungen von Problemlösefähigkeiten sich mit elaboriertem und domänenspezifischem Verhalten, also mit dem Tun von Erwachsenen befassen, werden im 4. Kapitel das Kind und seine alters- und entwicklungsspezifischen Zugänge zum Problemlösen ins Zentrum gestellt. Mit dem Bauen und Konstruieren sowie dem kindlichen Basteln werden zwei Tätigkeitsbereiche in den Blick genommen, die zu den elementaren Spiel- und Gestaltungsformen vieler Kinder gehören und in enger Beziehung zum problemorientierten Handeln stehen. Den Betrachtungen folgt die Darlegung von Erkenntnissen zu alters- und entwicklungsspezifischen Voraussetzungen des Gestaltens und des Problemlösens.

Im 5. Kapitel werden die wichtigsten Schritte der theoretischen Auseinandersetzung rekapituliert, die Forschungsfragen im Hinblick auf den empirischen Teil präzisiert sowie Schlussfolgerungen zur Art der Untersuchung gezogen. Sie bestehen darin, zu definieren, unter welchem Blickwinkel sich Problemlöseverhalten von Kindern untersuchen und die Forschungsfragen beantworten lassen.

Der zweite Teil der Arbeit besteht aus einer empirischen Untersuchung. In einer qualitativen, explorativen Studie wird anhand einer Testaufgabe das Problemlöseverhalten von Sechs- und Achtjährigen untersucht. Die Aufgabe ist

so angelegt, dass sie gestalterisch-konstruktives Handeln verlangt und Problemstellungen aufweist, für die Kinder eigene Ideen finden und entwickeln müssen. Die Erhebung erfolgt videobasiert. Die Datenauswertung wird durch eine qualitative Inhaltsanalyse (nach Mayring) vorgenommen. Anhand aus der Theorie abgeleiteter Beobachtungsdimensionen (Oberkategorien) des Problemlösens wird das Datenmaterial analysiert. Es wird nach Handlungsformen gesucht, die sich diesen Oberkategorien zuordnen lassen, diese dadurch präzisieren und das Bilden von Unterkategorien ermöglichen. Das entwickelte Kategoriensystem stellt das Ergebnis der Untersuchung dar und ermöglicht das Beantworten der Frage nach der Charakteristik des gestalterisch-konstruktiven Problemlösens von Kindern im Schuleingangsalter. Um das Problemlöseverhalten in seiner Konkretheit zu zeigen, werden einzelne Gestaltungsprozesse ausführlicher beschrieben und in Form sogenannter Fallskizzen dargestellt. Durch sie lassen sich weitergehende Fragen nach altersspezifischen Differenzen zwischen Sechs- und Achtjährigen beantworten sowie eine Einbettung der Ergebnisse in die Theorie vornehmen.

1 Verortung von problemorientiertem Lernen in den Bildungskonzepten der Technischen Gestaltung

Ausgangspunkt und Intention, die zur forschenden Auseinandersetzung mit dem gestalterisch-konstruktiven Problemlösen führen, haben einen schulischen Hintergrund. Deshalb ist es notwendig, die fachdidaktische Relevanz und somit auch die disziplinäre Spezifik des Problemlösens in der Technischen Gestaltung darzustellen. In diesem Kapitel wird das Problemlösen in seinem fachdidaktischen und pädagogischen Kontext, also in Zusammenhang mit dem problemorientierten Lernen betrachtet, indem fachliche Komponenten gestalterischer Problemstellungen erörtert und die dahinterliegenden Bildungsabsichten und -potentiale deutlich gemacht werden – dies mit dem Ziel, Sinn und Eigenheit des gestalterisch-konstruktiven Problemlösens zu erkennen und zu beschreiben.

1.1 Problemlösefähigkeiten fördern durch situiertes Lernen

In den vergangenen vierzig Jahren hat das Fach *Technische Gestaltung* in der Schweiz eine deutliche Verschiebung der Inhalte und Zielsetzungen erfahren. Neben der Aufhebung geschlechtsspezifischer Ausrichtungen und einer damit verbundenen Überwindung enger rollen- und berufsbezogener Zuordnungen zeigt sich in aktuellen Fachverständnissen eine Akzentverschiebung weg von einem materialen, objektbezogenen hin zu einem formalen, subjektbezogenen Bildungsansatz. Basierend auf konstruktivistischen Lerntheorien gewannen schülerzentrierte Unterrichtskonzepte an Bedeutung. Die Wandlung zeigt sich im Unterricht der Technischen Gestaltung am offensichtlichsten daran, dass der Gestaltungsprozess als Phase des Lernens an Wichtigkeit gewonnen hat.

Welches Gewicht diesbezüglich gestalterischen Auseinandersetzungen gegeben wird, machen die Zielformulierungen einzelner kantonaler Lehrpläne deutlich, die den Gestaltungsprozess als Bildungsprozess anerkennen und ihm wesentliche Beiträge zur Förderung fachlicher und überfachlicher Fähigkeiten zumessen. Als zentraler Bildungsauftrag des Werkunterrichts bzw. der Technischen Gestaltung wird die Förderung der Problemlösefähigkeit genannt. Der folgende Auszug aus dem Lehrplan des Kantons Solothurn zeigt fachliche und pädagogische Leitideen auf, die sich in ähnlicher Weise auch in den Lehrplänen anderer Kantone finden:

„Werken bedingt problemorientierte Aufgabenstellungen. Diese sind wie in anderen Fächern lernzielorientiert. Schülerinnen und Schüler lassen sich auf

einen Arbeitsprozess ein: Analyse - Planung - Durchführung - Auswertung. Bei der Analyse der Problemstellung erfährt das Kind die Komplexität der Aufgabe, die materiellen, funktionalen und gestalterischen Aspekte. Es plant individuelle und seinem Entwicklungsstand angemessene Lösungsmöglichkeiten. Die Schülerinnen und Schüler erleben, dass sie fähig sind, ein Problem anzupacken und es Schritt für Schritt zu einem Ziel zu führen. Diese Fähigkeit hat einen großen positiven Einfluss auf das Selbstwertgefühl und die Selbständigkeit jedes Kindes" (Lehrplan-Arbeitsgruppe Technisches Gestalten 2004, S. 7).

Problemorientierte Aufgabenstellungen haben in vielen Fachdisziplinen an Bedeutung gewonnen (vgl. Gräsel 1997; Mandl und Reinmann 2006; Zumbach 2003). Begründungen dafür ergeben sich aus den lerntheoretischen Ansätzen des Konstruktivismus sowie aus dem Bestreben, eine Kluft zwischen Wissen und Handeln, wie sie sich in professionsbezogenen Studienrichtungen wie beispielsweise der Medizin, Rechtswissenschaft oder Technik zeigen kann, aufzuheben oder zumindest zu verringern (vgl. Reusser 2005, S. 161).

Ansätze des problemlöseorientierten Lernens sind einerseits als didaktisches Mittel zu verstehen, welches intrinsische Motivation sowie selbstverantwortliches und selbstgesteuertes Lernen ermöglicht und nutzt, sie sind gleichzeitig auch ein Ziel schulischer und beruflicher Bildung, indem die Förderung von Problemlösefähigkeit als fachliche und überfachliche Kompetenz angestrebt wird (vgl. Lee und Kolodner 2011; Reusser 2005). Die Fähigkeit, sich in neuen Situationen adäquates Wissen zu erwerben, wird als elementare überfachliche und für die berufliche Zukunft der Schülerinnen und Schüler ausschlaggebende Kompetenz erachtet. Eine diesbezüglich wichtige Anforderung an die Bildung sehen die Pädagogen Heinz Mandl und Ulrike-Marie Krause darin, dass Lernende so auf eine Lebens- und Berufswelt vorbereitet werden, in der sie ihren Wissenserwerb aktiv und flexibel selber steuern können. Dazu sind metakognitive Fähigkeiten, Kooperationskompetenz und Medienkompetenz notwendig (vgl. Mandl und Krause 2001, S. 10).

„Für die Förderung komplexer Fähigkeiten wie Selbststeuerung und Kooperation bietet sich daher ein Fokus auf die indirekte Förderung durch die Gestaltung problemorientierter Lernumgebungen an“ (Mandl und Krause 2001, S. 15). Insbesondere die Selbststeuerungskompetenz wird durch die Bearbeitung von Problemstellungen gefördert, da Schülerinnen und Schüler das eigene Lernen vorbereiten, die Lernaktivität durchführen, das Lernen regulieren und die Lernleistungen bewerten. Dabei spielen metakognitive und motivationale Fähigkeiten eine wichtige Rolle (vgl. Mandl und Krause 2001, S. 11).

Die Gestaltung von problemorientierten Lernumgebungen folgt der Idee des *situierten Lernens* und basiert auf der Grundannahme, dass Lernprozesse idealerweise in situations- und kontextgebundenen Auseinandersetzungen

vollzogen werden, damit exploratives Lernverhalten und ein flexibler Umgang mit Wissen möglich sind. Situiertes Lernen soll die Produktion von tragem Wissen, das letztlich in der Praxis nur schwer anwendbar ist, vermeiden (vgl. Gräsel 1997, S. 31).

Kernelement situierten Lernens ist die Bearbeitung wirklichkeitsnaher Aufgabenstellungen. Diese dienen der Simulation realer Situationen und sollen die Verknüpfung von Kognition und Handeln verstärken. Der Erziehungswissenschaftler Kurt Reusser weist auf zwei unterschiedliche Prototypen hin, von denen der eine einem *Wissen-Anwendungs-Prinzip* und der andere einem *Wissen-Erwerbs-Prinzip* folgt (vgl. Reusser 2005, S. 160 f.). Bei ersterem geht es primär darum, bereits vorhandenes oder frisch aufgebautes Wissen zu festigen. Dazu eignen sich Aufgabenstellungen, die eine wohldefinierte (*well-defined*) Struktur aufweisen (vgl. Funke 2003, S. 29). Beim zweiten Prinzip sind die Aufgabenstellungen weniger gut strukturiert (*ill-defined*), ihnen ist oft keine Belehrungs- oder Instruktionsphase vorausgegangen, was dazu führt, dass ein Wissenserwerb im Zuge des Lösungsprozesses erfolgt. Dieses als *generatives Problemlöseverhalten* (vgl. Klauer 1998, S. 278) bezeichnete Vorgehen dient nicht nur dem Aufbau fachlicher Grundlagen, sondern auch der Förderung einer generellen Problemlösekompetenz. Es generiert demnach ein epistemisches, auf Fakten, Fachwissen und sachliche Informationen bezogenes und auch ein heuristisches, problemunabhängiges, auf Lösungsstrategien bezogenes Wissen (vgl. Gruber 1999, S. 185 f.). Als günstige Voraussetzung für den Erwerb von relevantem Fachwissen gilt die Schaffung authentischer Lernsituationen mit hohem Realitätsbezug, die eine problemlösende Auseinandersetzung mit Sachverhalten aus unterschiedlichen Blickwinkeln ermöglichen (vgl. Mandl und Reinmann 2006, S. 640 f.).

1.2 Gestaltungsaufgaben - domänenspezifische Form des Problemlösens

Im Hinblick auf die Grundannahmen problemorientierten Lernens stellt sich die Frage, inwiefern gestalterisch-konstruktive Problemlöseprozesse, wie sie innerhalb von Lernsettings in der Technischen Gestaltung initiiert werden, in den Konzepten des problemorientierten und situierten Lernens aufgehoben sind.

Es ist auffallend, dass die erziehungswissenschaftliche Betrachtung der Problemlösefähigkeit aus einem kognitionsspezifischen Blickwinkel erfolgt, insbesondere die Mathematik als Feld problemlöseorientierten Lernens ins Auge fasst und somit vorwiegend Denkopoperationen mit Problemlösen verbindet (vgl. Dörner 1987, S. 10 ff.; Zimmerman und Campillo 2003, S. 234), obwohl erkannt wird, dass es sich bei mathematischen Aufgaben oft um wohldefinierte Probleme handelt (Reusser 2005; Zimmerman und Campillo 2003). Dass

Herausforderungen aus technischen und ästhetischen Bereichen vielfach komplexere Probleme darstellen und Lösungen erfordern, die nicht ‚einfach‘ auf dem Papier zu erbringen sind, findet in der erziehungswissenschaftlichen Diskussion wenig Beachtung. Der Technischen Gestaltung ist es bislang offenbar nicht in erforderlichem Maß gelungen, ihr diesbezügliches Bildungspotential zu beschreiben oder gar zu belegen.

In den nachfolgenden Darlegungen soll herausgearbeitet werden, worin eine disziplinäre Spezifik zur Förderung der Problemlösefähigkeit in der Technischen Gestaltung begründet ist. Sie erfolgen anhand der Betrachtung dreier Komponenten, die alle eine zentrale fachliche und fachdidaktische Bedeutung für die Technische Gestaltung haben und in den aktuellen Lehrplänen sowie im künftigen Lehrplan 21 als Bildungsziele oder als didaktische Leitlinien deklariert sind.³

Die erste Komponente ergibt sich aus der Einbettung der Technischen Gestaltung in Konzepte der ästhetischen Bildung und den damit verbundenen Zielsetzungen, die zweite und dritte Komponente beziehen sich auf die beiden Bezugsdisziplinen des Fachs: Design und Technik. Anhand jeder Komponente soll aufgezeigt werden, ob und wie sich aus ihr heraus eine Notwendigkeit bzw. das Potential zur Förderung von Problemlöseverhalten ergibt.

1.3 Wesenszug ästhetischen Lernens - die Hervorbringung

Tätigkeiten des Planens, Entwickelns und Realisierens von Objekten durch die Bearbeitung von Materialien kennzeichnen das lernende Handeln der Schülerinnen und Schüler im Unterricht der Technischen Gestaltung. Es sind konstitutive Elemente des Fachs, die in mehrfacher Hinsicht bildende Bedeutung haben, denn der produktive Akt als Weg von der Idee zum Gegenstand kann als Ausdruck eines gestalterischen Willens des Kindes und als erkenntnisbildende Form des Verstehens und Begreifens betrachtet werden. Kinder setzen sich durch zweidimensionale oder dreidimensionale Repräsentation von Dingen mit ihrer Umgebung auseinander und nehmen sich selbst als gestalterisch handlungsfähig wahr (vgl. Beekmann 1998, S. 36 ff.).

Der Akt des Hervorbringens bietet ihnen die Möglichkeit, sich mit der Welt in Beziehung zu setzen und dadurch die Welt als gestaltbar und sich selbst als gestaltend zu erfahren. Zentrale Ausgangspunkte sind dabei eigene, leiblich-

³ Der Lehrplan 21 wurde von 2010-2014 als Projekt der Deutschschweizer Erziehungsdirektorenkonferenz erarbeitet. Mit ihm sollen die bislang kantonal geregelten Curricula der Volksschule in 21 deutsch- und mehrsprachigen Kantonen harmonisiert und damit eine größere Vereinheitlichung der obligatorischen Schulbildung erreicht werden. Die Einführung des Lehrplans erfolgt in den einzelnen Kantonen voraussichtlich in den Jahren 2015 – 2020.

sinnliche Wahrnehmungen und daraus resultierende Erfahrungen.⁴ Dadurch korrespondiert produktives mit rezeptivem Tun. Das Wechselspiel zwischen Produktion und Rezeption ermöglicht Lernenden, ihre eigenen Vorstellungen mit Sachverhalten in Beziehung zu setzen. In der Technischen Gestaltung kann das Wechselspiel von Rezeption und Produktion in jenen Handlungen bedeutsam werden, in denen Kinder Objekte ihrer Umgebung wahrnehmen, sie in Form selbstgemachter Dinge repräsentieren und dadurch ihre Wahrnehmung der Objekte präzisieren und verändern.

Dieses Zusammenspiel von Ich und Welt beschreibt der Kulturpädagoge Eckart Liebau als Voraussetzungen des Lernens und insbesondere als Prinzip der ästhetischen Bildung. „Bildendes Lernen ist ein dialektischer, ein offener Prozess - das Kind wirkt auf die Welt ein, es bewirkt dort etwas, und das, was es da bewirkt, wirkt überraschend und nicht vorhersehbar auf es zurück. Damit muss es dann wieder etwas anfangen. [...] Wenn das Kind zum ersten Mal ein Menschenbild malt, begibt es sich nicht nur objektiv, sondern auch subjektiv in eine strukturell neue Situation, die eine Umstrukturierung der Wahrnehmungs-, Denk-, Urteils- und Handlungsmuster erfordert“ (Liebau 2013, S. 30). Liebau geht davon aus, dass diese Art dialektischer Lernprozesse, bei denen eigene, subjektive Zugänge Auseinandersetzungen mit Dingen, Themen, Fragen, Phänomenen usw. ermöglichen, bei künstlerisch-ästhetischen Tätigkeiten vor allem durch das Zusammenspiel von Produktions- und Rezeptionsprozessen zum Tragen kommen. Er weist allerdings auf die diesbezüglich relativ kurze Forschungstradition hin⁵ und betont die Notwendigkeit von Untersuchungen, welche sich auf die fachlichen Besonderheiten und das disziplinäre Bildungspotential der künstlerischen Disziplinen beziehen (vgl. Liebau 2013, S. 37).⁶

⁴ Die Auffassung, dass die Sinne als Ausgangspunkt jeglicher Erfahrung und somit als alleinige Basis von ästhetischem Lernen zu betrachten sind, hat eine bedenkenswerte Kehrseite. Die Überbetonung sinnlich-leiblicher Zugänge als Voraussetzung des Lernens birgt die Gefahr, dass die ästhetische Bildung als ‚versinnlicht‘ und kognitionsfeindlich missverstanden wird. Insbesondere mit Verweisen auf eine medialisierte und dadurch scheinbar entsinnlichte Lebenswelt der Kinder werden der ästhetischen Bildung kompensatorische Aufgaben zugesprochen und übertragen, die nicht den Kern ihres Potentials treffen (vgl. Seelinger 2003, S. 83).

⁵ Liebau macht auf die Notwendigkeit aufmerksam, Formen des ästhetischen Lernens domänen-spezifisch grundlegend zu erforschen und weist auf das Fehlen fundierter Belege für die Wirkungsweisen und Lerneffekte künstlerischer Tätigkeiten hin. Er sieht darin nicht nur einen fachdidaktischen Gewinn für die ästhetische Bildung, sondern auch die Chance, so der relativ gehaltenen und unspezifischen Kopf-Herz-Hand-Formel, die oft mit künstlerisch-ästhetischen Schulfächern in Verbindung gebracht wird und einem damit verbunden diffusen Ganzheitlichkeitsbegriff entgegenzuwirken (vgl. Liebau 2013, S. 30).

⁶ Liebau weist auf Forschungsanstrengungen hin, die in den vergangenen Jahren dazu dienen, positive Auswirkungen künstlerischer und speziell musizierender Tätigkeiten auf andere Bereiche des Lernens zu belegen (vgl. dazu auch Duncker et al. 1993). Diese Art der

Gemessen an den Aktivitäten und Ergebnissen anderer fachdidaktischer Disziplinen blickt die ästhetische Bildung zwar tatsächlich auf eine relativ kurze Forschungstradition zurück. Dennoch ist im Hinblick auf Liebaus berechnete Forderung, fachdidaktische Untersuchungen konkret auf die Spezifik der einzelnen Bereiche der ästhetischen Bildung auszurichten (vgl. Liebau 2013, S. 38), zu konstatieren, dass die Kunstpädagogik in den vergangenen Jahren genau diesem Anspruch gerecht wurde, indem sie ihr Erkenntnisinteresse und ihre Forschungsarbeit auf die Besonderheit bildsprachlicher Fähigkeiten richtete (vgl. dazu die Darstellungen in: Kirchner und Miller 2013; Peez 2007; Reuter 2013), um die Besonderheit fachlicher Kompetenzen sowohl hinsichtlich ihrer Entwicklung, ihrer Erscheinung und ihrer bildenden Relevanz zu beobachten und zu belegen.

Der Pädagoge Klaus Mollenhauer verlangt, „den ästhetischen Modus in seiner Eigentümlichkeit zu beschreiben“ (vgl. Mollenhauer 1996, S. 26). In bildnerischen und musikalischen Tätigkeiten erkennt er die Möglichkeit, dass Kinder sich durch produktives Tun mit der realen Welt auseinandersetzen. Das In-Beziehung-Setzen von Ich und Welt erachtet Mollenhauer als Kern ästhetischer Bildungsprozesse und hält fest: „Dass die Kinder diese Produktivität nicht nur in ihren Objekten unter Beweis stellen, sondern davon durchaus ein Bewusstsein haben [...]. Es zeigte sich überdies, dass im Bewusstsein der Kinder ästhetische Produktivität die (äußere) Realität nicht einfach abbildet, sondern Fiktionen konstruiert. Die so fingierte (neue) Wirklichkeit verliert dadurch nichts an Ernst: denn nun stehen die Selbst-Anteile in dieser Art von Tätigkeit auf dem Spiel“ (Mollenhauer 1996, S. 254).

Mit Mollenhauers Aussage taucht neben dem Ausdruck von *Ich* und *Welt* ein weiteres Begriffspaar auf – jenes von *Fiktion* und *Wirklichkeit*. Die Möglichkeit, in gestalterischen Aktivitäten Imagination und Realität zusammenzubringen, zu verbinden, zu vermischen, zu vertauschen, fügt dem Akt der Hervorbringung eine weitere Eigenschaft zu, die als spezifisch für das ästhetische Lernen bezeichnet werden kann. Sie macht ihn zu einer Form der Artikulation, die nachahmend und mimetisch, aber auch originär und eigenständig sein kann. In dieser Eigenschaft kann er Reales und Fiktives, Erfundenes und Erkanntes, Vergangenes und Zukünftiges zusammenbringen.

In der Eigentümlichkeit dieser Hervorbringungen muss sich denn auch, ebenso wie in den bildenden Intentionen und den inhaltlichen Bezügen, die Fachlichkeit einzelner Bereiche der ästhetischen Bildung zeigen (vgl. Mollenhauer 1996, S.

Transferforschung erachtet Liebau als problematisch, da dadurch Untersuchungen zur Wirksamkeit im eigenen Fachbereich vernachlässigt werden. „Man hat vergleichsweise häufig gefragt, ob Mozart kognitiv oder sozial schlau macht [...], aber nur sehr viel seltener, ob und wie Mozart zu musikalischer Kompetenz führt“ (Liebau 2013, S. 37).

26 f.). In der Technischen Gestaltung liegen diese Eigentümlichkeiten in einer materialbezogenen, materialtransformierenden und daher handwerklichen Art der Performance. Durch sie finden technisch-funktionale wie auch bildhafte Repräsentationen statt. Die Bedeutung handwerklicher Ausführung und bildhaft-technischer Artikulation ist denn auch im Hinblick auf das problemorientierte Lernen genauer zu betrachten.

1.3.1 Handwerklichkeit als domänenspezifisches Merkmal

Selbst wenn die Förderung handwerklicher Fähigkeiten im Sinne eines traditionellen Handfertigkeitsunterrichts⁷ nicht mehr das primäre Ziel der Technischen Gestaltung sein kann, so ist und bleibt das Handwerk ein Spezifikum des Fachs und ist bezogen auf dessen Verortung im Fächerkanon sozusagen eines seiner Alleinstellungsmerkmale.⁸

Lernendes Tun vollzieht sich in der Technischen Gestaltung letztlich immer wieder durch die manuelle Auseinandersetzung mit Materialien, durch deren Bearbeitung und Transformation sowie durch die Handhabung von Werkzeugen. Bezogen auf die Unterrichtsformen in der Technischen Gestaltung und im Hinblick auf alters- und entwicklungsspezifische Herangehensweisen der Schülerinnen und Schüler werden die Begriffe *Handwerk* und *handwerkliche Tätigkeit* im Folgenden für jene Handlungen verwendet, bei der durch manuelles Tun ein Material (Werkstoff) mit oder ohne Werkzeug bearbeitet wird. Bei diesem Tun kann es sich sowohl um einen explorativen oder übenden Umgang mit Werkstoffen handeln oder um eine Aktivität, die Teilschritt einer

⁷ Das um 1880 in Deutschland ins Leben gerufene ‚Zentralkomitee für Handfertigkeit und Hausfleiß‘ forderte zwecks Hebung des ökonomischen Wohlstandes der Familien einen Beitrag der Schulen in Form eines praktischen Schulfachs, in dem mit den Nebeneffekten von einer berufsvorbereitenden Bildung und einem Ausgleich zu kopflastigen Schulfächern nützliche Dinge für das tägliche Leben hergestellt werden sollten (vgl. Gonon 2013). Die Schweiz folgte dem Beispiel und führte analog zum Handarbeitsunterricht der Mädchen, der bereits seit 1830 Teil des Fächerkanons war, den Handfertigkeitsunterricht für die Knaben ein. Von Beginn an wurde die berufsvorbereitende Intention, die dem Fach zugrunde liegen sollte, kritisiert und nach pädagogischen Begründungen des Unterrichts verlangt (vgl. ebd., S. 21).

⁸ Das Handwerk hatte bis in die Sechzigerjahre des vergangenen Jahrhunderts eine zentrale Bedeutung im Werkunterricht. Die systematische Erarbeitung bzw. Vermittlung klar definierter manueller Verfahren standen im Zentrum des Unterrichts. Die Realisierung ausgewählter Produkte (Werkstücke) diente dazu, bestimmte Verfahren systematisch zu erlernen. Mit dem Handfertigkeitsunterricht, der nach Geschlechtern getrennt war und als Berufsvorbereitung galt, verbanden sich nicht nur hohe Ansprüche an die handwerkliche Qualität und an fachliche Richtigkeit, sondern auch die Pflege von Arbeitstugenden wie Genauigkeit, Sorgfalt, Sauberkeit und Fleiß. Mit dem Wandel des Fachs hat das Erlernen handwerklicher Techniken diese zweckorientierte Ausrichtung verloren. Der Umgang mit Werkzeug und Maschinen wurde in den Dienst des Gestaltungsprozesses gestellt. Dadurch haben sowohl das Handwerk wie auch das handwerkliche Produkt ihren einstigen Status verändert.

weiterführenden Handlung, wie beispielsweise die Herstellung eines Objektes, ist.

Die Materialbearbeitung, die Handhabung von Werkzeugen und die Anwendung technologischer Verfahren sind drei Modi, welche einerseits die Komplexität handwerklicher Tätigkeiten und andererseits den gestalterischen Aktionsradius von Schülerinnen und Schülern bestimmen.

Die Beziehung von Denken und Handeln im Unterricht der Technischen Gestaltung

Angesichts des langwierigen Prozesses, der Entwicklungs- und Überzeugungsarbeit, die aufgewendet wurde, um das Fachverständnis der Technischen Gestaltung von tradierten Vorstellungen eines Handfertigkeitsunterrichts abzulösen, ist es ein heikles Unterfangen, nun das Handwerk als wichtige Komponente der Technischen Gestaltung zu bezeichnen. Die Gefahr, Missverständnisse zu produzieren und in die Falle einer verkürzten Kopf-Hand-Pädagogik zu geraten, ist nicht zu unterschätzen, denn handwerkliches Tun hat im Gestaltungsunterricht immer wieder mit Fehldeutungen zu kämpfen.⁹ Umso notwendiger ist es, die bildende und fachliche Bedeutung des Handwerks herauszustellen. Selbst wenn es nicht zentraler, inhaltlicher Gegenstand des Fachs ist, kommt ihm besonders in Zusammenhang mit problemorientiertem Lernen mehr zu, als nur methodisches Instrument einer inhaltlichen Idee und somit didaktisches Mittel zum bildenden Zweck zu sein.

Mehrere tradierte duale Denkprinzipien wirken sich auf die Rolle des Handwerklichen in pädagogischen Kontexten aus. Es ist erstens die Gegenüberstellung von *Handwerk* und *Kunst*, deren Unterscheidung sich von philosophischen Lehren der Antike (vgl. Aebli 1994a; Janich 2005) über die mittelalterliche Hierarchiebildung zwischen Gelehrten und Handwerkern bis in die bildungstheoretischen Vorstellungen von schulischer und beruflicher Ausbildung der Gegenwart fortsetzt und sich in der unterschiedlichen gesellschaftlichen Anerkennung körperlicher und geistiger Arbeit niederschlägt. Eng damit verbunden ist das zweite duale Prinzip von *Kopf* und *Hand* (und Herz) oder sein Pendant von *Denken* und *Handeln*, das sich ebenfalls durch die Grundannahmen etlicher Lehr-Lernkonzepte zieht (vgl. Aebli 1994a, S. 15) und das Denken dem Handeln überordnet.

⁹ Abgesehen von den Zuweisungen berufsvorbereitender Aufgaben, die gegenüber dem handwerklichen Tun lange vorgenommen wurden und die sich durch den Umstand, dass nur ein geringer Prozentsatz der Schulabgängerinnen und Schulabgänger einen typischen handwerklichen Beruf ergreifen, etwas relativiert haben, hält sich die Begründung, dass der Unterricht in den künstlerischen und sportlichen Fächern unter anderem als Ausgleich zu kognitiven Tätigkeiten zu verstehen ist, hartnäckig.

Eine Ergründung des Ursprungs wertender Unterscheidung zwischen körperlicher und geistiger Arbeit führt den Philosophen Peter Janich in die Antike. Janich nennt die Tatsache, dass Arbeiten von Handwerkern und Mundwerkern¹⁰ nicht nach den gleichen Maßstäben beurteilt werden und nicht die gleiche Anerkennung erfahren, das *Erbe des Euklid* (vgl. Janich 2005, S. 272 f.). Das axiomatische Denken als Vorbild für Theoriekonstruktionen prägte, so Janich, die abendländische Geistesgeschichte dahingehend, dass das Erkenntnisideal allein aus der Theoriebildung bestehe und zu einem reinen „Sprach- und Begründungsproblem der Mundwerker“ werde (vgl. ebd., S. 273). „Technische Zivilisation, einschließlich aller mit den Händen erzeugten Kunstwerke, kunstvollen Werkzeuge, Bauten, Maschinen, Musikinstrumente spielen als Werke der Hand für Mundwerker keine prominente Rolle. Selbstverständlich leugnet sie niemand und benützt sie jeder. Aber dass Formen von Rationalität und Moralität mindestens ebenso gut, wenn nicht sogar besser am handwerklichen Herstellen, an *poiesis* (das griechische Wort für ‚herstellen‘) als an *poiesis*-freier Praxis zu diskutieren sind, wird nicht gesehen“ (Janich 2005, S. 273).

Die Rationalität des Handwerks erkennt Janich erstens darin, dass selbst einfache handwerkliche Handlungsketten überlegt sein müssen, zweitens darin, dass handwerkliche Fertigung eine Form des Zugangs zu Wissen sein kann und drittens, dass die Handwerklichkeit jene Form des In-der-Welt-Seins der Dinge ermöglicht, in der sie ihre Tauglichkeit beweisen können (vgl. ebd., S. 282 ff.). In dem aus der Ideenlehre Platons stammenden Begriffspaar von *Idee* und *Körper* sieht Janich die Entsprechung von *Rezept* und *Produkt* und zeigt auf, dass die Trennung zwischen diesen beiden Bereichen bei handwerklichen Tätigkeiten nicht überzeugend ist. „Auch der Bäcker kann nicht nur über Brote reden, sondern auch über Rezepte. Das Brot ist das Realisat, das Rezept das Ideal“ (vgl. ebd., S. 286).

Schon fünfundzwanzig Jahre zuvor führte der Pädagoge Hans Aebli die wertende Trennung von Geist und Körper auf die Antike, konkret auf die Lehre Platons zurück und sah in ihr eine der Ursachen für die heutige Unterscheidung zwischen gymnasialer und beruflicher Bildung (vgl. Aebli 1994a, S. 15). Die kategorischen Setzungen und Zuordnungen, die hinter den dualen Denkprinzipien stecken und vorwiegend mit einer Minderbewertung der Hand oder des Handwerks einhergehen (vgl. Aebli 1994a; Ax 2009a; Janich 2015; Sennett 2009), rufen Kritik und Widerspruch hervor. Beide sind in den vergangenen Jahren und Jahrzehnten auf verschiedenen Ebenen laut geworden.

¹⁰ Als Mundwerk wird von Janich jene Theoriebildung bezeichnet, deren Begründungs- und Beweislogik sich allein auf sprachlicher Ebene vollzieht.

In der Pädagogik zeigt sich Kritik an den stark auf kognitive Vorgänge bezogenen Vorstellungen von Lernprozessen vor allem in der Generierung handlungstheoretischer Unterrichtsmodelle, die einer Verabsolutierung der geistigen Arbeit entgegenwirken wollen.

Doch nicht nur in lerntheoretischen und pädagogischen Kontexten wird auf die Notwendigkeit einer differenzierten Betrachtung der Beziehung zwischen Handeln und Denken hingewiesen (vgl. Kaeser 2011), insbesondere aus philosophischen, kulturwissenschaftlichen und wirtschaftswissenschaftlichen Richtungen erfolgten in den vergangenen Jahren kritische Blicke auf die Trennung von körperlicher und geistiger Arbeit (Crawford 2013; Kaeser 2008; Kaeser 2011; Sennett 2009). Sie machen aufmerksam auf vorhandene oder mangelnde gesellschaftliche, wirtschaftliche und bildungspolitische Wertschätzung des Handwerks. Es ist nicht erstaunlich, dass die Forderung nach einer differenzierten Betrachtung des Handwerks und der Bedeutung manueller Tätigkeiten von Vertretern und Vertreterinnen stammt, die sich als Bindeglied zwischen pädagogischen und philosophischen oder kulturellen Wissensgebieten verstehen. So spricht Eduard Kaeser, Gymnasiallehrer und Philosoph, von der *Unteilbarkeit des Menschen* und der notwendigen Revalidierung des Manuellen. Kaeser meint damit nicht das Aufleben-Lassen einer Handwerksromantik, sondern stellt die ernstgemeinte Frage, ob handwerkliche Tätigkeiten als Identifikations- und Berufsfeld für junge Menschen noch oder wieder Bedeutung erlangen könnten und sollten (vgl. Kaeser 2011, S. 17 ff.). Ähnliche Fragen zum Wert handwerklicher Arbeit stellt die Philosophin und Ökonomin Christine Ax. Ihre Bedenken richten sich gegen eine Überbetonung der in den vergangenen Jahrzehnten propagierten Vorstellung, dass Wissen der wichtigste Rohstoff unserer Gesellschaft sei. Ax stellt die Frage, ob es aus wirtschaftlichen und sozialen Gründen nicht notwendig sei, die Wissensgesellschaft in eine Könnengesellschaft umzuwandeln (vgl. Ax 2009a). Ökologische, soziologische und philosophische Argumente, wie sie in den Debatten um das Handwerk zur Sprache kommen, hatten bislang jedoch kaum Auswirkungen auf Schulstrukturen und Curricula.¹¹

¹¹ Nach wie vor ist die Auffassung, dass der Unterricht der Technischen Gestaltung und damit verbunden auch handwerkliches Tun nicht Teil einer Allgemeinbildung ist, sondern berufsvorbereitenden Charakter hat, in den Stundentafeln der Sekundarschulstufe lesbar. So zeigen sich bezüglich Stundendotation, Promotionsrelevanz und Wahl- oder Pflichtstatus im Fach Technische Gestaltung in mehreren Kantonen Unterschiede zwischen den Sekundarschulzügen von Progymnasium und Realschule (vgl. EDK 2015).

Handwerk – Projektionsfläche menschlicher Sehnsucht?

Sich durch manuelles Tun als agierend, manipulativ, wirksam und gestaltend zu erfahren, gehört zu den fundamentalen Wirkungen handwerklicher Arbeit. Der elementare praktische Nutzen, der sich darin zeigt, dass der Mensch sich seinen Alltag effizienter und bequemer gestalten kann, ist der augenfälligste Gewinn handwerklicher Kultur. Diese ganz pragmatische, alltagsbezogene Bedeutung scheint in Gesellschaften mit komplexen Organisationsformen für das Individuum keine allzu große existenzielle Tragweite mehr zu haben, da die arbeitsteilige Gesellschaftsform das Fragmentieren und Delegieren handwerklicher Tätigkeiten ermöglicht.

Es stellt sich allerdings die Frage, ob sich dieses Delegieren für das Individuum längerfristig nicht doch als Verlust erweist, der Menschen veranlasst, sich handwerkliche Tätigkeiten in außerberuflichen Bereichen in ihr Leben zurückholen. Jenseits von beruflicher Identität und wirtschaftlichem Einkommen scheint das handwerkliche Tun menschliche Bedürfnisse zu befriedigen, die über das Existentielle hinausgehen und sich dennoch als elementar bezeichnen lassen. Und damit verbunden stellt sich die Frage, ob schulische Bildung allenfalls mit diesen Bedürfnissen etwas zu tun hat oder zu tun haben müsste.

Der Wunsch, Dinge selber zu machen, hatte schon in den Siebzigerjahren des letzten Jahrhunderts als eine Art des Do-it-yourself-Denkens Menschen zu handwerklicher Arbeit animiert. Was damals stark der Idee einer ökologisch verantwortungsvollen, selbstversorgenden Lebensführung entsprang (vgl. Ax 2009b), kann heute eher mit dem Wunsch nach Individualisierung und nach Absetzung von kollektivem Konsumverhalten in Verbindung gebracht werden. Die flapsige Formel ‚kaufst du noch oder machst du schon‘ ist Ausdruck dafür. In den immensen Werkstoff- und Werkzeugsortimenten von Baumärkten und in der wachsenden Zahl virtueller Tutorials und Do-it-yourself-Blogs wird die Sehnsucht ‚etwas selbst zu können‘ und ‚etwas hervorzubringen‘ spürbar. Die Grenzen zwischen semiprofessionellem und professionellem Handwerk scheinen dabei nach Ansicht der Kulturwissenschaftlerin Verena Kuni immer mehr zu verwischen, was unter anderem auf die hohe virtuelle Verfügbarkeit von Knowhow und die Erreichbarkeit von Spezialzubehör über Onlineanbieter zurückzuführen ist (vgl. Kuni 2014, S. 113). Das Bedürfnis nach körperlicher Arbeit, deren Produktivität in Form von materialisierten Ergebnissen sichtbar werden soll, kann als Reaktion auf eine als unproduktiv empfundene Tätigkeit am Arbeitsplatz gedeutet werden wie auch als Antwort auf eine digitalisierte und als entmaterialisiert empfundene Welt (vgl. ebd., S. 111).

Wie sollen die genannten Bedürfnisse, die offenbar mit objektiven und subjektiven Wahrnehmungen von Lücken, Defiziten und Verlusten einhergehen

und mehr sind als nostalgische Sehnsüchte, mit Bildungsanliegen der Schule und insbesondere mit den Zielsetzungen der Technischen Gestaltung in Verbindung gebracht werden?

Antworten auf diese Frage zeigen sich in jenen Ansätzen von ästhetischer Bildung und Technischer Gestaltung, die abgesehen von fachlicher Bildung auch überfachliche Wirkungen der Technischen Gestaltung betonen.

Die Erfahrung, dass mit den Händen etwas erschaffen wird, das einen praktischen Nutzen hat oder einen sinnreichen Zweck erfüllt, ist mit positiven Gefühlen der Selbstbestätigung und der Selbstwirksamkeit verbunden. Darin erkennen Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktiker der Technischen Gestaltung zentrale Elemente ihres Bildungsauftrags (Gfüllner 2010; Müller 1997; Stettler 2011). Der Werkpädagoge Johannes Gfüllner geht davon aus, dass die Erfahrungen, die Jugendliche bei der Realisierung eigener Projekte im Unterricht machen können, nicht nur dem Gewinn fachlicher Erkenntnisse dienen, sondern auch identitätsbildende und gesundheitsfördernde Wirkungen haben (vgl. Gfüllner 2010). Für Andreas Stettler ist dieser positive Effekt an die Qualität der Aufgabenstellung gebunden. Diese muss für die Schülerinnen und Schüler ihren Fähigkeiten entsprechend herausfordernd sein. „Das Glücksgefühl eines Kindes nach dem Erfüllen einer Aufgabe ist dann am größten, wenn es überzeugt ist, eine schwierige Aufgabe gelöst zu haben. Erfolg bei leichten Aufgaben ist schnell wieder vergessen“ (Stettler 2011, S. 26).

Abgesehen vom positiven Gefühl des ‚Selbermachens‘, das mit Autonomieerlebnissen und positiver Selbstwahrnehmung einhergehen kann (vgl. Crawford 2013, S. 88 ff.), werden durch die Herstellung von Dingen Erkenntnisse generiert, die über subjektive und individuelle Empfindungen hinausgehen und gesellschaftliche Aspekte betreffen. Zu erfahren, dass Objekte nicht nur käuflich zu erwerben sind, sondern selbst hergestellt werden können, kann den Blick auf Konsumgüter und auf die eigene Rolle als Konsument oder Konsumentin verändern. Die Schärfung eines Konsumbewusstseins bezieht sich nicht nur auf den Erwerb von Dingen, sondern auch auf die Bedingungen ihrer Entstehung. Der Kulturwissenschaftler Dirk Hohnsträter beschreibt den Ruf nach dem ‚guten Handwerk‘ als Echo auf eine Konsumkritik, die sich sowohl auf die Produktionsumstände von Massenwaren, auf die Produktbeschaffenheit von Objekten und auf den Umgang der Verbraucher bezieht (vgl. Hohnsträter 2014, S. 241).

Das Verständnis dafür, dass die Dinge, die uns umgeben, gemacht sind, kann den Blick auf ihre Nutzung verändern und die Wertschätzung ihnen gegenüber erhöhen. Ax sieht deshalb in einem wertschätzenden und achtsamen Umgang mit gemachten Dingen eine Chance für eine nachhaltigere Lebensführung und Ansätze für den Ausweg aus einer ökonomisch bedenklichen Wachstumsspirale

(vgl. Ax 1997, S. 48 und 174). Nicht nur die Möglichkeit, Objekte selbst herzustellen, fördert die Aufmerksamkeit ihnen gegenüber, auch die Fähigkeit, sie zu pflegen und sie gegebenenfalls zu reparieren, trägt zu einer Form der Wertschätzung und zur Erfahrung von Selbstwirksamkeit bei.

Das Zusammenspiel manueller und kognitiver Tätigkeiten

Im Unterricht der Technischen Gestaltung wird das Bewusstsein für die ‚gemachte Welt‘ dadurch geschärft, dass Schülerinnen und Schüler mit Entstehungsbedingungen von Produkten konfrontiert sind, die nicht nur das Verständnis für die Form-Material-Funktions-Zusammenhänge von Dingen fördern, sondern auch veranschaulichen, dass die Entwicklung und Realisierung eines Produktes geistige und manuelle Leistungen verlangt. Das diesbezügliche Verhältnis zwischen kognitiver und manuell-handwerklicher Tätigkeit ist nicht leicht zu bestimmen. Im Hinblick auf das problemorientierte Lernen in der Technischen Gestaltung lässt es sich unter einem lerntheoretischen und einem arbeitsmethodischen Blickwinkel betrachten.

Einer der nachhaltigsten lerntheoretischen Ansätze, bei dem das Denken und das Tun gleichberechtigt zueinander in Beziehung gesetzt und dadurch eine Gegenposition zu dualistischen Auffassungen ergriffen wird, ist die bereits erwähnte kognitive Handlungstheorie von Hans Aebli (vgl. Gudjons 2014; Tramm 1994). Aebli, der die Trennung von Denken und Handeln als problematisch erachtet (vgl. Aebli 1994a, S. 15), geht davon aus, dass beide Tätigkeitsformen¹² Strukturen aufweisen, die sich aufgrund ihrer Ähnlichkeit aufeinander beziehen. „Kognitive Prozesse treten im Rahmen der Wahrnehmungstätigkeiten und des Handelns auf. Sie haben die Aufgabe, deren Strukturen zu sichern und auszubauen bzw. neue Strukturen des Handelns und des Wahrnehmens zu elaborieren“ (Aebli 1994a, S. 20).

Aebli bezeichnet seine Vorstellung vom Handeln und vom Denken und von den interdependenten Beziehungen, die zwischen den beiden Tätigkeiten bestehen, als Kontinuitätstheorie. „Denken, Reflexion ist also eine Metatätigkeit über dem konkreten Handeln. Es ist aber nicht ein ganz neues Verhalten, sondern besteht sozusagen aus dem gleichen, nur verfeinerten und daher seinem Zweck besser angepassten Stoff“ (Aebli 1994a, S. 20 f.). Es ist die verwandtschaftliche Beziehung zwischen Denken und Handeln, die es nach Aebli ermöglicht, dass praktische Handlungen gedanklich vollzogen oder durch die Form von

¹² Aebli bezeichnet das Handeln als Bereich des „Tuns mit hohem Grad der Bewusstheit und der Zielgerichtetheit“ (Aebli 1994a). Er unterscheidet sprachliches und praktisches Handeln als zwei unterschiedlichen Medien, wobei die Sprache praktisches Handeln „abbilden kann“ (vgl. ebd., S. 20).

Repräsentationen in textlicher und bildlicher Form ausgedrückt werden können (vgl. ebd., S. 22). Insbesondere in Situationen des Problemlösens wird nach Aebli das ‚Durchdenken‘ einer bevorstehenden Handlung in Form einer Planung zu einer innerlichen ‚Probearbeitung‘ (vgl. ebd., S. 23).

„Wobei ihm [dem Problemlöser] die Beweglichkeit des Denkens auch erlaubt, in Gedanken vom Ziel her zu der Anfangssituation zurückzustreben. Handlung und Problemlösen sind Brückenschläge zwischen den beiden Polen, der unbefriedigenden gegebenen Situation und dem Zielzustand“ (Aebli 1994a, S. 27). Als notwendige Komponente, um das Handeln und Denken laufend in Beziehung zu setzen, ist die Reflexion notwendig, die in Form der Selbstbeobachtung die Handlungssteuerung übernimmt. Bei gestalterisch-konstruktiven Tätigkeiten wird dieses Zusammenspiel von Denken und Handeln notwendig. Beim vorausdenkenden Planen des Vorhabens und der einzelnen Teilschritte, beim prüfenden Beobachten des eigenen Tuns während der Ausführung sowie bei der kritisch-evaluierenden Prüfung des Gemachten finden Formen der Reflexion statt, die als handlungsregulierend bezeichnet werden können.

Dass die Beziehung zwischen Denken und Handeln beim Gestalten als Prinzip genutzt werden kann, lässt sich in designtheoretischen Konzepten erkennen. So kann die Beziehung zwischen kognitiver und manueller Tätigkeit als Wechsel zwischen zwei Arbeitsmodi betrachtet werden, die der sukzessiven Erarbeitung und Hervorbringung einer Lösung dienen. Ein entsprechendes Modell, welches die Beziehung zwischen Handeln und Denken nicht als eine hierarchische, sondern als eine dialektische darstellt, schlägt der Technikdidaktiker Richard Kimbell vor (vgl. Abb.1) (vgl. Kimbell und Stables 2008).

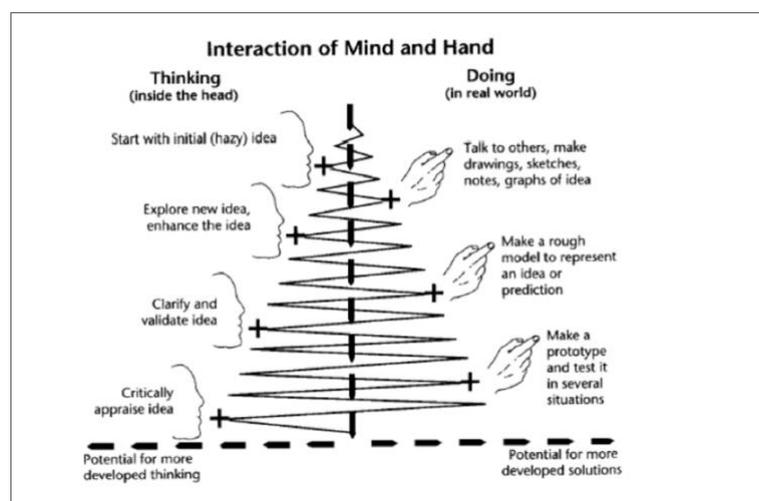


Abb. 1 APU13 Design & Technology Model (aus: Kimbell und Stables 2008, S. 75)

Das Modell entstammt einem designtheoretischen Kontext und berücksichtigt nicht ausdrücklich das Handwerk, sondern Handlungen, die sich entweder im Kopf des Subjekts abspielen oder, wie Kimbell es nennt, *in der realen Welt*. Die beiden Modi nennt Kimbell *Denken* und *Tun*, wobei das Tun sich nicht explizit auf physisches Handeln beschränkt, sondern auch andere Tätigkeiten, wie z.B. das Führen von Gesprächen, berücksichtigt.

In einem durch die Hand erschaffenen Objekt wird eine Überlegung visualisiert – sie wird beurteilbar und zum Ausgangspunkt neuer Überlegungen. Dieses Wechselspiel, bei dem das Erschaffene nicht einfach das materialisierte Resultat einer Denkleistung ist, sondern selbst wieder zum Anlass weiterer Denkschritte wird, ist nach Kimbell das Grundprinzip gestalterischer Tätigkeit.¹⁴ Der Handlungsakt ist also nicht zwingend die exekutive Fortsetzung eines Gedankens, sondern kann dessen Ursprung sein. Das Modell von Kimbell veranschaulicht zwar das Wechselspiel zwischen Handeln und Denken, doch es berücksichtigt nicht, was sich abspielt, wenn die manuelle Tätigkeit nicht zur Komponente der Lösungsentwicklung, sondern zum Teil des Problems wird.

Das Handwerk als janusköpfige Problemkomponente

Die physische Realisierung eines Produktes nimmt im Problemlöseprozess verschiedene Rollen ein, denn die handwerkliche Ausführung ist mehr als eine in die Tat umgesetzte Idee. Sie bringt neue, zusätzliche Anforderungen mit sich. Diese zeigen sich in den drei bereits erwähnten Modi der Bearbeitung von Materialien, dem Umgang mit Werkzeugen oder Maschinen und in der Abwicklung technologischer Prozeduren. Alle drei benötigen fachliches Können und dieses wiederum verlangt Entwicklungs- und Übungszeit.

Was sich in Form eines bloßen Gedankens, einer ausgesprochenen Idee oder als Skizze vielleicht noch mit einer gewissen Leichtigkeit als Lösung darstellen lässt, erweist sich in der materialisierten-konstruktiven Umsetzung, wenn nicht als anstrengend und herausfordernd, so doch zumindest als zeitintensiv. „In der Vorstellung, auf symbolischen Daten operierend, mit Worten statt mit wirklichen Taten und Gegenständen handelnd, ist es [das Denken] beweglicher [als das

¹³ Die APU –Assessment of Performance Unit wurde 1985 vom britischen Bildungsdepartement in fünf Fachbereichen, u.a. im Bereich Design & Technology eingesetzt mit dem Ziel, fachdidaktische Entwicklungen zu unterstützen und Schülerleistungen durch Monitorings zu prüfen (vgl. Kimbell und Stables 2008).

¹⁴ Alltagserfahrungen in der Praxis sowie Untersuchungen zu altersspezifischem Verhalten zeigen, dass bei Gestaltungstätigkeiten von jüngeren Kindern die gestalterische Intention oft aus der explorativen Beschäftigung, aus dem Hantieren mit dem Material entsteht, so dass die Bedeutung eines Objekts erst nach seiner Erschaffung vom Kind bestimmt bzw. in der Gestalt erkannt wird (vgl. Becker 2003; Wessels 1969).

Handeln]. Im innerlichen und abstrakten Probehandeln – im ‚Operieren‘ – werden die wesentlichen Beziehungen rascher und sicherer geknüpft. Die Struktursicherung und -verbesserung gelingt eher als in der schwerfälligen, praktischen Handlung“ (Aebli 1994a, S. 20 f.).

Die praktische Handlung, die Aebli als schwerfällig bezeichnet, ist im Kontext von Gestaltungsaufgaben mehr als ein zeitraubender Begleitumstand, es ist die genuin fachliche Art der Problemlösung. Die handwerkliche Ausführung ist der unumgängliche Akt, der von der anfänglichen Idee zum fertigen Objekt führt, durch ihn wird das Gedachte und Geplante zum Gemachten. Konsequenzen der handwerklich-technischen Ausführung müssen bei der Ideenentwicklung mitgedacht werden. Sie treten als konzeptionelle und als physische Herausforderungen in Erscheinung.

Die Handwerklichkeit erweist sich daher bei Gestaltungsaufgaben zweifach als Problemkomponente, einmal bei der Handlungsplanung, indem ihre Implikationen bei der Ideenentwicklung zu berücksichtigen sind und einmal bei der Handlungsdurchführung, indem sie praktisch-manuell bewältigt werden müssen. Die handwerkliche Umsetzung ist also nicht nur finale Ausführung, sondern von Beginn an Teil der Problemstellung.

Der Werkstoff, in dem sich die Idee verkörpern soll, erweist sich als sperrig, widerständig, bisweilen als eigenwillig. Seine Eigenschaften und Möglichkeiten müssen wortwörtlich begriffen werden. Das Werkzeug, das als Hilfsmittel dienen soll, ist, ehe es zum nützlichen Instrument werden kann, vorerst ein Objekt, dessen Funktionsweise und Reichweite es zu verstehen und dessen manuelle Handhabung es zu üben gilt. Das technologische Verfahren, durch dessen Anwendung ein Objekt fachgerecht gefertigt werden kann, muss zuerst in seiner prozeduralen Logik verstanden werden. In diesen drei handwerklichen Dimensionen von Material, Werkzeug und Verfahren zeigen sich Komponenten, die ein Gestaltungsproblem bzw. die Lösungswege wesentlich beeinflussen können.

Material, Werkzeug und Verfahren sind, ehe sie nützlich werden können, vorerst Barriere und zusätzliche Anforderung. Sie zu überwinden, ist nur bedingt auf kognitive Art möglich. Zwar können und müssen Situationen durch Überlegung durchdrungen, die prozeduralen Abläufe antizipiert und Eigenschaften von Werkstoffen studiert werden, dennoch ist damit die praktische Realisation noch nicht geleistet. Der vernünftige Umgang mit einer handwerklichen Aufgabe ist notwendig, aber nicht hinreichend. Die Überlegung muss sich in der Handlung beweisen und wissendes Verstehen muss aus der Handlung heraus entstehen.

Dass ein Nagel krumm wird oder Ton zu rasch trocknet, mögen für sich genommen relativ simple Phänomene sein, sie sind jedoch nur für denjenigen trivial, der sie vermeiden oder leicht beheben kann. Für den Ungeübten stellen

sie Hindernisse dar oder wie der Werkdidaktiker Werner Neumann es beschreibt, beinhalten scheinbar einfache Werkvorgänge „noch ein mannigfaltiges Problempotential, das dazu auffordert, bewusst erkannt und bewältigt zu werden“ (Neumann 1986, S. 194).

In diesem mannigfaltigen Problempotential, das sich nur bedingt im Voraus einschätzen lässt und dem Individuum unerwartete Hindernisse in den Weg stellen kann, die es kognitiv und physisch zu bewältigen gilt, ist jener Realitäts- und Alltagsbezug zu erkennen, der problemorientierte Auseinandersetzungen und situiertes Lernen (vgl. S. 10 ff. in diesem Kapitel) begünstigt. In welchem Maß die handwerkliche Ausführung eine Komponente der Problemstellung ist, hängt davon ab, welche Herausforderung sie für die handelnde Person darstellt. Je elaborierter und routinierter ihr handwerkliches Können ist, umso mehr wird das Handwerk von der Problem- zur Lösungskomponente.

1.3.2 Bildnerisch-ästhetische Prozesse als Form der Problemlösung

Die Technische Gestaltung und die Bildnerische Gestaltung gehören im Fächerkanon der schweizerischen Schulen zu den sogenannten Gestaltungsfächern.

Inhaltlich fokussiert die Bildnerische Gestaltung auf die produktive und rezeptive Auseinandersetzung mit Bildern und stellt die Förderung bildnerischer Wahrnehmungs-, Darstellungs- und Ausdrucksfähigkeit, die Erlangung von Bildwissen und das Erlernen bildtechnischer Verfahren ins Zentrum. Die Technische Gestaltung fördert die Kompetenz, gestalterisch-konstruktive Prozesse von der Idee zum Produkt eigenständig durchzutragen, sie fördert das Verständnis für design- und technikspezifische Eigenheiten funktionaler Objekte und baut handwerkliche Fähigkeiten auf.

Wenn auch im Einzelnen die fachlichen Zielsetzungen, die Bezugfelder, die Inhalte und die Art der gestalterischen Auseinandersetzung in der Technischen und Bildnerischen Gestaltung unterschiedlich sind, so stimmen sie in grundlegenden Zielsetzungen des ästhetischen Lernens überein. Diese zeigen sich darin, dass in beiden Fächern die schöpferischen Fähigkeiten von Kindern und Jugendlichen und ihr Zutrauen in die eigene Gestaltungsfähigkeit gefördert werden mit der Intention, neben der Ausbildung fachlicher Fähigkeiten einen grundlegenden Beitrag zur Identitäts- und Persönlichkeitsbildung und zur kulturellen Teilhabe zu leisten. Ästhetisches Lernen in Form von gestalterischem Tun wird als erfinderisch-schöpferische und zugleich als wissensbildende Tätigkeit verstanden.

Die verbindenden Elemente der beiden Fachbereiche werden in ihrer Darstellung im Lehrplan 21 sichtbar. Die drei Kompetenzbereiche

Wahrnehmung und Kommunikation, Produkte und Prozesse sowie Kontext und Orientierung sind für beide Fächer gleich definiert und machen die gemeinsame Basis deutlich (vgl. Abb. 2).

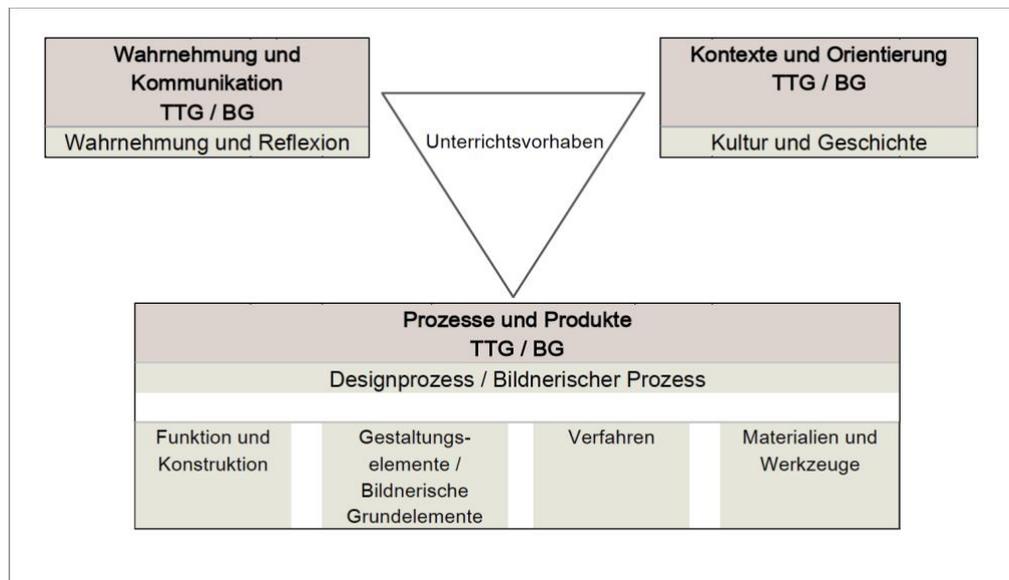


Abb. 2 Kompetenzbereiche beider Fachbereiche nach dem Lehrplan 21

Die Beziehung zwischen den beiden Gestaltungsfächern kann aufgrund der genannten Ziele und Bildungsabsichten gleichzeitig als disparat und als komplementär angesehen werden. Dies führt dazu, dass ihre Spezifik, ihre gegenseitige Abgrenzung, ihre je disziplinäre Eigenlogik, aber auch ihre Gemeinsamkeiten, ihre Verbindungen und ihre gegenseitigen Bezogenheiten innerhalb curricularer Konzepte immer wieder geklärt und verdeutlicht, vor allem aber genutzt werden müssen.

Eine wichtige Verbindung zwischen den beiden Fächern ist in der Bedeutung bildnerischer Tätigkeiten zu sehen. Bildhafter Ausdruck, die Beschäftigung mit formal-ästhetischen Fragen, malende und zeichnende Herangehensweisen an Fragen und Themen, die Beschäftigung mit Kunst und künstlerischen Ausdrucksformen gehören zu den fachlichen Kernbereichen der Bildnerischen Gestaltung, sind aber auch für die Technische Gestaltung inhaltlich und methodisch bedeutsam.

Im Hinblick auf das problemorientierte Handeln in der Kindergarten- und Unterstufe wird nachfolgend die Relevanz ästhetisch-bildnerischer Tätigkeiten unter einem fachdidaktischen und einem entwicklungspsychologischen Blickwinkel betrachtet und so zweifach herausgestellt. Die fachdidaktische Betrachtung bezieht sich auf die methodische Bedeutung bildnerischer Tätigkeit

beim Umgang mit problemorientierten Gestaltungsaufgaben, konkret auf die Herstellung und Verwendung von Skizzen und Plänen. Die entwicklungspsychologische Betrachtung befasst sich mit der bildhaften Art der Lösungssuche, wie sie jüngere Kinder zeigen.

Skizzieren und Zeichnen als Problemanalyse

Der Umstand, dass komplexe gestalterische Problemstellungen viele Aspekte aufweisen, die zu Beginn des Lösungsprozesses nicht zu überblicken sind (vgl. Kap. 3.4.1), erfordert eine möglichst flexible und offene Art der Annäherung. Dazu eignen sich Methoden, die zwei Dinge gleichzeitig ermöglichen: das sukzessive Wahrnehmen der Problemsituation und das schrittweise Vergegenwärtigen von Lösungsansätzen. Das zeichnende Skizzieren kann diese doppelte Aufgabe in besonderer Art leisten (vgl. Goel 1995; Purcell und Gero 1998).

Skizzen als bildhafte Repräsentation von Wahrgenommenem und Imaginiertem zeichnen sich unter anderem durch eine rasche Entstehung, durch eine Erfassung von Wesentlichem, durch den vorläufigen Verzicht auf Details und durch fragmentarische, unvollständige Darstellungen aus. Ihre Art der raschen Entstehung und der fortlaufenden Veränderbarkeit ermöglichen es, einen Entwurfsprozess so voranzutreiben, dass Ideen durch Konkretisierung in die Tiefe oder in Form von Variationen und Alternativen in die Breite entwickelt werden können (vgl. Purcell und Gero 1998, S. 394). Eine zeichnerische Annäherung an die Problemstellung, die suchendes Vorgehen erlaubt und dabei eine allzu rasche Fixierung auf die sogenannte ‚erste Idee‘ vermeidet, spielt für die Findung und Entwicklung von Lösungsansätzen eine wesentliche Rolle.

Designschaffende sprechen zudem von der Möglichkeit der fortlaufenden Reinterpretation (vgl. Purcell und Gero 1998, S. 397), von einem zyklischen Vorgehen, bei dem die Skizze zu neuen Erkenntnissen führt und diese wiederum zu neuen Skizzen, so dass in einem dialektischen Prozess zwischen Subjekt und ‚Papier‘ die Idee entwickelt wird. Die Skizze hat daher nicht nur den Zweck, die Vorstellungen des Subjektes auf Papier festzuhalten, sondern macht sie auch für das Subjekt selbst sichtbar. Sie ermöglicht es ihm, sich über die eigene Vorstellung klar zu werden (vgl. Goldschmidt 2003, S. 78).

Dieses Herantasten an eine Problemstellung bzw. an ihre Lösung könnte im Grunde genommen auch anders erfolgen, durch reines Nachdenken, durch verbale Formulierungen von Gedanken in mündlicher oder schriftlicher Form. Im Umgang mit gestalterischen Problemstellungen, bei denen es unter anderem um die Klärung und Entwicklung formaler Aspekte geht, also um Fragen, deren

Antworten sich als optische, visuell wahrnehmbare Ergebnisse zeigen, ist es naheliegend, eine bildliche Darstellungsform zu wählen, da sie sich für das Erfassen visueller Eigenschaften eignet.

Beim Lösen von Gestaltungsproblemen wird das Skizzieren als Suchbewegung verstanden, als bildliche Repräsentation erster Gedanken, die zur allmählichen Verfestigung innerer Vorstellungen genutzt wird, was die Kunstdidaktikerin Cornelia Freitag-Schubert so ausdrückt: „Zwischen der vagen Zielvorstellung und dem Entwurf liegt die prozessuale zeichnerische Entwicklung einer sichtbaren Form von etwas Gewolltem oder besser: Erahntem, die nachträglich als Entwurf bezeichnet wird. In dieser von permanenten Entscheidungen begleiteten zeichnerischen Bildgenese, der Tätigkeit des Entwerfens, liegt die Chance der Entwicklung einer bildlichen Form, die bis dahin ungesehen, die Zielvorstellung weitertreibt oder modifiziert“ (Freitag-Schubert 2014, S. 379). Um das Skizzieren in der eben beschriebenen Art als Repräsentationsform und als Methode der Ideenentwicklung zu verstehen und zu nutzen, braucht es allerdings ein gereiftes Verständnis des Konzepts *Entwerfen*.

Skizzieren und Zeichnen im Unterricht

Was innerhalb professioneller und geschulter Gestaltungsverfahren als selbstverständlich gilt und gemessen am Gesamtprozess relativ viel Zeit beanspruchen kann, ist Laien oft unvertraut. Im Unterricht der Technischen Gestaltung benötigt die Einsicht, dass die Skizze ein methodisches Mittel zur Ideensuche und Ideenentwicklung ist, ja überhaupt die Vorstellung, dass der Realisation eines Vorhabens eine Phase der Ideenentwicklung vorausgehen sollte, didaktische Investitionen. Oft ist der Prozessschritt des Entwerfens für Schülerinnen und Schüler alles andere als selbstverständlich. Und selbst wenn bei Lernenden die Einsicht in die Notwendigkeit und den Gewinn der Entwurfsarbeit hergestellt oder vorhanden ist, muss das Konzept *Skizze* verstanden und ihre Differenz zu andern Formen bildnerischer Erzeugnisse erkannt werden.

Den zeichnerischen Akt als Form des Nachdenkens über eine Problemstellung oder als Modus planerischer Arbeit zu nutzen, ist besonderes für jüngere Kinder ungewohnt (vgl. Kap. 4.4.2). Denn Entwurfsskizzen sind von jenen Zeichnungen, wie sie Kinder meist anfertigen, abgesehen von ihrer Elaboriertheit vor allem hinsichtlich der Intention zu unterscheiden. Die Zeichnungen von Kindern haben keine Vorläufigkeit, sie sind für die Kinder selbst nicht die Vorstufe für etwas ‚das noch kommt‘. Sie entstehen meist nicht mit der Absicht, als Plan für eine auszuführende Idee zu dienen oder ein Vorhaben durch zeichnerische Auseinandersetzung weiterzuentwickeln.

Wenn sich die Zeichnungen von Kindern auch von dem, was im oben dargestellten Sinn Skizzen sind, unterscheiden, so lassen sich zwischen der zeichnerischen Tätigkeit von Kindern und dem Skizzieren beim Gestaltungsprozess doch Verbindungen finden, die relevant für das problemorientierte Lernen sind. Sie zu erkennen, ist hauptsächlich dann möglich, wenn sich der Blick nicht nur auf das Produkt Kinderzeichnung richtet, sondern auf den Akt des Zeichnens selbst.

Was beim geläufigen Skizzieren erfahrener Designschaffender als Dialog mit der Skizze, also als Interaktion zwischen Subjekt und Objekt bezeichnet wird (vgl. Goldschmidt 2003, S. 78), findet sich in Ansätzen auch bei der kindlichen Tätigkeit des Zeichnens.

Die Fähigkeit, mit der eigenen Zeichnung in eine Interaktion zu treten und auf bereits Geschaffenes zu reagieren, zeigen Kinder schon in frühen Phasen bildnerischer Tätigkeiten. Bereits in der frühkindlichen Kritzelphase nehmen Kinder Bezug auf die entstandenen Spuren und Zeichen (Kunz 2004; Uhlig 2014). Die Interaktion zwischen Kind und Zeichnung verdichtet sich, wenn im Laufe der späteren Entwicklung während der Schemaphase die Zeichnung gegenstandsbezogener wird und die gezeichneten Objekte zu Repräsentationen von Dingen und Situationen werden. Obwohl die Kinder in der Schemaphase, wie es die Bezeichnung nahelegt, schematisierte Darstellungsformen verwenden, handelt es sich bei der Anfertigung ihrer Zeichnungen bzw. bei der Darstellung von Sujets dennoch nicht um eng fixierte Abläufe (vgl. Schuster 2000, S. 84), sondern um Zeichnungsvorgänge, bei denen unterschiedliche Wissensformen die Entstehung der Zeichnung beeinflussen.¹⁵ Im Unterstufenalter erweitert sich der Dialog mit der eigenen Zeichnung durch die Bemühung ‚Zeichnen zu können‘ (vgl. Uhlig 2014) überdies um eine metakognitive Dimension. Hinweise auf eine selbstkritische Auseinandersetzung mit der eigenen Zeichnung sind in begleitenden Kommentaren der Kinder, aber auch im Produkt selbst, anhand korrigierter und überarbeiteter Stellen in der Zeichnung zu erkennen (vgl. Seidel 2007, S. 196).

Die Kunstpädagogin Bettina Uhlig vergleicht die Beziehung zwischen Darstellung und Interpretation, die sich bei Kindern zwischen imaginiertem und realisiertem Bild abspielt. Uhlig nennt das Verhältnis zwischen innerem und

¹⁵ Der Psychologe Martin Schuster benennt verschiedene Wissensformen, welche Kinder in Zusammenhang mit zeichnerischen Tätigkeiten aufbauen und nutzen. So sind a) das Gegenstandswissen, das sich auf die Kenntnisse des Kindes über das zu zeichnende Objekt bezieht, b) das Abbildungswissen, welches abgerufen wird, wenn es um die Entscheidung geht, wie ein Sujet dargestellt werden kann und c) das Ausführungswissen, das den Zeichnungsvorgang, die chronologische und räumliche Organisation der Teilschritte und motorisch-kinästhetische Art der Ausführung betrifft, nach Schuster die drei unterschiedliche Wissensformen, die beim Zeichnen in eine Interaktion treten (vgl. Schuster 2000, S. 76 ff.).

äußerem Bild *Resonanzbeziehung* (vgl. Uhlig 2012, S. 124) und folgert: „Die Zeichnung wäre dann keine Wiedergabe eines bereits vorhandenen, stabilen inneren Bildes, sondern vielmehr das Ergebnis einer prozessualen Angleichung zwischen innerer und äußerer Repräsentation“ (Uhlig 2012, S. 124).

Die Architektin Gabriela Goldschmidt erforscht die Bedeutung der Skizze bei Designprozessen als Mittel zur Problemanalyse (vgl. Goldschmidt 2003; Goldschmidt 2013). Sie erkennt in der Art der dialogischen Auseinandersetzung Parallelen zwischen dem Skizzieren von Designschaffenden und der bildnerischen Tätigkeit von Kindern. Goldschmidt geht davon aus, dass Designer und Designerinnen beim Erstellen einer Skizze oft eine lückenhafte Vorstellung von dem haben, was genau auf dem Papier abgebildet werden soll. Der zeichnerische Akt stellt zwischen unbewusstem und bewusstem Wissen Verbindungen her, die zuvor nicht vorhanden waren (vgl. Goldschmidt 2003, S. 83). Die Skizze selbst enthält dadurch mehr Informationen, als der zeichnenden Person zu Beginn bekannt war. Wenn sie ihnen die notwendige Aufmerksamkeit zukommen lässt, liefern sie ihr Anhaltspunkte für die Weiterentwicklung von Ideen. Diese Fähigkeit, aus der eigenen Zeichnung neue Erkenntnisse zu gewinnen und daraus Folgerungen zu ziehen, erkennt Goldschmidt auch bei zeichnerischen Aktivitäten von Kindern. Anhand eines protokollierten Fallbeispiels einer Neunjährigen zeigt sie auf, dass Kinder die Fähigkeit haben, sich in dialogischer Art mit der eigenen Zeichnung auseinanderzusetzen und aus den gezeichneten Dingen Impulse für das weitere Vorgehen zu entnehmen (vgl. Goldschmidt 2003, S. 74 f.).

Nicht nur im Zeichnungsprozess werden Parallelen zwischen der Skizze und der Kinderzeichnung erkennbar, sondern auch in der Art der zeichnerischen Produkte selbst. Sowohl Skizzen wie auch Kinderzeichnungen weisen eigenwillige Formen von Abbildungen auf, indem sie konventionelle Darstellungsregeln vieler anderer Bildsorten wie zum Beispiel deren meist einheitliche Perspektive und Realitätsebene insofern durchbrechen, als dass unterschiedliche Zeichensysteme und Darstellungsformen gemischt werden.

Der Designer Gert Hasenhütl weist darauf hin, dass beim Skizzieren bzw. beim entwerfenden Zeichnen mehrere Zeichensysteme nebeneinander und miteinander verwendet werden. „Der Gebrauch unterschiedlicher Zeichensysteme erlaubt es, unterschiedliche Realitätsebenen und Zeiten in einer Darstellung zusammenbringen. Im Hinblick auf das Zeichnen im Vorentwurf sind gemischte Systeme wichtig, weil Entwerfer spontan jene Zeichnungssysteme verwenden, die ihnen zur Darstellung ihrer Entwurfsansätze und Ideen am geeignetsten erscheinen“ (Hasenhütl 2009, S. 346).

Auch Kinder mischen verschiedene Zeichensysteme und Realitätsebenen, um eine hohe Deutlichkeit und Prägnanz zu erzeugen, so dass auch hier von der

geeigneten Wahl der Mittel gesprochen werden kann. Die Prägnanz in den Kinderzeichnungen kommt u.a. dadurch zustande, dass jüngere Kinder in ihren Zeichnungen keine einheitliche Perspektive als Ausgangspunkt einer räumlichen Darstellung wählen, sondern Abbildungsmöglichkeiten unterschiedlicher Art miteinander verbinden oder nebeneinandersetzen. So nutzen Kinder im Vorschul- und Unterstufenalter Klappbilder und Röntgenzeichnungen, um Anschaulichkeit und Deutlichkeit zu erreichen (vgl. Seidel 2007, S. 203 f.).

Trotz dieser Parallelen, die sich im dialogischen Vorgehen und in der Verwendung unterschiedlicher Darstellungsmöglichkeiten und Zeichensysteme zwischen Skizze und Kinderzeichnung zeigen lassen, bleibt die intentionale Differenz zwischen den beiden Repräsentationsformen bestehen. Dass Kinder ihre Zeichnungen nicht als Planungsinstrument für ein Vorhaben oder für die Suche und Entwicklung von Ideen nutzen (vgl. Hope 2000), führt zur Frage, ob das Zeichnen für das problemorientierte Lernen bei jüngeren Kindern dennoch eine didaktische Bedeutung hat oder haben könnte.

Wie Zeichnungen von Kindern als methodisches Mittel genutzt werden können, wie sie Teil von kommunikativen Anlässen im Unterricht und Mittel zur Auseinandersetzung mit Sachverhalten werden und wie dadurch das zeichnerische Vermögen von Kindern entwickelt werden kann, zeigen die Ansätze der Reggiopädagogik.¹⁶

Der Dominanz verbalsprachlicher Kommunikations- und Vermittlungsformen im schulischen Unterricht begegnet die Reggiopädagogik durch eine betonte Förderung möglichst vieler unterschiedlicher Ausdrucks- und Darstellungsformen (vgl. Filippini 2002). Insbesondere Zeichnungen werden genutzt, um bildnerische mit verbalsprachlicher Kommunikation in Verbindung zu bringen und beide Formen dialogisch zu verknüpfen. So werden Zeichnungen zu Gesprächsanlässen und Gespräche zu Zeichnungsanlässen (vgl. Krieg 2004; Schäfer und von der Beek 2013). Die Qualität der bildnerischen Produkte, wie sie in den Reggio-Einrichtungen entstehen, zeigt sich in Form einer hohen Darstellungspräzision und Ausdruckskraft. Sie lassen vermuten, dass die Nutzung von Zeichnungen als Mittel der Planung zwar von entwicklungsbedingten Voraussetzungen abhängt, dass sie aber auch von curricularen Schwerpunkten und Konventionen bestimmt wird.

¹⁶ Als Reggiopädagogik wird ein Ansatz der Kleinkinderpädagogik benannt, der in Reggio Emilia (I) entwickelt, dort in den kommunalen und konfessionellen Kindertagesstätten und Kindergärten praktiziert wird und mittlerweile Verbreitung in erzieherischen Konzepten europäischer und amerikanischer Kindertageseinrichtungen findet. Beim Ansatz, der die Selbstbildung des Kindes und die ko-konstruktive Rolle der Erzieherinnen betont, haben künstlerische und insbesondere bildnerisch-künstlerische Tätigkeiten einen hohen Stellenwert (vgl. Krieg 2004).

Die Bedeutung, die den bildnerischen Ausdrucksformen in den Reggio-Einrichtungen gegeben wird, führt dazu, dass die Kinder sehr oft und mit einer großen Selbstverständlichkeit zeichnen. Dadurch entwickeln die Drei- bis Sechsjährigen eine für ihr Alter erstaunliche Darstellungskompetenz und ein sehr differenziertes Urteilsvermögen gegenüber ihren eigenen zeichnerischen Fähigkeiten (vgl. Filippini 2002; Tarr 2001). Die Kinder erfahren dabei einen Umgang mit ihren Zeichnungen, der als analytisch und intellektuell bezeichnet werden kann. Die physische Präsenz von gezeichneten Vorstellungen ermöglicht es, dass die Kinder ihre in den Zeichnungen sichtbar gemachten Vorstellungen diskutieren können. Zeichnerische Produkte erfahren unter den Kindern selbst eine kritische Prüfung, bei der sowohl sachlich-inhaltliche Richtigkeit wie auch Qualitäten der Darstellung zum Maßstab werden können. Diese Art von metakognitiver Tätigkeit ist als Baustein für problemorientiertes Lernen zu betrachten.

Gestalten zwischen bildhafter und funktionaler Intention

Wird der Blick auf bildnerisch-ästhetische Tätigkeiten im Unterricht der Technischen Gestaltung nicht von einer methodischen oder sachbezogenen Betrachtungsweise her vorgenommen, sondern von einer alters- und entwicklungsbedingten Perspektive, so ergibt sich ein weiterer Grund, bildnerisches Tun als Komponente des Problemlösens zu betrachten. Wichtige Hinweise auf die Bedeutung bildnerisch-ästhetischer Prozesse für problemorientiertes Lernen in der Technischen Gestaltung ergeben sich aus der konkreten Beobachtung jüngerer Kinder bei Tätigkeiten, die sich in arrangierten und oft in noch deutlicherer Form in selbstgewählten Gestaltungsanlässen zeigen. In den selbstgemachten Produkten von Kindern im Vorschul- und Unterstufenalter lassen sich oft Verfahren erkennen, bei denen technisch-konstruktive Lösungen durch zeichnerisch-bildhafte Teile ergänzt oder sogar ersetzt werden. Dies mag im ersten Augenblick in Widerspruch stehen zu der soeben erwähnten Beobachtung, dass Kinder das Zeichnen nicht als methodisches Mittel im Problemlöseprozess nutzen. Die zeichnerisch-bildhafte Art der Problemlösung, wie sie jüngere Kinder zeigen, meint jedoch nicht ein methodisches Prinzip, sondern eine bildhafte Form der Lösung.

Der Werkpädagoge Bodo Wessels spricht vom *Stadium der Bildhaftigkeit*, wenn das Kind bei Werkarbeiten anstelle funktional-technischer Lösungen bildnerische Elemente verwendet und mimetische Wege für die Realisation von Objekten benutzt. Wessels unterscheidet in seinem Phasenmodell zur Entwicklung gestalterisch-konstruktiver Fähigkeiten das Stadium der Bildhaftigkeit von jenem der Funktionstüchtigkeit (vgl. Kap. 4.3). Als

Bildhaftigkeit bezeichnet er jene Formen von gestalterischem Tun, bei denen Kinder ihre Objekte durch symbolhafte Zeichen ausstatten, um ihnen die Bedeutung oder Ähnlichkeit mit dem repräsentierten Objekt zu geben. „Das Schiff z.B. stattet er mit einer Fülle von Einzelheiten aus, wobei bildhaft schmückende Gestaltungselemente, wie Reihungen von Bullaugen oder Wimpeln nicht selten überbetont werden. [...] Seine Basteleien sollen nur der Illusion beim Spiel zukommen. Realer Gebrauchswert – wie etwa die Schwimmfähigkeit beim Schiff – wird durchweg nicht angestrebt“ (Wessels 1969, S. 156). Wessels weist darauf hin, dass dabei der eigentliche Gebrauchswert für jüngere Kinder keine vordringliche Rolle spielt. Das Interesse an der Funktionstüchtigkeit von Objekten, an ihrer Zweckdienlichkeit schreibt er Kindern erst ab dem 10./11. Lebensjahr zu (vgl. ebd., S. 156 ff.).

Es mag sein, dass Kinder vor ihrem 10. Lebensjahr nicht so sehr auf die Funktionstüchtigkeit, sondern auf bildhafte Repräsentation eines Objektes bedacht sind, dennoch wird dabei ein Interesse an funktionierenden Dingen und an technischen Lösungen sichtbar. Kinder im Vorschul- und Unterstufenalter mögen bei der Realisierung von Objekten teilweise konstruktive Herausforderungen dadurch umgehen, dass sie Details zeichnerisch umsetzen. Trotzdem wird die Bemühung um Funktionstüchtigkeit sichtbar, sie zeigt sich nicht unbedingt am Gesamtobjekt, wohl aber im Detail oder in einzelnen Elementen.



Abb. 3 Laptop aus Karton, Mädchen 5 Jahre

Die Objekte weisen zwar eine Bildhaftigkeit auf, doch sie sind mehr als ‚nur‘ Bilder. Warum realisiert eine Fünfjährige einen Laptop (vgl. Abb. 3) dadurch, dass sie Kartonstücke mit Klebeband und Schnur verbindet und darauf Symbole anbringt, die als Merkmale eines Computers (Tasten, Maus, Cursor) zu erkennen sind? Warum zeichnet sie den Computer nicht einfach? Was ist die Intention, ihn

als räumliches Objekt herzustellen, ihn ‚haben zu wollen‘? Ist es seine Handhabbarkeit, also die Tatsache, dass er sich in die Hände nehmen, drehen und wenden, auf- und zuklappen, herumtragen lässt, die dem Objekt Bedeutung gibt? Eine wesentliche Intention des Kindes für eine dreidimensionale Realisierung scheint das Hantieren mit dem Objekt zu sein, ein Hantieren, das sich beim Entstehungsprozess und oft im nachfolgenden Spiel zeigt. Das Objekt muss mit den Händen greifbar sein und einfache ‚So-Tun-als-ob-Akte‘ und Spielhandlungen ermöglichen, Tätigkeiten, welche die reine Zeichnung auf dem Papier nicht in gleichem Maß zulässt. Das Objekt muss sich von der Fläche lösen. Zu der räumlich dreidimensionalen Gesamtform kommen oft weitere Details hinzu, die nicht zeichnerisch gelöst, sondern dreidimensional konstruiert und teils mit mechanischen Funktionen versehen werden.

Aus lerntheoretischer Sicht kann diese Art kindlicher Gestaltung als jene Form ästhetischen Lernens verstanden werden, wie sie Mollenhauer als Möglichkeit der Weltaneignung bezeichnet, als Reagieren auf Begegnungen mit den Dingen. „Als ‚Reaktion‘ bezeichnen wir nicht nur die sprachlichen oder nichtsprachlichen Antworten auf Figurationen, also nicht nur das, was häufig, wenn gleich missverständlich ‚Rezeption‘ genannt wird, sondern auch diejenigen Lebensäußerungen, die eine tätige Auseinandersetzung mit ästhetischen Materialien in eigener Produktion zur Darstellung bringen“ (Mollenhauer 1986, S. 16).

Mit dieser Art bildhafter Repräsentation nähert sich das Kind auch technischen Gegenständen und technischen Phänomenen an. In diesem Tun liegt mehr als eine abbildende Tätigkeit, es ist eine Form des Korrespondierens mit der Umgebung. Etwas, das als Ding in der Erfahrungswelt des Kindes existiert, wird nachgeahmt.

„Die Bildsamkeit des Kindes kommt zwar in Gang durch äußere Anreize, aber nur sofern es auf diesen Anreiz mit einer Tätigkeit antwortet. Diese Anreize sind, da sie in Sinnkontexten auftreten, naturgemäß Repräsentanten von Sinn und Bedeutung, auf die das Kind sich sinnverstehend bezieht. Die Tätigkeiten des Kindes und die Produkte dieser Tätigkeit (im Spiel beispielsweise) sind deshalb auch Imitate der herrschenden Kultur“ (Mollenhauer 2008, S. 115).

Nun ist ein Laptop allein durch seine Dreidimensionalität nicht unbedingt weniger bildlich als das gezeichnete oder gemalte Objekt, es ist ein räumliches Bild von einem Laptop. Und es ist gleichzeitig auch mehr als das. Sein Entstehungsprozess wie auch das Objekt selbst nehmen Züge an, die über das Bildhafte hinausgehen und Eigenschaften funktional-technischer Objekte aufweisen. Material so zu formen, dass daraus ein räumliches Objekt entsteht, gehört zu den grundlegenden Vorgehensweisen des Konstruierens – dies auch dann, wenn das Vorhaben mit der Intention verbunden ist, etwas mimetisch-

bildhaft zu repräsentieren. Die Tatsache, dass das Kind nicht einen Laptop zeichnen, sondern einen ‚machen‘ will, veranlasst es zur Suche nach technischen und funktionalen Lösungen.

Materialteile mittels Klebetechnik zu verbinden, ist ein technischer Vorgang. Zeichnerisch-bildhafte und technisch-konstruktive Akte werden kombiniert, und es ist letztlich nicht eindeutig zu entscheiden, wie viel *Bildhaftigkeit* oder wie viel *Technik* bzw. Funktionalität einem Objekt zugesprochen werden soll. So ist denn auch nicht exakt auszumachen, ob der Zweck seiner Entstehung in der Bildhaftigkeit oder in einer wie auch immer gearteten Funktion zu suchen ist, da diese beiden Absichten nicht im Widerspruch stehen, sondern einander bedingen. Das bildhafte Imitieren von Wirklichkeit veranlasst Kinder, sich mit technisch-funktionalen Dingen auseinanderzusetzen. Dieses offenbar sehr altersspezifische Bedürfnis, Objekte aus der eigenen Lebenswelt selbst herzustellen und dabei bildnerische und konstruktive Vorgehensweisen zu verbinden, sollte im Kindergarten- und Unterstufenalter im Unterricht der Technischen Gestaltung als fachspezifische Form ästhetischen Lernens unterstützt und als Potential für problemorientiertes Handeln genutzt werden.

In Zusammenhang mit der Bedeutung schöpferischer Tätigkeiten und somit in Verbindung mit Zielsetzungen der ästhetischen Bildung können bislang drei wesentliche, fachliche Eigentümlichkeiten der Technischen Gestaltung aufgezeigt werden, die das gestalterische Problemlösen mitbestimmen bzw. dem Problemlösen eine gestalterische Prägung geben.

- Die dialektische Beziehung zwischen kognitiver und manueller Tätigkeit ist bestimmend bei der Lösungssuche. Die Dialektik ist darin zu sehen, dass manuelles Tun und Denken in ein Wechselspiel treten und das eine die Ursache und die Wirkung des anderen sein kann.
- Die Materialisierung von Ideen und Vorstellungen ist konstitutiver Teil gestalterisch-konstruktiven Tuns. Die Hervorbringung ist an handwerkliche Akte gebunden, die Teil der Herausforderung und Teil der Lösung sein können. Handwerkliche Anforderungen können sich in der Wahl und Bearbeitung von Material, in der Wahl und Handhabung von Werkzeugen und in der Wahl und Anwendung handwerklich-technischer Verfahren und ihrer prozeduralen Verläufe ergeben.
- Das physische Realisieren einer Idee ist in der Technischen Gestaltung mehr als das Herstellen eines funktionalen Gegenstandes, es kann, und dies gilt in hohem Maß für jüngere Kinder, gleichzeitig auch die Repräsentation von Dingen der Lebenswelt sein. In dieser nachahmenden, darstellenden Form kindlichen Gestaltens findet eine Verknüpfung technischer und bildhafter Repräsentation statt.

1.4 Fachlichkeit zwischen zwei Disziplinen - Design und Technik

Dass die Technische Gestaltung im Gegensatz zu anderen Schulfächern keine direkte Bezugsdisziplin hat und dadurch ihre fachliche Zugehörigkeit uneindeutig ist, kommt in den kantonal unterschiedlichen Fachbezeichnungen und in den um die Benennung des Fachs immer wieder entstehenden Debatten zum Ausdruck. Die Bezeichnung *Technische Gestaltung* hat zwar in vielen Schweizer Kantonen die Bezeichnung Werken und Werkunterricht abgelöst, doch offenbar scheint zwischen dem *Gestalten* und der *Technik* ein zwiespältiges oder zumindest nicht hinreichend geklärtes Verhältnis zu bestehen. Dies wird unter anderem deutlich in curricularen Leitgedanken zum Fach: „Werken strebt ein Gleichgewicht zwischen Technik und Gestalten an. Bei der Lösung von Problemen wirken immer Bereiche der Funktion, der Gestaltung, des Materials und der Verfahren zusammen. Das eigene Tun ermöglicht Einsicht in komplexe Verfahren, fördert das Verständnis für alltägliche Dinge und unterstützt das persönliche Gestaltungsvermögen der Schülerinnen und Schüler“ (Lehrplan-Arbeitsgruppe Technisches Gestalten 2004, S. 3).

Der Hinweis, dass zwischen Gestalten und Technik ein Gleichgewicht hergestellt werden soll, deutet darauf hin, dass die beiden Begriffe als disparat oder auch als konkurrierend verstanden werden können und sich zwischen ihnen offenbar nicht ohne weiteres eine Kohärenz herstellen lässt (vgl. Müller 1996; Neumann 1986). Mit der fachlichen Ausrichtung, wie sie im Lehrplan 21 dargestellt ist, wird der Gestaltungsprozess deutlicher als bisher mit Konzeptionen und Prinzipien von Designprozessen in Verbindung gebracht und somit eine weitere Bezugsdisziplin genannt. Da das Design die Prozesshaftigkeit der Produktgestaltung theoretisch beleuchtet und praktisch veranschaulicht, ist es für die Technische Gestaltung zu einem bedeutenden Orientierungsfeld geworden (vgl. Kap 3.1). Designspezifische Methoden der Produktgestaltung haben für das Problemlösen im Gestaltungsunterricht beispielhaften Charakter. Sie ermöglichen, dass der Zugang zur Technik ein gestalterischer ist. Die Betonung designspezifischer Problemlösungsansätze unterstützt die Verbindung von Gestaltung und Technik und somit auch die Zielsetzungen des ästhetischen Lernens. Die Auffassung, dass von den beiden Teilbereichen der *technischen* und der *textilen* Gestaltung,¹⁷ wie sie im Lehrplan 21 benannt werden, der technische Bereich seinen Schwerpunkt

¹⁷ Dass durch die Fachbezeichnung Textiles und Technisches Gestalten (TTG) im Lehrplan 21 der Umgang mit textilem Material als gesonderte Art der Gestaltung dargestellt wird, ist wohl eher bildungspolitischen Kräften und Bestrebungen geschuldet als die Folge fachlich begründeter Entscheide. Textile Produkte, wie sie im Unterricht zum Thema werden können, sind hinsichtlich ihrer Funktionalität, ihrer Entstehungsprozesse und ihrer Komplexität ebenso als technische Objekte zu betrachten wie Produkte anderer Materialität und daher nicht prinzipiell anders.

in der Technischen Bildung und der textile Bereich seinen in der ästhetischen Bildung finde (vgl. Käser und Stuber 2015, S. 31), ist daher nicht haltbar.

Die Technische Gestaltung fördert das Gestaltungsvermögen und verfolgt Zielsetzungen der ästhetischen Bildung nicht trotz, sondern wegen ihrer Bezüge zur Technik und zum Design. Die Bedeutung dieser Aussage verständlich zu machen, bedarf eines kurzen Blicks auf Entwicklungen und Positionierungen des Fachs in den vergangenen Jahrzehnten. Denn dass die Verknüpfung von Gestaltung und Technik nicht selbstverständlich (vgl. Neumann 1986, S. 66 ff.), vielleicht auch nicht unproblematisch, aber dennoch gewinnbringend ist, kommt zum Ausdruck, wenn die Entwicklung der Technischen Gestaltung in der Schweiz mit deutschen Fachentwicklungen verglichen wird.

Anders als in Deutschland hatte in der Schweiz der Wandel des Werkunterrichts zur Technischen Gestaltung trotz der zunehmenden Bedeutung technischer Inhalte keinen Bruch mit seiner künstlerisch-ästhetischen Ausrichtung zur Folge.¹⁸

Während sich in mehreren deutschen Bundesländern der Werkunterricht in den 60er-Jahren des letzten Jahrhunderts deutlich der Technik zuwandte und sich dadurch dezidiert von künstlerischen Ausrichtungen des Fachs absetzte, blieb die Technische Gestaltung in der Schweiz bei aller Annäherung an Zielsetzungen einer technischen Bildung einer gestalterisch-ästhetischen Ausrichtung verpflichtet. Die Orientierung an den prozessualen Modalitäten der Produktgestaltung, an den Bedingungen handwerklicher Ausführung und an Phänomenen der Technik führten dazu, dass sich die Technische Gestaltung in einer disziplinären Position befindet, die zwischen Kunst, Technik und Design anzusiedeln oder, wenn man es etwas pessimistischer ausdrücken mag, zwischen ihnen eingeklemmt ist (vgl. Frei 2004).

Die Technische Gestaltung hat sich trotz der als dringlich postulierten Wichtigkeit technischer Bildung und der Bedeutung der MINT-Fächer nicht zu einem Fach gewandelt, das als Technikunterricht zu verstehen wäre. Sie unterscheidet sich daher von den Konzeptionen eines Technikunterrichts oder

¹⁸ Die kunstdidaktischen Bildungsreformen, die in den 50er- und 60er-Jahren des vergangenen Jahrhunderts das Ziel hatten, den Kunstunterricht durch eine fundiertere fachdidaktische Basis zu untermauern, um so den umstrittenen gewordenen Ansätzen der musischen Erziehung klare Konzepte entgegenzusetzen, wirkten sich nicht nur auf den Kunstunterricht aus, sondern veränderten auch den sogenannten ‚musischen‘ Werkunterricht. Im Zuge dieser Neuorientierung, die wie ein Befreiungsschlag anmutet, wurden nicht nur die Idee der musischen Erziehung abgelegt, sondern generell bildnerisch-ästhetische Tätigkeiten als nicht dem Werkunterricht zugehörend eingeordnet. Als deutliche Absetzung von kunstdidaktischen Konzepten richtete sich der Werkunterricht in den 60er-Jahren zunehmend auf technische Inhalte aus und wandelte sich zum Technikunterricht. Diesbezügliche fachdidaktische Debatten und Prozessschritte vollzogen sich zu einem wesentlichen Teil anlässlich werkpädagogischer Kongresse zwischen 1969-1975 (vgl. Sachs 1996; Sellin 1970; Wessels 1970).

von der Sachperspektive ‚Technik und Arbeit‘, wie sie im Sachunterricht eingenommen wird. Sie tut dies besonders durch ihre Bezüge zum Design und ihre Zugehörigkeit zur ästhetischen Bildung.

Der Technikdidaktiker Burkhard Sachs ordnet den einstmals auf künstlerisches Tun ausgerichteten Werkunterricht in Deutschland als eine zum Glück überwundene Zwischenphase ein (vgl. Sachs 1996). In seinem historischen Rückblick auf das Fach zeichnet er Entwicklungsetappen nach, anhand derer sich der Werkunterricht nach der Überwindung eines offenbar fragwürdigen Handfertigkeitsunterrichts über ein ästhetisch-künstlerisches zum sachlich-veranschaulichenden Werken und endlich zum Technikunterricht entwickelt hat. Sachs räumt ein, dass der Weg zur letzten Etappe, der sich Ende der 60er-Jahre mit dem Wandel vom Werkunterricht zum Technikunterricht ereignete, weder leichtfertig noch schmerzfrei vollzogen wurde und mit Verzicht verbunden war (vgl. Sachs 1996, S. 20). Und er gesteht der vorüber gegangenen „mühsam-kunsterzieherischen“ Phase des Werkunterrichts einen „Ertrag“ zu, wenn er anmerkt: „Die kunsterzieherisch geprägte Zwischenphase hat für die weitere Entwicklung des Technikunterrichts wichtige Impulse gegeben, die weder verabsolutiert noch weggeblendet werden sollten“ (Sachs 1996, S. 21). Einen dieser Impulse sieht Sachs in jenem Ansatz von technischer Bildung, der Wert legt auf einen problemorientierten Umgang mit technischen Phänomenen und der Schülerinnen und Schülern bei der Auseinandersetzung mit technischen Phänomenen Raum für eigene schöpferische Tätigkeiten gibt (vgl. ebd., S. 21). Noch wenige Jahre vor diesem Wandel zum Technikunterricht hatte Gunter Otto, Kunstpädagoge und Mitbegründer kunstdidaktischer Reformen in den 60er- und 70er- Jahren, ein Auseinanderdividieren von künstlerischen und technischen Komponenten im Werkunterricht als falsch eingeschätzt und einer solchen Absicht entgegeng gehalten, dass der Umgang mit der Technik ein gestalterischer sein müsse. „Es wäre ein Missverständnis, die Kategorien des Künstlerischen aus der Werkerziehung zu verdrängen. Es geht vielmehr darum, Kategorien des Technischen in das Fach aufzunehmen [...] Die Technik macht nicht nur zweckgerichtete, sondern auch gestalterisch relevante Angebote. Das zu bemerken, ist Sache des Lehrers. Die Gegenüberstellung ‚technisches‘ und ‚künstlerisches‘ Werken muss deshalb in die Irre führen, weil sie zu dem Missverständnis verleitet, dass im Technischen nicht Gestaltsuche vollzogen werden könne“ (Otto 1970, S. 19).

Den Befürwortern technikdidaktischer Ansätze schien jedoch eine deutliche Abgrenzung von einem künstlerisch-gestalterischen Werkverständnis notwendig. In ihren Augen konnte der Schritt hin zu einem klar umrissenen Technikunterricht nur gelingen, indem er mit Deutlichkeit vollzogen wurde (vgl. Wilkening 2004). In dieser eindeutigen Entscheidung liegt die Basis für die

Entwicklung mehrerer technikdidaktischer Ansätze, welche das Fach in Deutschland bis heute prägen (vgl. Kap 1.6.1).

Die Verbindung von Design und Technik

Man mag die Entscheidung, dass sich der Werkunterricht bzw. die Technische Gestaltung durch eine vorrangige Zuwendung zur Technik deutlicher vom Kunstunterricht bzw. der Bildnerischen Gestaltung abgrenzen, sich eigenständiger positionieren und so prägnanter wahrgenommen werden könnte, als fachlich und bildungspolitisch wünschenswert oder gar notwendig erachten. Höher als dieser Vorteil der Abgrenzung wäre dann allerdings der Verlust zu gewichten. Eine Zurückstufung gestalterisch-ästhetischer Ziele in der Technischen Gestaltung würde nicht nur zu einem verengten Blickfeld auf die Inhalte und somit auch auf die Technik führen, sondern vor allem die Bedeutung des Fachs für pädagogische und inhaltliche Ziele der ästhetischen Bildung in Frage stellen. Dieser Verlust wird mittlerweile vereinzelt auch in den Fachgremien der Technikdidaktik festgestellt (vgl. Wiesmüller 2008; Wilkening 2004) ¹⁹ Mit einem Hinweis auf die Relevanz, welche insbesondere designtheoretische Ansätze für den Technikunterricht haben könnten, hält es Wilkening vierzig Jahre nach der Konstituierung des Technikunterrichts „an der Zeit auch die Bezüge zur ästhetisch bestimmten Gestaltungsprägung herzustellen und zu aktivieren“ (Wilkening 2004, S. 6). Zu einer ähnlichen Auffassung gelangt der Technikdidaktiker Christian Wiesmüller, der sich eine Annäherung der beiden Kategorien *Technik* und *Ästhetik* wünscht und in der Förderung von technikästhetischem Verhalten und Handeln ein Bildungsziel sieht, das unter anderem der Tatsache Rechnung trägt, dass gerade für Kinder und Jugendliche die ästhetischen Komponenten technischer Objekte eine wichtige Rolle spielen. Wiesmüller spricht sogar von einer notwendigen „Versöhnung“, die zwischen Technik und Ästhetik notwendig ist (vgl. Wiesmüller 2008, S. 10).

In der gleichen Zeitspanne, in der sich in Deutschland der Werkunterricht zum Technikunterricht wandelte, wurden auch in der Schweiz die Prinzipien eines traditionellen Handfertigkeitsunterrichts, dessen Begründungen schon in den Fünfzigerjahren des vergangenen Jahrhunderts brüchig geworden waren,

¹⁹ Fritz Wilkening, der als Erziehungswissenschaftler und Spezialist für Technikdidaktik namhaft zur Begründung des Technikunterrichts beitrug, weist darauf hin, dass die systemtheoretischen Technikkonzepte von Günther Ropohl, die als Referenz für die damals entwickelten fachdidaktischen Ansätze des Technikunterrichts galten (vgl. Kap. 1.6.1), im Grunde auch eine ästhetische Perspektive beinhaltet hätten, die jedoch kaum berücksichtigt wurde. Er begründet dies damit, dass der damals neue Technikunterricht sich unter anderem dadurch zu konstituieren hatte, dass er sich auf Kerngebiete konzentrierte und sich von einem künstlerisch-gestaltenden Werkunterricht absetzen musste (vgl. Wilkening 2004, S. 5).

abgelegt und ein anderes Verständnis von Werken entwickelt - ein Prozess, an dem die Ausbildungsinstitutionen der Werklehrer und Werklehrerinnen nicht unwesentlich mitwirkten²⁰ und der in den Achtziger- und Neunzigerjahren Niederschlag in mehreren kantonalen Lehrplänen fand. Dadurch wurde die Technik als Inhalt oder als Bezugspunkt nicht durch die Radikalität einer Reform- oder Gegenreformbewegung ins Zentrum des Fachs gerückt. Sie wurde, fast im Sinne von Gunter Otto, als Kategorie in den Unterricht aufgenommen und von Beginn an mit den Grundgedanken und Ideen der Produktegestaltung verbunden. Der Gestaltungsprozess gilt daher als disziplinärer Zugang zu fachlichen Inhalten und als domänenspezifische Form des Lernens und Begreifens²¹.

Mit der doppelten Ausrichtung auf Design und Technik steht das Fach Technische Gestaltung Ansätzen nahe, wie sie im britischen und zunehmend auch im amerikanischen und neuseeländischen Raum in Zusammenhang mit den Curricula von *Design- and Technology-Education* entwickelt und praktiziert werden (Barlex 2015; De Vries 2006; Kimbell und Stables 2008; Williams 2015). Obwohl die soeben erwähnte Verbindung von Design und Technik das Fachkonzept der Technischen Gestaltung prägt, ist genauer darzulegen, ob und

²⁰ Die Fachentwicklung des Werkunterrichts wurde in der Schweiz unter anderem durch die Ausbildung der Fachlehrer und Fachlehrerinnen vorgebracht. Dies gilt insbesondere für den Ausbildungsort Zürich. Die Schule für Gestaltung Zürich bot Ende der Fünfzigerjahre des 20. Jahrhunderts zwei Ausbildungsgänge für Werklehrpersonen an. Die dem Bauhaus verpflichteten Traditionen der Hochschule prägten diese Studiengänge und transportierten so ein Fachverständnis, bei dem das Design und somit formal-ästhetische Fragen zentrale Elemente des Werkunterrichts waren (vgl. Sigrist 1997). Zur Verbreitung dieses Fachverständnisses in der Bildungslandschaft trugen die Abgänger dieser Ausbildungsgänge bei. Da der Werkunterricht nicht zum Fächerkanon der Gymnasien gehörte und in der Volksschule mehrheitlich von der Klassenlehrperson unterrichtet wurde, fanden die Absolventen und Absolventinnen ihr Wirkungsfeld nicht unbedingt in der Volksschule, sondern in den Lehrer- und Lehrerinnenbildungsinstitutionen. In dieser Funktion war ihnen die Möglichkeit gegeben, den designorientierten Werkansatz zu verbreiten. Die Tatsache, dass viele Fachlehrpersonen von Lehrerseminaren in den 1980er- und 1990er-Jahren als Mitwirkenden in kantonalen Lehrplankommissionen tätig wurden, unterstützte die Verankerung des Ansatzes in den Lehrplänen.

²¹ Die Veränderung des Stellenwerts prozessorientierter Lernarrangements führte dazu, dass die Begriffe der Prozess- und Produktorientierung unnötig oft und lange als gegensätzlich behandelt und das Produkt vermeintlich als Nebensache angesehen wurde. Verglichen mit den Zielsetzungen des Handfertigkeitsunterrichts hat das Produkt zwar nicht mehr die Funktion, Prüfstein für Genauigkeit und Fleiß zu sein, dennoch kommt ihm in den neueren Ansätzen des Gestaltungsunterrichts in zweierlei Hinsichten eine Bedeutung zu: Selbst wenn der bildende Wert vorwiegend im Prozess zu sehen ist, kommt dieser nur in Gang, wenn die Entstehung eines Produktes als ernstgemeintes Ziel gilt, an dem sich zielgerichtetes Vorgehen und fachliches Können messen kann. Überdies hat das Produkt für Schülerinnen und Schüler meist eine individuelle, emotionale Bedeutung, die mit dem Gebrauchswert des Gegenstandes verbunden sein kann, oft aber in noch höherem Maß mit dem Gefühl von Selbstbestätigung und Stolz zu tun hat und sich dadurch auch positiv auf die Motivation auswirkt.

wie sich aus den beiden Bezugsdisziplinen jeweils eigene, unterschiedliche fachspezifische Aspekte des Problemlösens ergeben.

1.5 Design als Bezugsdisziplin

Die Auffassung von den bildenden Aufträgen eines Schulfachs, die Vorstellung von bedeutenden fachlichen Gegenständen, die Überzeugung von der Wirkung didaktischer Konzepte und letztlich das Zusammenspiel all dieser Komponenten gehören mit zu jenen Inhalten, die innerhalb von Communities und Fachgremien als *geteiltes Fachverständnis* bezeichnet werden können. Die Didaktik der Technischen Gestaltung bezieht ihre diesbezüglichen Positionen und Haltungen zu einem großen Teil aus gewachsener, in Diskursen reflektierter und im Schulalltag geprüfter Praxis und den daraus entwickelten Argumentationen, aber kaum aus empirischen Forschungen. Überzeugende Grundlagen für diese argumentative Form der Fach- und Unterrichtsbegründung liefern jene Domänen und Bezugsdisziplinen, die auf inhaltlicher, didaktischer oder lerntheoretischer Ebene Entsprechungen zur Technischen Gestaltung aufweisen. Da einerseits Ansätze des problemorientierten Lernens (vgl. Kap.1) und andererseits Konzepte der Produktgestaltung (Kap. 3.1 und Kap. 3.6) für die Technische Gestaltung wegweisend sind, ist das Design eine Domäne, die solche Entsprechungen aufweist.

Während in den Lehrplänen bislang eher von *Produktgestaltung* die Rede war, wird in aktuellen Curricula das Design explizit als Bezugsdisziplin genannt und seine kulturellen, historischen, technischen, ökologischen und ökonomischen Bedeutungen als relevante Bezugspunkte erwähnt. Dabei wird der Designprozesse sehr stark in seinem Wert als Lernprozess bzw. als methodische Form der gestalterischen Auseinandersetzung betont. „Design stellt die Qualitäten des Prozesses und die gestalterische Auseinandersetzung mit Funktionen und Formen in den Vordergrund. Technik umfasst alle menschlichen Tätigkeiten, die sich mit der Herstellung, dem Gebrauch, der Bewertung und der Entsorgung technischer und textiler Produkte befassen“ (D-EDK 2014b, S. 3). Da in Modellen idealtypischer Designprozesse und -strategien sehr generelle Grundprinzipien zur Entwicklung von Problemlösungen deutlich werden, sind sie nicht nur ein Orientierungsfeld für die Technische Gestaltung, sondern von interdisziplinärem Interesse. Eine ausführlichere Beschreibung designtheoretischer Konzepte und ihre Geltung für das Problemlösen werden im Kapitel 3 dargelegt.

1.5.1 Fachdidaktische Perspektiven auf das Design

Dass die Technische Gestaltung ihr Verständnis von gestalterischer Arbeit am Produktdesign orientiert, lässt sich zurückführen auf Ähnlichkeiten und Parallelen, die zwischen professioneller Produktgestaltung und dem Lösen von Werkaufgaben im Unterricht der Technischen Gestaltung bestehen. Methodische Strategien, die von Designschaffenden zur Entwicklung von Produkten genutzt werden, können auch im Unterricht der Technischen Gestaltung zielführend sein. Dies gilt besonders dann, wenn Werkaufgaben nicht ein reproduktives Arbeiten einfordern, sondern die Entwicklung individueller, gestalterischer Lösungen verlangen. Werkaufgaben zeichnen sich dadurch aus, dass sie den Charakter einer Problemstellung haben (vgl. Heitzmann und Rieder 2010; Homberger 2007; Müller 1997), indem sie Aussagen über eine vorhandene und eine erwünschte Situation machen, allenfalls die zur Lösungsentwicklung zur Verfügung stehenden Mittel benennen, doch den Lösungsweg nicht vorgeben. Zu diesem Problemcharakter gehört auch, dass es keine begrenzte, der Lehrperson schon im Voraus bekannte Zahl von Lösungsmöglichkeiten gibt. Die Designtheorie bietet Beschreibungen zu idealtypischen Verläufen solcher Prozesse, die für Schülerinnen und Schüler, besonderes aber für Lehrpersonen und deren Unterrichtsplanung handlungsleitend sein können.

Dass Problemsituationen und Prozessverläufe innerhalb professioneller Design Tätigkeiten nicht mit Unterrichtssituationen übereinstimmen und sich die Arbeit von Designschaffenden nur bedingt mit dem Tun von Schülerinnen und Schüler vergleichen lässt (vgl. Wyss 2013), muss für die Technische Gestaltung kein Hinderungsgrund sein, sich am Design zu orientieren (vgl. Homberger und Meier 2007). Diese Orientierungen verlangt jedoch Adaptions- und Transformationsleistungen, da sich zwischen den marktwirtschaftlichen Gegebenheiten des Designs und den Bedingungen des Schulunterrichts erhebliche strukturelle und intentionale Unterschiede ergeben. Zudem kann die professionelle Arbeit von Designschaffenden nur bedingt mit dem Lernen von Kindern verglichen werden. Dennoch sind die Parallelen zwischen der Technischen Gestaltung und dem Design so groß, dass mittlerweile eine Benennung des Fachs in *Design und Technik* in Erwägung gezogen wird.²²

Wie die vorangegangenen Darlegungen in diesem Kapitel zeigen, befindet sich die Technische Gestaltung hinsichtlich ihrer Fachbezeichnung in einer Situation,

²² Die Pädagogische Hochschulen PH FHNW (Studiengänge der Sekundarstufe) und PH Zürich haben die Fachbezeichnungen ‚Design und Technik‘ anstelle von ‚Technische Gestaltung‘ übernommen. Der Schweizerischen Werklehrerinnen- und Werklehrerverein SWV führt seit 2010 den Namenszusatz ‚Design und Technik‘. Ebenso hat die Fach-Arbeitsgruppe in der Schweizerischen Gesellschaft für Lehrerinnen- und Lehrerbildung SGL diese Bezeichnung übernommen.

die eine adäquate Wahrnehmung ihrer Inhalte und ihres Bildungsauftrags schwierig macht. In Ermangelung einer eindeutigen und durch ein wissenschaftliches Lehrgebäude untermauerten Bezugsdisziplin kämpft das Fach seit Jahrzehnten mit zeitlich und regional wechselnden Bezeichnungen.²³ Es ist daher fraglich, ob die von verschiedenen Fachgremien vorgeschlagene und von einigen Institutionen eingeführte Benennung *Design und Technik* durch ihren Doppelbegriff zu einer Klärung beitragen kann oder die Kette von Missverständnissen fortsetzt. Doch auch wenn die Bezeichnung nach Erklärung verlangt, so werden mit den beiden Begriffen zumindest die zwei zentralsten disziplinären Bezüge deutlich gemacht. Zudem wird damit eine Fachbezeichnung übernommen, wie sie in Curricula anderer Länder bereits gebräuchlich ist.²⁴

Ein Vorschlag zur inhaltlichen Zuordnung der beiden Gestaltungsfächer findet sich im Referenzrahmen der Pädagogischen Hochschule Zürich (vgl. Homberger und Meier 2007). Darin werden die Bereiche Bildnerische Gestaltung und Technische Gestaltung ebenfalls als *Kunst* und *Design* bezeichnet. Der Referenzrahmen zeigt analoge und komplementäre Beziehungen der beiden Fachbereiche und verortet sie in den Zielsetzungen der ästhetischen Bildung durch vier Aspekte: a) Wahrnehmung-Aisthesis, b) Ästhetische Erfahrung, c) Produktion und Hervorbringung, d) Wissen über Kultur und Wissen über Gestaltung und Kunst. Während die Bildnerische Gestaltung als *freies Gestalten* der Kunst zugeordnet ist, ist die Technische Gestaltung als *technisches und angewandtes Gestalten* dem Design zugehörig (vgl. Abb. 4). Dabei wird von einem Designverständnis ausgegangen, das sich an die Konzepte des *industrial designs* anlehnt (vgl. Kap. 3.2), aber auch Bereiche wie Mode und Architektur beinhaltet. „Einen weiteren gleichwertigen Bereich bezeichnen wir mit Design. In dessen Mittelpunkt steht die Auseinandersetzung mit Geräten und Gegenständen des Alltags, welche bestimmte Funktionen erfüllen; es geht um ‚angewandte‘ Gestaltung, um Nutzen und Bedeutung von Artefakten. Design thematisiert die Erscheinung und Gestaltung unserer Dingwelt – von Gebrauchsgrafik über Textilien, Mode, Produktdesign, Architektur bis zu

²³ Die in den vergangenen vierzig Jahren stets wandelnden Fachbezeichnungen von *Handfertigkeit* zu *Handarbeitsunterricht*, zu *Werkunterricht* oder *Werken*, zu *Technischer Gestaltung* bilden zwar konzeptuelle Veränderungen des Fachs ab, haben aber zur Transparenz ihrer Bildungsziele und zu ihrer präzisen Wahrnehmung in der Öffentlichkeit nicht eben viel beigetragen und sorgen sogar innerhalb von schul- und bildungspolitischen Kreisen nicht unbedingt für Klarheit. Dass selbst mit der Konzipierung des Lehrplans 21 die unglückliche und unnötige duale Bezeichnung der textilen und technischen Gestaltung nicht überwunden werden konnte, sondern erneut verwendet wird, ist unter diesem Aspekt so unverständlich wie bedauerlich.

²⁴ *Technology and Design* ist die Bezeichnung eines Schulfachs auf der Sekundarstufe (Altersstufe der 11-16-Jährigen) in Großbritannien (vgl. Kimbell und Stables 2008).

technischen Bauwerken (z.B. Brücken). Gestaltung als Resultat einer formal/funktionalen Auseinandersetzung, Formgebung, Materialisierung und Semiotik“ (Homberger und Meier 2007, S. 29).

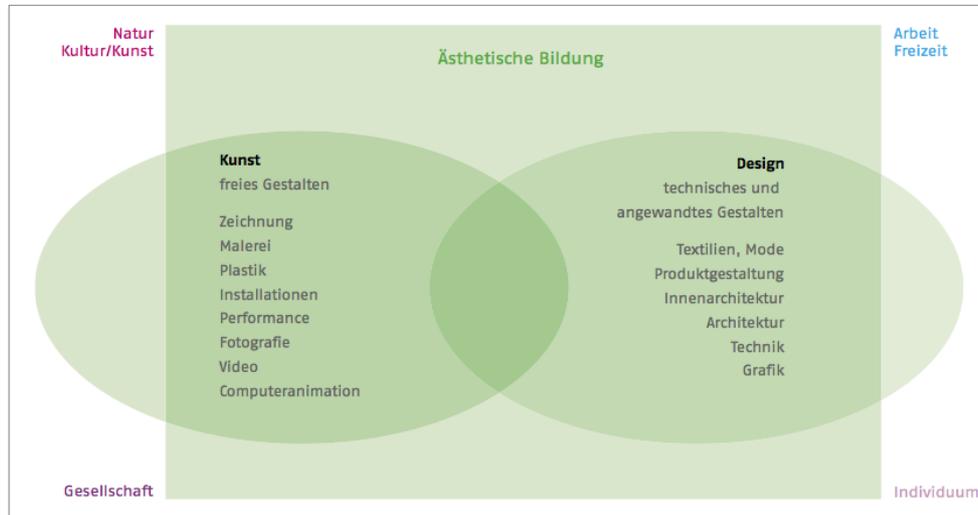


Abb. 4 Fachbereichen Kunst und Design (aus: Homberger und Meier 2007, S. 32)

Mit den Darlegungen im Referenzrahmen werden inhaltliche Felder des Designs aufgezeigt, auf die sich der Unterricht beziehen soll. Zum methodischen Vorgehen werden keinen expliziten Aussagen gemacht, doch Homberger und Meier weisen darauf hin, dass die Vermittlung von Inhalten sinnvollerweise in Settings des problemorientierten Lernens erfolgen sollten (vgl. Homberger und Meier 2007, S. 36).

1.5.2 Designbasiertes Lernen

Die lerntheoretische Idee des designbasierten Lernens ist mit kognitivistischen und ko-konstruktivistischen Grundgedanken verbunden, da sie die Förderung metakognitiver, reflexiver Fähigkeiten ins Zentrum stellt und diese durch schülerzentrierte, auf die Förderung von Selbststeuerung ausgerichtete Methoden zu erreichen versucht.

Didaktisches Kernelement designbasierten Lernens ist die Generierung problemorientierter Lernanlässe in Form von Aufgabenstellungen, deren Einbettung in andere, zum Beispiel instruktionale Unterrichtsformen sowie durch eine unterstützende Begleitung durch die Lehrperson.

Umgesetzt wird diese Form des Lehrens und Lernens abgesehen vom Unterricht der Technischen Gestaltung in naturwissenschaftlichen und technikorientierten Fächern (vgl. Doppelt 2009; McCormick 2007; Roth und Bowen 1995; Stettler 2011). Das designbasierte Lernen verfolgt wie problembasierte (PbL)²⁵ oder

²⁵ In den Modellen des problembased learning, die hauptsächlich für den Ausbildungsbereich von Medizin und Pflege entwickelten wurden (vgl. Gräsel 1997, S. 16), ist die als *Fall* bezeichnete

projektbasierte Ansätze die Absicht, dass Lernende anhand situativer Gegebenheiten (Fall, Problemstellung) mit einer komplexen Problemstellung konfrontiert werden und daraus Handlungsoptionen entwickeln und verfolgen, die fachliches Lernen ermöglichen (vgl. Kolodner 2003; Lee und Kolodner 2011). Gemeinsames Merkmal der Ansätze, die alle als Spezialformen des problemorientierten Lernens verstanden werden können, ist, dass Lernende in realitätsnahe Situationen hineingeführt werden, die eigenständige, selbstgesteuerte Lernhandlungen evozieren. Dahinter steckt die Grundannahme, dass die Situationsgebundenheit den Aufbau von domänenspezifischem Wissen und domänenspezifischen Strategien besonderes effektiv ermöglicht (vgl. Gräsel 1997; Zumbach 2003).

Voraussetzung für designbasiertes Lernen ist das Schaffen einer Lernsituation, die möglichst viele Parameter eines echten Problemlöseprozesses aus dem Design aufweist. Diese Echtheit soll sich letztlich darin zeigen, dass sich die Lösungssuche nicht allein auf Recherche, Analyse und Entwurfsarbeit beschränkt, sondern in der praktischen Ausführung der Idee ihre Qualität zeigen und sich dadurch bewähren muss. Überdies soll das Problem so geartet sein, dass sich die Lösungssuche auf möglichst viele verschiedene Komponenten eines Produkts bezieht, also formal-ästhetische, funktional-technische sowie materialbezogene und konstruktive Dimensionen berücksichtigt. Phasenmodelle von Designprozessen, die eine idealtypische Lösungssuche beschreiben, können dabei als unterstützende Struktur wirken, sollen aber nicht als strikter Fahrplan verstanden werden (vgl. McCormick 2007).

Das designbasierte Lernen stellt hohe Ansprüche an die Methodenkompetenz von Lehrpersonen. Diese müssen die Notwendigkeit instruktionaler Angebote abschätzen und flexibel auf individuelle Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler reagieren können. Die Lernumgebung, in die problemorientierte Aufgaben eingebettet sind, sollen Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit bieten, sich entsprechend ihren Vorkenntnissen und ihren Lösungsideen notwendige Informationen zu beschaffen und ihr Wissen so zu erweitern (vgl. Doppelt 2009, S. 56).

Untersuchungen zur Rolle von Lehrpersonen in designbasierten Lernsettings zeigen, dass die Lernerfolge von Schülerinnen und Schülern in beträchtlichem Maß davon abhängen, welche Formen einer begleitenden instruktionalen

Ausgangssituation eine oft in Textform existierende Problemdarstellung. Das Arbeiten in Gruppen und eine tutorielle Begleitung unterstützen das Lernen (vgl. Mandl und Reinmann 2006, S. 640). Das Unterrichtskonzept zur Erarbeitung von Lösungen und der Aneignung von Wissen besteht aus einem definierten Vorgehen der Fallbearbeitung, die anhand von sieben Schrittfolgen (Siebensprungmodell) das Lernen in der Gruppe mit individuellen Lernschritten und somit kooperatives mit selbstgesteuertem Lernen verbindet (vgl. Weber 2005).

Unterstützung sie erhalten, diese wiederum hängen von einem fundierten fachlichen Wissen der Lehrperson ab (vgl. Sidawi 2009, S. 285).

Designbasiertes Lernen findet vielfach in Verbindung mit dem Erwerb von naturwissenschaftlichen und technischen Kenntnissen statt, also mit der Erarbeitung sachlicher Inhalte. Der Technikdidaktiker Yaron Doppelt geht davon aus, dass designbasiertes Lernen Schülerinnen und Schülern helfen kann, Sachverhalte in ihrer Komplexität zu verstehen. „In DBL [Design based Learning] the learner is required to deal with the real world. This experience assists pupils in understanding the complexity of a real design process of a real prototype. It enables them to engage in designing real experiments and not only learning the theory“ (Doppelt 2009, S. 57). Seine Untersuchungen zum Lernverhalten von High-School-Absolvierenden zeigen, dass die Probanden durch das Entwickeln eigener Lösungen nicht nur die Sache, sondern auch das eigene Lernen besser verstanden haben (vgl. Doppelt 2009, S. 63).

Das Konzept ‚Lernens durch Design‘ (LBD) von Janet Kolodner und Chien-Sing Lee sieht vor, die Aneignung theoretischer Grundlagen über naturwissenschaftlich-technische Phänomene durch das Lösen gestalterisch-konstruktiver Aufgaben zu erreichen. Ob designorientierte Strategien mit naturwissenschaftlichen Inhalten eine sinnvolle Verbindung eingehen können, ist nach Meinung der beiden Technikdidaktikerinnen vom Inhalt abhängig. Er müsse so gewählt werden, dass Schülerinnen und Schüler zum Erarbeiten der Lösung auf den Erwerb naturwissenschaftlicher Grundlagen angewiesen seien, damit zwischen sachlichem Erkenntnisgewinn und gestalterischer Produktivität eine interdependente und synergetische Beziehung entsteht (vgl. Kolodner 2003, S. 510).



Abb. 5 Learning by Design-Zirkel (aus: Kolodner 2003, S. 511)

In der grafischen Darstellung des Modells von Kolodner und Lee (vgl. Abb. 5) werden der produktiv-schöpferische Designprozess und der sachorientierte Erkundungsprozess als zwei gesonderte, aber aufeinander bezogene Regelkreise

dargestellt. Die Schülerinnen und Schüler müssen sich beim Lösen von Designaufgaben zwischen diesen beiden Systemen bewegen können. Damit das Zusammenwirken der beiden Kreise sinnvoll erfolgen kann, sollen die Konstruktionsphasen, die Teil des Designprozesses sind, nicht zu langatmig werden, sondern die Schülerinnen und Schüler in kurzer Zeit an einen Punkt führen, an dem für sie weitere Sacherkundigungen notwendig werden.

Lee und Kolodner setzen designbasiertes Lernen in Beziehung zu übergeordneten Bildungszielen und erachten vor allem die Erziehung zur Selbstständigkeit, zu einer Problemlösefähigkeit im Alltag und zur Kreativität als wesentliches Ziel des designbasierten Lernens (vgl. Lee und Kolodner 2011, S. 3).

Designbasierte Lernsettings sind meist komplex und anforderungsreich. Sie verlangen von den Schülerinnen und Schülern, dass sie selbstgesteuert in Kooperationen arbeiten, Flexibilität üben und in Zusammenhängen denken. Gerade die anspruchsvollen Settings scheinen jedoch die Lernbereitschaft zu begünstigen.

Durch ihre Untersuchung zur Lernmotivation beim Umgang mit designbasierten Aufgabenstellungen im Technikunterricht, kommt die Erziehungswissenschaftlerin Coral Campbell zur Auffassung, dass insbesondere die Eigenständigkeit, welche die Schülerinnen und Schüler erfahren, für das motivierte Lernen wichtig ist (vgl. Campbell und Jane 2012). Dies ergab die Auswertung von sogenannten Ideenbüchern, welche Schülerinnen und Schüler der dritten und vierten Primarstufe über den Zeitraum einer Designaufgabe führten. Darin hielten sie in Form von Texten und Zeichnungen die Entwicklung ihrer Ideen und am Ende des Prozesses, gestützt auf Leitfragen, auch ihre Rückschlüsse über das eigene Lernen und die eigene Lernmotivation fest. Zu den meist genannten Gründen für motiviertes Lernen gehörte die von den Schülerinnen und Schüler erlebte Autonomie, die Möglichkeit, selber etwas zu entscheiden, das Zusammenarbeiten in Teams sowie Stolz und Zufriedenheit darüber, selber ein Problem gelöst zu haben (vgl. Campbell und Jane 2012, S. 7 ff.). Dass sich designbasiertes Lernen positiv auf die Selbstwirksamkeitsüberzeugung auswirkt, weist auch Andreas Stettler, Didaktiker für Technische Gestaltung, nach. Seine Untersuchungen mit Kindern im Alter zwischen 11 und 15 Jahren zeigen, dass sich im Zusammenhang mit dem Lösen von Werkaufgaben insbesondere das Bewältigen anspruchsvoller Herausforderungen positiv auf die Selbstwirksamkeitsüberzeugung auswirkt (vgl. Stettler 2009, S. 53).

Die Technische Gestaltung hat durch die Betonung des Gestaltungsprozesses als Kern von Bildungsprozessen ein großes Interesse an designspezifischen Formen der Problemlösung. Aus der Zusammenfassung der vorangegangenen

Darlegungen lässt sich die Frage nach der Bedeutung designbasierter Konzepte für die Technische Gestaltung beantworten.

Leitfrage: Worin ist die in aktuellen Fachdiskussionen und Lehrplänen herausgestellte Beziehung zu designbasierten Konzepten begründet?

Die Orientierung am Design und an designbasierten Ansätzen begründet sich in Parallelen, die zwischen der Technischen Gestaltung und dem Design bestehen. In den curricularen Leitideen, die Lehrmitteln oder Lehrplänen zur Technischen Gestaltung zugrunde liegen, zeigt sich eine Beziehung zum Design, die als mehrschichtig bezeichnet werden kann. Sowohl das, was gemeinhin als Stoff oder Inhalt eines Fachs verstanden wird, wie auch die Art der methodischen Auseinandersetzung und die dadurch zu erwerbenden Fähigkeiten können als ‚designbezogen‘ bezeichnet werden. Vereinfacht lassen sich die Berührungspunkte, die das Fach Technische Gestaltung zum Design hat, als inhaltliche, als methodische und als epistemologische Verbindungen bezeichnen. Inhaltlich sind die Verbindungen auf der Ebene der Produktgestaltung, methodisch auf der Ebene von Gestaltungs- bzw. Problemlöseprozessen und epistemologisch auf der Ebene von einem Wissens- und Kompetenzerwerb, der aus gestalterischer Auseinandersetzung erfolgt. Diese Gemeinsamkeiten deuten darauf hin, dass zwischen der Technischen Gestaltung und dem Design Analogien bestehen, die fachdidaktisch genutzt werden können. So stützt sich die Technische Gestaltung bei der Konzipierung von Lernsettings auf Überlegungen aus der Designtheorie und orientiert sich bei Prozessen der Objektgestaltung an Modellen, die aus dem Produktdesign stammen und die Generierung von Ideen und deren Transformation in Objekte darlegen.

1.6 Technik als Bezugsdisziplin

Während beim Design aufgrund der prozessorientierten Vorgänge eine Verbindung zu problemorientiertem Unterricht naheliegt, ist diese bei der Bezugsdisziplin *Technik* nicht so offensichtlich, da die Bezüge zur Technik oft inhaltlicher Art sind. So stellt sich die Frage, ob eine problemorientierte Auseinandersetzung mit technischen Objekten, wie sie im Unterricht der Technischen Gestaltung gepflegt wird, hauptsächlich der Tradition der Werkaufgabe entspringt und eine fachtypische gestalterische Herangehensweise ist oder ob sie sich auch aus dem Gegenstand *Technik* begründen lässt.

Eine Klärung dieser Frage soll, durch die Betrachtung des Zusammenhangs zwischen problemorientierten Unterrichtsformen und technischen Inhalten herbeigeführt werden. Dazu werden der Gegenstandsbereich Technik und daraus folgend auf ihn bezogene unterrichtsmethodische Formen in den Blick

genommen. Eine intensive Auseinandersetzung mit dieser Thematik findet im deutschen Sprachraum innerhalb des Fachdiskurses rund um die Technikdidaktik statt.²⁶ Auf diesen Diskurs und die daraus hervorgehenden Konzepte, Modelle und Positionen beziehen sich weite Teile der nachfolgenden Darstellungen, sie werden durch Positionen ergänzt und kontrastiert, die einem Verständnis von technischer Bildung nahestehen, wie es im anglo-amerikanischen Raum vertreten wird.

1.6.1 Technik als Gegenstandsbereich schulischer Bildung

In Zusammenhang mit dem Bestreben, die technische Bildung in den allgemeinbildenden Schulen zu implementieren, muss ihr Bezug zum Gegenstand Technik geklärt werden (Sachs 1992; Schmayl 2013). Diese Gegenstandsbestimmung erweist sich insbesondere deshalb als herausfordernd, weil die Technik als Phänomen unserer Lebenswelt aufgrund ihrer unterschiedlichen Erscheinungsformen wie auch in Bezug auf deren gesellschaftliche Bedeutungen sehr vielschichtig und verzweigt ist. Geht man von den in unserem Alltag präsenten technischen Erzeugnissen aus, lassen sich diese unter dem Aspekt ihres Zustandekommens, ihres Zwecks und ihrer Nutzung sehr unterschiedlichen Bereichen und Wissenschaften zuordnen. So wird beispielsweise der Maschinenbau, die Medizinaltechnik, die Nahrungsmittelindustrie ebenso der Technik zugerechnet wie das Agrar-, Verkehrs- oder Bauwesen (vgl. Höpken 2003; Sachs 1992). Diese Vielfalt widerspiegelt große Spezialisierungen und Fragmentierungen des Gegenstandes Technik und verdeutlicht die Schwierigkeit einer präzisen, prägnanten Gegenstandsfassung. Es kommt ferner hinzu, dass die Technik abgesehen von ihren physischen Erzeugnissen auch als wirtschaftliches, soziales und kulturelles Phänomen mit entsprechenden Wirkungen auf menschliches und gesellschaftliches Leben und Handeln zu betrachten ist.

Als besonderes hilfreich und weitreichend für die Gegenstandsbestimmung und für die Entwicklung curricularer Konzepte gilt die Systemtheorie von Günther Ropohl. Sie nimmt die Technik als umfassendes Phänomen in den Blick. „Schließlich hat sich in der Technikphilosophie der Begriff des technischen Handelns verbreitet, mit dem man die Einsicht betont, dass die Technik nicht nur als Ensemble künstlich gemachter Gegenstände zu verstehen ist, sondern vor allem auch das menschliche Handeln umfasst, das diese Gegenstände herstellt und gebraucht“ (Ropohl 1999, S. 90). Bezugnehmend auf die Pluralität und den

²⁶ Zu den fachdidaktischen Gremien gehören insbesondere die ‚Deutsche Gesellschaft für Technische Bildung‘ (DGTB) und die ‚Gesellschaft für Arbeit, Technik und Wirtschaft‘ (GATW).

interdisziplinären Charakter der Technik weist Ropohl ihr drei Dimensionen zu, denen jeweils andere Wissenschaftsdisziplinen zugeordnet sind (vgl. Abb. 6). Es sind dies die *humane*, die *soziale* und die *naturale* Dimension. Die humane Dimension bezieht sich auf den Menschen als Urheber und Nutzer der ‚gemachten Welt‘, die soziale Dimension auf gesellschaftliche Auswirkungen und die naturale Dimension berücksichtigt die technischen Artefakte im Hinblick auf die Möglichkeiten und Bedingungen ihres Zustandekommens, ihres Daseins und ihrer Verwendung.

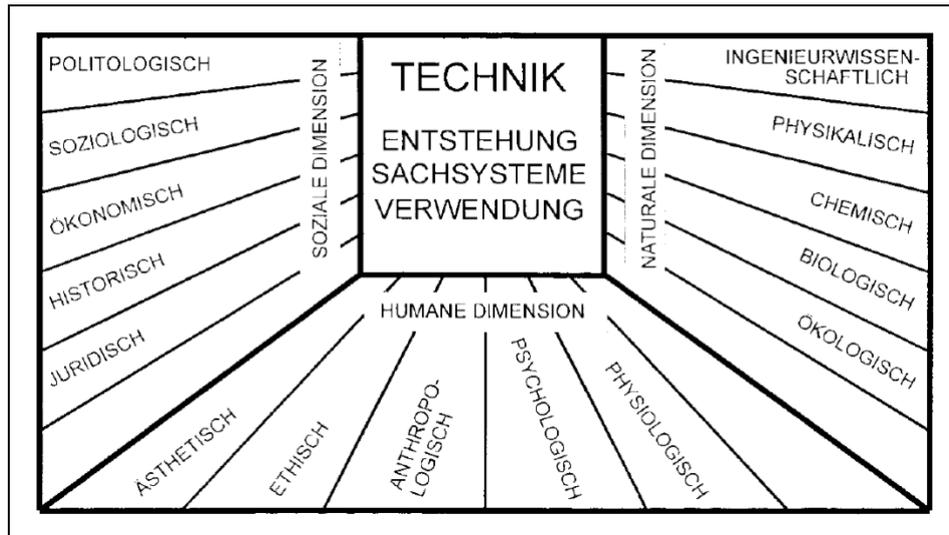


Abb. 6 Dimensionen der Technik (aus: Ropohl 1999, S. 32)

Diese heuristische Entflechtung und Ordnung komplexer Beziehungen erleichtert eine Fassung des Gegenstandes und ermöglicht pädagogische und didaktische Orientierungen. Sie macht Ropohls Theorie zu einer Referenz für Konzepte technischer Bildung und liegt denn auch mehreren Ansätzen in jeweils unterschiedlicher Ausrichtung zugrunde (vgl. Schlagenhauf 2000; Schmayl 2003; Schmayl 2013).

Aus der Tatsache, dass sich Technik aufgrund ihrer Vielschichtigkeit auf unterschiedliche Disziplinen bezieht, ergibt sich eine Kernfrage, die in der Technikdidaktik zu kontroversen Haltungen führt. Es ist die Frage, wie technische Bildung im herkömmlichen Kanon der Schulfächer aufgehoben ist, ob es prädestinierte Fachbereiche gibt, welche die Technik zu Teilen ihres Inhalts machen, ob technische Bildung interdisziplinär erfolgen kann oder ob ein eigenständiges Fach ‚Technik‘ existieren muss. Damit sind die Fragen verbunden, welche Disziplinen den Gegenstand Technik in angemessenem und ausreichendem Masse aufgreifen können und welchen domänenspezifischen Beitrag die Technische Gestaltung diesbezüglich leisten kann.

Technische Bildung - eigenständige oder geteilte Fachlichkeit?

Obwohl die Bedeutung der Technik als Gegenstand der allgemeinen Bildung seit 2000 in zunehmendem Maß gefordert wird, hat sie nur in wenigen Schulstufen den Status eines eigenständigen Schulfachs.²⁷ Vielfach ist die fachliche Zuständigkeit auf mehrere Disziplinen verteilt. Im Lehrplan 21 werden sich wie bisher vorwiegend die beiden Fachbereiche Natur-Mensch-Gesellschaft (NMG) und die Textile und Technische Gestaltung (TTG) mit einer je eigenen fachlichen Logik mit der Technik beschäftigen. Während Natur-Mensch-Gesellschaft ein naturwissenschaftliches Interesse an technischen Phänomenen und ein geisteswissenschaftliches an gesellschaftlichen Auswirkungen hat, nimmt die Technische Gestaltung technische Objekte, deren funktionale, ästhetische und kulturelle Bedeutung und insbesondere deren Herstellungsprozesse in den Blick (vgl. D-EDK 2014a).

Eine geteilte Zuständigkeit für die technische Bildung zeigt sich auch in jenen deutschen Bundesländern, in denen der Fachbereich *Technik* zusammen mit Hauswirtschaft und Wirtschaftslehre die *Arbeitslehre* bildet.²⁸

Fachübergreifende oder interdisziplinäre Ansätze sind nicht nur aus der Tatsache bestehender und schwer veränderbarer Fächerkonstellationen heraus begründbar, sondern aus der Sache selbst. Die unterschiedlichen Dimensionen und Bedeutungen der Technik legen eine interdisziplinäre Lösung nahe. Folgt man der Begriffslogik von Ropohl, so sind es die Sozial-, die Geistes- und die Naturwissenschaften, welche an der technischen Bildung teilhaben und diesbezüglich Beiträge leisten können.

Argumente für eine transdisziplinäre Lösung legt der Informationstechnologe Theuerkauf vor (vgl. Theuerkauf 2013). Technische Bildung muss aus seiner Sicht nicht zwingend in einem Unterrichtsfach erfolgen, sondern ist auch dann realisierbar, wenn in den bestehenden Schulfächern technische Inhalte „mit vermittelt werden“ (Theuerkauf 2013, S. 36 ff). Voraussetzung dafür ist aus seiner Sicht ein intensiver Dialog zwischen den Disziplinen und die Anwendung schülerzentrierter Lernmethoden. Die Auseinandersetzung mit technischen

²⁷ Eine deutliche Forderung nach Formen technischer Bildung wurde in Zusammenhang mit den Resultaten breiter Vergleichsstudien wie PISA und TIMSS laut. In der Schweiz wird sie durch einen Fachkräftemangel in technischen Berufen die Wichtigkeit der sogenannten MINT-Fächer besonders betont.

²⁸ Obwohl Fach- und Wirtschaftsverbände sich um die Einführung eines Schulfachs Technik bemühen, hat der Technikunterricht als Pflichtfach insbesondere in der Primar- und Grundstufe bislang nicht den Status eines eigenständigen Fachs; ein Umstand, der möglicherweise daher rührt, dass die Einführung eines ‚neuen‘ Schulfaches trotz betonter Relevanz aufgrund etablierter curricularer Konstellationen von Fächern und Disziplinen und auch aus finanziellen Gründen schulpolitisch nicht so einfach durchzusetzen ist, so dass eine Verortung dieses Bildungsanliegens in den bestehenden Fächern einfacher umzusetzen ist.

Gegenständen eignet sich seiner Meinung nach aufgrund ihrer Zweckorientierung in besonderem Masse, um die Schlüsselkompetenz *Problemlösefähigkeit* zu entwickeln (vgl. Theuerkauf 2013, S. 26). Theuerkauf weist auf die Tatsache hin, dass technische Probleme auch in der Alltagswelt interdisziplinär gelöst werden. Um im Sinne des situierten Lernens, realitätsnahe Situationen zu simulieren, soll eine interdisziplinäre Art der Lösungssuche auch im Unterricht praktiziert werden (vgl. Theuerkauf 2013, S. 38).

Ebenfalls Befürworterin interdisziplinär praktizierter Konzepte technischer Bildung, die insbesondere die Verhältnisse der Schweizer Schullandschaft und dabei die Position des Fachbereichs der Technischen Gestaltung berücksichtigt, ist die Naturwissenschaftsdidaktikerin Anni Heitzmann. Sie sieht in einer fächerteiligen Lösung die Antwort auf die vielschichtigen und mit vielen überfachlichen Kompetenzen verbundenen Themenfelder der Technik. Zu diesem Schluss kommt sie durch die Durchführung des Forschungsprojektes ‚ExreTu‘ (Explizit reflektierter Technikunterricht), welches den Zusammenhang zwischen Technikinteresse und Berufswahl von Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe untersuchte (vgl. Heitzmann 2013, S. 25).

Bei diesem interdisziplinären Ansatz von ExreTu scheint der problemorientierte Zugang vor allem durch die Beteiligung des Fachbereichs der Technischen Gestaltung möglich zu sein. Die Herstellung eigener Produkte und das als *ingenieurtechnisches Handeln* bezeichnete Vorgehen bilden Kernelemente des Ansatzes (vgl. ebd., S. 25). Es stellt sich die Frage, ob eine problemorientierte Auseinandersetzung mit technischen Objekten auch dann als sinnvoll erachtet wird, wenn keine ästhetisch-gestalterischen Ziele verfolgt werden, sondern hauptsächlich die Förderung von Technikverständnis Kern des Unterrichts ist. Viele Technikdidaktiker stehen diesen interdisziplinären Ansätzen sehr kritisch gegenüber und halten den Status eines eigenen Schulfachs *Technik* als unabdingbar (vgl. Sachs 2001; Schlagenhaut 2000; Schmayl 2007; Schmayl 2013).

Sie beurteilen eine Teilhabe einzelner Fächer als zu ausschnitthaft, befürchten eine Vereinnahmung der Technik durch die jeweiligen Disziplinen und vermuten eine diffuse Strukturierung der Inhalte sowie eine ungerechtfertigte Beschäftigung mit überfachlichen statt fachlich geschärften Fragen (Schlagenhaut 2000, S. 98). Der Technikdidaktiker Burkhard Sachs kritisiert Konzepte, bei denen technische Bildung in gemeinsamer interdisziplinärer Verantwortung verschiedener Fächer wahrgenommen wird. Er bezeichnet solche in der Schulpraxis existierenden Formen als Integrationsansätze oder Delegationsansätze und befürchtet, dass eine geteilte oder einseitige Auseinandersetzung mit der Technik aus einem jeweils anderen disziplinären

Blickwinkel nicht „zum Kern der Technik“ vordringen könne (vgl. Sachs 1992, S. 6).

Fächerverbindender Unterricht ist seiner Meinung nach im Hinblick auf die Technik zwar wichtig, kann aber nicht als Lösung für den Umgang mit der Vielschichtigkeit des Gegenstandes dienen, denn als Voraussetzung für Interdisziplinarität brauche die Technik eine fachliche Heimat als Basis. Der Vielschichtigkeit will Sachs deshalb nicht durch eine Fächerverbindung gerecht werden, sondern durch ein eigenständiges Fach, welches mehrere Perspektiven auf die Technik einnimmt. Sachs gehört zu den Mitbegründern des mehrperspektivischen Ansatzes, der in den Siebzigerjahren des vergangenen Jahrhunderts als Folge der technikorientierten Ausrichtung des Werkunterrichts entwickelt wurde.²⁹

Der mehrperspektivische Ansatz des Technikunterrichts

Im Kern des Ansatzes steht der verständige und im Umgang mit Technik verantwortungsvoll handelnde Mensch. „Bei der Bestimmung ihrer Inhalte und der Gestaltung ihres Unterrichts hat die Schule darauf zu achten, dass sie die Welterschließung und die personale Identität und Stärke ihrer Schüler gleichermaßen fördert. Solches kann nur gelingen, wenn nicht nur die Sache selbst, sondern auch das Verhältnis der Menschen zur Sache thematisiert wird, wenn ihre Interessen, Bedürfnisse, Befürchtungen und Hoffnungen im Hinblick auf die Sache als wichtige Unterrichtselemente ernstgenommen und nicht nur als Motivationshilfe missbraucht werden“ (Sachs 1992, S. 10).

Der mehrperspektivische Ansatz nimmt Technik als kulturelle Leistung der Menschheit wahr und berücksichtigt neben der Sachperspektive auch die humane und personale Perspektive. Er verfolgt als Ziele den Aufbau technischer Kenntnisse, die Entwicklung technischer Handlungsfähigkeit, die Entwicklung der Fähigkeit die Bedeutung der Technik zu erkennen und zu bewerten, zudem soll er der vorberuflichen Orientierung dienen (vgl. Sachs 1992; Sachs 2001).

Im Hinblick auf problemorientiertes Lernen ist besonders die Entwicklung technischer Handlungsfähigkeit von Bedeutung. Diese soll sich nicht auf das Produzieren von Gegenständen reduzieren, sondern auch die Komponenten der Problemerkennung, der Lösungssuche und der Planung beinhalten. „Die inhaltliche Verflechtung der Zielkomponenten wird am Beispiel des technischen Handelns deutlich. Es hat für den Technikunterricht eine zentrale Bedeutung“ (Sachs 1992, S. 11). Sachs präzisiert dieses Handeln noch, indem er ihm

²⁹ Der von Sachs begründete mehrperspektivische Ansatz ist nicht zu verwechseln mit dem ‚Perspektivrahmen Sachunterricht‘, bei dem die technische Perspektive (Technik und Arbeit) eines von fünf lebensweltbezogenen Themenfeldern darstellt (vgl. Köhnlein 2012).

Eigenschaften des Problemlösens beimit: „Daher haben auch Tätigkeiten, bei denen das Zielsetzen, das Bewerten und Entscheiden ausgeklammert sind, keinen legitimen Ort. Vielmehr sind besonders jene Handlungsformen zu betonen, welche das Problemlösevermögen, die technische Kreativität und die Urteilsfähigkeit besonders herausfordern“ (Sachs 1992, S. 11). Sachs betont, dass Handlungs- und Problembezogenheit die Methoden des Technikunterrichts kennzeichnen, jedoch keinen Anspruch auf Dominanz haben (vgl. ebd., S. 11).

1.6.2 Technische Bildung zwischen Sach- und Subjektorientierung

Ob Auseinandersetzungen mit technischen Phänomenen problemorientierte Lernsettings nahelegen, ist nicht nur abhängig von der disziplinären Verortung der Technik, sondern ebenso von Erkenntnis- und Lerntheorien, die fachdidaktischen Konzepten zugrunde liegen. Dabei spielt das Verhältnis von Sachorientierung bzw. der Subjektorientierung eine zentrale Rolle.

Wichtiger Vertreter eines Fachverständnisses, bei dem die Sachorientierung im Zentrum steht, ist der Erziehungswissenschaftler und Technikdidaktiker Winfried Schmayl. Bei seiner Bestimmung des Gegenstandsbereichs Technik steht im Gegensatz zum mehrperspektivischen Ansatz nicht der handelnde Mensch, sondern das technische Objekt im Zentrum (vgl. Schmayl 2007). Um das Verständnis für die Technik bei Schülerinnen und Schülern zu fördern, schlägt Schmayl drei Erschließungsperspektiven vor und definiert in Anlehnung an Ropohls Systematik:

- a) Die Sachperspektive, welche die Beschaffenheit technischer Erzeugnisse, ihre Konstruktions- und Funktionsprinzipien und ihr Wirkungsfeld in den Blick nimmt.
- b) Die human-soziale Perspektive, welche den Fokus auf die Wechselwirkung zwischen Mensch und Technik sowie auf soziale und kulturelle Bedingungen und Wirkungen richtet.
- c) Die Sinn- und Wertperspektive, welche die beiden ersten Perspektiven umschließt und den Blick auf jene individuellen und gesellschaftlichen Wertvorstellungen richtet, mit der die Bedeutung der Technik beurteilt und ihr Sinn ermessen wird.

Schmayl kritisiert subjektbezogene Lerntheorien und Unterrichtsmethoden, weil er durch sie die Bedeutung der Inhalte gefährdet oder vernachlässigt sieht. In kompetenzorientierten Unterrichtskonzepten erkennt er eine die fachliche Objektivität gefährdende Verabsolutierung des Subjektes (vgl. Schmayl 2003, S. 7). Nach Schmayl haben sich die Unterrichtsmethoden nicht in erster Linie nach konstruktivistischen oder kompetenzorientierten Theorien zu richten, sondern müssen sich, im Sinne der kategorialen Bildung nach Klafki (vgl. ebd., S. 8), an

der Relevanz von Inhalten orientieren. Formen des Lernens, bei denen Schülerinnen und Schüler Eigeninitiative entwickeln und sich mit komplexen Zusammenhängen auseinandersetzen müssen, haben für ihn dennoch eine Bedeutung. Er bezeichnet sie als Formen genetisch-produktiven Lernens, dazu gehört auch das problemorientierte Lernen im Rahmen offener Aufgabenstellungen. Eine sinnfällige Anwendung dieser genetisch-produktiven Methoden sieht Schmayl vor allem dann begründet, wenn die Sachperspektive im Zentrum steht. „Diese Art des Lernens wird in einem Unterricht praktiziert, der Technik mehr aus ihren Entstehungszusammenhängen begreifbar zu machen sucht als aus ihrer Faktizität. In der Sachdimension entsprechen die Methoden deshalb den Hauptstadien der technischen Ontogenese“ (Schmayl 2013, S. 215 f.).

Schmayls Ansicht macht damit deutlich, dass sich bei der Auseinandersetzung mit dem technischen Gegenstand das problemorientierte Lernen am Inhalt, an der Sache festmachen lässt und auch dann als gültiges und wirksames Lernprinzip gelten kann, wenn die Förderung von selbstgesteuertem Lernen nicht im Zentrum steht. Ähnlich wie Theuerkauf sieht Schmayl in der problemorientierten Herangehensweise nicht primär die Anwendung einer schülerzentrierten Lehr-Lernform, sondern ein techniktypisches Arbeitsprinzip.

David Barlex, der als Lehrplanbeauftragter maßgeblich an den Unterrichtskonzepten der technischen Bildung in Großbritannien beteiligt ist, stellt in seinem Konzept von technischer Bildung ebenfalls die Sachlichkeit der Technik ins Zentrum (Barlex 2015; Barlex und Trebell 2008; Campbell und Jane 2012). Wenn er von der „true nature of technology“ (Barlex 2015, S. 143) spricht, so meint er damit wie Schmayl eine Fachlichkeit, die sich auf das Wesen der Technik bezieht und die Sache im Kern trifft. Obwohl sich Barlex bei der Beschreibung dieses Kerns nicht an einer ‚Ropohlschen Systematik‘ orientiert, zeigt sein Konzept auf den ersten Blick eine gewisse Ähnlichkeit zu jenen Erschließungsperspektiven, die Schmayl vorschlägt. Barlex unterteilt die fachlichen Zielsetzungen in die Bereiche ‚ideas about technology‘ und ‚ideas of technology‘ (vgl. Barlex 2015, S. 150). Der erste Bereich umfasst gesellschaftliche und kulturelle Aspekte der Technik, der zweite umfasst die sachbedingten Eigenheiten technischer Objekte, ihr Zustandekommen, ihre Materialität, ihre Funktionalität, ihre Bedeutung und ihre Ästhetik. Dass Barlex in seinem Pentagon der gestalterischen Entscheidungen (vgl. Abb. 7) Bereiche wie Ästhetik und Marketing einbezieht, zeigt, dass er den Gegenstand Technik nicht nur als technisch-funktionales Objekt, sondern als kulturelles Produkt sieht.

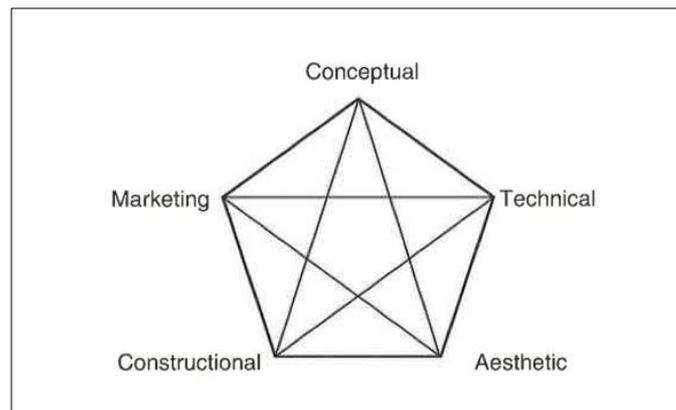


Abb. 7 Design-Decision-Pentagon (aus: Barlex 2015, S. 157)

Diese andere Gegenstandsauffassung führt Barlex zu Lehr-Lernkonzepten, die dem designorientierten Lernen nahestehen. Wie Schmayl will auch Barlex eine klare, sachorientierte Ausrichtung des Fachs. Dennoch zeigt sich in seiner Argumentation für die Konzipierung eines Curriculums ein Fachverständnis, das sich in der unterrichtlichen Umsetzung deutlich von Schmayls Sachorientierung unterscheidet. Für Barlex besteht zwischen Sach- und Subjektorientierung kein unüberwindlicher Gegensatz. Er vertritt ein Fachverständnis, bei dem Design und Technik sehr stark aufeinander bezogen werden. Barlex geht davon aus, dass ein sachbezogenes und kulturelles Wissen über die Technik durch die Förderung technischer Fähigkeiten zustand kommt. „It is important the pupils experience what it means to ‚do‘ technology as opposed to just learning about technology“ (Barlex 2015, S. 148).

Er geht in seiner Anlehnung an designspezifische Arbeitsweisen sogar so weit, dass er den Entwurfs- und Entwicklungsprozess von der Realisierung des Objektes abkoppelt mit dem Hinweis, dass dies der realen Aufgabe von Designschaffenden entspreche. Barlex meint, dass bei Gestaltungsaufgaben, bei denen analog zu professionellen Designprozessen der Akzent auf der Entwicklung einer Lösung liege, das geplante Produkt aber nicht realisiert werde, der Fokus deutlicher auf die Problemanalyse und die Ausarbeitung von Lösungsideen gelegt werden könne. „Most technology curricula enable technological capability to some extent through activities in which pupils design what they are going to make and then make what they have designed. This is often seen as the heartland of technology education, although it does not reflect the reality of technological activity in the world outside the school. Where those who design artefacts are usually not those who manufacture them“ (Barlex 2015, S. 156).

Barlex durchbricht mit diesem Konzept die traditionelle Art der Werkaufgabe, bei der im Anschluss an die Planung die Realisierung des Objektes zentral ist und

oft zumindest zeitlich den größten Raum einnimmt. Da beim ‚Design-without-make‘ (vgl. Barlex und Trebell 2008) auf die praktische Ausführung verzichtet wird, kann zudem dem Umstand Rechnung getragen werden, dass Schülerinnen und Schüler oft nicht in der Lage sind, die entworfenen Ideen tatsächlich umzusetzen, was zur Folge hat, dass ihre handwerklichen Fähigkeiten und Erfahrungen sozusagen Maßstab für das Mögliche sind, da sie die Objekte so entwerfen müssen, dass sie diese anschließend auch realisieren können. Diese Limitierung kann das innovative Denken von Schülerinnen und Schülern hemmen und den Problemlöseprozess ungünstig beeinflussen.

Das Konzept von Barlex macht deutlich, dass sowohl die Sach- und Subjektorientierung wie auch die Technik- und Designorientierung in der Technischen Gestaltung sinnvoll aufeinander bezogen werden können. Sein Ansatz des ‚Design-without-make‘ ist geeignet, die Bedeutung der Entwurfsarbeit für die Entwicklung von Lösungen ins Bewusstsein von Schülerinnen und Schülern zu rücken. Dadurch kann das Verständnis für die Notwendigkeit und die Komplexität des Entwerfens, welches bei Kindern und Jugendlichen nicht selbstverständlich ist (vgl. Kap. 1.3.2, S. 28 ff.), gefördert werden. Das Weglassen der konkreten Umsetzung einer Idee bedeutet jedoch, dass die Lösungsentwicklung in einem gewissen Sinn hypothetisch und relativ abstrakt bleibt. Besonders für den Unterricht mit jüngeren Kindern ist der didaktische Wert dieses Ansatzes zu prüfen. So kann es hinsichtlich der Feststellung, dass Kinder von sich aus nicht den Weg des Entwerfens wählen, um gestalterische Lösungen zu entwickeln, sinnvoll sein, dass sie das Imaginieren, das Formulieren, das bildnerische Visualisieren als produktive Tätigkeit für das Finden und Entwickeln von Ideen erfahren.

Mit dem Verzicht auf eine physische Realisation treten allerdings wesentliche Elemente, die für das gestalterische Problemlösen und den Kompetenzaufbau bei Kindern relevant sind, in den Hintergrund. So wird das Wechselspiel zwischen manueller und kognitiver Tätigkeit, das vor allem dann wirksam wird, wenn Ideen materialisiert werden, geschwächt. Der direkte und sinnesbetonte Umgang mit Werkstoffen, der dazu beiträgt, Eigenschaften von Materialien zu begreifen und daraus Erkenntnisse für späteres Handeln zu gewinnen, wird ebenso vermieden, wie die Möglichkeit, aus dem Umgang mit dem Material Ideen für Gestaltungsvorhaben zu entwickeln. Das ‚Design-without-making‘ ist daher als Übung anzusehen, um das Entwerfen und Entwickeln von Ideen ins Zentrum zu setzen und nicht als vorherrschendes didaktisches Format.

1.6.3 Technische Objekte als Problemstellung

Während sich durch die Perspektive der ästhetischen Bildung und den Blick auf designtheoretische Aspekte subjektorientierte Ziele des problemlösenden Lernens begründen lassen und die schöpferisch-produktiven Komponenten der Problemlösefähigkeit betont werden, kann aus der Betrachtung der Bezugsdisziplin *Technik* die Sinnfälligkeit zwischen Problemlösen und Sachkompetenz betont werden. Möglichkeiten dazu finden sich in den Konzepten zur technischen Bildung nicht nur in Zusammenhang mit sogenannten Werkaufgaben, sondern meist dann, wenn ganz grundsätzlich handlungsbezogene Herangehensweisen für effektives und erfolgreiches Lernen vielversprechend sind. Diese handlungsorientierten Auseinandersetzungen sind vor allem dann sinnvoll und naheliegend, wenn die Sachebene im Zentrum steht und es um das Zustandekommen, den Zweck und die Nutzung technischer Artefakte geht (vgl. Sachs 2001).

Technische Objekte weisen aufgrund ihrer konstruierten Bauart, ihrer Funktionalität und ihrer meist sehr eindeutigen Zweckorientierung Eigenschaften auf, die sie für problemorientierte Lernprozesse geeignet machen und dies in zweifacher Hinsicht. Die Funktionalität und die Zweckdienlichkeit von Objekten lassen sich zum Teil bereits im Entstehungsprozess relativ konkret prüfen. So kann bezogen auf den Unterricht beispielsweise das herzustellende Holzauto auf seine Fahrtauglichkeit getestet werden und bei unzureichender Tüchtigkeit Schülerinnen und Schüler zur Optimierung ihrer Lösung veranlassen. Problemlösen findet dann als Form des Beobachtens, Tüftelns, Herausfindens statt und ist einerseits erfindende und andererseits erkennende Tätigkeit. Durch den Umstand, dass das Produkt durch die vorhandene oder noch zu erreichende Funktionstüchtigkeit das Gelingen des Problemlöseprozesses direkt spiegelt, ergibt sich ein Dialog, der sich nicht zwischen Lehrperson und Kind, sondern zwischen Objekt und Kind vollzieht und zu selbstinitiiertem Lernen führen kann. Eine weitere sinnvolle Verbindung zwischen Technik und problemorientiertem Lernen zeigt sich in den Möglichkeiten des situierten Lernens. Problemorientierte Werkaufgaben führen Schülerinnen und Schüler in Situationen, die mit der Entwicklung und Realisierung von Produkten in der Alltagswelt zumindest prinzipiell Ähnlichkeit haben können. Dies führt zu einem tieferen Verständnis für das Zustandekommen technischer Objekte, denn diese sind selbst Produkte abgeschlossener Problemlöseprozesse.

1.7 Fazit - Die fachliche Spezifik des gestalterisch-konstruktiven Problemlösens

Durch die Darlegungen jener Beziehungen, die das Fach der Technischen Gestaltung zu den Bildungszielen der ästhetischen Bildung sowie zu den beiden Bezugsdisziplinen Design und Technik aufweist, wurden anhand dreier Perspektiven fachdidaktische Eigenheiten und Potentiale des problemorientierten Lernens aufgezeigt.

Ein wichtiger Bezugsrahmen für die Relevanz des Problemlösens in der Technischen Gestaltung sind die eingangs des Kapitels geschilderten Ansätze des situierten Lernens. Dazu gehören die Grundannahmen, dass Auseinandersetzungen mit Problemstellungen vor allem dann zu nachhaltigen Bildungsprozessen führen, wenn sie anforderungsreich und komplex sind, wenn sie in einen fachlichen Kontext eingebettet werden und wenn selbstgesteuertes Lernen beim Problemlösen erforderlich ist (vgl. Mandel und Reimann 2006; Reusser 2005).

Diesen drei Ansprüchen an Komplexität, an Fachlichkeit und Selbststeuerung will die Technische Gestaltung durch Lernsituationen gerecht werden, die so konzipiert sind, dass Schülerinnen und Schüler sich mit möglichst fachrelevanten Inhalten, in möglichst anspruchsvoller Art und möglichst eigenständig auseinandersetzen. Für das Arrangieren von Lernsituationen, die ästhetische Bildungsprozesse initiieren, der Förderung gestalterischer Handlungsfähigkeit und der Auseinandersetzung mit technischen Inhalten dienen sollen, sind Lernsettings in Form problemorientierter Aufgabenstellungen sinnvoll. Dies wird deutlich in den Ansätzen des designorientierten Lernens (vgl. Lee und Kolodner 2011) und den technikdidaktischen Modellen zur Erschließung technischer Sachverhalte und ihren Zusammenhängen (vgl. Barlex 2015; Schmayl 2013).

Bei der Betrachtung des problemorientierten Lernens und der Herausstellung der fachlichen Bedeutung wurde bislang sehr didaktisch argumentiert und das Problemlösen als Form des Lernens behandelt. Dadurch lassen sich fachliche und fachübergreifende, sach- und subjektorientierte Lernprozesse begründen und somit das Bildungspotential darstellen. Hinter diesen ästhetischen, design- und technikbezogenen Bildungskonzepten stehen normative Argumentationen zu Lern- und Bildungsprozessen, die Aussagen darüber machen, was problemorientiertes Lernen bewirken soll. Damit ist noch nicht explizit gesagt, was gestalterisch-konstruktives Problemlösen ist.

Aus den Darlegungen zur Verortung des problemorientierten Lernens in den Bildungskonzepten der Technischen Gestaltung lassen sich jedoch Aussagen zur Beschaffenheit des Gegenstandes gestalterisch-konstruktives Problemlösen

ableiten und somit eine weitere Leitfrage der theoretischen Auseinandersetzung beantworten.

Leitfrage: Worin besteht die Spezifik des gestalterisch-konstruktiven Problemlösens in der Technischen Gestaltung?

Die Spezifik des gestalterisch-konstruktiven Problemlösens kann durch die drei Elemente *Problemstellung*, *problemlösende Handlungen* und *gestalterisch-konstruktive Lösungen* näher beschreiben werden.

Problemstellung: Basierend auf den fachlichen Zielsetzungen technischer Bildung manifestieren sich gestalterisch-konstruktive Problemstellungen meist an der Auseinandersetzung mit funktional-technischen Objekten. Aus der Tatsache, dass diese Eigenschaften aufweisen, die in gegenseitiger Abhängigkeit zueinander stehen, lassen sich Problemstellungen konstruieren. Zu diesen Eigenschaften zählen insbesondere *Materialität*, *Funktion*, *Zweck*, *Erscheinungsform* und *Bauart*. Das Erkunden, Erfinden, Nacherfinden, Analysieren, Entwerfen oder Herstellen solcher Objekte kann Zielsetzung einer Aufgabenstellung sein, die zu unterschiedlichen Arten der Auseinandersetzung und zu mehr oder weniger komplexen Herausforderungen führen kann. Eine hohe Komplexität ergibt sich vor allem dann, wenn viele Objekteigenschaften berücksichtigt, erkundet und zueinander in Beziehung gesetzt werden müssen. Und sie ergibt sich dann, wenn dieses In-Beziehung-Setzen innovativ sein soll, indem die Lösungen eine schöpferische Leistung der Schülerinnen und Schüler aufweisen sollen.

Problemlösende Handlungen: Das Suchen nach Lösungen und das Erbringen von Resultaten kann sich durch die theoretische und praktische Erkundung der mit dem Objekt verbundenen Thematik, durch das Ausdenken, Visualisieren, Erproben und das handwerkliche Realisieren von Ideen vollziehen. Akte der Wahrnehmung, der Reflexion, der Imagination, der Darstellung und der manuellen Ausführung sind Teile der Lösungsfindung und –entwicklung. Diese haben Prozesscharakter und basieren auf dem Zusammenwirken von kognitiven und manuellen Handlungen. Besonders herausfordernd sind die Prozesse, wenn Schülerinnen und Schüler nicht nur für die Lösungsfindung, sondern auch für die Prozesssteuerung Verantwortung übernehmen müssen.

Gestalterisch-konstruktive Lösungen sind Ergebnisse oder Zwischenergebnisse eines Prozesses. Sie sind Produkte von Wahrnehmungs-, Denk- und Repräsentationsprozessen. Die Qualität der Lösungen misst sich an den in der Aufgabe definierten Zielen und/oder der Art der Auseinandersetzung. Von ihnen hängt es ab, an welchen Objekteigenschaften sich die Güte einer Lösung zeigen soll und ob fertige Produkte, Teilergebnisse und/oder die Gestaltung des Prozesses als Qualitätsnachweise gelten sollen.

2 Problemlösen aus kognitionspsychologischer Sicht

Modellhafte Vorstellungen über die Struktur von Problemen und Erwartungen an den Nutzen von Problemlösetheorien unterscheiden sich je nach disziplinärem Interesse. Im vorangegangenen Kapitel erfolgte die Sicht auf das Problemlösen vorerst aus einer pädagogischen und fachdidaktischen Perspektive, also im Hinblick auf Lernen und Unterricht in der Technischen Gestaltung. Um den Problembegriff kontextunabhängiger und abstrakter zu erfassen, soll er in den nachfolgenden Darlegungen aus dem schulischen Kontext herausgelöst werden. Ziel der Betrachtung ist es, das Problemlösen grundsätzlicher und allgemeiner zu verstehen, als dies aus didaktischer Sicht der Fall sein kann.

Eine wissenschaftlich bedeutende Tradition in der Auseinandersetzung mit Problemen, Problemlösen und Problemlösefähigkeiten weist die Psychologie, insbesondere die Kognitionspsychologie auf. Im deutschen Sprachraum können die Werke der beiden Vertreter der Gestaltpsychologie Max Wertheimer und Karl Duncker zu den wegweisend-klassischen Konzepten ³⁰ und die Forschungsarbeiten und Theorien von Dietrich Dörner und Joachim Funke zu den aktuell gültigsten Grundlagen gezählt werden.

Bedeutend sind Dörners Arbeiten unter anderem deshalb, weil er abstrakte Modellvorstellungen in Beziehung mit realitätsnahen Problemsituationen setzte (vgl. Greiff 2012) und dazu Szenarien entwarf, die das Verhalten von Personen in komplexen Situationen beobachtbar machten (vgl. Dörner 1983; Dörner 2007). Die Konzepte von Joachim Funke sind wichtig für die Betrachtung von Aspekten des problemlösenden Denkens und die Auseinandersetzung mit der Beschaffenheit komplexer Probleme (vgl. Funke 2003; Funke 2012).

2.1 Problembegriffe, Problemklassifikationen

Der Psychologe Walter Hussy beschreibt den Gegenstand der Problemlösepsychologie wie folgt: „Zum Denken und Problemlösen zählen alle geistigen Vorgänge, die a) zielgerichtet sind, b) nicht *alleine* auf das Entdecken

³⁰Die Vertreter der Gestaltpsychologie richteten sich gegen ein behavioristisches Verständnis von Denken und Handeln und gründeten ihre Ansätze, die zu Beginn des 20. Jahrhunderts entstanden, auf wahrnehmungspsychologische Phänomenen. Sie vertraten die Position, dass Situationen in ihrer Ganzheit zu betrachten sind und Rückschlüsse nicht aus der Beobachtung von Einzelteilen erfolgen können. Wertheimer und Duncker gingen von einer konstruktiv-produktiven Art des menschlichen Denkens aus, welches durch Strukturierung und Neuordnung von Wahrgenommenem zu Lösungen von Problemen gelangt. Während die Wahrnehmungs- und Umformungstheorien der Gestaltpsychologie sich bis in heutige wahrnehmungspsychologische Konzepte fortsetzen, blieb die Theorie als Ganzes wenig nachhaltig. Unpräzise Begrifflichkeit und mangelnde Erklärungsmodelle gelten als Ursache für die wenig weitreichenden Auswirkungen der Gestalttheorie für das Problemlösen (vgl. Aebli 1994a; Hussy 1998).

und Erkennen von Reizen beschränkt sind, c) nicht *alleine* auf das Speichern oder das Abrufen von Fakten im bzw. aus dem Gedächtnis beschränkt sind und d) – teilweise als Folge davon – das Verarbeiten von Fakten erforderlich machen“ (Hussy 1998, S. 16).

Die Fokussierung auf rein geistige Vorgänge in Hussys Problemdefinition lässt offenkundig werden, dass zwischen dem, was in der Psychologie als Problem gilt und dem, was im Unterricht der Technischen Gestaltung als Problem oder als Aufgabe verstanden werden kann, Differenzen bestehen. Die auffallendste Unterscheidung besteht darin, dass Aufgabenstellungen im Sinn von Werkaufgaben eine physische, auf praktisches Handeln angelegte Komponente aufweisen, die sich so auswirkt, dass Problemstellungen zwar mit geistiger Anstrengung durchdrungen und Lösungswege erdacht werden, die Lösung selbst jedoch erst durch eine praktische Umsetzung realisiert werden kann. Der praktische, handelnde Akt ist dabei nicht die exekutive Folge der Denkleistung, sondern macht weitere Denkleistungen erforderlich (vgl. Kap 1.3.1).

Werkaufgaben haben durch ihre Problemstruktur eher Ähnlichkeit mit Alltagsproblemen als mit rein analytisch-kognitiven Prozessen. Es stellt sich daher die Frage, welche psychologischen Definitionen und Konzepte für den Umgang mit gestalterisch-konstruktiven Herausforderungen eine Bedeutung haben. Für Problemsituationen, wie sie bei Gestaltungsaufgaben initiiert werden, sind kognitivistische Theorien, welche das Problemlösen hauptsächlich als internalen Denkprozess behandeln und das äußerliche Handeln außer Acht lassen, nur bedingt anschlussfähig. Gestaltungsaufgaben benötigen eine Orientierung an Modellen, bei denen die konkrete Handlung als Komponente des Problemlösens betrachtet und mit kognitiven Prozessen in Beziehung gesetzt wird.

2.2 Problemtypen und -klassifikationen nach Dörner

Anders als im alltäglichen Sprachgebrauch ist der Begriff *Problem* im Kontext psychologischer und lerntheoretischer Betrachtungen nicht zwingend negativ konnotiert, sondern beschreibt ganz einfach eine herausfordernde Begebenheit, deren Eigenschaften darin bestehen, dass eine unbefriedigende Situation in eine befriedigende überführt werden soll. Dieses strukturelle Grundprinzip von Problemen lässt sich in Denkaufgaben, in mathematischen Gleichungen und in Gestaltungsaufgaben ebenso finden wie in Alltagssituationen, bei denen die Herbeiführung einer angestrebten Lösung nicht allein durch eine einfach auszuführende Handlung gelingt. Eine Begriffsdefinition, die vielen Problemlösekonzepten zugrunde liegt, geht auf Karl Duncker zurück. „Ein ‚Problem‘ entsteht z.B. dann, wenn ein Lebewesen ein Ziel hat und nicht ‚weiß‘,

wie es dieses Ziel erreichen soll. Wo immer der gegebene Zustand sich nicht durch bloßes Handeln (Ausführen selbstverständlicher Operationen) in den erstrebten Zustand überführen lässt, wird das Denken auf den Plan gerufen“ (Duncker 1974, S. 1). In Duncckers Definition scheint das ‚Nicht-Wissen‘ des Subjektes ausschlaggebend dafür zu sein, dass ein Problem besteht.

Der Psychologe Dietrich Dörner fasst den Problembegriff etwas weiter, indem er das ‚Nicht-Wissen‘ als einen möglichen, aber nicht den einzigen Grund ansieht, der eine Situation zu einer Problemsituation machen kann. Kernpunkte in Dörners Problemdefinition sind Ziel-Mittel-Beziehungen und die dazwischenliegenden Barrieren. Seine Beschreibung eines Problems gehört zu den bekanntesten und maßgeblichsten Problemdefinitionen (vgl. Funke 2007; Greiff 2012). „Ein Individuum steht einem Problem gegenüber, wenn es sich in einem inneren oder äußeren Zustand befindet, den es aus irgendwelchen Gründen nicht für wünschenswert hält, aber im Moment nicht über die Mittel verfügt, um den unerwünschten Zustand in den wünschenswerten Zielzustand zu überführen“ (Dörner 1987, S. 10). Nach Dörner ist ein Problem gekennzeichnet durch

1. einen unerwünschten Anfangszustand
2. einen erwünschten Endzustand
3. eine Barriere, welche eine Transformation vom Anfangs- in den Endzustand im Moment verhindert (vgl. ebd., S. 10).

Mit dem Begriff der Barriere kommt deutlich zum Ausdruck, dass die Transformation vom Ausgangs- in den Endzustand nicht mit einer einfachen Handlung erfolgen kann, sondern mit Überwindungen zu tun hat. Das Vorhandensein einer Barriere macht für Dörner den Unterschied zwischen einem Problem und einer Aufgabe³¹ aus (vgl. ebd., S. 10). Während sich Aufgaben durch das eingeübte Vollziehen erlernter Prozeduren und die Nutzung bekannter Methoden lösen lassen, erfordern Probleme neue, dem Individuum bislang noch nicht bekannte Lösungen. Inwiefern es sich in einem konkreten Fall für ein Individuum um eine Aufgabe oder ein Problem handelt, kann demnach von seinen Vorerfahrungen und Fähigkeiten abhängen (vgl. ebd., S. 10).

Dörners Problembegriff ist gemessen an den sehr eng auf kognitivistische Prozesse bezogene Definitionen (vgl. dazu die Definition von Hussy in Abschnitt 2.1) relativ offen und deshalb auch bedeutungsvoll für Problemstellungen, die sich nicht allein durch Denken lösen lassen (vgl. Greiff 2012, S. 23). Er wird oft verwendet, um konkrete Problemsituationen zu beschreiben oder zu klassifizieren (vgl. Funke 2003; Hussy 1998) und liegt auch den folgenden Darlegungen zugrunde.

³¹ ‚Aufgabe‘ ist hier nicht als didaktischer Begriff im Sinne eines Unterrichtsformats, sondern in einem allgemeinen Sinn als eine herausfordernde Situation zu verstehen.

Dörner selbst hat anhand der Charakteristik der Barrieren eine Systematik entwickelt, die sich eignet, Probleme von ähnlicher Struktur zu Typen zusammenzufassen. Diese Typisierung ermöglicht es, Gestaltungsprobleme hinsichtlich ihrer Struktur zu betrachten und Problemkategorien zuzuordnen.

2.2.1 Barrieren als charakteristisches Merkmal von Problemen

Die Art der Barriere, die den mühelosen Übergang vom Anfangs- zum erwünschten Endzustand einer Situation verhindert, ist ausschlaggebend für die Problemcharakteristik und den Lösungsprozess. Von ihr hängt es ab, wie anspruchsvoll die Überwindung von Schwierigkeiten ist.

Nach Dörners Typisierung wird die Art der Barriere von den Mitteln, die zur Lösung eines Problems führen und den Zielkriterien, die ein Problem aufweist, bestimmt. Die Ziel-Mittel-Verhältnisse dienen der Bestimmung verschiedener *Barrieretypen*. Die Bekanntheit der Mittel einerseits und die Klarheit der Zielsituation andererseits sind die Dimensionen einer Matrix zur Einteilung der Barrieretypen (vgl. Abb. 8).

		Klarheit der Zielkriterien	
		<i>hoch</i>	<i>gering</i>
Bekanntheit der Mittel	<i>hoch</i>	Interpolationsbarriere	Dialektische Barriere
	<i>gering</i>	Synthesebarriere	Dialektische Barriere und Synthesebarriere

Abb. 8 Barrieretypen (aus: Dörner 1987, S. 14)

Barrieretyp 1: Bei Problemen mit *Interpolationsbarrieren* sind die Zielsetzungen klar und die Zahl der zur Verfügung stehenden Mittel endlich und bekannt. Die Lösung gelingt durch das Kombinieren bzw. Anwenden der geeigneten Mittel. Als typisches Beispiel für Interpolationsprobleme nennt Dörner das Schachspiel (vgl. Dörner 1987, S. 12), dessen Regeln bekannt und die Züge in jeder Situation begrenzt sind. Zwar ist die Zahl der Möglichkeiten unter Umständen unüberblickbar groß und die Herausforderung besteht für den Spieler nicht nur in der Wahl des Zuges, sondern auch in einer möglichst weitreichenden Antizipation von dessen Folgen, doch ist zu jeder Zeit klar, nach welchen Regeln die Lösungssuche erfolgen darf. Regel- und Strategiespiele sowie ein großer Teil mathematischer Aufgaben beinhalten Interpolationsproblemen.

Barrieretyp 2: In Situationen, in denen zwar das Ziel, nicht aber die Menge oder die Art der Mittel bekannt sind, besteht die Herausforderung nicht nur in der Lösungsentwicklung, sondern darin, vorab einen Überblick über die

Handlungsmöglichkeiten, Dörner bezeichnet sie als sogenannte Operatoren (vgl. ebd., S. 15), zu gewinnen. Dabei ist das Identifizieren oder Vermuten, dass nicht alle Mittel bekannt sind und erst gesucht werden müssen, bereits Teil des Lösungsprozesses. Dörner nennt es „Zusammenstellung oder Synthese eines brauchbaren Inventars“ (vgl. ebd., S. 12) und sieht in dieser Synthese die eigentliche Überwindung der Barriere. Bekannte Probleme mit *Synthesebarrieren* sind nach Dörner Denksportaufgaben oder jene Streichholzlegeaufgaben, bei denen durch eine begrenzte Zahl von Umlegevorgängen die Anfangsfigur in eine definierte Endfigur verwandelt werden muss und die Spieler anfänglich daran scheitern, dass sie die gewohnten Denkmuster nicht überwinden bzw. deren Begrenztheit nicht als solche erkennen können. Die Handlungsmöglichkeiten werden zu Beginn nicht richtig erkannt. Bei diesen von Dörner genannten Beispielen (vgl. ebd., S. 12) ist es indes fraglich, ob sich die Schwierigkeit wirklich nur aus der Unbekanntheit der Mittel ergibt oder ob die Problemlösenden sich bei den Streichholzaufgaben wortwörtlich ein falsches Bild vom Ziel machen und somit eine ungenaue bzw. falsche Zielvorstellung haben.

Gestalterisch-konstruktive Aufgaben können ebenfalls Synthesebarrieren aufweisen. Oftmals sind sie mit Zielsetzungen verbunden, die relativ klar sind, indem z.B. die Funktion eines herzustellenden Objektes benannt wird. Über die Mittel kann hingegen relativ hohe Unklarheit herrschen. So kann beispielsweise die Aufgabe, ein Behältnis für den sicheren Transport von rohen Eiern zu entwickeln und herzustellen, Vorgaben zum Ziel (Zweck) machen, aber völlig offenlassen, mit welchen Materialien, technologischen Verfahren und Vorgehensweisen das Objekt realisiert werden könnte, was die Aufgabe zu einer Herausforderung mit hoher Zielklarheit und geringer Bekanntheit der Mittel werden lässt.

Barrieretyp 3: Ein dritter Problemtyp ergibt sich, wenn der Zielzustand nicht ausreichend bekannt oder nur durch vage Kriterien definiert ist. Die Herausforderung, eine Wohnung zu verschönern, wählt Dörner als Beispiel eines solchen Problems (vgl. ebd., S. 13), bei dem zu Beginn unklar ist, was denn als Verschönerung gelten könnte. Dörner erwähnt Komparativkriterien, die von den Problemlösenden beigezogen werden, um zu bestimmen, ob die neue Situation besser, optimaler, schöner usw. ist als zuvor. Oftmals wird die Lösung dadurch erzielt, dass erarbeitete Lösungsvorschläge, also Entwürfe auf deren Tauglichkeit hin überprüft, verworfen, revidiert oder weiterentwickelt werden. Zwischen der Lösungserarbeitung und dem Zielabgleich ergibt sich ein dialektischer Prozess. Probleme dieses Typs werden als *Probleme mit dialektischen Barrieren* benannt. Wie Dörner es durch das Wohnungsbeispiel zeigt, lassen sich Gestaltungsprobleme unter Umständen diesem Barrieretyp zuordnen. Dies ist vor

allem dann der Fall, wenn die Zielformulierungen vage gehalten sind und die Suche nach Lösungen durch Entwerfen erfolgt.

Barrieretyp 4: Probleme, die sich dadurch kennzeichnen, dass sowohl die Mittel nicht bekannt sind und auch die Zielsituation nicht umfassend geklärt ist, weisen eine doppelte Barriere auf. Sie gelten als besonders komplex (vgl. ebd., S. 14). Gerade Alltagsprobleme erwiesen sich oft als Konglomerate mehrerer Barrieren. Designprobleme, bei denen ein Produkt für eine nur annähernd zu bestimmende Benutzergruppe entworfen und entwickelt werden muss, so dass die Zielsituation zuerst bestimmt und die zur Lösung geeigneten Mittel gesucht werden müssen, gehören zu einem Problemtypus, der mehrere Barrieren aufweist.

2.2.2 Handlungsoptionen in Problemlösesituationen

Die formale Einteilung von Problemstellungen nach Dörner erweckt den Eindruck, Probleme ließen sich als relativ klare, theoretisch gut fassbare Konstrukte behandeln und einordnen. Diese Klarheit und Eindeutigkeit relativiert sich, wenn Probleme nicht als abstrakte Begriffe, sondern als Phänomene einer realen Situation betrachtet werden. Dörner bezeichnet den Kontext, in dem Probleme auftauchen, als *Realitätsbereich* und die gegebenen Umstände als *Sachverhalte* (vgl. ebd., S. 15). Die Sachverhalte einer bestimmten Situation sind ausschlaggebend dafür, welche Handlungsmöglichkeiten einer problemlösenden Person zur Verfügung stehen. Sie sind mit einem mehr oder weniger überblickbaren Regelwerk von Operatoren verbunden. Dörner führt als Beispiel wiederum das Schachspiel an, bei dem das Spiel den Realbereich und die Konstellation der Figuren auf dem Spielbrett den Sachverhalt darstellen. Die regelhaften Züge des Spiels sind die Operatoren (vgl. ebd., S.17).

Beim Schachspiel sind sowohl der Sachverhalt wie auch die Operatoren relativ gut erkennbar, was bei Problemsituationen in der Alltagswelt eher selten der Fall ist. Probleme, wie sie sich in technischen, sozialen oder politischen Kontexten ergeben, lassen sich kaum allein durch logische Folgerungen lösen. Überdies sind die Ursachen und Zusammenhänge meist schlecht durchschaubar. Diese Unüberschaubarkeit lässt sich allenfalls reduzieren, indem der Sachverhalt analysiert und die Operatoren aufgrund ihrer Eigenschaften sinnvoll ausgewählt werden. Dörner benennt fünf Eigenschaften von Operatoren:

- a) Die Wirkungsbreite: Ein Operator, der gleichzeitig auf viele Merkmale eines Sachverhaltes verändernd wirken kann, hat eine große Wirkungsbreite.
- b) Die Reversibilität: Die Reversibilität eines Operators ist dann gegeben, wenn man seine Anwendung und damit auch seine Effekte wieder rückgängig machen kann.

c) Die Größe des Anwendungsbereichs: Sie bezieht sich darauf, welche vorausgesetzten Bedingungen mit der Nutzung eines Operators verknüpft sind und somit die Durchführbarkeit erschweren oder erleichtern. Es ist daher eher von Anwendungsvoraussetzung zu sprechen (vgl. dazu Funke 2003, S. 73).

d) Die Wirkungssicherheit: Sie bezieht sich auf die Wahrscheinlichkeit, mit der eine beabsichtigte Wirkung erreicht werden kann.

Welche Operatoren als Maßnahme zur Zielerreichung angewandt werden sollen, lässt sich bei Problemen oft nicht ohne Weiteres entscheiden, da die Sachlage meist nicht so überschaubar ist, wie beim Schachspiel. Dörner kennzeichnet die Komplexität, die Vernetztheit, die Intransparenz und die Dynamik als jene Dimensionen von Sachverhalten, welche den Schwierigkeitsgrad eines Problems beeinflussen können (vgl. ebd., S. 18) und (vgl. dazu Kap 2.3.1).

2.3 Einfache und komplexe Probleme - duale Klassifikationen

Abhängig vom Barrieretyp, von der Überschaubarkeit des Sachverhaltes und dem Komplexitätsgrad schlägt Dörner eine Problemklassifikation mit zwei Gruppen vor (vgl. Dörner 1987, S. 14). Er nimmt dabei Bezug auf die bekannte und viel verwendete Unterscheidung des Informatikwissenschaftlers McCarthy, der von *ill-defined and well-defined* Problemen spricht.³² Anders als McCarthy will Dörner seine Klassen nicht als dichotom verstanden wissen und schlägt eine skalare Beziehung zwischen den Bezeichnungen ‚offen‘ und ‚geschlossen‘ vor. Offenheit und Geschlossenheit beziehen sich darauf, durch welche konkreten Anforderungen das Ziel definiert ist. Je offener der Zielzustand gehalten ist, desto dialektischer gestaltet sich der Lösungsprozess. Offene Probleme sind zwar meist herausfordernder als geschlossene, dennoch weist Dörner darauf hin, dass *geschlossen* und *offen* nicht mit *einfach* und *schwierig* gleichgesetzt werden kann (vgl. ebd., S. 14).

Trotz dieses Einwandes werden duale Klassifikationen vielfach dazu genutzt, einfachere Probleme von schwierigen zu unterscheiden (vgl. Funke 2006; Greiff 2012). Die Unterscheidungsmerkmale folgen je nach Kontext anderen Kriterien und sind jeweils anders benannt, aber in den Grundsätzen recht ähnlich. Dazu gehören Klassifikation wie: geschlossenen – offenen (vgl. Dörner 1987), well-

³² Der Informatikwissenschaftler John McCarthy hat in Zusammenhang mit der Entwicklung von Steuerungssystemen für informatische Rechenmodelle auf die Struktur von Problemen hingewiesen, die seiner Meinung nach gut oder schlecht definiert sein kann: „Not every worthwhile problem is well-defined in the sense of this paper. In particular, if there exist more or less satisfactory answers with no way of deciding whether an answer already obtained can be improved on a reasonable time, the problem is not well-defined“ (McCarthy 1956, S. 181). McCarthy macht die Möglichkeit der zuverlässigen Überprüfung einer gefundenen Lösung zum Kriterium für gut definierte Aufgaben.

defined – ill-defined (vgl. McCarthy 1956), einfach – komplex (vgl. Funke 2003), zahm – böse (vgl. Rittel 1991), well-structured – ill-structured (vgl. Jonassen 2000, 2011), (vgl. Abb. 9).

Duale Problemklassifikationen		
well-defined	<----->	ill-defined
einfach	<----->	komplex
zahm	<----->	böse
geschlossen	<----->	offen
well-structured	<----->	ill-structured
Merkmale: Hohe Transparenz bezüglich Ausgangslage, Lösungsmittel und Zielvorgaben Begrenzte Anzahl präskriptiver Regeln Beziehung zwischen Variablen sind klar oder gut abschätzbar Erarbeitete Lösungen lassen sich auf die Tauglichkeit prüfen		Merkmale: Eine oder mehrere Variablen sind nicht oder nicht in ausreichendem Maß bekannt Viele Variablen stehen zueinander in einer nicht vorhersehbaren Abhängigkeit Hinsichtlich der Lösung gelten mehrere evtl. nicht transparente Kriterien Erarbeitete Lösung lässt sich nicht auf ihre Tauglichkeit prüfen

Abb. 9 Darstellung unterschiedlicher dualer Problemklassifikationen

Duale Klassifikationen werden auch in didaktischen Diskussionen genutzt, um die Komplexität problemorientierter Aufgabenstellungen im Unterricht zu charakterisieren und daraus folgend mögliche Formen von Lernprozessen und Wissensbildung abzuleiten. So wird in Zusammenhang mit dem problemorientierten Lernen von Aufgaben gesprochen, die *well-defined* und *ill-defined* sein können (vgl. Reusser 2005, S. 160). Im Hinblick auf die Konzipierung von Problemstellungen, die den Fähigkeiten von Kindern angepasst sind, stellt sich die Frage, was ‚einfach‘ und ‚komplex‘ gemessen an altersspezifischen Voraussetzungen bedeuten.

2.3.1 Merkmale komplexer Probleme

Die Suche nach Unterscheidungsmerkmalen von einfachen und schwierigen Problemen ist in den vergangenen Jahrzehnten für die Problemforschung immer wichtiger geworden (vgl. Betsch et al. 2011; Funke 2003), da sich die Beschreibung und Typisierung einfacher Probleme für die Deutung

lebensweltlicher Situationen oft als nicht hinreichend genug erwiesen (vgl. Funke 2003, S. 125). So sind insbesondere komplexe Probleme, ihre Implikationen und ihre Eigenschaften zum Gegenstand forschender Auseinandersetzungen geworden (vgl. Betsch et al. 2011; Funke 2003; Funke 2006). Folgende Merkmale erweisen sich als charakteristisch bei komplexen Problemen:

Die *Komplexität* von Sachverhalten hängt davon ab, wie viele Komponenten (Variablen) mit ihm in Verbindung stehen und welches interdependente Verhältnis zwischen ihnen besteht. Probleme erweisen sich dann als besonders schwierig, wenn die Zahl der Variablen sehr groß und dadurch nicht überschaubar ist. Vom Problemlösenden sind dann komplexitätsreduzierende Maßnahmen verlangt (vgl. Funke 2003, S. 129), von denen Dörner die Abstraktionsbildung, die Komplexbildung und die Reduktion als wichtigste Maßnahmen bezeichnet (vgl. Dörner 1987, S. 18). Die *Abstraktion* meint die Ausklammerung von Variablen eines Sachverhaltes, die nicht relevant sind. Dies bedeutet für die Problemlösenden, sich auf das Wesentliche zu konzentrieren, indem das Allgemeine des Problems in den Blick genommen wird. Die *Komplexbildung* erfolgt dadurch, dass einzelne Variablen zu sinnvollen Einheiten zusammengefasst werden, um sie besser und rationeller handhaben zu können. Die Komplexbildung verringert die Auflösung eines Problems und kann zu Vereinfachungen führen. Die *Reduktion* als dritte mögliche Maßnahme ergibt sich, wenn mehrere Variablen eines Problems auf die gleiche Ursache zurückgeführt werden können, so dass das ursächliche Merkmal als eigentliche Variable verifiziert und behandelt werden kann. Alle drei Maßnahmen sind nur wirksam, wenn sie richtig durchgeführt werden. Sie können also ihrerseits eine Problemstellung sein (vgl. ebd., S. 18).

Die Komplexität eines Problems hängt nicht zwingend davon ab, wie viele Teilprobleme es beinhaltet, sondern davon, wie diese beschaffen sind.³³ Wie komplex ein Problem in einer bestimmten Situation für die problemlösende Person tatsächlich ist, hängt zudem wesentlich von deren Erfahrung und ihren Vorkenntnissen ab. Die individuellen Voraussetzungen bestimmen den Umgang mit dem Problem (vgl. Dörner 1987; Dorst 2006; Funke 2011).

Vernetztheit liegt vor, wenn innerhalb der Variablen eines Problems viele Querverbindungen bestehen (vgl. Funke 2006, S. 379). Die Einflussnahme auf einzelne Variablen wirkt sich offen oder verdeckt, gewollt oder ungewollt auch

³³ Funke weist auf den nicht unproblematischen Begriff der *Komplexität* hin, der sich seiner Ansicht nach nur bedingt eignet, um sogenannte schwierige Probleme von den einfacheren abzugrenzen. Die Anzahl von Variablen, die ein Problem aufweist, ist für sich allein genommen wenig aussagekräftig und nur zusammen mit der Vernetztheit Hinweis auf den Schwierigkeitsgrad von Problemen (vgl. Funke 2006, S. 399).

auf die anderen aus. Mit zunehmender Vernetztheit werden die Zusammenhänge weniger überschaubar (vgl. Betsch et al. 2011, S. 155) und das Einwirken auf bestimmte ist Variablen ungewiss. Da sich stark vernetzte Variablen nicht isolieren lassen, ist kaum voraussehbar, welche Effekte und Nebeneffekte durch das Einwirken, also die Anwendung von Operatoren, erzielt werden. Umwelt- und Ökologieprobleme weisen oft eine hohe Anzahl nicht erkennbarer Vernetzungen auf.

Das Merkmal der *Dynamik* berücksichtigt die Veränderung von Problemstellungen im Laufe des Lösungsprozesses. Dafür können externe Ursachen vorliegen oder das Problem selbst kann Eigendynamiken aufweisen (vgl. Hussy 1998, S. 142), welche die Rahmenbedingungen beeinflussen und dazu führen, dass es sich verändert. Dieser Umstand fordert von der handelnden Person prognostische Fähigkeiten (vgl. Betsch et al. 2011, S. 156), damit sie die Wahrscheinlichkeit und die Art dynamischer Verläufe einschätzen und berücksichtigen kann. Die Handlungen der problemlösenden Person können selbst auch verändernd auf die Problemsituation wirken und so als interne Ursachen zu gewollten oder unbeabsichtigten Veränderungen führen.

Die Eigenschaft der *Transparenz* kann sich auf unterschiedliche Faktoren beziehen. Es können sowohl Ausgangslage, Mittel und Wege oder die Zielsetzung einer Problemstellung klar oder unklar sein, weil die notwendigen Informationen dazu nicht zur Verfügung stehen oder gar nicht existieren. Unklarheit über die Variablen führt dazu, dass Lösungen aufgrund von Annahmen und Vermutungen entwickelt werden müssen (vgl. Dörner 1987, S. 21). Die Wirkungsbreite von Lösungsmaßnahmen wird dadurch unsicher, die Gefahr von Misserfolgen erhöht sich.

Polytelie bezieht sich auf die Tatsache, dass komplexe Probleme oft nicht nur eine, sondern mehrere evtl. konfligierende Zielsetzungen beinhalten, die simultan bearbeitet werden müssen. Besonders herausfordernd gestalten sich mehrzielige Lösungsprozesse, wenn zur Erreichung einer Zielsetzung unvermeidbare Nachteile in Kauf genommen werden müssen oder wenn die erarbeitete Lösung nur für einen Teil der Nutzenden Vorteile hat (vgl. Jonassen 2011, S. 18 f.). Besonders politische und soziale Probleme erweisen sich oft als Dilemmata, deren Lösungen zwar zur Behebung einer unerwünschten Situation führen, aber durch unangenehme und unvermeidbare Begleiterscheinungen neue Probleme verursachen.

Bei Gestaltungs- und Designproblemen ergibt sich die Situation eines Dilemmas oft dadurch, dass sich formal-ästhetische Ansprüche, die an ein Produkt gestellt werden, aufgrund der begrenzten technologischen Machbarkeit nicht mit funktionalen Anforderungen vereinbaren lassen oder dass die Erwartungen an die

Funktionen und Qualitäten eines Produktes in Widerspruch mit finanziellen oder zeitlichen Ressourcen stehen (vgl. Kap. 3.4.3).

2.3.2 Die Domänenspezifität als Merkmal

Problemdefinitionen und Modelle zur Klassifikation von Problemen, wie sie die Psychologie entwickelt hat, können als sehr grundlegend betrachtet werden, da sie durch ihre Abstraktion eine relativ große Reichweite haben. Untersuchungen zur Elaboriertheit von Problemlösefähigkeiten oder zur Anwendung von Problemlösestrategien in konkreten Situationen zeigen jedoch, dass solche allgemeine Konzepte ohne Berücksichtigung domänenspezifischer Rahmenbedingungen eine limitierte Gültigkeit haben (vgl. Funke 2006, S. 422). Situative Gegebenheiten, die je nach Disziplin und Kontext die Problemlage und somit auch die Strategien und Vorgehensweisen bestimmen, machen spezifisches Wissen und spezifische Formen der Lösungssuche notwendig, da Kenntnisse zur allgemeinen Problemlösung alleine nicht ausreichen (vgl. Jonassen 2000; Mayer 1992; Smith 1991). Der Psychologe David Jonassen schlägt deshalb vor, zur Kennzeichnung komplexer Probleme neben der Vernetztheit, Dynamik und Komplexität auch die Domänenspezifität als Merkmal aufzuführen, da die Spezifität der Domäne oder des Kontexts ebenso zur Charakterisierung des Problems beiträgt wie die anderen Merkmale (vgl. Jonassen 2011, S. 6).

Jonassen bezieht bei seiner Charakterisierung von Problemen auch Variablen bzw. Faktoren mit ein, die mit der problemlösenden Person, deren Fähigkeiten und ihrem Fachwissen zu tun haben. Diese bezeichnet er als interne Faktoren. Zu den externen Faktoren zählt er die Vielschichtigkeit von Problemlöseprozeduren, die interdependenten Beziehungen zwischen den Komponenten von Problemen, die heterogenen Deutungsmöglichkeiten einer Problemsituation und die Interdisziplinarität der Inhalte von Problemen (vgl. ebd., S.10).

Ob für das Lösen von Problemen überfachliche Kenntnisse und Fähigkeiten die Hauptrolle spielen oder ob das domänenspezifische Wissen und Können wichtiger sind, lässt sich nach Jonassen nicht eindeutig entscheiden. Der Autor weist darauf hin, dass Untersuchungen, die eine Dominanz domänenspezifischer Kompetenzen belegen, sich alle auf das Lösen einfacher Probleme beziehen. Er geht davon aus, dass für das Lösen komplexer Probleme fach- und domänenspezifisches Wissen notwendig, aber nicht hinreichend ist (vgl. ebd., S. 20).

Welche Bedeutung domänenspezifische Kenntnisse haben, zeigt sich in der Expertenforschung.³⁴ Vergleichende Untersuchungen zwischen Novizen und Experten im Hinblick auf ihre Problemlösefähigkeit belegen, dass sich der größere Erfahrungshintergrund, den die Experten den Novizen gegebenerweise voraushaben, darin zeigt, dass sie Kontextinformationen zur Lösung eines Problems besser nutzen können. Diese domänenspezifische Expertise scheint allerdings sehr kontextabhängig zu sein, so dass der Vorsprung der Experten sich ganz konkret auf die Gebiete ihrer Spezialisierung bezieht (vgl. Chi 2006). Das fundierte fachspezifische Wissen, das Experten auszeichnet, kann sich jedoch auch nachteilig auf den Problemlöseprozess auswirken, da es die Sichtweise einengen und zu unerwünschten Schranken führen kann. Das Spezialwissen kann den Suchraum bestimmen und dadurch die Lösungsmöglichkeiten limitieren (vgl. Chi 2006, S. 26).

2.3.3 Die Problemcharakteristik von Gestaltungsaufgaben

Anhand der bislang skizzierten Definitionen und Klassifikationen wurden vereinzelte Hinweise auf die Charakterisierung von Gestaltungsproblemen vorgenommen (vgl. Abschnitt 2.2.1). Folgt man den Barrieretypen nach Dörner, so lassen sich Beispiele finden, durch die gestalterische Aufgaben sowohl als Probleme mit Synthesebarrieren (Barrieretyp 2) wie auch als solche mit dialektischen Barrieren (Barrieretyp 3) definiert werden können (vgl. Kap 2.2.1). Dass die Zuordnungen nicht eindeutig ausfallen müssen, zeigen Problembeschreibungen von Hans Aebli, der Gestaltungsprobleme mit Interpolationsproblemen (nach Dörner) vergleicht und Parallelen entdeckt. Er macht geltend, dass sowohl bei Interpolationsproblemen (vgl. Kap. 2.2.1) wie auch bei Gestaltungsproblemen die Situation so geartet sei, dass zwischen zwei Polen (Mittel und Ziel) eine Brücke geschlagen werden müsse (vgl. Aebli 1994b, S. 21). Er vergleicht dazu eine Logikaufgabe, bei der zwei Aussagen (mathematische Formeln) in eine logische Aussageform gebracht werden müssen, mit der Aufgabe, ein handwerkliches Objekt herzustellen (vgl. ebd., S. 22 f.). Aebli weist darauf hin, dass beim Gestaltungsproblem die Zieldefinition weniger präzise sei als beim Logikproblem, da sie nur schematisch und nicht

³⁴ Vergleichende Untersuchungen zwischen Experten und Novizen sind ein verbreitetes Vorgehen in der Problemlöseforschung, um die Wirkung fachspezifischer Erfahrung zu analysieren. Funke weist darauf hin, dass die Validität von Expertenuntersuchungen vielfach kritisch betrachtet werden muss. Dies einerseits, weil der Begriff des *Experten* oft nicht eindeutig geklärt werde und in Untersuchungen Fachpersonen mit Laien, statt mit Novizen verglichen werden. Funke steht der Expertenforschung zudem kritisch gegenüber, da gezwungenermaßen oft ältere Personen (Experten) mit jüngeren Personen (Novizen) verglichen werden und daher anzunehmen ist, dass allein schon die größere Lebenserfahrung der Experten die Resultate beeinflusst (vgl. Funke 2003).

konkret erfolgen könne, weil bei gestalterisch-technischen Problemen oft der Zweck eines Objektes festgelegt werde, aber nicht die Einzelheiten. Doch sowohl das Logikproblem wie das Gestaltungsproblem weisen nach Aebli „eine Struktur der Lücke“ (Aebli 1994b, S. 23) auf. Der Autor weist auch auf den Umstand hin, dass bei Gestaltungsaufgaben das Vorhandensein oder eben Nicht-Vorhandensein von Material die Ausgangssituation und damit die Problemstruktur verändere. Doch er macht zwischen physisch-stofflichem und gedanklichem Material keinen prinzipiellen Unterscheid, da er Letzteres als Wissens-Repertoire von „Vorstellungen, Begriffen, Handlungsschemata und Operationen“ bezeichnet: „Aber auch derjenige, der ein materielles Zielobjekt realisieren muss, greift auf sein Repertoire zurück, denn die materiellen Elemente müssen ja in die rechte Beziehung gesetzt werden. Wir unterscheiden daher das Material einer Problemlösung und die Lösungsidee. Aus ihnen muss im Falle der Gestaltungsprobleme das Zielobjekt erzeugt werden. Wo im Falle der Interpolationsprobleme vor allem Transformationen des Anfangsobjektes in Richtung auf die Ausgangsobjekte durchgeführt werden müssen, finden wir im Falle der Gestaltungsprobleme ein Verknüpfen der Materialien und der Lösungsidee“ (Aebli 1994b, S. 23).

Ob bei Gestaltungsproblemen deutliche Zielvorstellungen und Klarheit über die Mittel bestehen, hängt meist von der Situation und dem Kontext ab, vor allem aber vom Anspruch der Aufgabe. In Aebli's Beispiel ist das Gestaltungsproblem so dargestellt, als ob die Barriere allein durch die Findung der Materialien zu überwinden sei. Das mag für Gestaltungsaufgaben zutreffen, bei der die Problemlösung allein aus der ‚Herstellung‘ eines Objektes besteht. Gestaltungsaufgaben, wie sie im Unterricht der Technischen Gestaltung vorkommen, weisen jedoch selten nur diese Komponente auf, sondern verlangen Lösungsansätze auf unterschiedlichen Ebenen (vgl. Barlex 2015; Hergert et al. 2005). Dies macht sie zu komplexeren Aufgaben und durch die Kombination formal-ästhetischer und technischer Ansprüche zu Herausforderungen, die eher mit Designproblemen zu vergleichen sind als mit reinen Konstruktionsaufgaben. Aebli's Auffassung von Gestaltungsaufgaben ist diesbezüglich zu eng.

David Jonassen bezeichnet Designprobleme, die er in sehr vielen beruflichen Tätigkeitsfeldern erkennt, als eigenen Problemtypus (vgl. Jonassen 2000; Jonassen 2011). Er bezeichnet sie als sehr komplex und das designspezifische Vorgehen als „the most complex an ill-structured kind of problem solving“ (Jonassen 2011, S. 138)³⁵.

³⁵ Jonassen benennt als Berufsfelder, die mit Designproblemen zu tun haben, insbesondere das Design, die Architektur, die Musik, das Theater, die Kunst, das Ingenieurwesen, die Bildung, die Literatur und die Informatik. Entsprechend der Vielfalt dieser Disziplinen ist auch sein Verständnis von designspezifischen Tätigkeiten relativ breit und bezieht sich nicht nur auf

Nach Jonassen haben Designprobleme die Eigenschaften, dass Zielsetzungen oft nur vage definiert oder unklar sind und sich die Rahmenbedingungen im Laufe des Prozesses ändern können. Sie weisen die Merkmale der *Intransparenz* und *Dynamik* auf. Zudem zeichnen sich Designprobleme nach Jonassen dadurch aus, dass der Lösungsprozess eine Beurteilung der Problemlage beinhaltet, die über das rationale Analysieren einer Ausgangssituation hinausgeht und von der problemlösenden Person eine subjektive Beurteilung verlangt. „Design problems often require the designer to make judgments about the problem [...] or to express personal opinions or beliefs about the problem, so ill-structured problems are uniquely interpersonal activities“ (Jonassen 2011, S. 18).

In seiner Problemtypologie, die elf Typen umfasst (vgl. Jonassen 2000; Jonassen 2011), welche auf einem Kontinuum von „well-structured to ill-structured“ angeordnet sind, gehören Designprobleme zu den sehr schlecht strukturierten (vgl. Abb. 10).

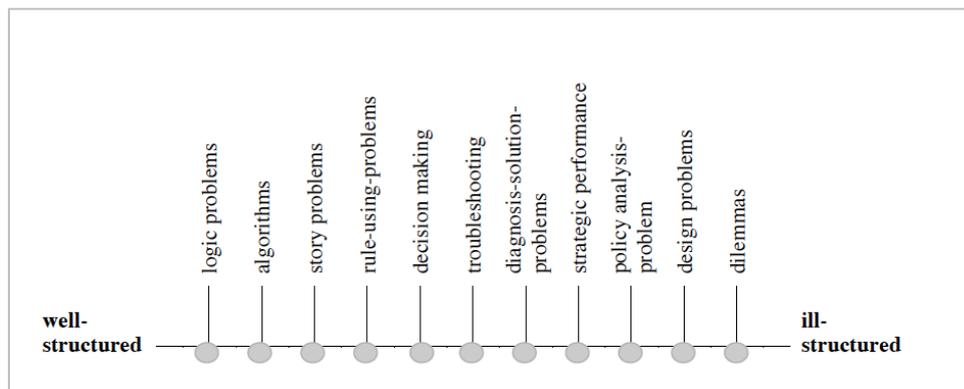


Abb. 10 Eigene Darstellung der Problemtypen nach Jonassen

2.4 Problemlösestrategien

So verschiedenartig Probleme und Problemsituationen sind, so vielfältig sind adäquate Lösungsprozesse. Diese werden unter anderem durch situative Gegebenheiten sowie durch die individuellen Voraussetzungen der problemlösenden Person beeinflusst. Abgesehen von diesen situativen und personalen Bedingungen sind Lösungswege jedoch hauptsächlich durch die Art des Problems gekennzeichnet. Zwei wichtige, unterschiedliche Prinzipien in der Lösungssuche bilden Algorithmen und Heuristiken.

Lösungsprozesse, wie sie explizit im Produktdesign vorkommen, sondern generell auf outcome-orientierte Produkte und Aktivitäten, die eine auf Innovation ausgerichtete Arbeitsweise verlangen (vgl. Jonassen 2011).

2.4.1 Algorithmen und Heuristiken

Die naheliegende Annahme, dass gut definierte Probleme algorithmische und schlecht definierte eher heuristische Lösungswege verlangen, ist gemessen an den unterschiedlichen Herausforderungen, die sich aus spezifischen Situationen und Kontexten ergeben, als unzutreffend zu betrachten. Dennoch sind tatsächlich gut strukturierte Probleme, im Prinzip eher durch die Anwendung klar definierter Handlungsschritte lösbar als die schlecht strukturierten. So lassen sich viele mathematische Aufgaben, wie sie im Schulunterricht gestellt werden, durch algorithmisches Vorgehen lösen (vgl. Jonassen 2011, S. 13), während Alltagsprobleme oder beispielsweise Designaufgaben eher heuristische Wege erforderlich machen.

Algorithmen sind dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Kette klar geregelter und determinierter Handlungsschritte aufweisen, die bei richtiger Anwendung zu einer gültigen Lösung führen. Dies macht sie jedoch nicht unbedingt zu einfachen Verfahren – und Situationen, die algorithmisch bewältigt werden, sind nicht zwangsläufig einfache Aufgaben. Die Herausforderung kann bei gut strukturierten Problemstellungen darin bestehen, überhaupt erst zu erkennen, ob ein Algorithmus zur Lösung führen kann, das entsprechende Handlungsprinzip zu kennen oder evtl. zu entwickeln und konsequent anzuwenden (vgl. Smith 1991, S. 5 f.). Andererseits kann die Durchführung einer algorithmischen Prozedur im Prinzip auch ohne Verständnis für die dahinterliegenden Zusammenhänge vorgenommen werden. Wenn der Handlungsablauf bekannt ist, kann selbst seine unverstandene Anwendung zur Lösung führen.

Die Frage, ob algorithmische Lösungen überhaupt als Problemlösungen zu betrachten sind, wird daher kontrovers diskutiert (vgl. Smith 1991). Während Jonassen Algorithmen als eine von mehreren Problemarten sieht (vgl. Jonassen 2000; Jonassen 2011), sind sie für Smith Prozeduren, die zum Repertoire geübter Problemlöser gehören (vgl. Smith 1991, S. 6).

Problemstellungen, die eine komplexe Struktur haben, lassen sich meist nicht oder nicht nur durch ein streng regelgeleitetes Vorgehen lösen. Sie verlangen nach Strategien, die suchende, erprobende Vorgehensweisen ermöglichen.

Heuristische Verfahren sind dadurch gekennzeichnet, dass sie zwar einer methodischen Handlungsweise, einer Strategie folgen, aber nicht eine festgelegte Kette von Schritten aufweisen. Heuristiken sind leitende Bahnen und im Gegensatz zu Algorithmen führen sie nicht zwingend zum Ziel.

Heuristische Vorgehensweisen können auch dann zur Anwendung kommen, wenn algorithmische Lösungswege im Grunde möglich, aber zu kompliziert oder ihre konkrete Durchführung nicht erkennbar ist (Betsch et al. 2011; Holyoak 1990). So wird beim Schachspielen oft ein heuristisches Vorgehen gewählt, da

eine systematische Analyse aller möglichen Züge und deren Folgen aufgrund limitierter Gedächtnisleistung gar nicht möglich ist. Diese heuristische Vorgehensweise unterscheidet das Spiel des Menschen von dem des Schachcomputers (vgl. Holyoak 1990, S. 271).

Der Molekularbiologe Mike U. Smith unterscheidet zwei Typen heuristischer Verfahren, die *allgemeinen* und die *domänenspezifischen*. Zu den allgemeinen Verfahren zählt Smith Vorgehensweisen, die vielseitig anwendbar und oft auch intuitiv genutzt werden. Dazu gehört die Komplexitätsreduktion, die dadurch erfolgt, dass mehrschichtige Probleme in Teilprobleme gesplittet werden, die gesondert bearbeitet werden können. Ähnlich verhält es sich bei *means-ends-Verfahren*, (vgl. Smith 1991, S. 13), die darin bestehen, das Ziel zu identifizieren bzw. die Differenz zwischen Ist-Zustand und Soll-Zustand zu erkennen und Zwischenschritte zu definieren, die abgearbeitet werden können. Während Funke die Technik des Ausprobierens, also die Versuch-Irrtum-Methode zwar als Strategie, doch aufgrund ihrer Einfachheit nicht als Heuristik bezeichnet (vgl. Funke 2011, S. 157), zählt Smith sie ebenfalls zu den allgemeinen, sogenannten ‚weak-heuristics‘, die zwar oft nicht den schnellsten Weg zum Ziel garantieren, aber einen breiten Anwendungsbereich haben (vgl. Smith 1991, S. 12).

Den allgemeinen Verfahren stellt Smith die domänenspezifischen Heuristiken gegenüber. Diese lassen sich oft nur auf bestimmte Problembereiche anwenden und beziehen sich auf eingegrenzte Sachverhalte, zu denen die jeweiligen Disziplinen eigene Lösungsmethoden entwickelt, erprobt und verfeinert haben. Zu den domänenspezifischen Kenntnissen von Fachleuten gehört nach Smith auch das Wissen, wie solche mehrschrittigen Verfahren (multi-step-procedures) anzuwenden sind. Der Autor geht davon aus, dass das Beherrschen mehrschrittiger Lösungsprozeduren sowie die Kompetenz, über mehrere Strategien zu verfügen und diese der Problemlage entsprechend zu wählen, den geübten vom ungeübten Problemlöser unterscheidet (vgl. ebd., S.13 f.).

Ähnlich wie Smith meint auch Aebli, dass das Beherrschen heuristischer Verfahren zwar notwendig, bei komplexen Problemen jedoch nur in Zusammenhang mit Fachwissen erfolgreich ist. „Sie [Heuristiken] nennen uns in relativ formaler Weise gewisse Prinzipien, Haltungen, Suchrichtungen, die der Problemlöser mit Vorteil einhält. Die Schlachten werden jedoch auf dem Feld der spezifischen Sachzusammenhänge geschlagen. Ihre Kenntnis ersetzt keine Heuristik. Allerdings: wer über sie verfügt und die Regeln der Heuristik beachtet, ist ein besserer Problemlöser, als wer sie vernachlässigt“ (Aebli 1994b, S. 75).

Gestützt auf die Arbeiten der beiden Problemforscher Simon und Newell und die Theorien des Mathematikers Georges Polya formuliert Aebli heuristische Überlegungen in der Form von dreizehn Regeln:

1. Definiere die Schwierigkeit, fasse sie sprachlich, begrifflich, wenn Du kannst, sonst vergegenwärtige sie Dir in einer anschaulichen Form!
2. Wenn sich die Schwierigkeit im alltäglichen Handeln und Erleben eingestellt hat, beginne damit, sie in der Sprache des Alltags zu fassen!
3. Formuliere das Problem mit Hilfe der schärfsten begrifflichen Mittel, die dir zur Verfügung stehen!
4. Verschaffe Dir den bestmöglichen Überblick über die Gegebenheiten des Problems!
5. Kennzeichne das Problem!
6. Suche die geeignete Repräsentation für das Problem!
7. Präzisiere deine Frage!
8. Arbeite nicht nur vom Gegebenen zum Gesuchten vorwärts, sondern ebenso sehr vom Gesuchten zum Gegebenen rückwärts!
9. Prüfe den Fortschritt deiner Lösung!
10. Geh auf Holzwegen nur soweit als nötig zurück!
11. Benutze alle Daten!
12. Wenn Du die Aufgabe nicht lösen kannst, suche eine verwandte Aufgabe! Suche eine speziellere Aufgabe! Oder: Suche eine allgemeinere Aufgabe!
13. Wenn du ein Problem gelöst hast, gehe nicht zur Tagesordnung über, sondern blicke auf die Problemlösung zurück und versuche, aus ihr zu lernen! (vgl. Aebli 1994b, S. 75 ff.)

Die letzte von Aebli's Regeln macht sichtbar, dass Problemlöseprozesse zu Lernprozessen werden können und dass sich aus der Bewältigung einer Problemsituation abgesehen von der Lösungsfindung auch ein Gewinn für das Lösen zukünftiger Probleme ergeben kann. Die dreizehn Regeln lassen sich als Verlaufsschema lesen, dessen Schritte sukzessiv zum Ziel führen können.

Heuristische Modelle zum Verlauf von Problemlöseprozessen werden oft als Phasen- oder Zyklusmodelle dargestellt. Ob sich Prozesse tatsächlich in dieser Art abspielen ist empirisch nur partiell belegt (vgl. Funke 2003, S. 97). Dennoch ist die Nützlichkeit von Schemata nicht zu unterschätzen. Die Darstellung idealtypischer Verläufe kann für die Organisation von Entscheidungsfindungen und als Stütze für metakognitive Überlegungen hilfreich sein. Die Modelle haben daher sowohl einen deskriptiven wie auch einen präskriptiven Charakter (Funke 2003; Pretz et al. 2003).

2.4.2 Planen und Handeln

Das Erreichen eines erwünschten Zustandes kann als Ziel eines Problemlöseprozesses bezeichnet werden. Die Zielsetzungen sind unter Umständen ausschlaggebend dafür, welche Handlungsmuster einem Problemlöseprozess zugrunde liegen können. Motivational-psychologische Ansätze betrachten Zielsetzung als ein mit Wünschen und Bestrebungen verknüpft und deshalb handlungssteuerndes Element (vgl. Funke 2011; Heckhausen und Heckhausen 2010). Die Steuerung ist als Kraft zu verstehen, die Akteure veranlasst, ihr Tun auf das Erreichen angestrebter Ergebnisse hin zu organisieren. Das Ziel kann zur Beurteilungsgrundlage werden, den Erfolg oder Misserfolg von Handlungen einzuschätzen (vgl. Heckhausen und Heckhausen 2010, S. 286). Ziele lassen sich je nach Bedeutung und Dringlichkeit hierarchisch organisieren – ein Vorgang der notwendig wird, wenn handlungsleitende Konzepte in Form von Plänen erarbeitet werden sollen. In einem Handlungsplan kann festgelegt werden, in welcher Abfolge Teilziele und übergeordnete Ziele erreicht werden sollen. Problemlöseprozesse zeichnen sich dadurch aus, dass der Handlungsplan Lücken aufweist, die es zu überbrücken gilt (vgl. Funke 2011, S. 141).

In den vorhergehenden Abschnitten wurden die Ursachen, Probleme erfolgreich zu lösen hauptsächlich auf das Vorhandensein fachlicher Kenntnisse und das Verfügen über Problemlösestrategien zurückgeführt. Handlungstheoretische Betrachtungen von Problemlöseprozessen nehmen darüber hinaus auch emotionale Aspekte in den Blick. So ist es aus psychologischer Sicht für den Erfolg einer Handlung ausschlaggebend, ob und wie sich Akteure für die Problemstellung interessieren und in welchem Maß sie die gesetzten Ziele akzeptieren.

Bekannte Darstellung von Handlungsabläufen ist das Rubikon-Modell von Heinz Heckhausen (vgl. Heckhausen und Heckhausen 2010, S. 310 ff.). Der Psychologe entwickelte das Modell in den 1980er-Jahren mit der Absicht, motivationale und volitionale Aspekte als Faktoren von Handlungsentscheidungen darzustellen (vgl. Abb. 11). Es geht von der intentionalen Haltung einer Person aus und umfasst vier Phasen der Handlung.

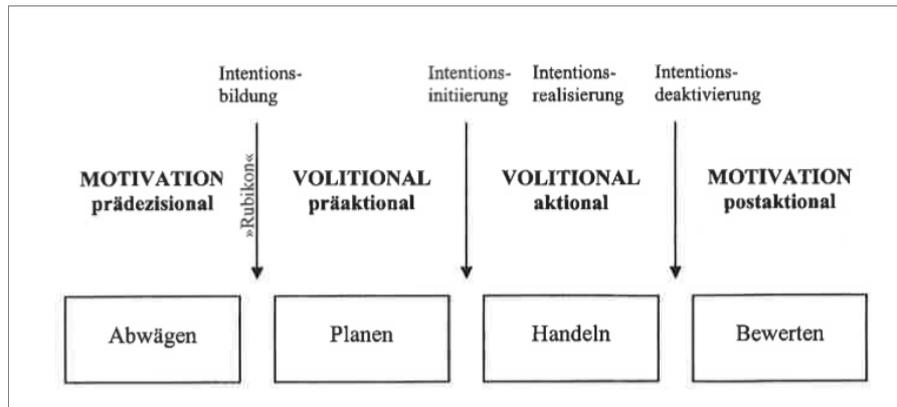


Abb. 11 Rubikonmodell nach Heckhausen (aus: Heckhausen 2010, S. 311)

In der *prädezisionalen Phase* muss die handelnde Person sich über ihre Wünsche und Absichten klar werden, ihnen Bedeutung und Gewicht geben. Sie wird die Wünschbarkeit gegen die Realisierbarkeit abwägen. Diese Phase des Abwägens der Machbarkeit führt zu einer schrittweisen Annäherung an eine Entscheidung. Heckhausen geht davon aus, dass es ein gewisses Maß an Abwägung braucht, um zu einem Schluss zu kommen. Er spricht von der *Fazittendenz*, die dann eintritt, wenn die Person die Vor- und Nachteile eines Vorhabens genügend geklärt hat (vgl. Heckhausen und Heckhausen 2010, S. 311). Mit dem Übergang in die zweite Phase überschreitet die Person die Grenze zwischen Wunsch und Ziel und damit sozusagen den Rubikon.

Sie gelangt in die *präaktionale Phase* des Planens - aus der motivationalen Intention ist eine volitionale geworden. Der Wunsch ist zum verbindlichen Ziel geworden und die Person entwickelt Strategien, dieses zu erreichen. Durchführungsabsichten werden gefestigt und ein Gefühl der Selbstverpflichtung entwickelt sich, Vorsätze und Pläne zur Umsetzung des Vorhabens werden konkretisiert (vgl. ebd., S. 312). In der dritten, der *aktionalen Phase* werden die zuvor gefassten Pläne umgesetzt. Treten Schwierigkeiten auf, so werden diese durch Beharrlichkeit und Anstrengungsbereitschaft überwunden (vgl. ebd., S. 313). Mit dem Erreichen des Ziels tritt die Person in die vierte, die *postaktionale Phase* ein. Sie bewertet das Erreichte, schätzt ab, ob die erwünschten Ziele erreicht und die Erwartungen erfüllt sind. Sofern die Beurteilung des Handlungsergebnisses positiv ausfällt, ist der Prozess abgeschlossen, andernfalls ist die Person veranlasst, neue Pläne zu fassen (vgl. ebd., S. 313).

Das Modell von Heckhausen³⁶ zeigt auf, dass das Erreichen von Zielen nicht nur von der Verfolgung organisatorisch-rationaler Algorithmen oder Heuristiken

³⁶ Das Rubikonmodell von Heckhausen steht in Beziehung zu Konzepten der Lern- und Leistungsmotivation. Dabei kann Motivation nicht als „fest umrissene und naturalistisch gegebene Erlebens- und Verhaltenseinheit“ (Rheinberg 2012, S. 16) verstanden werden, sondern

abhängig ist, sondern auch von Momenten des subjektiven Abwägens und Beurteilens. Im Verständnis von Heckhausen wird das Planen als Phase verstanden, die sich zwischen Entschlussfassung und Umsetzung abspielt.

Im Hinblick auf das Lernen von Schülerinnen und Schülern sind motivationale und volitionale Komponenten als einflussnehmende Kräfte zu berücksichtigen.³⁷

Die Identifikation mit einer Zielsetzung kann die Lernmotivation günstig beeinflussen. Der Grundschuldidaktiker Andreas Hartinger verweist auf Zusammenhänge, die zwischen den Interessen der Schülerinnen und Schüler, ihrer Motivation und dem anspruchsvollen Lernen bestehen. Hartinger weist darauf hin, dass der Zusammenhang zwischen Interesse und ‚anspruchsvollem Lernen‘ vor allem dann gegeben ist, wenn für Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit zur Wissensanwendung besteht (vgl. Hartinger 2008, S. 11). Die Erfahrung, sich beim Lösen einer Aufgabe als erfolgreich zu erleben, steht hinsichtlich lernpsychologischer Wirkungen im Zentrum problemorientierter Werkaufgaben (vgl. Kap. 1.2.1). So führt eine positive Haltung gegenüber Aufgabenstellungen dazu, dass Schülerinnen und Schüler große Anstrengungen unternehmen, Inhalte zu verstehen und durch neue Lernstrategien vorhandenes Wissen zu erweitern und vertiefen (vgl. Hartinger und Lohrmann 2011, S. 263). Insbesondere offene Unterrichtsformen und anforderungsreichen Aufgaben begünstigen intrinsisch motiviertes Lernen (vgl. ebd., S. 263).

2.5 Fazit - Die Bedeutung von Problemtheorien für das gestalterisch-konstruktive Problemlösen

Obwohl sich die kognitionspsychologischen Problemlösetheorien nicht explizit auf Unterrichtssituationen oder gar auf problemorientierte Aufgabenstellungen aus der Technischen Gestaltung beziehen, können sie Geltung für fachdidaktische Fragen, für den Unterricht und insbesondere für die Betrachtung von Zusammenhängen zwischen Problemstellung und problemlösendem Handeln haben. Folgt man der Grundannahme, dass sich für Schülerinnen und Schüler Lernerfolge und eine positive Selbstwahrnehmung vor allem dann einstellen, wenn sie schwierige Aufgaben bewältigen (vgl. Kap. 1.4), besteht die didaktische Herausforderung darin, Aufgaben so zu verfassen, dass sie gemessen

als abstraktes Konstrukt, das „die aktivierende Ausrichtung des momentanen Lebensvollzug auf einen positiv bewerteten Zielzustand“ bezeichnet (ebd., S. 16). Dass das Rubikonmodell nicht nur unter dem Aspekt der Lernmotivation, sondern auch im Hinblick auf das Problemlösen relevant sein kann, kommt besonders bei handlungsorientierten Perspektiven auf das Problemlösen zum Ausdruck (vgl. Funke 2011, S. 144 f.).

³⁷ Auf die Pluralität entsprechender Konzepte und ihre unterschiedlichen Bedeutungen in der Pädagogik weist die Psychologin Elke Wild hin (vgl. Wild et al. 2006, S. 212).

an den Voraussetzungen und Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler anspruchsvoll und komplex sind.

In der Begriffsdefinition nach Dörner bilden der unerwünschte Anfangszustand, der erwünschte Endzustand und die dazwischenliegende Barriere, die drei Elemente einer Problemstellung. Klarheit über den Endzustand und über die Mittel, welche zur Überwindung der Barriere zur Verfügung stehen, bestimmen seiner Meinung nach den Schwierigkeitsgrad von Problemstellungen (vgl. Dörner 1976) (vgl. Kap. 2.2).

Im Unterricht der Technischen Gestaltung beinhaltet das Erstellen von Aufgabenstellungen Überlegungen und Bestimmungen zu eben diesen Elementen, indem festgehalten wird, welche Ziele unter welchen Rahmenbedingungen mit welchen Mitteln erreicht werden sollen. Dazu lassen sich Merkmale, welche die Psychologie zur Kennzeichnung komplexer Probleme benennt (vgl. Kap 2.3.1), nutzen, um bei der Konzipierung von Aufgaben komplexitätssteuernd wirken zu können. So lassen sich von den genannten Merkmalen komplexer Probleme (Vernetztheit, Dynamik, Transparenz, Polytelie) vor allem die *Transparenz*, die *Vernetztheit* und die *Polytelie* in Gestaltungsproblemen erkennen. Der Grund dafür findet sich in den verschiedenen Eigenschaften, die funktionale Objekte, die meist Ziel einer gestalterisch-konstruktiven Aufgabe sind, aufweisen können.

Jede der Objekteigenschaften *Materialität*, *Funktion*, *Zweck*, *Erscheinungsform* und *Bauart*, lässt sich beim Erstellen der Aufgabe dazu nutzen, konkrete oder vage Aussagen über das Ziel und/oder die Mittel zu machen oder sie eben nicht zu machen. Vage oder fehlende Aussagen vermindern die **Transparenz** und führen dazu, dass Schülerinnen und Schüler selbst Entscheidungen treffen müssen und können. Diese Offenheit kann den Anspruch an die Lösungsentwicklung erhöhen, sorgt aber auch dafür, dass Schülerinnen und Schüler Autonomie und Selbstbestimmung erfahren.

Werden Aussagen über mehre Objekteigenschaften in die Zielformulierung einbezogen, kann die Problemstellung vielzielig werden. Wie stark sich diese **Polytelie** als Herausforderung erweist, hängt davon ab, ob sich die verschiedenen Zielsetzungen leicht vereinbaren lassen oder in Widerspruch zueinander stehen. In der Tatsache, dass die Objekteigenschaften voneinander abhängig sind, ist die **Vernetztheit** zu sehen, welche die Komplexität von Problemstellungen mitbestimmt. So wirkt sich bei der Lösungssuche jede gestalterische Entscheidung über Erscheinungsform, Materialien, Konstruktionsprinzipien oder Funktionsweisen auf alle anderen Objekteigenschaften aus und zieht formal-ästhetische, konstruktive, handwerkliche Konsequenzen nach sich.

Vernetztheit, Transparenz bzw. Intransparenz und Polytelie sind in Zusammenhang mit Gestaltungsaufgaben typische Merkmale von Komplexität.

Sie verlangen nach heuristischen Problemlösestrategien, die Anforderungen an die Prozesssteuerung stellen und daher von der problemlösenden Person nicht nur fachspezifisches Wissen und Können, sondern auch die Fähigkeit verlangen, durch methodisches Vorgehen innovative und zweckmäßige Lösungen zu entwickeln. Die Technische Gestaltung erkennt im Design jene Disziplin, welche die Verbindung von domänenspezifischem Wissen und Problemlösekompetenz bei der Produktgestaltung professionalisiert hat und deshalb als Bezugfeld dienen kann.

3 Designprozesse als didaktisches Paradigma in der Technischen Gestaltung

„Im Verlauf von Designprozessen erstellt man nicht nur seine Artefakte, sondern auch sich selbst als Individuum oder Mitglied einer Gemeinschaft.“

(Krippendorf 2013)

In Zusammenhang mit der Bedeutung des problemorientierten Lernens wurde im ersten Kapitel bereits aufgezeigt, worin die in aktuellen Fachdiskussionen und Lehrplänen herausgestellte Beziehung zu designtheoretischen Konzepten begründet sein kann. Die Argumentation erfolgte dabei vor allem aus schulischer, fachdidaktischer Sicht. In welcher Art Designprozesse tatsächlich als Modell für den Gestaltungsunterricht dienen können, lässt sich fundierter beurteilen, wenn sichtbar wird, wie sich das Design selbst als ‚Problemlösedisziplin‘ und den Designprozess als Problemlöseprozess versteht.

Ziel dieses Kapitel ist es, den Problemlöseprozess, wie er im Design verstanden und angewandt wird, tiefergehend zu betrachten. Die dazu verwendeten theoretischen Grundlagen entstammen der Designforschung und insbesondere dem Bereich des Produktdesigns. Der Fokus der Betrachtung liegt auf dem Prozess des Problemlösens, da sich daran am deutlichsten aufzeigen lässt, inwiefern die Tätigkeiten von Designschaffenden den idealtypischen Modellen, die in Lehrplänen dargestellt sind, entsprechen.

Nach einer kurzen Betrachtung der Beziehungen, die zwischen Schulfach und Bezugsdisziplin bestehen, und einer Eingrenzung des hier verwendeten Designbegriffs gilt der Hauptteil des Kapitels der Darlegung exemplarischer und anschlussfähiger Konzepte zur Beschreibung von Designtätigkeiten und deren Bedeutung für das Problemlösen. Die Konzepte sollen insofern exemplarisch sein, als dass ihre Inhalte innerhalb designtheoretischer Communities eine weitreichende Akzeptanz und Gültigkeit haben und als beispielhaft gelten können. Anschlussfähig sind sie, weil sie in ihrem Kern für didaktische Fragen in der Technischen Gestaltung relevant und wirksam sein können

3.1 Design als Orientierungsfeld

Sowohl in seinem wissenschaftsspezifischen als auch in seinem professionsspezifischen Bereich bietet das Design Anknüpfungspunkte für den Fachunterricht. Darauf weisen designbasierte Lehr-Lernansätze, wie sie im

Kapitel 1.5.2 dargestellt wurden, hin. Mit dieser Nutzung designtheoretischer Grundlagen für die eigene Disziplin ist die Pädagogik bzw. die Technische Gestaltung nicht alleine. Theorien zur Spezifik von Designproblemen und die daraus hervorgehenden Konzepte zum Umgang mit komplexen Herausforderungen machen das Design für viele Professions- und Wissenschaftsbereiche zu einem wichtigen Bezugsfeld (vgl. Buchanan 1992; Bürdek 2012). Der Umstand, dass Wirkungsweisen des Designs sehr direkt mit Domänen wie Technik, Betriebswirtschaft, Kommunikation, Marketing, Ästhetik usw. verbunden sind, führt zu einem weit verzweigten und pluralen Geltungsbereich des Designs, was der Designtheoretiker Richard Buchana folgendermaßen ausdrückt: „As a consequence, each of the sciences that have come into contact with design has tended to regard design as an „applied“ version of its own knowledge, methods and principles. They see in design an instance of their own subject matter and treat design as a practical demonstration of the scientific principles of that subject matter. Thus we have the odd, recurring situation in which design is alternately regarded as „applied“ natural science, „applied“ social science, or „applied“ fine art“ (Buchanan 1992, S. 19).

Bei der disziplinären Verbindung, welche zwischen der Technischen Gestaltung und dem Design hergestellt wird, handelt es sich jedoch nicht um eine einseitige Inanspruchnahme, denn das Design selbst erkennt und benennt in den eigenen domänenspezifischen Formen des Denkens und Handelns und den inhärenten Möglichkeiten des Kompetenzerwerbs ein umfassendes allgemeinbildendes Potential (vgl. Davis 1998; Kolodner 2003).

Das Bildungspotential, welches Designtheoretiker ihrer Domäne selbst attestieren, geht allerdings deutlich über eine Beziehung zum Fach Technische Gestaltung hinaus. Es ist von viel grundsätzlicherer Art und bezieht sich auf allgemeinbildende, berufsbildende und wissenschaftstheoretische Gebiete (vgl. Mareis 2014). Die Frage, welche Beiträge zur Wissensbildung das Design aufgrund der eigenen Logik leisten kann und soll, bestimmt seit rund sechzig Jahren die designtheoretischen Diskussionen (vgl. Bayazit 2004; Bürdek 2010; Mareis 2014; Romero-Tejedor und Boom 2010). Diese gehen zurück auf wissenschaftstheoretische Debatten zur Einordnung und Einschätzung von Tätigkeiten, die eine wissensbildende Wirkung haben, sich aber abseits etablierter naturwissenschaftlicher und sozialwissenschaftlicher Wissenschaftssysteme befinden. Der Designforscher und -theoretiker Nigel Cross bezeichnet das Design neben der Natur- und Humanwissenschaft als dritte Wissenskultur (vgl. Cross 2007, S. 17 f.). Jede dieser drei Kulturen beschäftigt sich nach Cross mit jeweils anderen Phänomenen, hat andere methodische Wege der Erkenntnisgewinnung und daher andere wissenschaftstheoretische Konzepte

(vgl. Cross 2007, S. 18).³⁸ Dass Designprozesse die Eigenheit haben, sich zwischen künstlerischer und technischer Praxis zu bewegen und dass die Produktgestaltung Zweckdienlichkeit und Ästhetik verbindet, erfordert eine Form von Erkenntnisgewinn, bei der das Entwerfen zur wesentlichen wissensbildenden Tätigkeit wird.

3.2 Design und designen - begriffliche Eingrenzungen

Die Verwendungen des Begriffs *Design* als Substantiv und *to design* als Verb haben in der englischen Sprache einen größeren Bedeutungsraum als in der deutschen. Während sich die englische Verwendung von *Design* auf die Gestaltung von Dingen und Handlungen unterschiedlichster Art beziehen kann, also auch ein Mittagessen, eine Busreise oder eine Unterrichtsstunde designen werden können, wird der Begriff im deutschen Sprachgebrauch vorwiegend auf die Formgebung von Objekten bestimmter Produktbereiche bezogen (vgl. Zeh 2010, S. 14) und das *designen* meist mit professionellen Gestaltungstätigkeiten verbunden.

Im Hinblick auf das Verständnis eines Designprozesses und seiner Reichweite lassen sich ebenfalls unterschiedliche Auffassungen feststellen. So wird der Designprozess aus Sicht der Designschaffenden als etwas sehr Umfassendes verstanden, während die Vorstellungen von Laien eher auf der Annahme beruht, es handle sich dabei um die abschließende auf optische Wirkung bezogene Formgebung bereits weitgehend entwickelter Produkte.

Worauf sich die Tätigkeiten von Designschaffenden genau beziehen, scheint allerdings auch in der Fachwelt des Designs nicht eindeutig geklärt zu sein oder innerhalb verschiedener Branchen zu differieren. Eine Trennung der oft synonym verwendeten Begriffe *Produktgestaltung* und *Produktdesign* schlägt der Marketingmanager Nicolas Zeh vor (vgl. Zeh 2010, S. 16). Für ihn ist die Produktgestaltung der umfassendere Prozess als das Produktdesign, da ersterer auch die Materialisierung des Produkts beinhaltet, während sich das Design seiner

³⁸ Cross bezieht sich mit seiner Argumentation auf den Sozial- und Wirtschaftswissenschaftler Herbert A. Simon, der sich in den 1950er und -60er-Jahren gegen die Dominanz der Naturwissenschaft in der Wissenschaftslehre ausspricht. Simon plädiert für eine Wissenschaftstheorie, in der das Hervorbringen eine ebenso große Bedeutung hat wie das Rezipieren. Er rückt mit seiner Schrift ‚Von der Wissenschaft des Künstlichen‘ das Design ins Zentrum und erkennt im *Entwerfen* eine grundlegende wissensgenerierende Tätigkeit (vgl. Simon 1994, S. 95 ff.). Ob eine solche Sonderpositionierung des Designs gerechtfertigt ist, wird innerhalb designtheoretischer Communities kontrovers diskutiert. So gibt die Designtheoretikerin Claudia Mareis zu bedenken, dass allein schon die Pluralität designspezifischer Praktiken und Kulturen sich nicht auf die eine designspezifische Wissenskultur reduzieren lasse (vgl. Mareis 2010a, S. 106).

Meinung nach hauptsächlich auf ästhetische und ergonomische Aspekte im Rahmen der Produktplanung beziehe (vgl. Zeh 2010, S. 17 ff.).

Dieser Auffassung soll hier nicht gefolgt werden, da Designprozesse, wie sie in vielen idealtypischen Modellen in Erscheinung treten, umfassend sind und sowohl die Generierung von Ideen wie auch die Herstellung eines Produkts beinhalten (vgl. Heufler 2012). Zudem werden durch die Fokussierung auf ästhetische Aspekte, wie Zeh sie darstellt, andere Produktqualitäten wie zum Beispiel die Funktionalität ausgeblendet.

Gerhard Heufler, Designer, definiert den Begriff des Industriedesigns wie folgt³⁹: „Industrial Design = Gestaltungsplanung von industriell herstellbaren Produkten oder Systemen. Industrial Design ist ein ganzheitlicher Problemlösungsprozess mit dem Ziel, Gebrauchsgüter einerseits den Bedürfnissen der Benutzer anzupassen und andererseits im Sinne des Unternehmens den Regeln des Marktes, der Corporate Identity und der wirtschaftlichen Fertigung zu entsprechen. Industrial Design ist darüber hinaus ein kultureller, gesellschaftlicher und ökologischer Faktor“ (Heufler 2012, S. 17).

Mit Blick auf die Bedeutung, die designtheoretische Modelle für den Unterricht der Technischen Gestaltung haben können, wird fortan von einem Designverständnis ausgegangen, das sich an den Konzepten und Logiken des Produktdesigns bzw. des Industriedesigns orientiert. So stehen demnach nicht Dienstleistungen und Services, sondern Produkte im Sinn materialisierter Gebrauchsobjekte im Zentrum. Sie werden als Erzeugnisse verstanden, die für ihre Benutzer funktionale, emotionale und ästhetische Bedeutungen haben können.

3.3 Gestalten als Methode - der Designprozess im Fokus der Wissenschaft

Es ist für die nachfolgenden Darlegungen wichtig, zu verstehen, dass die Vorstellung, den Designprozess als Paradigma des Problemlösens zu betrachten, nicht eine Fremdzuschreibung der Technischen Gestaltung ist, sondern zum Selbstverständnis des Designs gehört. Ein kurzer Blick auf die Wurzeln der Designforschung vermag dies aufzuzeigen.

Eine wissenschaftliche Auseinandersetzung mit der Charakteristik von Designprozessen, die über die Formulierungen normativer Lehrkonzepte von

³⁹ Heufler orientiert sich an den Begriffsbestimmungen des Weltdachverbandes der Designorganisationen IDSID (International Council of Societies of Industrial Design). Der IDSID definiert Design wie folgt: „Design ist eine kreative Tätigkeit mit dem Ziel, die vielschichtigen Qualitäten von Objekten, Prozessen, Dienstleistungen und ihren Systemen im gesamten Lebenszyklus zu etablieren. Daher spielt Design eine zentrale Rolle bei der innovativen Humanisierung von Technologien und ist entscheidend für den kulturellen Austausch“ (Heufler 2012, S. 16).

Kunsthochschulen (vgl. Bayazit 2004; Mareis 2010b) hinausgehen, nehmen in den 50er- und 60er-Jahren des 20. Jahrhunderts ihren Anfang. Theoretische Betrachtungen von Designprozessen und insbesondere die Absicht, diese nicht nur verstehbar, sondern transferierbar und somit vielfältig nutzbar zu machen, standen im Zentrum der als *Design-Methods-Movement* bekannt gewordenen Bewegung, die mit der ersten *Conference on design methods* 1962 in London ihren internationalen Auftakt fand.⁴⁰

Gründe für eine analytische Durchdringung der Tätigkeit und des Wirkungsfeldes des Designs waren vielschichtig. So bestand seitens der Wirtschaft durch die gesteigerte Produktionsfähigkeit in der Nachkriegszeit die immer dringendere Notwendigkeit, Produkte rationell und konkurrenzfähig zu entwickeln und strategisch gut zu vermarkten. Auf politischer Ebene entstand im Zuge wirtschaftspolitischer Auswirkungen des Kalten Krieges eine erhöhte Aufmerksamkeit gegenüber Formen und Bedingungen gestalterischer Leistung, dies insbesondere in Zusammenhang mit der in den 50er-Jahren etablierten Kreativitätsforschung (vgl. Bayazit 2004, S. 17 f.). Seitens von Kunsthochschulen erhöhten sich die Interessen, die Systematik der Produktgestaltung besser zu verstehen, die Handlungsweisen von Designschaffenden zu analysieren, ihre grundlegenden Prinzipien und Handlungsmuster zu erkennen, um so durch theoretische Konzepte ihren Studiengängen eine wissenschaftliche Basis zu geben.⁴¹

Die Erwartung, durch wissenschaftliche Betrachtungen den Designprozess fassbar, steuerbar und effizient zu machen, wurde zudem durch die wachsenden Möglichkeiten informations- und kommunikationstechnischer Verfahren erhöht. Die Hoffnungen, die in die damals im Entstehen begriffenen Mittel der elektronischen Datenverarbeitung und die Systeme künstlicher Intelligenz gesetzt wurden, führten zu so kühnen Vorhaben wie die Erschaffung eines allgemeinen Problemlöseprogramms (General-Problem-Solver), einer Software, die das systematische Lösen jeglicher Probleme ermöglichen sollte (vgl. Simon 1973).

Die ersten Erfolge des Design-Methods-Movement waren allerdings zweifelhaft und blieben hinter den Erwartungen zurück. Versuche, Gestaltungstätigkeiten,

⁴⁰ Die Konferenz hatte das Ziel, Akteure unterschiedlicher Bereiche wie Architektur, Maschinenbau, Kunst, Psychologie, Stadtplanung, Grafik, usw. zusammenzubringen, domänenspezifische Konzepte und Theorien auszutauschen, Verbindungen zu erkennen und eine gemeinsame Sprache für die Kommunikation zwischen den Disziplinen zu finden (vgl. Jones 1963).

⁴¹ Wegweisend waren diesbezüglich die Hochschule für Gestaltung Ulm und die Hochschule für Gestaltung Offenbach (vgl. Mareis 2014). Diese Hochschulen begannen in ihren Konzepten zur Produktgestaltung auch semiotische und kommunikationswissenschaftliche Aspekte und damit Bedeutungen der Produktsprache zu berücksichtigen (vgl. Bürdek 2010, S. 29).

die sehr stark auf Formen des Planens und Entwerfens angewiesen waren, mit Maßstäben zu erfassen und zu formalisieren, die aus der elektronischen Informationsverarbeitung und der Mathematik entlehnt waren, führten zu unbefriedigenden Ergebnissen (vgl. Bayazit 2004; Mareis 2012). Das Übertragen technischer Logiken auf Gestaltungs- und Planungsaufgaben musste als nicht leistbar betrachtet werden. Die hohe Abstraktion, die den erarbeiteten Definitionen und Beschreibungen allgemeingültiger Problemlöseprozesse zugrunde lagen, wurde insbesondere von praktizierenden Designern mit Skepsis betrachtet. Sie bezweifelten die Brauchbarkeit stark formalisierter Problemlöseverfahren für die Berufspraxis (vgl. Mareis 2014, S. 166 ff.).

Wenn diese in eine offenbar unfruchtbare Verwissenschaftlichung mündende Arbeit auch als gescheitert betrachtet werden musste (vgl. Mareis 2012, S. 168), so kann den Akteuren der *ersten Generation* des Methods-Movements doch das Verdienst angerechnet werden, dass sie anfangen, den Designprozess von Verklärung zu befreien (vgl. Bousbaci 2008, S. 40). Mit der Bemühung um die Sichtbarmachung gestalterischer Prozesse und den ihnen zugrunde liegenden Entscheidungs- und Handlungsprinzipien ging eine Form der Entmystifizierung gestalterisch-künstlerischer Prozesse einher. Sie führte zu einer verbesserten Nachvollziehbarkeit von Strategien beim Umgang mit Problemstellungen und gestanden dem Akt der Gestaltung Planbarkeit und Kontrolle zu und machten ihn zu einem lehr- und lernbaren Prozess.

Mit der Einsicht, dass sich aus der Erforschung der Designtätigkeit nicht vorschnell handlungsleitende Muster und Schematisierungen ableiten lassen, sondern dass vorerst adäquate Vorgehensweisen der Analyse entwickelt werden müssen, wurde der Weg für deskriptive Auseinandersetzungen mit dem Designprozess und somit für eine zweite Generation von Designforschenden vorbereitet. Diese distanzieren sich von der Vorstellung, dass eine Theoretisierung und Verallgemeinerung der Methoden des Designs zur Optimierung und Effizienzsteigerung beim Problemlösen überhaupt möglich sei (vgl. Bayazit 2004; Cross 1993). Ihre Ansätze beruhen auf der Annahme, dass Designaufgaben oder in einem weiter gefassten Sinn Planungsaufgaben ihre eigene Logik aufweisen und daher spezifische Formen der Auseinandersetzung beanspruchen (vgl. Rittel 2013; Rittel und Webber 1992). In den 80er-Jahren wurden daher in der Designforschung zunehmend qualitative Verfahren zur konkreten, situationsbezogenen Beobachtung und Analyse von Designprozessen angewandt. Ziel war nicht mehr die Grundlegung einer allgemeingültigen Theorie des Problemlösens, sondern das sukzessive Verstehen der Charakteristik von Designaufgaben und der ihnen angemessenen Art der Lösungssuche und -entwicklung.

Als wichtige theoretische Grundlage dieser Auseinandersetzungen gilt das Konzept der ‚reflexiven Praxis‘ nach Donald Schön (vgl. Schön 1983). Schön geht davon aus, dass eine reflexive Durchdringung der Praxis für Professionsbereiche wie beispielsweise das Design zu hilfreicheren Konzepten führt als deduktiv hergeleitete Theorien. Sein Ansatz beruht auf der Annahme, dass Professionalität sich in der Performanz zeige, dass jedoch professionelles Wissen und domänenspezifische Kenntnisse den Praktikern und Praktikerinnen nicht unbedingt explizit bewusst seien und daher nicht ohne Weiteres artikuliert werden können. Es bedürfe daher einer Beschreibung und Klärung jener Wissensformen, die elaborierten praktischen Tätigkeiten zugrunde liegen, also sozusagen einer *Epistemologie der Praxis* (vgl. Schön 1983, S. 18 ff.)⁴². Auf der Erforschung der Praxis basierten die Untersuchungen der *zweiten Generation* von Designforschern (vgl. Bayazit 2004, S. 21 f.). Die reflexive Befragung und analytische Betrachtung domänenspezifischer Handlungsweisen führten zu einer Theoriebildung, die sich zur Praxis nicht konträr verhielt, sondern sich auf sie bezog. Auf dieser Basis entstanden designtheoretische Grundlagen, die bis heute Gültigkeit haben (vgl. Bürdek 2010; Cross 1984; Krippendorff 2013).

3.4 Der Designprozess als Problemlöseprozess

Designaufgaben bzw. Designprozesse sind charakterisiert durch die Suche nach neuartigen Lösungen. Wie die eben skizzierten Anfänge der Designforschung zeigen, werden seit rund sechzig Jahren Anstrengungen unternommen, die Eigenheiten von Designproblemen und von Designprozessen zu verstehen. Das besondere Interesse an der spezifischen Form von Designaufgaben und der Besonderheit von Lösungsprozessen führten dazu, Designprozesse als spezifische Form des Problemlösens zu verstehen – eine Auffassung, die vom Designtheoretiker Klaus Krippendorff als verkürzt beurteilt wird. „Design als das Lösen von Problemen zu definieren, ist üblich, legt Designer aber auf eine technische Rationalität fest, die vor allem im Ingenieurwesen beheimatet ist“ (Krippendorff 2013, S. 51). Was laut Krippendorff bei dieser eingeschränkten Sicht auf das Design unterschlagen wird, ist die Rolle des Designs als wissensbildende Disziplin. Wie Cross erachtet Krippendorff die

⁴² Praktische und berufspraktische Tätigkeiten, die ihre Handlungsweisen und Prinzipien nicht wie beispielsweise die Medizin, die Jurisprudenz oder das Ingenieurwesen explizit auf eine ihr zugehörige Wissenschaft beziehen können, haben nicht den Status einer Profession. Die hierarchische Unterscheidung zwischen höherer Bildung und Berufsbildung sieht Schön als Folge eines Wissenschaftsverständnisses, das aus den Ansätzen des Positivismus hervorgegangen ist und noch immer institutionell in den Bildungssystemen von Universitäten und Berufsausbildung verankert ist. „In the light of such Positivist doctrines as these, practice appeared as a puzzling anomaly. Practical knowledge exist but it does not fit neatly into Positivist categories“ (Schön 1983, S. 33).

Problemlöseoptik als eine vom Ingenieurwesen und von naturwissenschaftlich-technischen Disziplinen geprägte Sichtweise, von der er das Design unterschieden haben möchte. Auch er lehnt sich an den Vergleich von Herbert A. Simon⁴³ an, der festhielt, dass die Naturwissenschaften sich damit befassen, wie die Dinge sind – das Design hingegen damit, wie sie sein sollen (vgl. Simon 1994, S. 98). Diese oft zitierte Unterscheidung zwischen Naturwissenschaft und Design wird von Klaus Krippendorff noch präzisiert (vgl. Krippendorff 2013, S. 53 ff.). Während sich die Naturwissenschaft mit der Suche nach Mustern und Kausalitäten, mit Erkenntnissen in Form gesammelter Daten beschäftigt, so Krippendorff, sich also um bestehende oder vergangene Fakten kümmere, gehe es dem Design nur bedingt um das, was bereits ist, sondern um das, was werden könne. Das Design setze sich weniger als die Naturwissenschaft mit der Erklärung des Bestehenden, dafür umso mehr mit der Beschreibung des Wünschbaren auseinander. Es suche nach beeinflussbaren Momenten, um Bestehendes oder noch nicht Bestehendes für die Zukunft zu verändern bzw. zu konzipieren (vgl. ebd., S. 54). „Designer erarbeiten realistische Wege aus der Gegenwart in eine erwünschte Zukunft und schlagen sie denjenigen vor, die ein Design verwirklichen können“ (Krippendorff 2013, S. 55).

In dieser Aussage sind Komponenten enthalten, welche die Aufgabe des Designs präzisieren, aber auch mit selbstzugeschriebenen Versprechungen aufladen. Es ist in Krippendorfs Äußerung von ‚realistischen Wegen‘ die Rede und von einer ‚erwünschten Zukunft‘. Mit dieser Erwartung, dass seine Resultate einer praktischen Realisierbarkeit, aber auch dem Wünschbaren verpflichtet sind, positioniert Krippendorff das Design zwischen mehrere sich konkurrierende Kräfte – zwischen die Grenzen des Machbaren und die Ansprüche des Wünschbaren, zwischen Realisierbarkeit und Utopie, also zwischen Anforderungen, die oft widersprüchlich, gegensätzlich und unvereinbar sind.

Der Industriedesigner Kees Dorst, der das Design ebenfalls nicht auf das Problemlösen reduzieren möchte, rät zu einer differenzierten Betrachtung der Unterscheide zwischen Designprozess und Problemlöseprozess. Er weist darauf hin, dass der Prozess der Produktgestaltung nicht durchwegs als Problemlöseprozess zu betrachten ist (vgl. Dorst 2006). Dorst schlägt vor, von *Designsituation* zu sprechen, mit denen es Designschaffende zu tun haben. Zu deren Charakteristik gehören Paradoxien⁴⁴, die dazu führen, dass Probleme gelöst werden müssen (vgl. ebd., S. 12 ff.). Der Umgang mit Gegensätzlichkeiten, das Bestreben, Widersprüchlichkeiten in Konsens zu verkehren und Dilemmata

⁴³ Vgl. dazu Fussnote 37.

⁴⁴ Unter Paradoxien versteht Dorst Situationen, in denen zwei oder mehrere Gegebenheiten auftreten, die zueinander in einer konfliktreichen Beziehung stehen, weil sie für die Situation relevant aber nicht miteinander vereinbar sind (vgl. Dorst 2006, S. 14).

produktiv zu nutzen, gehören daher zu den Merkmalen von designspezifischer Arbeit.

3.4.1 Die Spezifik von Designproblemen

Auf die Spezifik von Designaufgaben, wie sie von Krippendorff geschildert werden, geht der Designtheoretiker Horst Rittel ein, wenn er als spezielle Gattung von Problemen die sogenannten *Planungsprobleme* benennt, deren Besonderheit er darin erkennt, dass diese sich mit systematischen Verfahren nicht zufriedenstellend bewältigen lassen. „Die Probleme, auf die sich Wissenschaftler und Techniker üblicherweise konzentriert haben, sind meistens ‚zahn‘ oder ‚gutartig‘. Denken Sie beispielsweise an ein mathematisches Problem wie die Lösung einer Gleichung oder an die Aufgaben eines organischen Chemikers, die Struktur einer unbekanntem Verbindung zu analysieren; oder auch an die eines Schachspielers, der versucht, ein Schachmatt in fünf Zügen zu erreichen. Für jeden von ihnen ist die Aufgabe klar. Umgekehrt ist auch klar, ob die Probleme gelöst wurden oder nicht. Böartige Probleme hingegen haben nicht diese klaren Charakteristika; und sie schließen praktisch alle gesellschaftspolitischen Themen ein, ob es sich nun um die Trasse einer Schnellstraße handelt, die Festsetzung der Höhe einer Steuer, die Änderung eines Lehrplans oder die Verbrecherbekämpfung“ (Rittel und Webber 1992, S. 275 f.). Rittel und Weber benennen folgende zehn Merkmale, welche Planungsaufgaben kennzeichnen und sie im Vergleich zu ‚zahmen‘, der Wissenschaft oder Technik zugehörigen Problemen böartig werden lassen.

- „1. Für böartige Probleme gibt es keine abschließende Formulierung. Es ist nie sicher, ob alle relevanten Informationen vorhanden sind und erkannt wurden. Die Formulierung des böartigen Problems ist das Problem.
2. Böartige Probleme haben keine Stopp-Regel. Es ist nicht eindeutig klar, ob ein Problem gelöst ist.
3. Lösungen von böartigen Problemen sind nicht gut oder schlecht, richtig oder falsch. Es existieren meist keine objektiven, eindeutigen Kriterien zur Beurteilung der Lösung.
4. Für die Lösungen böartiger Probleme gibt es keine unmittelbaren und keine endgültigen Überprüfungsmöglichkeiten.
5. Die Lösungen böartiger Probleme sind ‚one-shot-operations‘, es gibt kein Zurück, keine Möglichkeit, von Versuch-und-Irrtum zu lernen, sie sind nicht reversibel.
6. Böartige Probleme haben weder eine zählbare (oder erschöpfend beschreibbare) Menge potentieller Lösungen, noch gibt es eine gut umrissene Menge erlaubter Maßnahmen, die man in den Plan einbeziehen kann.

7. Jedes bösartige Problem ist wesentlich einzigartig.
8. Jedes bösartige Problem kann als Symptom eines anderen Problems betrachtet werden.
9. Die Existenz eines bösartigen Problems kann auf zahlreiche Arten erklärt werden. Die Wahl der Erklärung bestimmt die Art der Problemlösung.
10. Der Planer hat kein Recht, unrecht zu haben. Es geht nicht um Hypothesen, die überprüft werden und die sich allenfalls als falsch erweisen. Der Planer wird für Fehlentscheidungen und Misserfolge verantwortlich gemacht“ (vgl. Rittel und Webber 1992, S. 276 ff.).

Die Bösartigkeit von Planungsproblemen ergibt sich demnach dadurch, dass sie eine Problemstruktur haben, die nach Dörner mehrere Barrieren aufweist. Was aus Sicht von Rittel die Bösartigkeit ausmacht, sind die ungünstigen Handlungsoptionen, die sich dadurch auszeichnen, dass die Wirkungssicherheit und die Reversibilität von Lösungsmaßnahmen gering sind (vgl. Kap 2.2.2). Und es ist die Tatsache, dass Planungsprobleme mehrere Eigenschaften komplexer Probleme aufweisen. Dazu gehören insbesondere Intransparenz, Vernetztheit, Dynamik und Polytelie (vgl. Kap. 2.3.1).

Der Architekt Bryan Lawson benennt drei Eigenschaften von Designproblemen, die mit Rittels Feststellungen weitgehend übereinstimmen. Lawson erachtet Designprobleme als *nicht umfassend definierbar* (vgl. Lawson 2006, S. 120). Viele ihrer Aspekte seien ungewiss oder instabil. Dies habe zur Folge, dass sie zu Beginn des Problemlöseprozesses nicht abschließend aufgedeckt, beurteilt und berücksichtigt werden können. Etliche, aber längst nicht alle Aspekte, ließen sich erst im Laufe des Lösungsprozesses erkennen. Der Lösungsprozess sei daher nicht gekennzeichnet durch ein Vorgehen, das linear vom Problem zur Lösung führe, sondern durch eine dynamisch-dialektische Bewegung zwischen Problem- und Lösungsraum (vgl. ebd., S. 120). Die zweite Spezifik besteht nach Lawson darin, dass Designprobleme aufgrund ihrer Komplexität nach *subjektiven Interpretationen* verlangen. Die Tragweite und Relevanz einzelner Problemfaktoren lassen sich nicht durch Messen eruieren, sie besitzen keine objektiv bestimmbare Größe (vgl. ebd., S. 120). Das dritte Merkmal erkennt er im Umstand, dass Designprobleme *Teile hierarchischer Systeme* sind. Ein Designproblem aufzugreifen und anzugehen, bedeute, irgendwo in ein Ursachen-Wirkungsprinzip einzugreifen. Wie Rittel erachtet Lawson Designprobleme, wie sie sich beispielsweise bei der Stadt- und Wohnraumplanung ergeben, als Symptom eines übergeordneten Problems. Dies stelle Designer vor die Frage, wo die Lösung anzusetzen ist. Meist könne es aus sachlogischen und pragmatischen Gründen nicht bei der Wurzel sein. Zeit, Geld und Kompetenzen der involvierten Akteure entscheiden, auf welcher Ebene ein Problem angegangen werde (vgl. ebd., S. 121 f.).

Aufgrund ihrer Intransparenz und Polytelie zählt David Jonassen Designprobleme zu den schlecht strukturierten Problemen. Die Besonderheit erkennt Jonassen in der Tatsache, dass Zielsituationen oft ungenau definiert sind, da Gestaltungsprobleme sich meist in einer Kunden-Designer-Beziehung abwickeln, so dass der Designer die Wünsche und Vorstellungen, die dem Kunden unter Umständen selbst noch nicht klar sind, ergründen muss. Prozesse, die zur Lösung solcher Probleme erforderlich sind, beinhalten die Analyse des Problems, das Erkennen der Anforderungen, das Aufdecken von Widersprüchlichkeiten, das Zurückgreifen auf vorhandene Erfahrungen, das Entscheiden für einen Lösungsweg sowie das Umsetzen und Optimieren von Lösungen (vgl. Jonassen 2011, S. 18).

Eine wertende Unterscheidung von Designproblemen nimmt der Informatiker David Brown vor. Er reiht sie entsprechend ihrem Innovationsanspruch in drei Klassen ein. Problemstellungen der *Class 1* sind nach Brown gekennzeichnet durch schlecht definierte Zielsetzungen, durch eine Forderung nach neuartigen Lösungen und durch Komplexität, so dass bei der Zerlegung in Teilprobleme nicht auf bekannte Muster zurückgegriffen werden könne. Die Erörterung solcher Probleme und die Entwicklung von Lösungen sind dann sehr zeitintensiv. Nach Ansicht von Brown ist ein Designer nicht oft mit Problemen dieser Klasse konfrontiert (vgl. Brown 1989, S. 33). Problemstellungen der *Class 2* sind dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Zerlegung in Teilprobleme erlauben, von denen etliche durch bereits bekannte Verfahren gelöst werden können und nur einige wenige tatsächlich neue Lösungen erfordern. Diese verlangen aufwändige Vorgehensweisen und können daher nicht als Routine bezeichnet werden (vgl. ebd., S. 33). Problemstellung der *Class 3* bezeichnet Brown als Herausforderungen, die mit entsprechenden Vorkenntnissen relativ routiniert behandelt werden können, da Möglichkeiten der Problemzerlegung und der Lösungsentwicklung bekannt sind. Sie sind deswegen nicht trivial oder simpel, da sowohl eine Problemanalyse sowie Entscheidungsfindungen bei der Lösung notwendig sind und keine algorithmischen Verfahren angewandt werden können (vgl. ebd., S. 34). Die Unterteilung von Brown lässt wiederum deutlich werden, dass das Anspruchsniveau eines Designproblems und die Frage, ob es sich um eine Routineaufgabe handelt, von den Voraussetzungen und Vorerfahrungen der problemlösenden Person abhängig sein kann.

3.4.2 Designprozessmodelle - zirkuläre und rekursive Verläufe

Ausgehend von den Eigenheiten von Planungsproblemen hat die Designpraxis domänenspezifische Lösungsstrategien etabliert und zu handlungsleitenden

Modellen⁴⁵ ausgearbeitet, welche die Komplexität, die Dynamik und Bösartigkeit angemessen zu berücksichtigen versuchen, indem sie helfen, den Designprozess einerseits zu strukturieren und ihn durch zirkuläre Abläufe flexibel halten.

Im Bereich des Produktdesigns sind mit dem Designprozess nach Lois Frankel, Industriedesignerin, jene Aktivitäten gemeint, die das Planen und Implementieren neuer Produkte beinhalten. Dies schließt auch die dazugehörigen Arbeitsprodukte wie Zeichnungen, Modelle, Pläne und handgefertigte Objekte mit ein (vgl. Frankel und Racine 2010, S. 3). Der Weg der Hervorbringung von Ideen und Produkten folgt einer heuristischen Logik. Als hilfreiche Beschreibung solcher Wege und Logiken haben sich Schemata etabliert, die in der Detaillierung vielfältig, in ihrem Grundprinzip jedoch recht einheitlich sind. Prozessverlaufmodelle sind sich vor allem darin ähnlich, dass sie Einzelaktivitäten zu größeren Einheiten bündeln und in Etappen gliedern, welche von der Analyse des Problems zur ausgearbeiteten Lösung führen. Und die Modelle sind sich darin ähnlich, dass der Lösungsweg von komplexen, vorerst unüberschaubaren hin zu geklärten Situationen führt. Eine sehr pointierte Darstellung des Designprozesses zeigt Damien Newman (vgl. Abb. 12).

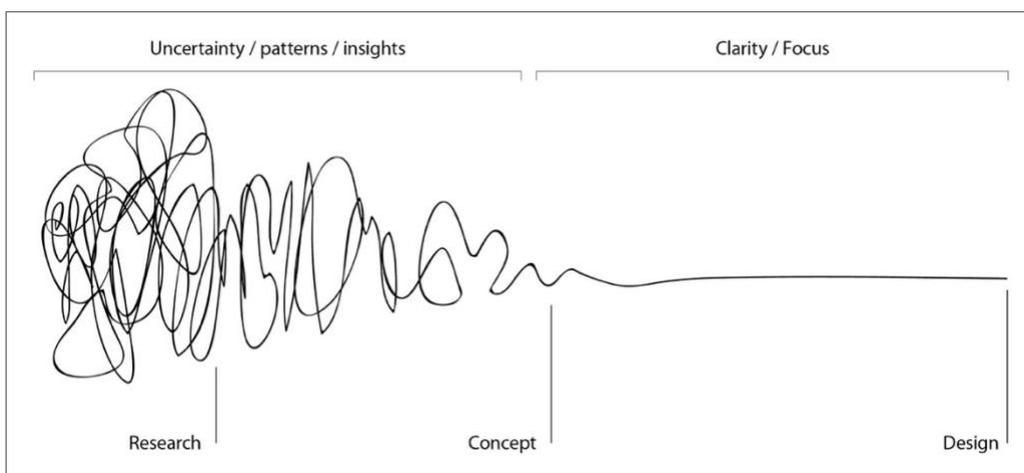


Abb. 12 Design-Squiggle (aus: Newman 2010)

Designprozessmodelle sind dadurch gekennzeichnet, dass sie das Aufgreifen und Analysieren von Problemstellungen, das Entwickeln von Lösungsansätzen, das Prüfen und Realisieren entwickelter Lösungen sowie das Evaluieren von Produkt und Prozess als Etappen bzw. Aktivität eines Verfahrens darstellen. Solche durch Aktionsphasen definierte Modelle lehnen sich an Arbeitsprinzipien an, wie sie in

⁴⁵ Die Modelle lehnen sich an Prozessbeschreibungen an, wie sie Untersuchungen zur Charakteristik von Designprozessen in den 80er-Jahren des 20. Jahrhunderts hervorbrachten. Richtungsweisend sind bis heute die Publikationen ‚Designerly way of knowing‘ des Designforschers Nigel Cross (vgl. Cross 2007) und ‚How designers think‘ des Architekten Bryan Lawson, der in seiner ausführlichen Beschreibung der Tätigkeiten von Designschaffenden bestrebt ist, den Designprozess zu ‚entmystifizieren‘ (vgl. Lawson 2006).

der Architektur, beim Produktdesign oder im Ingenieurwesen vorkommen (vgl. Jonassen 2011, S. 139). Die Elemente des Prozesses können nicht als chronologisch geordnete Phasen eines linearen Verlaufs betrachtet werden. Um den Prozess erfolgreich voranzubringen, müssen optionale oder verbindliche Bewegungen in Form von Schleifen und Rückkoppelungen möglich sein. Die Abfolge der Etappen ist demnach zwar logisch, aber nicht starr. Viel eher sollte sie als linear-rekursiv oder als zirkulär bezeichnet werden (vgl. Jonassen 2011, S. 144 f.).

Prozessverlaufsmodelle unterscheiden sich im Detaillierungsgrad und somit in der Zahl der Prozessschritte und sie unterscheiden sich je nach domänenspezifischem Kontext in ihrer Intention. So dienen Modelle mit einem unternehmensspezifischen Blick auf die Produktgenese der Darstellung methodischer Arbeitsschritte, während Modelle mit einem subjektorientierten Blick die Tätigkeit Designschaffender, deren strategische Entscheidungen und die damit verbundenen fachlichen Kompetenzen zeigen. Da sowohl die arbeitsmethodischen Überlegungen wie auch die kompetenzorientierte Betrachtung für die Technische Gestaltung von fachdidaktischem Interesse sind, werden nachfolgend zwei Modelle zur Verdeutlichung dieser unterschiedlichen Perspektiven beschrieben.

Der österreichische Industriedesigner Gerhard Heufler beleuchtet den Designprozess unter sehr pragmatischen, auf die Produktgenerierung bezogenen Gesichtspunkten. In seinen Darlegungen kommen Aspekte zur Sprache, welche das Eingebunden-Sein von Designern in unternehmerische Kulturen betreffen. Er schildert das problemlösende Vorgehen anhand von Prozessschritten, die sich an Prinzipien der Konstruktionslehre anlehnen. Der Designer als Einzelperson tritt eher in den Hintergrund, da Heufler die Notwendigkeit einer arbeitsteiligen Lösungsentwicklung aufzeigt und die unterschiedlichen Akteure und deren Beitrag zum Designprozesse deutlich macht.

Im Gegensatz dazu orientiert sich das Modell des Architekten Bryan Lawson stark an der Handlung des Subjektes und thematisiert daher hauptsächlich personale Kompetenzen, die mit den einzelnen Arbeitsschritten verbunden sind. Bei Lawsons Darstellung sind die Prozessbeschreibungen abstrakter, es werden weniger ein konkretes Vorgehen, sondern der allgemeine Charakter von Designprozessen und von einzelnen Teilschritten beschrieben.

3.4.3 Design als Produktentwicklung - Der Designprozess nach G. Heufler



Die Prozessschritte in Heuflers Schema sind als logische, chronologische Etappen einer Produktentwicklung zu betrachten, deren Intensität je nach Aufgabenstellung variabel sein kann. Rückkoppelungen ermöglichen das mehrmalige Durchlaufen einer Etappe, was allenfalls dann erforderlich wird, wenn die Lösungen nicht den erwarteten Erfolg bringen oder wenn sich Bedingungen ändern. Zu den ersten Schritten der Aufgabenanalyse gehört die Auslotung jenes Spielraums, der für die Gestaltung der Erscheinungsform eines Produktes, bei dem es sich um einen Kugelschreiber, eine Baggerschaufel, ein Kinderfahrrad usw. handeln kann, vorhanden ist. Er bestimmt den sogenannten *formalen Freiheitsgrad* (vgl. Heufler 2012). Dessen Auslotung besteht aus der vorausgehenden Klärung der Frage, welchen Vorgaben der Funktionalität und der technischen Fertigungsmöglichkeit sich die Erscheinung des Produktes sinnvollerweise oder gezwungenermaßen unterwerfen muss. So lassen Produkte mit einer stark determinierten Funktionalität wie zum Beispiel Werkzeug- oder Maschinenteile in der Regel einen geringeren formalen Freiheitsgrad zu als Objekte, die ihre Bedeutung zu einem großen Teil über ihre Produktsprache transportieren müssen wie z.B. Verpackungen oder Schmuck.⁴⁶

Analyse und Recherche

Im Hinblick auf die funktionale Dimension, die ein Gebrauchsobjekt hat, gilt es, den Fokus schon zu Beginn auf die Nutzenden und deren Bedürfnisse zu richten (vgl. ebd., S. 81), indem vorerst die Problemsituation betrachtet wird und nicht das Produkt. Dazu gehört das Erstellen einer Zustandsanalyse auf der Basis von Marktforschungsergebnissen und dem Vergleich mit bereits bestehenden, ähnlichen Produkten. Ziel ist es, die Anforderungen, die an das Produkt gestellt werden, deutlich zu machen und durch die Bestimmung der potentiellen Benutzer eine Zielgruppendefinierung vorzunehmen. Resultat der Recherche- und Analysephase ist ein sogenanntes *Designbriefing*, welches die Anforderungen an das Produkt beschreibt und den Auftrag für die beteiligten Akteure definiert (vgl. ebd., S. 83). Die darin enthaltenen Angaben sind in zwei Kategorien unterteilt, in Mindestanforderungen und in Wünschbares. Das Briefing gilt als Orientierung für den weiteren Prozess und verhindert ein Abschweifen vom Kurs. Es ist ein

⁴⁶ Die Abhängigkeit, die zwischen Fertigungstechnik und Erscheinungsform eines Produktes besteht, kann sich durch technologische Fortschritte wie z.B. der Minimalisierung von Einzelteilen verringern. Als bekanntes Beispiel erwähnt Heufler elektronische Geräte wie Spielkonsolen oder Mobiltelefone, bei denen durch die immer kleiner produzierbaren Elektronikteile der Raum für formale Entscheidungen erhöht wird (vgl. ebd., S. 76). Erst nach der Bestimmung des formalen Freiheitsgrades beginnt der eigentliche Lösungsprozess.

Instrument der Prozesssteuerung und soll eine möglichst offene und gleichzeitig zielführende Suche nach Lösungen ermöglichen.

Konzeption

Die Phase der Konzeptionierung dient der Ausarbeitung von Lösungsvarianten. Um die Bedeutung sich teils widersprechender Anforderungen gleichwertig zu berücksichtigen, erfolgen die ersten Lösungsansätze nach getrennten Gesichtspunkten. So werden parallel gebrauchorientierte, produktsprachliche und technologische Ansprüche definiert, die als *Prinziplösungen* bezeichnet werden (vgl. ebd., S. 87). Ihre Prinzipialität besteht darin, unhintergehbare Rahmenbedingungen deutlich zu machen. Die einzelnen Prinziplösungen müssen anschließend in Übereinstimmung gebracht werden. Das Verfahren soll gewährleisten, dass eine gelenkte Gewichtung funktionaler, produktsprachlicher und technologischer Aspekte stattfindet und ein unkontrolliertes Ausufern nicht realisierbarer Ideen verhindern. Die Arbeitsweisen des Designers und des Konstrukteurs müssen koordiniert werden. Heufler bezeichnet dieses nicht immer konfliktfreie Aufeinandertreffen zweier Denkweisen als „Begegnung zwischen dem intuitiven Generalisten und dem rationalen Pragmatiker“ (ebd., S. 87). Ausgehend von den Prinziplösungen werden sogenannte *Konzeptvarianten* entwickelt.⁴⁷ Sie sollen hinsichtlich ihres Innovationsgrades eine möglichst große Bandbreite aufweisen.

Entwurf

Erst bei der Ausarbeitung der Konzeptvarianten spricht Heufler vom Schritt des Entwerfens und bezeichnet ihn als Kernelement des Designprozesses. Obwohl zu diesem Zeitpunkt relativ viele Entscheidungen bereits getroffen sind, bestehen für das weitere Vorgehen noch immer unzählige Gestaltungsmöglichkeiten in Form offener Entscheidungen. Die Entwurfsphase wird herausfordernd, weil sich durch die tiefergehende Beschäftigung mit Lösungsansätzen also durch die Konkretisierung möglicher Ideen, neue Detailprobleme zeigen.

Während die Tätigkeitsformen in den vorangegangenen Etappen von Heufler als sehr rational eingeschätzt werden, verlangt die Entwurfsphase eine Umstellung des ‚Denkens‘ von einer analytischen zu einer divergenten Art. Die Anwendung klassischer Kreativitätstechniken hilft beim Wechsel in einen anderen

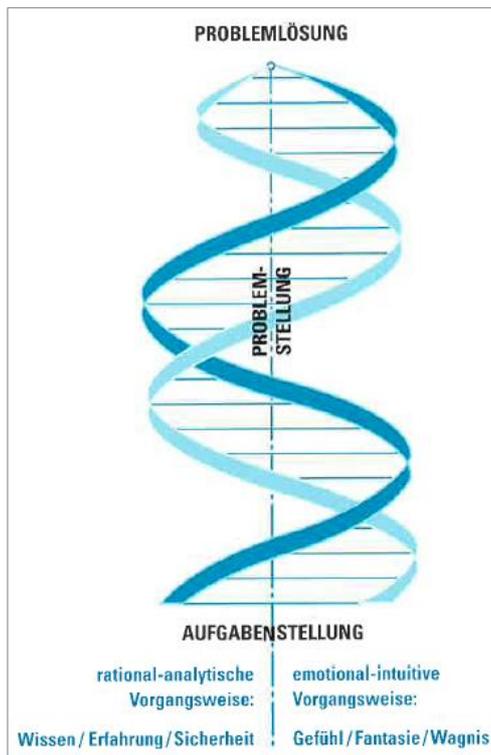
⁴⁷ Dass der rigide Vorgang der Prinziplösungsentwicklung einen anschließenden Variantenreichtum zulassen soll, mag paradox erscheinen. Doch die Problemstruktur von Designaufgaben macht Maßnahmen der Komplexitätsreduktion erforderlich. Und tatsächlich hat in Anbetracht der immensen Lösungsvielfalt eine Eingrenzung von Gestaltungsmöglichkeiten nicht zwingend eine kreativitätshemmende Wirkung zur Folge, sondern ermöglicht eine zielgerichtete und deshalb produktive Entwurfsarbeit.

Arbeitsmodus (vgl. Heufler 2012, S. 95). Heufler benennt insbesondere das Vorgehen der Analogiebildung⁴⁸ als sehr erfolgreich. Da Verbindungen zu Bereichen geschaffen werden, die sich ganz außerhalb des Produktkontextes befinden, ist eine hilfreiche Distanzierung vom Problem möglich (vgl. ebd., S. 97). Die Teilnehmenden bringen dabei Aspekte der Problemstellung mit Erfahrungen aus anderen Wissensbereichen in Verbindung, es steht nicht unbedingt ihr Fachwissen im Vordergrund, sondern ihre Allgemeinbildung, ihre Phantasie und die Bereitschaft zu unkonventionellem Denken (vgl. ebd., S. 97). Methoden der Visualisierung spielen in dieser Phase eine wichtige Rolle. So lassen sich mit *Designmodellen* (Mock-Ups), die alle optischen und haptischen Eigenschaften des fertigen Produktes aufweisen, jedoch nicht funktionsfähig und daher Attrappen sind, ästhetische Qualitäten prüfen und anschließend mit sogenannten *Funktionsmodellen* technisch-funktionale Detailfragen klären. Wie bei der Entwicklung der Konzeptlösungen werden die Ergebnisse der Entwurfsphase mit den Vorgaben des Designbriefings abgeglichen, bewertet und entschieden, ob der Prozess in die nächste Phase gehen kann, ob die Entwurfsarbeit erweitert werden muss oder ob sogar ein Zurückgehen in die Konzeptphase notwendig ist.

Optimierung und Ausarbeitung

In der Phase der Optimierung nehmen Fragen zur technischen Realisation, zu den Konstruktionsverfahren sowie zur Werkstoffwahl den größten Raum ein. Anhand einer Wertanalyse wird eine Gegenüberstellung von Produktqualität und Wirtschaftlichkeit vorgenommen (vgl. ebd., S. 107). Die Anfertigung von Prototypen ermöglicht das umfassende Überprüfen aller Funktionen. Mit der Fertigung der Nullserie sollen allerletzte Fehler erkannt und korrigiert werden. Heufler weist auf die Wichtigkeit hin, dass Designschaffende auch diesen Prozessschritt begleiten, um zu vermeiden, dass letzte technische Veränderungen der Designidee zuwiderlaufen oder diese sogar ruinieren (vgl. ebd., S. 108).

⁴⁸ Die Analogietechnik beruht auf der Strategie, bei der Suche nach Neuem, auf Bekanntes zurückzugreifen, das eine äußere oder strukturelle Ähnlichkeit mit der gesuchten Lösung hat (vgl. Ball 2009; Casakin 2010).



Die Prozessdarstellung nach Heufler zeigt, dass bei der Suche nach einer adäquaten Lösung sowohl die Grenzen des Machbaren berücksichtigt werden, wie auch dem Anspruch nach Innovation Rechnung getragen wird (vgl. Abb. 13). Heufler benennt zwei Vorgehensweisen, die zur Entwicklung einer guten Lösung notwendig sind: Das rational-analytische Vorgehen sorgt dafür, dass die Details und Einzelheiten genügend berücksichtigt werden. Die emotional-intuitive Herangehensweise behält die Gesamtwirkung im Blick. Die beiden Verfahren durchziehen den ganzen Prozess und sind aufeinander bezogen (vgl. Heufler 2012, S. 74 f.).

Abb. 13 Problemlöseprozess (aus: Heufler 2004, S. 75)

3.4.4 Design als Denkweise - Der Designprozess nach B. Lawson



Lawsons Modell der Designtätigkeit beinhaltet Elemente, die nur bedingt als zeitliche Abfolge zu verstehen sind. Sie sind so geschildert, dass sie das Tun Designschaffender beschreiben und dadurch relevante Kompetenzen sichtbar machen. Lawson gruppiert designspezifische Aktivitäten zu den Prozesselementen: *Formulieren*, *Repräsentieren*, *Voranbringen*, *Evaluieren* und *Reflektieren* (vgl. Lawson 2006, S. 290 ff.). Anders als Heufler steht bei Lawson

nicht der Werdegang eines einzelnen Produktes im Zentrum, sondern die spezifischen Aktivitäten Designschaffender.⁴⁹

Formulieren

Lawson bezeichnet jene Tätigkeiten im Designprozess, die dazu dienen, ein Problem möglichst umfassend zu verstehen sowie die Teilprobleme und deren Implikationen zu identifizieren, als Tätigkeit des *Formulierens* (vgl. ebd., S. 292). Damit ist gemeint, dass die problemlösende Person das Problem wahrnehmen und für sich eine Vorstellung davon gewinnen muss. Die Formulierung ist ausschlaggebend für die Wahrnehmung und Einordnung der Situation. Dazu wird ein nutzerorientierter Blick auf die Problemlage gerichtet, bestimmte Problembereiche werden fokussiert und andere ausgeblendet. Dieser selektive Blick ist nicht als Mangel zu sehen, er kann helfen, die Komplexität eines Problemraums zu reduzieren und somit vorhandene Widersprüche zu beheben oder zumindest zu schwächen, indem eine Gewichtung bestimmter Problemaspekte vorgenommen wird. Die Fähigkeit, durch eine Nutzerperspektive selektiv an die Problemsituation heranzugehen und so den Lösungsprozess anzubahnen, bezeichnet Lawson als eine zentrale fachliche Kompetenz, die bestimmend sein kann für die Qualität des Prozessverlaufs (vgl. ebd., S. 292).

Repräsentieren

Mit dem Prozesselement der Repräsentation meint Lawson die Vergegenwärtigung und Sichtbarmachung des Problems. Sie erfolgt durch bildnerische oder textliche Methoden und ist im Gegensatz zur rein gedanklichen, internalen Form der Auseinandersetzung external. Das bildliche Festhalten und Darstellen der Problemlage ist zu Beginn evtl. noch rudimentär und bruchstückhaft. Lawson erachtet die Auseinandersetzung mit den eigenen Skizzen, Texten und Überlegungen als notwendige Strategie zur Weiterentwicklung von Lösungen. Die dabei entstehenden Repräsentationen sind trotz ihrer scheinbaren Flüchtigkeit und fragmentarischen Erscheinung nicht Nebenprodukte, sondern zentrales Arbeitsmaterial. Durch die Nutzung unterschiedlicher Repräsentationsmöglichkeiten wie Skizzen, CAD-Zeichnungen, Texten, Modellen usw. kann die Idee im wörtlichen Sinn Gestalt annehmen. Der Visualisierungsprozess muss von der anfänglich offenen Suchbewegung bis zur präzisen Darstellung einer Idee fortgeführt werden.

⁴⁹ Lawson stellt den Designprozess zwar vor dem Erfahrungshintergrund seiner Architektentätigkeit dar, beschreibt aber die einzelnen Etappen auf einem hohen Abstraktionsniveau, so dass sie generellere Gültigkeit für Gestaltungsprozesse erhalten.

Lawson weist darauf hin, dass zu den zentralen Kompetenzen des Designers nicht nur die Fähigkeit gehört, innere Vorstellungen und die Entwicklung von Ideen anschaulich zu repräsentieren, sondern auch das Vermögen, zu entscheiden, welche Repräsentationsform in welcher Situation jeweils die geeignetste ist (vgl. ebd., S. 294).

Voranbringen

Lawson beschreibt, dass bei der Auseinandersetzung mit einer Problemsituation die ersten Ideen bereits entstehen, noch ehe das Problem überhaupt ganz verstanden wird. Der persönliche Erfahrungshintergrund von Designschaffenden bewirkt, dass sie das Problem unter einem individuellen Blickwinkel betrachten und subjektive Einschätzungen und Bewertungen vornehmen, die dazu führen können, dass bei der Problemanalyse bereits Lösungsansätze aufscheinen. Darin sieht Lawson kein Hindernis im Sinn einer verfrühten Festlegung auf eine mögliche Lösung. Für ihn sind die Problemsituation und der Lösungshorizont zwei Räume, die nicht eindeutig voneinander zu trennen sind. Daher ist das Voranbringen von Lösungen an eine Pendelbewegung zwischen diesen beiden Räumen gebunden. Wie bei diesem Pendeln genau vorzugehen ist, lässt sich nach Lawson nicht exakt definieren, da es nach seiner Meinung kein systematisches Verfahren zur Entwicklung von Lösungen gibt. Elaboriertes Problemlöseverhalten zeige sich darin, je nach Problemsituation ein geeignetes Verfahren zu wählen oder zu entwickeln. Wie Heufler weist auch Lawson auf die unterstützende Wirkung eines *briefings* hin. Seiner Meinung nach erlaubt jedoch nicht jede Problemsituation das Erstellen eines briefings zu einem frühen Zeitpunkt, oft sei es notwendig, dieses erst im Laufe des Prozesses zu konkretisieren, statt es zu einem frühen Zeitpunkt als unwiderrufliches Programm zu verfassen und als Diktat zu handhaben (vgl. ebd., S. 297).

Zu den Bedingungen für das Gelingen von Designprozessen gehört nach Lawson zudem die Strategie der *parallelen Gedankenstränge*. Gemeint ist ein Verfahren, bei dem unterschiedliche Aspekte eines Problems in jeweils eigenen Lösungsansätzen gleichzeitig nebeneinander entwickelt werden, auch wenn die Ansätze vorerst als nicht vereinbar erscheinen. Professionelles Verhalten zeige sich, so Lawson, in der Fähigkeit, die Widersprüchlichkeit dieser Stränge zu ertragen und den Zeitpunkt zu erkennen, an dem es notwendig wird, sie in Übereinstimmung zu bringen oder aber einzelne Ideen fallenzulassen (vgl. ebd., S. 297 f.).

Evaluieren

Jene Momente, in denen der Entwicklungsprozess unterbrochen wird, um den Stand der Idee kritisch zu beurteilen, werden von Lawson als *evaluativ* bezeichnet. Er ist wie Rittel der Meinung, dass es kein systematisches Verfahren oder Instrument gibt, um die Tauglichkeit einer Idee verlässlich zu prüfen, so dass Designer meist individuelle Verfahren zur Evaluation ihrer Ideen entwickeln müssen. Lawson bezeichnet diese individuellen, auf Erfahrung beruhenden Urteilsverfahren als *subjektive Evaluation* und das Prüfen von Lösungen anhand gängiger Kriterien als *objektive Evaluation*. Beide Formen der Beurteilung müssen Designschaffende anwenden können (vgl. ebd., S. 298). Dabei ist nicht nur die Wahl des Verfahrens wichtig, sondern auch der Zeitpunkt. Da es die Absicht ist, dass Evaluationen korrektiv auf die entwickelte Idee einwirken sollen, ist es wichtig, entscheiden zu können, wann dieser Prozess sinnvollerweise angewandt, beendet bzw. unterbrochen wird, damit die Ideenentwicklung weitergeführt werden kann. Die zu strikte Evaluation einer noch nicht ausgereiften Idee kann zu deren Erstickung führen.

Reflektieren

Die Tätigkeit des Reflektierens wird bei Lawson zwar als letzte Aktivität beschrieben, doch sie ist nicht als Schlusspunkt in einer chronologischen Folge zu verstehen, sondern zieht sich durch den Prozess hindurch. In Anlehnung an Donald Schön (vgl. Schön 1983) weist der Autor auf die beiden Formen ‚reflection in action‘ und ‚reflection on action‘ hin. Erstere meint jene Form der Reflexion, die sich auf die Sache bezieht und das Ausformulieren, die Ideenentwicklung und die Evaluation betrifft. Momente der Prozesssteuerung, die auf einer Metaebene stattfinden und den Problemlöser veranlassen, die eigenen Handlungen und Entscheidungen zu hinterfragen, bezeichnet Lawson als ‚reflection on action‘. Diese beginnt unter Umständen schon mit dem Entscheid, sich einem Problem zu widmen oder dieses unbearbeitet zu lassen und setzt sich fort in der Frage, ob die gewählte Vorgehensweise die richtige ist und welche Formen der Prozesssteuerung notwendig sind. Der Umstand, dass zur Lösung von Problemen keine standardisierten Verfahren zur Verfügung stehen und starre Vorgaben auch nicht hilfreich wären, ist aus Sicht des Autors symptomatisch für das Design. Die Referenz für ein geleitetes Vorgehen sind eher die eigenen Erfahrungen aus vorhergegangenen Projekten als strikte prozedurale Abläufe (vgl. ebd., S. 300). Daher sind laut Lawson bei aller Dienlichkeit computergestützter und netzbasierter Instrumente die eigenen Skizzenbücher sowie persönliche Notizen und Aufzeichnungen wichtige Ressourcen für Designschaffende.

Welche Methoden genutzt werden, um die soeben geschilderten Prozesselemente *Formulieren, Repräsentieren, Voranbringen, Evaluieren* und *Reflektieren* zu vollziehen, ist nach Lawson abhängig von subjektiven Überzeugungen und Vorlieben. Dieser Umstand sowie die beschriebene Tendenz, bei der Problemlösung auf vorhandene Erfahrungen zurückzugreifen, verleiht dem Erwerb von Wissen und Können, der sich durch die Summe aller Projekte ergibt, eine Eigendynamik und dem entstehenden Kompetenzprofil ein hohes Maß an Individualität (vgl. ebd., S. 302).

3.5 Analysieren - Planen - Reflektieren als Prozesselemente

Die beiden Modelle von Heufler und Lawson zeigen den Designprozess unter einer jeweils anderen Optik. Im Modell von Heufler lässt sich die Methode der Produktgestaltung nachvollziehen und die Arbeitsorganisation erkennen. Prozessverläufe, wie sie die Technische Gestaltung für den Unterricht nutzt, kommen Heuflers Darstellung nahe oder orientieren sich sogar direkt an ihm. Die Art wie Lawson die Charakteristik des Designprozesses zeigt, indem er die Fähigkeiten der problemlösenden Person ins Zentrum stellt, ist für die Technische Gestaltung eher ungewohnt, könnte aber geeignet sein, den Designprozess besser oder zumindest anders zu verstehen, indem deutlich wird, was Prozessschritte wie Entwerfen oder Evaluieren für das Individuum bedeuten. Mit den nachfolgenden Darlegungen sollen die Anforderungen an jene Tätigkeiten, die sich im Gestaltungsunterricht als besonders herausfordernd erweisen, noch deutlicher gezeigt werden. Dazu werden die Prozessschritte **Problemanalyse - Planen und Entwerfen - Reflektieren** genauer gezeigt.

3.5.1 Problemanalyse - Formen der Annäherung

Ob sich ein Problem tatsächlich als solches erweist, ob es entdeckt werden oder erst geschaffen werden muss, hängt vom jeweiligen Kontext ab. „Problem solving does not usually begin with a clear statement of the problem; rather, most problems must be identified in the environment, then they must be defined and represented mentally“ (Pretz et al. 2003, S. 3).

Die Auseinandersetzung mit einer Problemstellung kann damit beginnen, dass sie als solche erkannt werden muss. Bei professionellen Design Tätigkeiten kann davon ausgegangen werden, dass Designschaffende oft zur Lösung von Problemen beigezogen werden, die bereits als solche wahrgenommen wurden, sich aber noch als sehr diffus und intransparent zeigen. In Heuflers Prozessdarstellung wird der pragmatische Weg der Produktentwicklung innerhalb einer Unternehmung deutlich gemacht. Dabei weist der Autor auf den Umstand hin, dass in der Konsumgüterbranche Unternehmen im Hinblick auf ein

geplantes Produkt meist auftragsbezogen externe Designschaffende verpflichten (vgl. Heufler 2012, S. 114 ff.). Die Wahl des Designers oder der Designerin wird von der Überlegung geleitet, ob er oder sie zu der Produktentwicklungsaufgabe passt. Dieses Vorgehen ist aus betriebswirtschaftlichen Gründen verständlich, denn es berücksichtigt und nutzt vorhandene Spezialisierungen von Designschaffenden. Es kann sich aber als schwierig erweisen, wenn der Designer oder die Designerin erst relativ spät in den Entwicklungsprozess einbezogen wird, was in der Praxis oft vorkommt (vgl. Heufler 2012, S. 116). Diese Umstände mögen das Bild von Designschaffenden, die in großer Freiheit Ideen zur Produktgestaltung entwickeln können, beeinträchtigen. Sie sind jedoch für die didaktischen Überlegungen zur Konzeption von Unterricht in der Technischen Gestaltung als hilfreich anzusehen. Fixe Rahmenbedingungen und Vorgaben, mit denen Schülerinnen und Schüler sich bei der Auseinandersetzung mit problemorientierten Aufgaben zurechtfinden müssen, haben ebenfalls eine Reduktion der gestalterischen Freiheit zur Folge. Daher können auftragsbezogene Arbeitssituationen, wie sie Designschaffende erleben und ihr produktiver Umgang damit beispielgebend für den Unterricht sein. Eine Konkretisierung der Problemstellung erweist sich im Unterricht als notwendig, um die Aktivitäten der Schülerinnen und Schüler bei der Lösungssuche in eine Richtung zu lenken, die im Hinblick auf das fachliche Lernen als relevant anzusehen ist.

Changieren zwischen Problemraum und Lösungsraum

Da eine Eigenschaft komplexer Probleme darin bestehen kann, dass über die Ausgangs- und die Zielsituation Unklarheiten herrschen (vgl. Kap. 2.), erfordert die Problemanalyse eine genaue Betrachtung der Ausgangssituation mit dem Zweck, Hinweise zur Zielsituation zu erhalten. Nach Cross ist nicht eindeutig zu bestimmen, wie stark die Problemanalyse auch eine Zielanalyse ist, denn das Festlegen von Zielsetzungen ist Bestandteil der Problemanalyse (vgl. Cross 2007, S. 114). Der Designer Keen Dorst stellt fest, dass komplexe Probleme eine Art der Herangehensweise brauchen, die der Hin-und-Her-Bewegung zwischen Problem und Lösung gleicht. Der Lösungsprozess erfolgt durch ein Changieren zwischen zwei Räumen. Dorst kann in seinen Studien zur Strukturierung von Designprozessen aufzeigen, dass ein gekonnter Umgang mit schwierigen Problemen nicht darin besteht, zuerst das Problem einzugrenzen und dann eine optimale Lösung zu entwickeln. Der Designprozess scheint sich viel mehr als eine Bewegung zu vollziehen, die zwischen dem Problemraum und dem Lösungsraum hin und her führt (vgl. Dorst und Cross 2001). „Creative design seems more to be a matter of developing and refining together both the

formulation of a problem and ideas for a solution, with constant iteration of analysis, synthesis, and evaluation processes between the two notional design ‚spaces‘ – problem space and solution space“ (Dorst 2006, S. 10).

Auch Lawson vertritt die Ansicht, dass die Problemstellung und die Lösung als zwei Pole des Designprozesses existieren und es nicht den Moment gibt, in dem der Designer das Problem verlässt und sich der Lösung widmet. Der Designprozess ist dadurch gekennzeichnet, dass Problem und Lösung „zusammengebracht werden“ (vgl. Lawson 2006, S. 296 f.).

Der von Heufler beschriebene Ablauf stellt sich diesbezüglich etwas anders dar, weil auf der Grundlage definierter Rahmenbedingungen relativ früh im Designprozess Produktvorgaben erstellt und in Form eines Briefings als verbindlich erklärt werden. Lawson hält ein Fixieren der Vorgaben nicht in jedem Fall für die richtige Strategie. Aus seiner Sicht ist es von der Art der Problemlösesituation, oft auch von der Domäne abhängig, zu welchem Zeitpunkt die Auslotung des Problemraums als abgeschlossen betrachtet werden kann (vgl. Lawson 2006, S. 297).

Eine von den beiden Industriedesignern Cynthia Atman und Justin Chimka durchgeführte Untersuchung zum Problemlösen bei Anfängern und fortgeschritten Designstudierenden war so angelegt, dass anhand von Laut-Denken-Protokollen das Lösen einer Designaufgabe dokumentiert wurde (Atman et al. 1999). Die Protokolle gaben Aufschluss darüber, mit welchen Tätigkeiten sich die Probanden beschäftigten, wie lange sie dies taten und in welcher Abfolge. Im Vergleich zu den Fortgeschrittenen investierten die Anfänger in der Phase der Problemanalyse mehr Zeit in die Reformulierung des Problems, die Fortgeschrittenen mehr Zeit in die Beschaffung von Informationen über die Problemsituation (vgl. ebd.; S. 147). Diese Investition in die Auslotung der Problemsituation stand in direktem Zusammenhang mit der Qualität der Lösungen. Je mehr Informationen die Probanden sich verschafften, umso mehr Anforderungen an das zu designende Objekt konnten sie erfüllen. In der Phase der Lösungsentwicklung haben die Studienanfänger und die Fortgeschrittenen eine ähnliche Anzahl von Lösungsalternativen erarbeitet, in die Ausarbeitung der Ideen und in die Prüfung der Machbarkeit haben die Fortgeschrittenen jedoch mehr Zeit investiert. Interessant ist nicht nur die quantitative Verteilung der Zeit auf die unterschiedlichen Prozessphasen, sondern der Wechsel, der zwischen den Phasen bzw. zwischen den Tätigkeiten erfolgte. Einige Probanden zeigten diesbezüglich eine höhere Frequenz. Sie wechselten in sehr kurzen Zeitabschnitten immer wieder zwischen der Beschäftigung mit dem Problem und dem Entwickeln von Lösungen. Bemerkenswert ist, dass diese hohe Frequenz sowohl bei den Anfängern wie auch bei den Fortgeschrittenen zu besseren

Resultaten führte, als bei Probanden, die sich jeweils längere Zeit auf eine Phase konzentrierten (vgl. ebd., S. 147).

Untersuchungen zur Entwicklung von Lösungsstrategien von Designschaffenden bestätigen diese Ergebnisse und machen deutlich, dass die Auseinandersetzung mit der Problemsituation ausschlaggebend sein kann für die Qualität der Lösung (vgl. Christiaans und Venselaar 2005; Cross 2007; Dorst und Cross 2001). Eine von Cross und Dorst durchgeführte Studie, in der die teilnehmenden Designschaffenden für ein fiktives Railwail-Unternehmen ein Konzept entwickeln mussten, das den Reisenden eine bequeme Beseitigung der Abfälle an ihren Sitzplätzen ermöglicht, führt zu entsprechenden Ergebnissen. Sie zeigt, dass vor allem jene Formen der Problemanalyse zu erfolgreichen Lösungen führten, bei denen die Probanden bei der Informationsbeschaffung die Perspektiven möglichst vieler unterschiedlicher Nutzer des Produktes berücksichtigten und im konkreten Fall nicht nur die Situation der Reisenden betrachteten, sondern auch die des Reinigungspersonals und sich auch für die weiteren logistischen Wege der Abfälle und deren Entsorgung interessierten, also versuchten, den Kontext der Situation möglichst umfassend zu begreifen (vgl. Dorst und Cross 2001, S. 436). Die Auseinandersetzung mit den konkreten Bedürfnissen der Nutzenden führt sowohl zur Klärung der Ausgangs- wie auch der Zielsituation. Dost und Cross sprechen deshalb von der „co-evaluation“ von Problem und Lösung (vgl. Dorst und Cross 2001, S. 434 ff.).

Framing

Dorst und Cross zeigen in ihren Untersuchungen, dass erfolgreiche Designschaffende die Analyse und Beurteilung von Problemsituationen unterschiedlich intensiv betreiben, gemeinsam ist den verschiedenen Strategien allerdings, dass die Problemlösesituation nicht als fix gegeben betrachtet wird, sondern individuellen Interpretationen der problemlösenden Personen unterliegt. „We observed that the designers did not treat the design assignment as an objective entity (a given ‚design problem‘). All the designers interpreted the assignment quite differently, in awareness of their own design environment, resources and capabilities“ (Dorst und Cross 2001, S. 432).

Diese individuelle und selektive Sicht auf eine Problemstellung, die der Problemformulierung dient, wird in der Designtheorie als *Framing* bezeichnet (vgl. Cross 2007; Lawson 2006). Sie geht auf die Theorie von Donald Schön (vgl. Schön 1983) zurück „When he [the practitioner] finds himself stuck in a problematic situation which he cannot readily convert to a manageable problem, he may construct a new way of setting the problem – a new frame which, in what

I shall a ‚framing experiment‘, he tries to impose on the situation“ (Schön 1983, S. 63).

Ein Framing ist nach Schön vor allem dann notwendig, wenn verschiedene Aspekte eines Problems untereinander unvereinbar und widersprüchlich erscheinen. Problemlösende sind dann aufgefordert, die bestehenden Erwartungen oder Umstände, die zum Dilemma führen können, soweit als möglich zur Kenntnis zu nehmen, deren Wichtigkeit zu beurteilen, sich dann aber davon abzusetzen und für das vorliegende Problem eine eigene Rahmung zu finden (vgl. Schön 1983, S. 68).

Problemframing ist Teil der Problemanalyse, geht aber über die Exploration der Situation hinaus, indem Einschätzungen und Entscheidungen über die Bedeutung von Teilaspekten getroffen werden. Bei dieser Art der Komplexitätsreduktion geht es darum, sich aus der Fülle von Aspekten jene Element auszusuchen, die als relevant und als dringlich erscheinen (vgl. Cross 2007; Cross 2011). Dazu werden Problemzonen eingegrenzt, einzelne Aspekte in den Vordergrund gestellt und dadurch bereits Entschlüsse für das weitere Handeln vorbereitet. Framing ist eine notwendige Maßnahme, das Problem sozusagen in eigene Worte zu fassen und damit greifbarer zu machen. Dabei handelt es sich um ein Verfahren, das von erfahrenen Berufspersonen nicht nur am Anfang eines Lösungsprozesses steht, sondern im Laufe des Prozesses mehrfach wiederholt wird (vgl. Cross 2007, S. 103).

Die Auseinandersetzung mit der Problemsituation scheint eine Etappe im Lösungsprozess zu sein, die mit zunehmender Professionalität intensiviert wird, was sich besonders auf das Ausloten der Problemsituation und das Beschaffen von Informationen auswirkt.

3.5.2 Planen und Entwerfen - Formen prospektiven Handelns

Bislang wurden die beiden Begriffe Entwerfen und Planen nahezu synonym verwendet. Sie tauchen in Zusammenhang mit designtheoretischen Konzepten auch oft gemeinsam auf, wobei der Begriff *Planen* eher in Zusammenhang mit Disziplinen wie Architektur, Raum- und Stadtplanung genannt wird, während im Produktdesign häufiger von *Entwerfen* die Rede ist.

Entwerfen beinhaltet mehrere Tätigkeiten, die wechselseitig oder gleichzeitig erfolgen. Es ist eine Form des Herantastens an mögliche Lösungen. In Arbeitsprozessen, wie sie von Heufler geschildert werden, beginnt die Entwurfsphase, nachdem die Analyse des Problems abgeschlossen und grundlegende formale, funktionale und verfahrenstechnische Kriterien zur Produktgestaltung festgelegt sind.

Planen und Entwerfen als Formen des Argumentierens zu betrachten, schlägt Rittel vor. Das Aufgreifen, Prüfen, Modifizieren oder Verwerfen von Aspekten und Fragen, das Abwägen von Pro und Contra wird zur „Debatte mit sich selbst“ (Rittel 2013, S. 125), bei der sachbezogene Fragen zur Erreichung des Ziels aber auch sogenannte metakognitive Betrachtungen der eigenen Vorgehensweise und der Erfolgsaussichten des Entwurfs eine Rolle spielen (vgl. Rittel 2013, S. 126). Wie Rittel erachtet auch Jonassen den Entwurfsprozess als einen Umgang mit Fragen, die er als aufgabenbezogen oder metakognitiv bezeichnet (vgl. Jonassen 2011, S. 289. ff.). Diese Fragen nach ihren Bezügen zu ordnen und ihre Relevanz zu prüfen, hält Jonassen nicht nur für ein notwendiges Vorgehen in elaborierten Designprozessen, sondern auch für ein wichtiges didaktisches Mittel, wenn es innerhalb von Lernarrangements darum geht, den Umgang mit Problemen zu lehren und zu lernen (vgl. Jonassen 2011, S. 292 ff.).

Rittels und Jonassens Aussagen machen ersichtlich, dass Planen und Entwerfen zu einem großen Teil aus reflexiver Tätigkeit bestehen. Rittels Begriff der Argumentation lässt vermuten, dass Designschaffende bei der Entwurfsarbeit immer wieder an Wegverzweigungen stoßen, die Entscheidungen von ihnen verlangen. Der Entwurfsprozess wird sich jedoch selten als überschaubares und begehbares Wegenetz erweisen, bei dem sich die Entscheidungsmöglichkeiten ganz offensichtlich darlegen. Dennoch ist die Vorstellung von den Verzweigungen insofern hilfreich, als dass sie die Reversibilitäten klarmacht, die in der Planungsphase noch vorhanden sind und es ermöglichen, getroffene Entscheidungen rückgängig zu machen. Die Phase der Planung spielt sich also im Raum von Eventualitäten ab.

„Der Akt des Entwerfens könnte Spaß machen: Gibt es einen lohnenderen Zeitvertreib, als sich irgendeine Zukunft auszudenken und zu spekulieren, wie man sie zustande bringen könnte? Was jedoch störend daran ist, ist die Erkenntnis, dass der Plan tatsächlich ausgeführt wird“ (Rittel 1992, S. 136).

Was Rittel als störend empfindet, ist die Befürchtung, dass der Plan nicht zum Erfolg führt, weil er nicht das gewünschte Ergebnis bringt oder sich als nicht durchführbar erweist. Rittel spricht von der Angst des Versagens, das die Freude am Entwerfen trübt (vgl. ebd., S. 136). Es gilt daher, in der Entwurfs- und Planungsphase die Risiken des Scheiterns gering zu halten und die Entwicklung von Lösungsansätzen so zu gestalten, dass eine spätere Realisierung gelingen kann. Gleichzeitig müssen diese Bemühungen gepaart werden mit Entscheidungen, die Risikobereitschaft und Wagnisse verlangen, damit Neues und Innovatives entstehen kann.

Entwerfen als Suche nach Alternativen

Zu den grundlegenden Intentionen des Entwerfens gehört das Generieren von Ideen im Sinne von Lösungsansätzen und das Auslegen, Erweitern, Prüfen, evtl. Verwerfen oder Vertiefen derselben. Dazu muss die Entwurfsarbeit einerseits in die Breite geleistet werden durch das Ausarbeiten von Varianten und Alternativen und sie muss in die Tiefe entwickelt werden durch die Konkretisierung und Ausgestaltung von Lösungsansätzen.

Unabhängig von den Produktparten erheben Aufgaben aus dem Produktdesign den Anspruch auf Lösungen, die technisch-funktional und formal überzeugend aber auch innovativ sein müssen. Beim Entwurfsprozess spielt daher die Suche nach neuen Ideen eine wichtige Rolle. Die Qualität der Neuheit fasst Heufler in die drei Qualitätskategorien *pragmatisch-klassisch*, *innovativ-fortschrittlich* und *visionär-futuristisch* (vgl. Heufler 2012, S. 93). Bei Produktentwicklungen in der Konsumgüterbranche weisen Lösungsansätze, die von Designern entworfen und von der Unternehmensleitung beurteilt und genehmigt werden müssen, im Idealfall eine Bandbreite auf, die alle drei Kategorien bedienen (vgl. ebd., S. 93). Nach Heufler ist nicht unbedingt davon auszugehen, dass die visionärsten Ideen die erwünschten, gefragtesten oder gar die erfolgreichsten sind. Was Neuheit bedeutet, ist zudem relativ. Lawson bezieht sich auf die Psychologin Margaret Boden und benennt für die Qualität der Neuartigkeit vier Möglichkeiten: Eine Idee ist ganz und gar neu (in der Welt), eine Idee ist neu für den Designer, eine Idee ist insofern neu, als dass sie für diese Art der Problemstellung noch nicht genutzt wurde oder eine Idee ist dadurch neu, dass eine für diese Problemstellung bekannte und bereits angewandte Lösung abgeändert wird (vgl. Lawson 2006, S. 295). Besonders die beiden letzten Formen machen deutlich, dass das Finden neuartiger Lösungsansätze in der Nutzung und Umformung schon bekannter Ansätze bestehen kann. Diese Aktivität nennt Lawson *interpretative Bewegungen*, die Aktivität der Klärung von Details, der Prüfbarkeit ihrer Realisierungschance nennt er *entwickelnde Bewegung*.⁵⁰ Diese zwei Bewegungsformen, von denen eine in die Breite, die andere in Tiefe führt, nehmen im Designprozess sehr viel Zeit ein. So weist Lawson mit der Erinnerung an Th. A. Edisons Aussage, dass die Leistungen eines Genies aus einem Prozent Inspiration und neunundneunzig Prozent Transpiration bestehe, auf die Verhältnisse hin, die zwischen der Ideenfindung und deren Ausarbeitung bestehen (vgl. Lawson 2006, S. 296).

⁵⁰ In Anlehnung an den Kognitionspsychologen Vinod Goel (vgl. Goel 1995, S. 193 ff.) vergleicht Lawson die zwei Formen der interpretativen und der entwickelnden Bewegung mit der lateralen und vertikalen Suche nach Lösungen.

Analogiebildung

Die Fähigkeit, bei der Suche nach Lösungen Verbindungen zu bereits bestehenden und bekannten Ideen herzustellen und von diesen zu profitieren, gehört zu den wichtigen Strategien des Problemlösens (vgl. Cross 2007, S. 75) und wird daher bewusst als Methode zur Ideengenerierung genutzt (vgl. Heufler 2012, S. 96 ff.).

Das Prinzip der Analogiebildung besteht darin, Merkmale einer bekannten Situation (Quelle) auf eine neue Situation (Ziel) zu übertragen (vgl. Kap. 4.4.1). Dieses Identifizieren und Transferieren von Merkmalen kann sich auf sehr unterschiedliche Eigenschaften beziehen (vgl. Casakin 2010; Kalogerakis 2010). So werden beispielsweise im Bereich der Bionik bei der Produktentwicklung insbesondere funktionale Merkmale von Naturphänomenen auf technische Objekte übertragen. Im Design spielen technisch-funktionale, vor allem aber visuell-optische Analogien eine wichtige Rolle (vgl. Casakin 2010, S. 179).

Die Psychologen Linden Ball und Thomas Omerod beschäftigen sich mit der Analogiebildung als Lösungsstrategie in Designprozessen (Ball 2009; Ball et al. 2004). Sie unterscheiden zwei unterschiedliche Formen des Zurückgreifens auf Bekanntes. Die erste Form vollzieht sich sehr spontan und rasch und ist den Problemlösenden evtl. nicht bewusst, die zweite Form vollzieht sich anhand einer willentlichen und systematischen Suche, sie erfolgt nicht von selbst, sondern verlangt eine mehr oder minder große Anstrengung.

Je umfangreicher der Erfahrungshintergrund einer handelnden Person ist, desto größer ist die Chance, dass sie auf gemachte Erfahrung und das daraus entstandene Wissen zurückgreifen kann. Da der Erfahrungshintergrund als Potential für die Analogiebildung betrachtet werden kann, haben Novizen zwangsläufig nicht die gleichen Voraussetzungen wie erfahrene Berufspersonen, was die Frage aufwirft, ob sie die Analogiebildung überhaupt anwenden können oder diesbezüglich andere Handlungsweisen zeigen als Experten. Untersuchungen dazu machen deutlich, dass sich der Erfahrungsvorsprung von Fortgeschrittenen in verschiedener Hinsicht auf das Problemlöseverhalten auswirkt. So können erfahrene Designschaffende nicht nur auf ein größeres Repertoire an gesammelter Erfahrung und somit auf mehr Analogiequellen zurückgreifen, sie sind auch in der strategischen Anwendung der Analogien routinierter. Untersuchungen von Ball und Omerod zeigen, dass Novizen zwar die Analogiebildung als Strategie zur Lösungssuche anwenden, dies aber weniger aufgrund spontaner Rückgriffe tun, sondern eher durch die Nutzung methodischer Hilfsmittel wie Brainstorming oder Mindmaps (Ball et al. 2004). Sie müssen ihre Suche nach ähnlichen Problemen systematisch organisieren. Ball

spricht von einem fall-gesteuerten⁵¹ Vorgehen, während er die spontane Analogiebildung, wie sie von Experten verwendet wird, als schema-gesteuert bezeichnet (vgl. Ball et al. 2004, S. 499).

Fixation und Konzeptgebundenheit

Die Orientierung an bereits vorhandenen oder bereits selbst praktizierten Lösungen scheint ein wichtiges strategisches Mittel bei der Lösungssuche zu sein. Es birgt jedoch die Gefahr, dass bekannte Lösungen die Suche nach innovativen Ideen behindern, indem sie das schöpferische Tun blockieren und zu einem Phänomen führen, das in der Designtheorie als *Fixation* bezeichnet wird (Cross 2007; Kotovsky 2015; Purcell und Gero 1996).

Nigel Cross unterscheidet zwischen Fixation und Konzeptgebundenheit (vgl. Cross 2007, S. 104 f.). Die Fixation bezieht sich dabei auf die Beeinflussung bereits bestehender Lösungen auf die Ideensuche, die Konzeptgebundenheit auf den Umstand, dass Designschaffende dazu neigen, stets ähnliche Strategien der Lösungssuche anzuwenden und dadurch in ihren eigenen Lösungskonzepten verhaftet bleiben (vgl. Cross 2007, S. 105 f.).

Verschiedentliche Untersuchungen zur Prozesssteuerung von Designschaffenden konnten das Phänomen der Fixation sichtbar machen. So haben die beiden Designwissenschaftler John S. Gero und Terry Purcell in einer Reihe von Experimenten den Einfluss bestehender Lösungen auf die Generierung neuer Ideen untersucht. Sie konnten nachweisen, dass eine Orientierung an bekannten Objekten Designschaffende in ihrer Flexibilität und Offenheit für neue Ideen behindern können, indem die bestehenden Objekte zur Nachahmung verleiten (vgl. Purcell und Gero 1996, S. 378 ff.).

Purcell und Gero gehen davon aus, dass das Vermeiden ungünstiger Fixationen erlernt werden kann. Zu diesem Schluss kommen sie durch vergleichende Untersuchungen, die sie zwischen Industriedesignern und Maschineningenieuren vornahmen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Gruppe der Maschineningenieure im Gegensatz zu den Industriedesignern eher dazu neigt, sich von bekannten Objekten beeinflussen zu lassen. Purcell und Gero führen den Unterschied zwischen den beiden Berufsgruppen auf erlernte Fähigkeiten zurück und auf den Umstand, dass die Vermeidung von Fixationen im Bereich des Maschinenbaus weniger relevant ist als im Industriedesign, so dass Industriedesigner bereits in

⁵¹ Die Bezeichnung fall-gesteuert wird verwendet, weil die Untersuchungen zeigen, dass Novizen die Analogie oft dadurch bilden, dass sie als Analogiequelle ein bereits bekanntes und gelöstes Problem (einen Fall) beiziehen, während die Experten die Gesamtheit ihrer Erfahrung nutzen und zum Finden von Analogiequellen unbewusst eine rasche, automatische und schematische Suche anwenden (vgl. Ball et al. 2004, S. 496 f.).

der Ausbildung lernen, Fixationen als solche wahrzunehmen und mit ihnen umzugehen (vgl. Purcell und Gero 1996, S. 379).

Die Wiederholung bekannter Handlungsverläufe, wie sie im Rahmen der Konzeptgebundenheit vorkommt, unterliegt einem Arbeitsprinzip, dessen Phänomen gemeinhin als *Macht der Gewohnheit* bezeichnet werden kann. Es scheint sich dabei um ein ökonomisches Prinzip zu handeln, eine Sache so zu erledigen wie beim letzten Mal. In Prozessen, die einen Anspruch auf Innovation erheben, ist dieses Verhaften im Gewohnten allerdings nicht unbedingt erwünscht, denn der Zweck der Anstrengung soll ja gerade darin bestehen, Bisheriges zu überwinden. Bei gestalterischen Prozessen könnte demnach das Ökonomieprinzip unproduktiv und hinderlich sein.

Das Handeln nach bereits bekannten Schemata bzw. Konzepten scheint jedoch bei Designschaffenden nicht unüblich zu sein, sondern unter Umständen sogar eine erfolgreiche Methode. Es bleibt allerdings die Frage, für welche Arbeitsschritte sich wiederholende Konzepte als sinnvoll erweisen.

Dazu weist Cross eine Untersuchung vor, die sich von anderen Expertenforschungen dadurch unterscheidet, dass er nicht Experten mit Novizen vergleicht, sondern im Sinn von Best Practice Beispielen die Arbeitsweise von zwei besonders erfolgreichen Designern untersucht und nach deren Individualität in ihren Methoden, aber auch nach Ähnlichkeiten in ihren Strategien sucht (vgl. Cross 1998). Das Ergebnis macht deutlich, dass beide Experten eine eigene, stets ähnliche und als konzeptgebunden zu bezeichnende Vorgehensweise wählen. Beide Experten haben aufgrund ihrer Erfahrungen eine jeweils eigene Systematik entwickelt, Problemsituationen rasch und gründlich zu erfassen, beide haben für den Prozess der Problemformulierung und –eingrenzung (framing) einen persönlichen Stil entwickelt, der nicht unbedingt dem Lehrbuch entspricht sondern durch Erfahrung und persönliche Präferenzen geprägt ist. “It is perhaps in the nature of expert performance that formalized, step-by-step procedures, which may be necessary in education and training, become subsume into a more seamless, personalized way of working“ (Cross und Clayburn Cross 1998, S. 146). Wichtigste Gemeinsamkeit der beiden Experten ist, dass beide bei der Entwicklung von Lösungsansätzen darum bemüht sind, eine Thematik, die in einer Sache, einem Gegenstand steckt, von Grund auf zu verstehen und ein Problem von diesen ‚first principles‘⁵² anzugehen (vgl. ebd., S. 146).

⁵²Das Arbeiten nach *first principles* bedeutet, dass sich Designschaffende mit einer Thematik sehr grundlegend auseinandersetzen, um dadurch Lösungen zu entwickeln, welche die Funktionsweise eines Objektes in ihrem elementarsten und wesentlichsten Sinn erfassen. So ist beispielsweise für das Entwerfen eines Stuhls nicht der Stuhl das relevante Thema, sondern das Sitzen.

Mit diesen Beispielen zeigt Cross, dass die Handlungsweisen der beiden Experten prinzipiell ähnlich sind, sich aber im Detail durch eine individuelle, aus Erfahrung entwickelten Konzeptgebundenheit unterscheiden, die notwendig und nützlich zu sein scheint. Was Cross in seiner Untersuchung ebenfalls deutlich macht, ist die Tatsache, dass Konzeptgebundenheit oder ein gewisses routiniertes Vorgehen nicht dazu führt, ein Problem rascher und einfacher zu lösen, sondern dass die Expertise im Gegenteil darin besteht, es sich nicht einfach zu machen und in bestimmte Prozessschritte viel Zeit und Energie zu investieren (vgl. ebd., S. 148).

Visualisierung - Entwerfen als Argumentation

Zu den wichtigen methodischen Mitteln im Entwurfsprozess gehört das Sichtbarmachen von Ideen und Vorstellungen. Skizzen, Zeichnungen und Modelle haben den Zweck, innere Vorstellungen zu visualisieren. Lawson weist darauf hin, dass Designschaffende in der beruflichen Praxis die Lösung soweit wie möglich entwickeln und präzisieren, diese aber oft nicht selber physisch realisieren. Aus diesem Grund ist es besonders wichtig, dass sie ihre Fähigkeiten zur Visualisierung gut ausbilden. Die Repräsentationen in Form von Texten, Zeichnungen, Modellen, Plänen usw. sind Träger der Gestaltungsidee und müssen dafür sorgen, dass die Idee im Sinne des Erfinders umgesetzt werden kann. Missverständnisse oder Risiken des Misslingens bei der technischen Ausführung müssen durch umfassende Planung und minutiöse Darstellung der Idee und ihrer Details vermieden werden. (vgl. Lawson 2006, S. 294).

Die Bedeutung der Skizze

„How can I tell what I think till I see what I say?“
(Forster 1974)

Das Skizzieren erlaubt aufgrund der raschen Entstehung von Zeichen und der fragmentarischen Darstellungsart, Dinge festzuhalten, die noch nicht konkret und noch nicht ausgereift sind und unter Umständen auch dem, der sie zeichnet, noch nicht bewusst sind. Daher sind die auf dem Papier entstehenden Zeichen nicht das Abbild schon gefestigter Gedanken und Überlegungen, sondern ein Mittel, danach zu suchen.

Skizzieren kann als eine Strategie verstanden werden, die durch ihre Form der Suchbewegung zur Charakteristik komplexer Designprobleme eine ausgesprochen hohe Passung aufweist. Das Anfertigen von Skizzen hat vor allem in der frühen Phase des Designprozesses eine große Bedeutung (Kavakli et al. 1999).

Der Kognitionspsychologe Vinod Goel bezieht sich bei seinen Auseinandersetzungen mit dem Skizzieren als Methode des Entwerfens auf die Symboltheorien des Philosophen Nelson Goodman (vgl. Goel 1995, S. 18). Er spricht bei der Skizze von einem Symbolsystem, das verglichen mit anderen Systemen wie Texten, Tabellen, Diagrammen usw. Eigenschaften aufweist, die es als Mittel zur Lösungssuche in Designprozessen besonders geeignet macht (vgl. Goel 1992, S. 131). Zu diesen Eigenschaften gehören die oft fehlende Eindeutigkeit bei der Übereinstimmung von Symbol und Gemeintem (Failure semantic disjointness) und die wechselhafte Bedeutung (Ambiguity), die Elemente einer Skizze je nach Kontext haben können (vgl. Goel 1995, S. 179).⁵³ Beide Eigenschaften erlauben es nach Goel, eine skizzierte Idee in eine andere zu transformieren und sie verhindern, dass die sogenannte ‚erste Idee‘ den Prozess zu sehr dominiert und eine Weiterentwicklung einschränkt.

Eine weitere Besonderheit des Skizzierens sieht Cross in der Möglichkeit, dass ein Objekt gleichzeitig auf unterschiedlichen Abstraktionsstufen repräsentiert werden kann, da sowohl die Darstellung des Ganzen, wie auch diejenige einzelner Details möglich ist. Dies erlaubt es dem Designer suchend vorzugehen und schon früh im Designprozess jene Details zu identifizieren, die sich für eine Lösung als besonders kritisch oder interessant erweisen. Die Skizze ist für ihn ein Mittel, sich beliebig zwischen unterschiedlichen Detaillierungsstufen zu bewegen (vgl. Cross 2007; Purcell und Gero 1998).

Die Architektin Gabriela Goldschmidt geht davon aus, dass die Skizze mehr Informationen enthält, als der zeichnenden Person bei der Erstellung bewusst ist. Obwohl Designschaffende beim Skizzieren ihre Vorstellungen und Überlegungen auf das Papier bringen, finden sich in der Zeichnung mehr als nur diese. Die Skizze liefert Informationen, die dem Zeichnenden zuvor nicht bekannt waren (vgl. Goldschmidt 2003, S. 83). Goldschmidt spricht vom Dialog, der sich zwischen der Zeichnung und der zeichnenden Person ergibt (vgl. Goldschmidt 2003, S. 87). Purcell und Gero benennen den Vorgang, der bei der Betrachtung der eigenen Skizze ermöglicht wird, *Reinterpretation*. Sie kann sich im Laufe des Zeichnungsprozesses oder im Anschluss daran ergeben (vgl. Purcell und Gero 1998, S. 396 f.). Die Abfolge von Skizzieren und Reinterpretieren erfolgt dabei als eine Art Zirkelbewegung. Das Vorgehen führt zu einer sukzessiven Durchdringung komplexer Angelegenheiten und ermöglicht die „Reduktion der schlecht-strukturierten Natur von Designproblemen“ (vgl. Purcell und Gero 1998, S. 397).

⁵³ Die fehlende Eindeutigkeit, die zwischen Symbol und Gemeintem entsteht, führt Goel darauf zurück, dass beim Skizzieren die gezeichneten Elemente oft nur als Andeutungen von etwas vorhanden sind, so dass weder aufgrund einer symbolischen Darstellung noch aufgrund einer mimetischen Ähnlichkeit eindeutig zu erkennen ist, was mit einem Zeichen gemeint ist.

Im Dialog zwischen Subjekt und Objekt, der eine Reinterpretation des Gezeichneten möglich macht, sieht auch der Designtheoretiker Gert Hasenhütl die Eigenheit des entwerfenden Zeichnens, wenn er vom Sehen-Zeichnen-Sehen-Zyklus spricht (vgl. Hasenhütl 2009, S. 348). Er geht davon aus, dass beim Zeichnen vorerst implizites Wissen aktiviert wird, da die zeichnende Person mehr weiß, als sie sprachlich ausdrücken kann. Und er geht weiter davon aus, dass das wissensgenerierende Moment vor allem dann einsetzt, wenn die zeichnende Person sich selbst oder anderen die Zeichnung erklärt (vgl. Hasenhütl 2009, S. 345). Nach Hasenhütl werden beim Akt des Zeichnens logisch-zweckrationale mit experimentell-intuitiven Denkbewegungen verbunden (vgl. Hasenhütl 2009, S. 344). „Insofern lässt sich feststellen, dass zeichnerisches Entwerfen ein Wechselspiel zwischen zwei Arten von Zeichnung organisiert: Zwischen solchen, die Ideen und Entwurfsansätze kontextualisieren und anderen, die mehrdeutige Interpretationen ermöglichen. Die beiden Prinzipien der Kontextbezogenheit und der Mehrdeutigkeit treten dabei in ein Wechselspiel“ (Hasenhütl 2009, S. 345). In diesem Wechselspiel erkennt Hasenhütl einen Modus, eine fachspezifische Methode, um den Prozess der Ideenentwicklung voranzutreiben.

Zu den elementaren Fähigkeiten, welche Designschaffende beim Skizzieren haben müssen, zählt Goldschmidt die Geläufigkeit und die Fähigkeit der perspektivischen Darstellung. Die zeichnerische Sicherheit müsse so groß sein, dass sie für die Zeichnenden nicht zum Thema werde. Sie sollen sich beim Skizzieren nicht mit ihrer eigenen Fähigkeit oder Unfähigkeit beschäftigen, sondern mit der Sache. Die Fähigkeit der räumlichen Darstellung müsse für sie so ausgeprägt entwickelt sein, dass sie Objekte in einer beliebigen Position darstellen können (vgl. Goldschmidt 2003, S. 81). Auch Lawson weist darauf hin, dass es ein gewisses Maß an zeichnerischen Fähigkeiten brauche, damit das Korrespondieren mit der eigenen Zeichnung stattfinden und als gewinnbringendes Element wirken kann. Die spezifischen Fähigkeiten sieht er vor allem darin, dass Designschaffende über ein Repertoire verschiedener Darstellungsmöglichkeiten verfügen müssen, um entsprechend der Situation beliebig auf Formen wie das Handskizzieren, das perspektivische Zeichnen, das Anfertigen von Diagrammen oder visionär anmutenden Darstellungen (visionary drawing) zurückgreifen zu können (vgl. Lawson 2006, S. 293).

Das entwerfende Zeichnen verlangt nach Hasenhütl verschiedenen Wissensformen, über welche die entwerfende Person verfügen muss, um das Zeichnen als epistemisch zu erfahren. Er spricht in Anlehnung an die Definitionen des Psychologen Martin Schuster (vgl. Schuster 2000) a) vom Wissen über Symbol- und Zeichensysteme, das benötigt wird, um unterschiedliche Darstellungsformen zusammenzubringen, b) vom Wissen zur

Zeichnungshandlung, vom sogenannten Ausführungswissen und c) vom Gegenstandswissen, das notwendig ist, damit die Skizze überhaupt dazu genutzt werden kann, einen realen Sachverhalt zu thematisieren (vgl. Hasenhütl 2009, S. 347).

Hasenhütl meint, dass die Fokussierung auf das Ganze oder auf die Teile zwei unterschiedliche Typen von Aufmerksamkeit erfordern, die den Akt des Entwerfens bestimmen und ihn zu einer Tätigkeit machen, bei der analytisches mit synthetischem Denken verschränkt werden. Die zeichnende Person kann ihre Aufmerksamkeit auf das Ganze oder auf einzelne Teile richten. Eine Fähigkeit, die von Hasenhütl ‚Hintergrundbewusstsein‘ genannt wird, ermöglicht das Changieren zwischen den beiden Aufmerksamkeitsformen. Der Autor unterscheidet bei diesem Changieren zwischen geübten und ungeübten Personen und weist darauf hin, dass Kinder und ungeübte Personen eher dazu tendieren, eine Ganzheit in ihren Zeichnungen zu erzeugen, während geübte Personen die Aufmerksamkeit auf die Teile richten können, ohne die Ganzheit aus den Augen zu verlieren. Ihnen ist die Ganzheit der Darstellung im Form einer mentalen Repräsentation möglich (vgl. Hasenhütl 2009, S. 353).

3.5.3 Reflektieren - Formen der Prozesssteuerung

Tätigkeiten, die den Designprozess bestimmen und die Entwicklung einer Lösung vorantreiben, sind, wie dies die Prozessmodelle zeigen, in Strategien eingebunden, welche einer mehr oder weniger systematischen Lösungsentwicklung dienen. So haben deskriptive Modelle von Problemlöseprozessen nicht nur den Zweck, bewährte Verfahren darzustellen, sie haben auch eine handlungsleitende Wirkung, indem sie als arbeitsmethodische Prinzipien genutzt werden. Die Modelle können allerdings nicht die Funktion eines Fahrplans haben. Designschaffende sind darauf angewiesen, die Grenzen von Modellen zu erkennen und die darin enthaltenen Leitlinien gegebenenfalls zu verlassen. Dies kann nur gelingen, wenn sie im Problemlöseprozess nicht nur die Generierung der Lösung, sondern auch das eigene Handeln und die Wirkungen der eigenen Entscheidungen beurteilen.

Wie die Beschreibungen zum Verlauf von Designprozessen aufzuzeigen vermögen, besteht ein wesentlicher Erfolgsfaktor darin, das eigene Handeln zu regulieren und die Entscheidungsfindung zu steuern. Die Schwierigkeit besteht allerdings nicht nur darin, dass man um die Wichtigkeit der Verfahren weiß und Methoden der Anwendung kennt, ebenso wichtig ist die Fähigkeit, zu erkennen, wann Reflexion angebracht und wann sie hinderlich ist. „Knowing when to reflect in actions, and how, may be one of the most important skills a designer must possess. A very early design idea can be very easily knocked down by a

tough critic and so a delicate process can be brought to a grinding halt by too much early reflection” (Lawson 2006, S. 300). Die Prinzipien oder Regeln, die dem Designer diesbezüglich als Leitplanken behilflich sind, existieren nicht als standardisiertes Verfahren. Lawson geht davon aus, dass sie vom Designer im Laufe seiner Arbeit entwickelt und mit jedem neuen Projekt und den daraus gewonnenen Erfahrungen optimiert und verfeinert werden. In diesem persönlichen Stil, der einerseits die subjektiven Präferenzen berücksichtigt und andererseits domänenspezifischen Regeln folgt, erkennt die Designtheorie ein arbeitsmethodisches Prinzip das als design thinking bezeichnet wird (vgl. Bousbaci 2008; Cross 2011; Jonas 2012; Kim und Ryu 2014).

Design Thinking

Der Begriff *Design Thinking* hat in jüngster Zeit im Designdiskurs vermehrt zu Irritationen geführt (vgl. Bürdek 2012; Jonas 2012; Weber 2014). Grund dafür sind disparate und missverständliche Verwendungen des Begriffs. So ist in den vergangenen Jahren das Design Thinking besonders im Rahmen von Management- und Unternehmensberatungen als universelle Problemlösestrategie mit Innovationsgarantie propagiert worden (vgl. Brown und Katz 2009). Dabei werden Methoden und Prinzipien der Gestaltung bzw. des Problemlösens, die traditionellerweise aus dem Design stammen, auf andere Bereiche übertragen. Dies führt zur Verwischung disziplinärer Grenzen, was innerhalb der Domäne Design, die in sich bereits interdisziplinär ist, als bedenklich betrachtet wird.⁵⁴ Der Designtheoretiker Wolfgang Jonas nimmt aus diesem Grund eine Unterscheidung der Schreibweise vor und bezeichnet das ‚neue‘ auf universelle Innovationsstrategien bezogene Verständnis als ‚Design Thinking‘ und die klassisch disziplinäre Auffassung als ‚design thinking‘⁵⁵ (vgl. Jonas 2012, S. 71 f.). Die nachfolgenden Betrachtungen beziehen sich auf das klein geschriebene ‚design thinking‘, also auf Konzepte, die der designtheoretischen Forschung entstammen.

⁵⁴ Die Problematik des Ausufers einer Disziplin, die auch ohne diesen Überhang zur Interdisziplinarität schon Schwierigkeiten hat, ihre Kernbereiche zu definieren (vgl. Bürdek 2012, S. 6), führt bei Designtheoretikern zu einem zunehmenden Unbehagen. Krippendorff spricht sogar von der Gefahr der ‚feindlichen Übernahme‘ des Designdiskurses durch andere Domänen wie beispielsweise der des Marketings. Er erkennt in diesen Prozessen allerdings nicht unbedingt zielgerichtete Vereinnahmungen, sondern sieht die Ursachen auch beim Design selbst, dem es bislang nicht gelang, die Konturen der eigenen Disziplin deutlich zu machen (vgl. Krippendorff 2013, S. 63).

⁵⁵ Jonas betrachtet den Begriff des *Design Thinking* zwar ebenfalls mit Skepsis, räumt jedoch ein, dass das Design selbst den eigenen Konzepten universelle Gültigkeit zuschreibe. Ein Potential, das Jonas der Disziplin auch zutraut, zu dessen Begründung die überzeugenden Argumente jedoch noch fehlen (vgl. Jonas 2012, S. 70).

Das design thinking befasst sich nicht neurowissenschaftlich oder kognitionspsychologisch mit dem Denken, sondern versteht sich als Problemlöseansatz, der geeignet ist, mit Planungsproblemen erfolgreich umzugehen und daher als designspezifischer Arbeits- und Denkstil betrachtet wird. Dazu gehört die Fähigkeit, Problemlöseprozesse so zu steuern, dass ein Vorankommen möglich ist, bei dem Lösungsperspektiven eröffnet, beurteilt, verworfen oder verfolgt werden.

Rittel beschreibt dieses Verfahren als „iterativen Vorgang der Varietätserzeugung und Varietätseinschränkung“. Das Erzeugen und das Reduzieren von Handlungsmöglichkeiten werden von ihm als Elementartätigkeiten bezeichnet (vgl. Rittel 2013, S. 85). Aus seiner Sicht sind die diesbezüglichen Entscheidungen sehr stark von subjektiven Wertungen der problemlösenden Person abhängig. Es gehört zu deren Aufgaben, die „ständig auftretenden Entscheidungen explizit und intersubjektiv mitteilbar zu machen, damit eine Kommunikation mit allen an der Planung beteiligten Gruppen möglich wird“ (ebd., S 85 f.). Der Umgang mit Designproblemen bedarf einer Art des Denkens, das verschiedene Formen aufweist. Im Hinblick auf die Lösungssuche kann von Denkbewegungen gesprochen werden, die einmal offen, suchend, divergent sind und dann wieder analytisch, konvergent. Da der Prozess der Lösungsentwicklung kein starres Muster hat und keinem Algorithmus folgen kann, sind die zu treffenden Entscheidungen abhängig von der Urteilsfähigkeit des Planers. Das bildliche oder textliche Repräsentieren von Imaginationen dient der Vergegenwärtigung der erzeugten Varietäten bzw. Lösungsalternativen und unterstützt das Antizipieren möglicher Folgen und Wirkungen. Es kann so die Entscheidungsfindung erleichtern. Der Anwendungsbereich solcher systematischer Ideenprüfungsverfahren ist jedoch begrenzt. Rittel weist darauf hin, dass komplexe Problemstellungen oft nicht rein rational gelöst werden können, da allein schon das vorgängige Eruiieren aller möglichen Handlungsalternativen und das Abwägen deren Konsequenzen ähnlich wie beim Antizipieren der Züge beim Schachspielen bald ins Unermessliche steigen würde und nicht zu bewältigen wäre.⁵⁶ Er geht davon aus, dass einige Entscheidungen auf der Basis von Spontanurteilen zustande kommen und andere das analytische Abwägen von Vor- und Nachteilen notwendig machen, was zur Folge hat, dass das intuitive und das rationale Entscheiden nicht als gegensätzliche, sondern als

⁵⁶ Nach Rittels Auffassung stehen am Ende aller rational durchgeführten Überlegungen jeweils Entscheidungen, die subjektiv und intuitiv sind. Seiner Meinung nach lassen sich alternative Lösungsansätze zwar rational und systematisch darstellen, was dazu führt, dass ein weit verzweigter ‚Baum‘ mit Verästelungen entsteht, von denen jedes Ästchen am Ende eine subjektive Entscheidung verlangt. Je mehr sich der Planer also um Rationalität bemüht, desto mehr Verästelungen produziert er und desto mehr subjektive Urteile weist der Prozess auf (vgl. Rittel 1992, S. 57).

komplementäre Prinzipien zur Anwendung kommen (vgl. Rittel 1992, S. 54 ff.). Auf das notwendige Zusammenspiel von rationalen und intuitiven Verfahrensweisen weist auch Heufler hin (vgl. Grafik 12, S. 93).

In Anlehnung an Modelle von kreativen Prozessen stellt sich die Frage, wann und wie gute Ideen zustande kommen und ob es dazu den sprichwörtlichen Geistesblitz, die sogenannte Illumination, braucht. Studien zu den Arbeitsweisen von Designern zeigen, dass gute Ideen oft dann auftauchen, wenn sich die problemlösende Person mit etwas anderem beschäftigt (vgl. Cross 2011). Cross stellt fest, dass sich die sogenannten ‚guten Einfälle‘ einerseits dadurch auszeichnen, dass sie sich bei genauerem Hinsehen schon anbahnten und daher nicht ‚vom Himmel fallen‘ und er weist daraufhin, dass sie sich nicht unbedingt auf die Lösung beziehen, sondern eher bestimmend sind, das Problem neu zu sehen. Er spricht deshalb davon, dass der ‚kreative Sprung‘ nicht vom Problem zur Lösung führt, sondern eine Brücke eröffnet, um vom Problem zur Lösung zu kommen (vgl. ebd., S. 129). Weitere Grundprinzipien des design thinking sieht Cross erstens in der Art und Weise, offen an die Aufgabe heranzugehen, sich nicht zu früh von den ‚offensichtlichen‘ Problempunkten steuern lassen und zweitens in der Fähigkeit, das Problem mit eigenen Worten zu formulieren und ihm dadurch eine subjektive Fassung (Framing) zu geben. Die dritte Grundregel des design thinking besteht nach Cross darin, dass der Lösungsweg von ‚first principles‘ bestimmt wird (vgl. Kap. 3.5.1). Cross erkennt in der Anwendung dieser Grundprinzipien eine Gemeinsamkeit in der Art der Problemlösung bei sehr erfolgreichen Designschaffenden (vgl. Cross 1998). Abgesehen von diesen Prinzipien erachtet er die Strategien zur Prozesssteuerung jedoch als sehr individuell und situationsabhängig.

Prozesssteuerung

Erfolg und Effizienz von Lösungsprozessen scheinen wie eben dargelegt von der Fähigkeit abzuhängen, einen Prozess angemessen strukturieren zu können. Die Angemessenheit bezieht sich auf die Berücksichtigung persönlicher Präferenzen und situativer Gegebenheiten. Überstrukturierte Prozesse sind nicht erfolgsversprechend. Metaperspektivische (reflective practice) Betrachtungen seitens des Designers scheinen Voraussetzung zu sein, Wirkungsweisen schematischer Prozessstrukturen zu erkennen, ihr Potential zu nutzen oder sie gegebenenfalls zu missachten.

Ob erfolgreiche Designschaffende ein mehr oder weniger durchgängiges, strukturiertes Vorgehen haben, an dem sie sich bei der Arbeit orientieren oder ob sie abhängig von der Problemsituation jeweils eine neue Strategie entwickeln, ist in der Designforschung mehrfach untersucht worden (vgl. Ball und Ormerod

1995; Cross 2007; Visser 1990). Die Psychologin Willemien Visser zeigt anhand einer Untersuchung, welche Faktoren dazu führen können, dass eine problemlösende Person ihren Handlungsplan verlässt. Im Rahmen einer Einzelfallstudie wurden die Problemlöseaktivitäten eines Maschinenbauingenieurs bei der Auseinandersetzung mit einer komplexen Aufgabe über mehrere Wochen aufgezeichnet und analysiert. Der Proband entwickelte bezogen auf die Problemstellung vorgängig einen Handlungsplan, der einerseits die Funktion hatte, das Ziel, also die Art der angestrebten Lösung zu beschreiben und andererseits dazu diente, das Vorgehen schrittweise zu strukturieren. Es zeigte sich, dass der Ingenieur bei der anschließenden Lösung eines Problems dem klar strukturierten Handlungsplan nur bedingt folgte. Sobald Hindernisse auftauchten, organisierte er seine Arbeit abweichend vom Plan und suchte nach Handlungsalternativen. Visser konnte feststellen, dass der Ingenieur für die Wahl zwischen möglichen Alternativen eine *Aufwand-Nutzen-Bilanz* zog, die dazu diente, abzuschätzen, welche der Alternativen bezogen auf die zeitlichen und kognitiven Investitionen (cognitive costs) lohnenswerter scheint. Das Verlassen des Plans schien eine notwendige Form von Flexibilität zu sein, welche beim Lösen komplexer Probleme erforderlich war.

Die Verfahrensweise, einen Lösungsweg systematisch nach einem vorgefasstem Plan anzugehen oder aber diesen zu verlassen, um das Vorgehen dem Problem und den situativen Gegebenheiten anzupassen, werden in der Designtheorie als *strukturierte* bzw. *opportunistische* Strategie bezeichnet (Ball und Ormerod 1995; Cross 2007). Ball und Ormerod sind der Meinung, dass die Fähigkeit, einen Plan zu verlassen als wichtige Kompetenz bezeichnet werden muss, gehen aber davon aus, dass dieser Opportunismus überschätzt bzw. fälschlicherweise als solcher bezeichnet werde. Sie erachten das in Vissers Studien geschilderte Prüfen von Handlungsalternativen und Entscheiden aufgrund von Kosten-Nutzenbilanzen nicht als Abweichen vom Plan, sondern als Handlungsmuster einer elaborierten Strategie und somit als vorgesehene Option in einem systematischen Vorgehen. Sie sind der Meinung, dass das von Visser als Opportunismus bezeichnete Vorgehen sich nicht prinzipiell von einem strukturiertem Verfahren unterscheidet (vgl. ebd., S. 148).

Die erwähnten Beispiele zeigen, dass die Fähigkeit, den Gestaltungsprozess zu steuern ebenso erarbeitet werden muss, wie der Erwerb von fachspezifischen Kenntnissen. Besonders deutlich wird der Zusammenhang zwischen fachlichen und überfachlichen Kompetenzen in der Expertenforschung.

Vergleiche zwischen Novizen und Experten fassen oft jene Unterscheide ins Auge, welche die Systematik und Strategie und daraus folgend die Effizienz beim Problemlösen betreffen. Sie gehen von der naheliegenden Auffassung aus, dass eine geringe Geläufigkeit und mangelnde Erfahrung bei Novizen dazu führen,

dass ihre Lösungswege im Vergleich mit Experten ineffizienter und/oder dass die Resultate von geringerer Qualität sind. Untersuchungen bestätigen zwar solche Annahmen, zeigen aber teils auch überraschende Befunde. So zeigen Studien zur Anfangsphase von Problemlöseprozessen, dass das Eintauchen in die Tiefe eines Problems (depth-first) ein Verhalten ist, welches eher von Novizen gezeigt wird, während Experten zu Beginn bei ihrer Arbeit eine breite Lösungssuche (breadth-first) an den Tag legen (vgl. Cross 2011, S. 144 f.). Genauere Betrachtungen von Prozessstrategien zu Beginn eines Lösungsprozesses zeigen weitere Unterschiede zwischen erfahrenen Berufspersonen und Novizen. So weist der Industriedesigner Chun-Heng Ho in seinen Studien zu Strategien des design thinking nach, dass Experten in der Generierung neuer Lösungen unter anderem deshalb sehr erfolgreich sind, weil sie zu Beginn eines Designprozesses Dekonstruktionsstrategien anwenden, indem sie das Problem in Subproblem unterteilen (vgl. Ho 2001). Wichtig ist die Feststellung, dass Experten und ausgewiesene Designer gar nicht in erster Linie den effizienteren Weg anstreben und ihre Absicht nicht unbedingt dem Prinzip wenig Zeit – viel Ertrag folgt, sondern dass Experten unter Umständen mehr Zeit in eine Lösungsentwicklung investieren als Novizen dies tun.⁵⁷

3.6 Schlussfolgerungen

Durch die eingehende Betrachtung des Problemlösens aus Sicht der Designtheorie, die Darlegung der Eigenheiten von Designproblemen und den daraus resultierenden Folgen für die Art des Problemlösens, konnte die Vielschichtigkeit des Designprozesses aufgezeigt werden. Dabei wurden vor allem die präskriptiven und deskriptiven Seiten von Prozessmodellen aufgezeigt. Ihre Bedeutung und die Grenzen ihrer Übertragbarkeit auf den Unterricht werden nachfolgend diskutiert. Anschließend werden die Bedeutung des Designprozesses und insbesondere die einzelnen Prozessabschnitte im Hinblick auf ihre Bedeutung für Forschungsvorhaben dargelegt.

Die Bedeutung von Designprozessmodellen für die Technische Gestaltung

In der Darstellung des Designprozesses nach Heufler wird ein in der beruflichen Praxis der Produktentwicklung typisches Modell gezeigt. Der standardisierte

⁵⁷ Obwohl Nigel Cross sich in seinen Beschreibungen zur Charakterisierung von Strategien des *design thinking* auf Expertenforschungen bezieht, hegt er dennoch gegenüber den Novizen-Expertenvergleichen eine gewisse Skepsis. Er beründet sie durch die Vermutung, dass Designstrategien eher durch einen persönlichen, individuellen Denkstil oder von der Spezifik des vorliegenden Problems beeinflusst werden und weniger durch die Differenz zwischen Anfängern und Fortgeschrittenen (vgl. Cross 2007, S. 46).

Ablauf ist so organisiert, dass gestalterische, technologische und wirtschaftliche Elemente ineinandergreifen. Welche fachlichen Kompetenzen sich im Umgang mit diesen Elementen als wichtig erweisen, wird in den Beschreibungen Lawsons sichtbar.

Die beiden Modelle ermöglichen eine Einblicknahme in designspezifisches Arbeiten. Der Modellcharakter erlaubt es, sich die Bedingungen und Abläufe der Produktgestaltung, wenn auch stark vereinfacht, so doch in einer gewissen Konkretheit vorzustellen und im einzelnen Prozessschritt das prinzipielle Muster zu erkennen.

Es ist davon auszugehen, dass die Einblicknahme in die konkrete Arbeit von Designschaffenden für ältere Schülerinnen und Schüler eine erhellende und nachhaltige Wirkung haben kann. Zu erkennen, dass Experten und Expertinnen für die Entwicklung von Ideen viel Zeit investieren, dass die Generierung guter Ideen nicht das Resultat plötzlicher Einfälle ist, sondern auf Auseinandersetzungen beruht, kann für Kinder und Jugendliche hilfreich sein, das Verständnis für Gestalten und insbesondere für das Entwerfen zu entwickeln. Der Gestaltungsprozess kann so als Arbeitsprozess erkannt werden, der lehr- und lernbar ist.

Heuflers Darstellung eines auftragsorientierten Prozesses mit definierten Rahmenbedingungen (vgl. Heufler 2012) lässt sich trotz des Unterschieds, der zwischen Profession und Schulsituation besteht, mit Aufgabenstellung der Technischen Gestaltung vergleichen. Die von Heufler beschriebenen Prozessschritte und die angewandten Methoden lassen den Designprozess als strukturierbar und steuerbar erscheinen. Abläufe sind modellierbar, ohne dass ihnen Handlungsprinzipien zugrunde liegen, die den Charakter eines strikten Fahrplans haben.

Trotz dieser informativen und illustrativen Wirkung der Modelle, die das Verständnis für den Verlauf von Problemlöseprozessen im Design fördern können, stellt sich die Frage, was sie für den Schulunterricht und für die Förderung fachlicher Kompetenzen in der Technischen Gestaltung leisten können. Zwischen professionspezifischem Problemlösen wie es bei Heufler und Lawson sichtbar wird und dem Lösen von problemorientierten Aufgaben im Unterricht der Technischen Gestaltung bestehen Differenzen, die mindestens unter drei Gesichtspunkten zu erfassen sind.

Als *kontextuelle Differenz* können die situativen Zusammenhänge betrachtet werden, in die Gestaltungsprozesse eingebunden sind. Situationen, die aus dem beruflichen Kontext, in diesem Fall aus dem Design stammen, lassen sich nur bedingt vergleichen mit Lernsituationen im Schulunterricht. Die produktionstechnischen und insbesondere die marktwirtschaftlichen

Bedingungen verursachen eine Dynamik, die Schule weder simulieren kann noch muss.

Eine *intentionale Differenz* ergibt sich aus dem Zweck von Gestaltungsprozessen. Im Design haben diese eine grundsätzlich andere Zielsetzung als im Unterricht. Die Herstellung eines erfolgreichen Produkts ist das finale Ziel und nicht wie in der Technischen Gestaltung Mittel zum (Lern-)zweck.

Bei der Problemstellung, wie sie oft im Unterricht der Technischen Gestaltung zur Initiierung von Lernprozessen genutzt wird und wie sie auch im Rahmen der vorliegenden Untersuchung zu verstehen ist, handelt es sich um eine arrangierte Situation. Dies bedeutete, dass die Schülerinnen und Schüler das Problem nicht selbst entdecken oder es als solches erkennen müssen, sondern dass eine herausfordernde Situation an sie herangetragen wird, die sie bewältigen müssen. In dieser Arrangiertheit unterscheidet sich die problemorientierte Aufgabe von Problemstellungen, wie sie im Alltag oder in professionellen Designprozessen in Erscheinung treten. Die Instanz der Kunden oder der Produktnutzer, die im Design den Prozess der Produktgestaltung wesentlich mitbestimmt, kommt in den Gestaltungsaufgaben im Unterricht meist nicht vor.

Eine dritte, als *personale Differenz* zu bezeichnende Unterscheidung ergibt sich auf der Ebene des Subjektes. In den Prozessen von Heufler und Lawson werden Aktionen von Experten mit elaborierten Kompetenzen betrachtet. Wie weit sich diese mit Verhaltensweisen und Fähigkeiten von Kindern und Jugendlichen vergleichen lassen, lässt sich anhand der Modelle nicht in ausreichendem Maß erkennen. So ist insbesondere zu prüfen, in welcher Art Kinder in den Prozessphasen der Problemanalyse, der Planung und der Reflexion agieren.

Die Bedeutung von Designprozessmodellen für das Forschungsvorhaben

Die kontextuellen, intentionalen und personalen Differenzen machen es notwendig, die Reichweite der Modelle und ihren Geltungsbereich für den Unterricht zu prüfen. Wie Alltagserfahrungen in der Unterrichtspraxis zeigen, erweisen sich vor allem jene Elemente, die den Gestaltungsprozess kennzeichnen und ihn von reproduktiven Handfertigungsarbeiten unterscheiden, als besonders herausfordernd für Kinder und Jugendliche. Dazu gehören insbesondere Tätigkeiten der Problemanalyse, der Entwurfs- und Planungsphase sowie Momente des reflexiven Handelns.

Da der Begriff *Phase*, wie insbesondere Lawsons Modell zeigt, nicht treffend scheint, sollte eher von *Elementen* gesprochen werden, die den Prozess strukturieren. Im Hinblick auf ihre Bedeutung für den Unterricht sind es grob gefasst hauptsächlich vier Elemente, die als unterschiedliche Formen der

Auseinandersetzung mit einer Aufgabe oder einem Problem zutage treten, es sind dies a) die Auseinandersetzung mit der Aufgabe und dem Thema, b) das Entwerfen und Entwickeln von Ideen, c) die praktische Umsetzung von Ideen und d) die reflexive Betrachtung von Prozess und Produkt.

Der Vergleich der beiden Prozessmodelle von Heufler und Lawson zeigt, dass die Prozesselemente als Mittel der Arbeitsstrukturierung, gleichzeitig aber auch als Ausdruck fachlicher Kompetenz zu verstehen sind. So sind beispielsweise die Elemente von Planung und Entwurf arbeitsorganisatorisch als Generierung und Weiterentwicklung von Ideen, bezogen auf fachliche Fähigkeiten als Momente der kreativ-schöpferischen Arbeit zu verstehen. In dieser Doppelbedeutung der Prozesselemente mag einer der Gründe liegen, dass schematisierte Prozessmodelle, wenn sie als fixe Teile eines Handlungsplans verstanden werden, in der unterrichtlichen Praxis zu Irritationen führen.

Im Unterricht der Technischen Gestaltung kommt der praktischen Umsetzung oft die Hauptrolle zu. Sie nimmt viel Zeit in Anspruch und steht daher häufig im Zentrum. Mit welchen Ansprüchen die praktische Herstellung eines Produktes verbunden ist, hängt von der Konzeption des Lernarrangements ab und insbesondere davon, ob es sich bei der Aufgabe, mit der Schülerinnen und Schüler konfrontiert sind, um eine reproduktive oder um eine problemorientierte Aufgabe handelt.

Lehrpersonen, die nach einem problemorientierten Ansatz arbeiten, müssen oft feststellen, dass für die Schülerinnen und Schüler nicht die physische Realisierung der Idee die größten Herausforderungen im Gestaltungsprozess darstellt, sondern die Elemente von *Problemanalyse*, *Entwurf und Planung* sowie *Evaluation und Reflexion*. Und sie müssen feststellen, dass ein äußerliches Organisieren dieser Prozesselemente, in Form strukturierter Unterrichtsverläufe, bei denen Planungs- oder Evaluationsphasen durch die Lehrperson eingeplant sind, oft nicht ausreicht, um Schülerinnen und Schüler in den Tätigkeiten der Planung und der Reflexion handlungsfähig zu machen.

Im Hinblick auf die Forschungsfrage nach der Kongruenz und Divergenz zwischen curricularen, designtheoretischen Ansätzen und dem gestalterisch-konstruktiven Verhalten von Kindern sollen die Prozesselemente **Analyse - Planung und Entwurf - Reflexion** noch deutlicher in den Blick genommen werden.

Sie sollen die Betrachtungsstruktur, die Kategorien bilden, mit denen im nächsten Kapitel entwicklungspsychologische Theorien und im empirischen Teil der Arbeit das gestalterisch-konstruktive Tun von Kindergarten- und Unterstufenkinder genauer erfasst werden.

4 Gestalterisch-konstruktives Problemlösen bei Kindern

Die in den vorangegangenen Kapiteln dargelegten Inhalte zum Problemlösen haben die Besonderheiten der Altersgruppe der Sechs- bis Achtjährigen, die im Zentrum der vorliegenden Arbeit steht, bislang nur am Rand behandelt (vgl. Kap 1.3.2). Kindliche Formen gestalterisch-konstruktiven Tuns sowie Befunde zu alters- und entwicklungsspezifischen Voraussetzungen im Hinblick auf Gestaltungs- und Problemlösefähigkeiten sollen Gegenstand dieses Kapitels sein. Im ersten Teil werden mit dem *Bauen* und dem *Basteln* zwei bedeutende Formen kindlicher Gestaltungsaktivitäten betrachtet, die in enger Verbindung mit problemlösendem Gestalten stehen und sich auf Tätigkeitformen beziehen, bei denen Freiwilligkeit und selbstgewähltes Gestalten eine Rolle spielen. Dadurch können problemlösende Handlungsweisen zum Ausdruck kommen, die nicht auf die Strukturierung von Lernarrangements, sondern auf Intentionen von Kindern zurückzuführen sind.

Im zweiten und dritten Teil des Kapitels werden Erkenntnisse zu alters- und entwicklungsspezifischen Fähigkeiten des Gestaltens und Problemlösens dargelegt.

4.1 Bauen und Konstruieren

Im Hinblick auf die theoretischen Grundlagen kann das Bauen und Konstruieren für den Unterricht der Technischen Gestaltung aus zwei verschiedenen Blickwinkeln betrachtet werden. In der Spiel- und Lernkultur des Kindergartens gehören Bauen und Konstruieren traditionell zu den Angeboten des freien Spiels. Betrachtungen zur pädagogischen Bedeutung dieser Tätigkeiten erfolgen dementsprechend stark aus spieltheoretischer oder entwicklungspsychologischer und weniger aus fachdidaktischer Sicht (vgl. Einsiedler 1999; Kauke 1992; Reuter 2007). Auf der Primarstufe gehört das Bauen und Konstruieren, wenn es als gestaltende Aktivität verstanden wird,⁵⁸ zu den zentralen Themen der Technischen Gestaltung (vgl. Kälberer und Hüttenmeister 2002) oder zu möglichen Betätigungsformen bildnerisch-ästhetischer Prozesse (vgl. Kirchner 2001; Kirchner 2005; Reuter 2007) und wird dann unter dem fachlichen Blickwinkel der ästhetischen Bildung bzw. der technischen Bildung beurteilt.

Im Kontext von Spiel- und Lernaktivitäten erweist sich die präzise Klärung der beiden Begriffe *Bauen* und *Konstruieren* sowie ihrer Beziehung und Abgrenzung zueinander als schwierig. So wird der spielende Umgang mit Werkstoffen wie

⁵⁸ Als sachlicher Inhalt gehören technische und geschichtliche Aspekte des Bauens zu den Themenbereichen des Sachunterrichts bzw. des Fachs NMM (Natur-Mensch-Mitwelt).

Sand und Ton ebenso als *Bauen* bezeichnet wie das Spiel mit Bauklötzen oder das Herstellen von Objekten (vgl. Kirchner 2001, S. 168). In Zusammenhang mit dem kindlichen Spiel werden die beiden Tätigkeitsformen oft zusammen genannt, ohne dass genauer auf Unterschiede hingewiesen wird (vgl. Reuter 2007, S. 175). Auch in der fachdidaktischen Literatur der Technischen Gestaltung werden Bauen und Konstruieren meist nicht genau unterschieden. Der Werkdidaktiker Walter Böhm erachtet das Thema ‚Bau und Raum‘ als einen zentralen Sachbereich des Werkunterrichts, weil sich in ihm formal-ästhetische und konstruktiv-technische Erfahrungen verbinden lassen (vgl. Böhm 1975, S. 44). Das Bauen eröffnet Raumgestaltungsmöglichkeiten unter den Aspekten Innenraum, Raumkörper und Baukonstruktion. Die Konstruktion bezieht Böhm auf bautechnische Prinzipien wie Aufschichten, Stapeln, Türmen usw. und auf verbindungstechnische Verfahren wie Stecken, Verknoten, Verkleben, Verschrauben usw. Durch Bautätigkeiten, so Böhm, machen Schülerinnen und Schüler elementare technische Erfahrungen mit Phänomenen der Statik und lernen Prinzipien zu Stabilität, Gleichgewicht, Druck- und Zugkraft kennen. Nach Böhm stehen Bauen und Konstruieren in einer hierarchischen Beziehung, in der die Konstruktion dem Bauen als technische Komponente zu- oder untergeordnet ist (vgl. Böhm 1975, S. 23 ff.).

Der Kunstpädagoge Karl Klöckner sieht das Bauen im Gestaltungsunterricht wie Böhm als Auseinandersetzung mit Raum und raumbildenden Verfahren, verknüpft das Konstruieren jedoch nicht in erster Linie nur mit technischen Aspekten, sondern auch mit formalen. „Konstruieren ist mehr als nur die Erfüllung technischer Zwecke, es ist bewusste Durchführung eines geistigen Ordnungsprinzips und so eine echt künstlerische Tätigkeit“ (Klöckner 1961, S. 184). Den Bau von Geräten und Gebrauchsobjekten erachtet Klöckner zwar ebenfalls als bauendes Werken, welches jedoch über einen Baubegriff im engeren Sinn hinausgehe (vgl. Klöckner 1961, S. 120).

In ihrem Lehrmittel zum Bauen und Konstruieren ordnen Kälberer und Hüttenmeister dem Bereich *Bauen* Auseinandersetzungen mit Objekten zu, die durch ihre Statik und ihre Bauweise raumbildend sind und Lasten tragen können (vgl. Kälberer und Hüttenmeister 2002, S. 8 ff.), dazu gehören architektonische Bauten wie Häuser, Türme, Mauern, Brücken usw. Den Begriff des Konstruierens verwenden sie in Zusammenhang mit Objekten, die eine mechanische Funktion aufweisen und bei denen das Übertragen von Kräften in Bewegungsmustern eine Rolle spielt. So werden bewegte und bewegliche Objekte wie Fahrzeuge, Kräne, Windräder, Hampelmänner usw. als Unterrichtsthemen vorgeschlagen, um Einsicht in Antriebs- und Transmissionsprinzipien zu vermitteln (vgl. Kälberer und Hüttenmeister 2002, S. 46).

Aus den Beispielen geht hervor, dass die Begriffe *Bauen* und *Konstruieren* nicht eindeutig voneinander abgegrenzt werden und dass insbesondere der Begriff des Bauens sehr vielfältig angewandt wird – dies nicht nur bezüglich unterschiedlicher Bedeutungen, sondern auch im Hinblick auf den zeitlichen Wandel. So zeigt sich, dass jene Art von Bauen, bei dem stark formal-ästhetische und somit auf Material- und Raumwirkung bezogene Komponenten betont werden, den Zeitgeist eines Werkunterrichts der 1960er- und 1970er-Jahre widerspiegeln (vgl. Abb. 14). In aktuelleren Curricula der Technischen Gestaltung stehen beim Bauen die technischen Aspekte wie das Erkunden des Zusammenspiels von Konstruktion und Funktion sowie das Sammeln von Erfahrungen mit physikalischen Kräften im Vordergrund (vgl. Abb. 15). Das Bauen als formal-ästhetische, als bildnerische Tätigkeit wird dagegen verhältnismäßig wenig thematisiert.

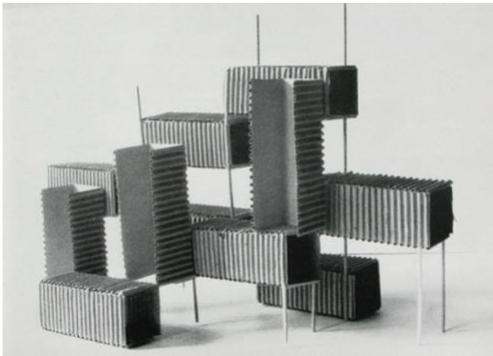


Abb. 14 Betonung formaler Aspekte beim Bauen (aus: Klöckner 1961, S. 130)



Abb. 15 Betonung technischer Aspekte beim Bauen (aus: Kälberer 2002, S. 36)

4.1.1 Materialität als Inspiration

Die Möglichkeiten des Bauens und Konstruierens sind sehr unmittelbar mit den Voraussetzungen und Eigenschaften verbunden, die Bau- und Werkstoffe mit sich bringen. Bei spielerischen Aktivitäten von Kindern ist vielfach das Material Ausgangspunkt für gestalterisches Handeln und für den formalen und konstruktiven Gestaltungsraum.⁵⁹ Dies gilt, wenn es in Form von Bauspielzeug wie Bauklötzen oder strukturiertem Konstruktionsspielzeug zur Verfügung steht,

⁵⁹ Der Begriff *Material* wird im vorliegenden Kontext sehr umfassend verwendet und meint jene Stoffe und Dinge, die als physisch greifbare und handhabbare Mittel für das Bauen genutzt werden können. Er bezieht sich demnach sowohl auf traditionelle und in der Technischen Gestaltung als Werkstoffe bezeichnete Baumaterialien wie Papier, Ton, Gips, Holz usw. sowie daraus gefertigte Produkte im Sinn sogenannter Halbfabrikate, auf Naturmaterialien, auf Teile von Bau- und Konstruktionsspielzeug wie auch auf Alltagsgegenstände und Objekte, die zweckentfremdet für das Bauen genutzt werden.

aber auch dann, wenn vorhandene Objekte und Materialien wie beispielsweise Stühle, Stöcke und Tücher zum Bauen von Behausungen genutzt werden.

Von den Eigenschaften, den Erscheinungsformen, dem Aufforderungscharakter und der zur Verfügung stehenden Menge kann es abhängig sein, zu welchen Bautätigkeiten sich Kinder anregen lassen (vgl. Lee und Metzger 2014, S. 456 ff.). In der Technischen Gestaltung kann die Beschaffenheit des Werkstoffs und insbesondere seine Veränderbarkeit ausschlaggebend sein, wozu er inspirieren und anregen kann.

In Zusammenhang mit ästhetischen Bildungsprozessen wird der Stofflichkeit von Dingen und den ihnen innewohnenden Möglichkeiten für Wahrnehmungs- und Gestaltungsprozesse eine große Bedeutung zugemessen. Dies gilt für olfaktorische, gustatorische, akustische, visuelle und in besonderem Maß haptische Sinneseindrücke (vgl. Duderstadt 1997, S. 39 ff.). Um die Beziehung, die zwischen dem Material und der Stofflichkeit der Dinge besteht, deutlich zu machen, schlägt der Kunstwissenschaftler Matthias Duderstadt einen Materialbegriff vor, der drei Stufen umfasst. Naturbelassene, vom Menschen unbearbeitete Stoffe bezeichnet Duderstadt als *Materie*, vom Menschen in einen Rohstoff zugerichtete Form als *Material* und seine Verarbeitung zu einem Objekt als *Ding* (vgl. ebd.; S. 76 ff.). Die drei Stufen von Duderstadts Materialbegriff zeigen sozusagen die Genese der Dinge auf.

Beruhend auf der Bedeutung, welche Materie und Materialien in Gestaltungsprozessen hinsichtlich handwerklicher, konstruktiver und formal-ästhetischer Entscheidungen haben, wird der Materialerkundung im Gestaltungsunterricht viel Zeit eingeräumt. Formen des entdeckenden, experimentierenden Lernens werden genutzt, um sich mit Materialeigenschaften und ihren ästhetischen Qualitäten auseinanderzusetzen. Der Didaktiker für Technische Gestaltung Viktor Dittli weist in dem Zusammenhang auf die bewährten fachdidaktischen Unterrichtsmethoden der Materialuntersuchung, der Materialerkundung, des gestalterischen Experiments und des technischen Experiments hin (vgl. Dittli 2009): Die *Materialuntersuchung* bezieht sich auf das elementare Erkunden eines Werkstoffs. Durch vielfältige Arten des Umgangs sollen seine Eigenschaften mit vielen Sinnen erkundet werden (vgl. ebd., S. 37). Die Kindergartendidaktik kennt dazu den Begriff der *Materialerfahrung*, bei der Kinder durch explorative, erkundende Tätigkeiten Materialeigenschaften kennenlernen. Von der Materialuntersuchung grenzt Dittli die *Materialerprobung* ab. Diese ist zielgerichteter, da sie dazu dient, Eigenschaften im Hinblick auf ein bestimmtes Vorhaben oder Verfahren zu prüfen. Dabei stehen oft handwerkliche Bearbeitungstechniken, deren technische Anforderungen und ihre formalen Effekte im Zentrum. So kann beispielsweise beim skulpturalen Arbeiten die Wahl von Raspeln oder Feilen und deren

Handhabung über die Beschaffenheit der Oberflächenstruktur entscheiden. Das *gestalterische Experiment*⁶⁰ bezieht der Autor auf Erprobungen, die vorgenommen werden, um formal-ästhetische Entscheidungen zu treffen. Materialbedingte Qualitäten wie Formen, Farben, Texturen, Oberflächen usw. sollen bezogen auf das Vorhaben untersucht und ihre optischen und haptischen Eigenschaften und Wirkungen genutzt werden. Beim *Technischen Experiment* werden zu einem Sachverhalt, der sich aus der Aufgabenstellung ergibt, Zusammenhänge zwischen Material, Konstruktion und Funktion geprüft. Schülerinnen und Schüler können durch diese Lernform Hypothesen bilden, diese in systematisch angelegten Experimenten prüfen und so ihre technologischen Kenntnisse aufbauen und erweitern (vgl. ebd., S. 37).

Als methodische Form, die das Erkunden von Material ins Zentrum stellt, schlägt Karolin Weber, Didaktikerin für Technische Gestaltung, das *Materialatelier* vor (Weber 2001). Es dient dazu, dass Lernprozesse, die im Rahmen einer instruktionalen Phase, wie beispielsweise der Einführung eines Werkstoffs oder Werkzeugs, beginnen, eine spielerische Fortsetzung finden können. Im Atelier treffen Kinder auf eine arrangierte, anregende Umgebung, die ihnen eine explorative Art der Materialerfahrung ermöglicht. Diese erkundenden Tätigkeiten münden nach und nach in Gestaltungsabsichten. „Die Kinder ‚plappern‘ mit dem Material und finden allmählich zu einer eigenen Fabuliersprache für ihre Idee“ (Weber 2001, S. 17). Die Tätigkeiten der Kinder im Atelier und ihre wachsende Vertrautheit im Umgang mit Material und Werkzeug dienen der Vorbereitung auf weiterführende Unterrichtsvorhaben (vgl. ebd., S. 18).

Die Darbietungsform von Werkstoffen und Materialien kann die Art der spielerischen und gestaltenden Handlungen bestimmen. Besonders deutlich wird dies, wenn Kinder beim Bauen mit Bauklötzen nicht unbedingt Objekte anstreben, die durch ihre Abmessungen beeindruckend sind, sondern durch formal-ästhetische Qualitäten. So animieren Baumaterialien, die aus vielen gleichen Teilen bestehen, wie beispielsweise Kaplahölzer, Kinder zur wiederholten Anwendung gleicher Prinzipien des Stapelns und zur Bildung von Mustern. Die Mathematikdidaktik kennt dazu das Prinzip GMGM (Gleiches Material in großen Mengen) (vgl. Lee und Metzger 2014), nach welchem Kindern Material in großer Stückzahl weitgehend ohne spezifischen Auftrag angeboten wird. Die Suche nach Mustern, Reihen, Symmetrien und Wiederholungen führt zu

⁶⁰ Da sich in der Didaktik der Technischen Gestaltung der Begriff der *Gestaltung* auf den Gesamtprozess einer Produktentwicklung und –realisierung bezieht, also auch das Lösen konstruktiver und technischer Fragen beinhaltet, ist die Bezeichnung *Gestalterisches Experiment* irreführend und nicht präzise, weil im konkreten Fall nur formal-ästhetische Aspekte gemeint sind.

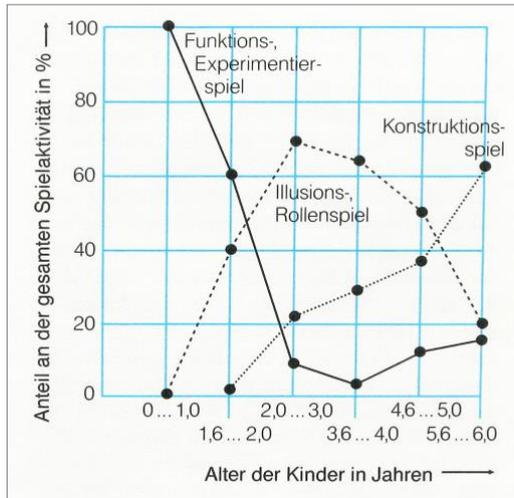
Handlungsweisen, die ästhetisches und mathematisches Denken und Handeln verbinden.

4.1.2 Bauen als Komponente des kindlichen Spiels

Sowohl in der Kunstpädagogik wie auch in der Entwicklungspsychologie wird die Bautätigkeit als elementare Form des kindlichen und besonders des frühkindlichen Spiels betrachtet. Klöckner nennt es *spielendes Bauen*, wenn die Kinder flächenbildende und verbindende Hilfsmittel, die ihnen zur freien Verfügung stehen, nutzen und damit sowohl das Material wie auch das „Konstruieren als Werkform erkunden“ (vgl. Klöckner 1961, S. 126). Dieses spielende, erkundende Bauen gesteht der Autor nicht nur Kindern zu, sondern beobachtet, dass das Interesse am Bauen bis ins Erwachsenenalter bestehen bleibt (vgl. ebd.; S 127).

Für den Zusammenhang zwischen Spiel und Gestaltung ist die Theorie der Entwicklungspsychologin Charlotte Bühler zentral. Sie sieht Bauen als eine jener Tätigkeitsformen, bei der das Kind eine Beziehung zwischen Spielen und Schaffen herstellt. Bühler verknüpft das *Schaffen* mit der Intention des Kindes, etwas zu produzieren. „Dem richtungslosen, ungesteuerten konstruktiven Tun gibt die Intention auf Darstellung Richtung, Inhalt und Ziel. Nicht ein vages Etwas, sondern ein bestimmter Gegenstand wird zur Aufgabe des konstruktiven Tuns“ (Bühler 1967, S. 141). Dieses intentionale Schaffen, das einer Vorstellung des Kindes entspringt, beginnt vor dem vierten Altersjahr und entwickelt sich beim fünf- bis achtjährigen Kind zu einer Form der schöpferischen Gestaltung, die Bühler *Werkherstellung* nennt. Sie bezieht diese Herstellung von Werken auf das konstruktive Zustandekommen dreidimensionaler Objekte wie auch auf deren bildnerische Darstellungsqualität (vgl. ebd., S. 217 ff.).

Diese entwicklungspsychologische Sichtweise behandelt das spielende Bauen als eine Form der Erkundung und eine Form der Artikulation. Bühler ordnet die Werkherstellung und das werkschaffende Spiel einer Spielkategorie zu, die sie als *Konstruktionsspiel* bezeichnet. Dieses grenzt sich von anderen Kategorien wie beispielsweise vom Funktionsspiel, bei dem nicht das intentionale Gestalten von Objekten, sondern die explorative Materialerkundung im Zentrum steht (vgl. Bühler 1967, S. 134), oder vom Rezeptionsspiel, zu dem Tätigkeiten wie das Betrachten von Bilderbüchern oder das Anhören von Märchen gehören, ab. Das Konstruktionsspiel zeichnet sich durch die zielgerichtete Hervorbringung einer Idee und somit durch produktives Tun aus. Dieses kann sich nach Bühler auf das Bauen, das Zeichnen und Schreiben, das Singen von Liedern usw. beziehen (vgl. ebd., S. 135).



Während das Funktionsspiel beim Kleinkind eine zentrale Rolle einnimmt, wird seine Bedeutung mit zunehmendem Alter geringer. Das Konstruktions-spiel hingegen beginnt sich im Lauf des zweiten Lebensjahrs zu entwickeln und wird für das Kind immer wichtiger. Laut Bühler nimmt es gemessen an der gesamten Spielaktivität von Vorschulkindern den größten Anteil ein (vgl. Abb. 16).

Abb. 16 Spielaktivität nach Bühler (aus: Kauke 1992, S. 52)

Die Zusammenstellungen von Bühler basieren auf der Auswertung von Tagebuchaufzeichnungen zu Bubi Scupin (vgl. ebd.; S. 134). Verallgemeinernde Aussagen lassen sich daraus nicht ableiten.⁶¹ Dennoch ist davon auszugehen, dass Spielformen und Tätigkeiten, bei denen das erfindende, produzierende Tun im Zentrum steht, für Kinder im Vor- und Grundschulalter besonders bedeutsam sind.

Es ist darauf hinzuweisen, dass der Begriff *Konstruktionsspiel* unterschiedlich verwendet wird. In der Spieltheorie und Entwicklungspsychologie wird darunter die soeben erwähnte und im Hinblick auf die Entwicklung des Kindes wichtige Art des Spielens verstanden. Bezogen darauf wird Spielzeug, das solche Spielverhalten fördert, ebenfalls als Konstruktions-spiel und Konstruktions-spielzeug bezeichnet. Dazu gehören in der Hauptsache Bauklötze und Konstruktionsbausysteme. Sie sollen das spielende Bauen und Konstruieren anregen und fördern. Konstruktions-spielzeuge wie Lego, Matador, Fischertechnik, Meccano usw. sind dadurch gekennzeichnet, dass sie aus einem Set von Elementen bestehen, die aufgrund ihrer Größe und Proportionen exakte Passgenauigkeiten aufweisen. Das Spiel besteht aus einem modularen Satz von Teilen, die so gefertigt sind, dass Einzelelemente durch Stecken, Klicken, Schrauben usw. miteinander verbunden werden können. Je nach

⁶¹ Ernst und Gertrud Scupin veröffentlichten 1907 in ihrem Buch ‚Bubis erste Kindheit‘ Beobachtungen über das Aufwachsen ihres Sohnes in den ersten drei Lebensjahren. In einem weiteren Band wurde die Entwicklung des Kindes vom vierten bis zum sechsten Lebensjahr beschrieben. Die Scupins bezeichneten ihre Aufzeichnungen als Beobachtungsmaterial ohne Anspruch auf Wissenschaftlichkeit (vgl. Hopf 2004, S. 76). Die Tagebücher gehören zu den frühen Beispielen empirischer Beobachtung in der Pädagogik (vgl. Scholz 1994) Sie erlangten große Resonanz, gelten aber aufgrund der Distanzlosigkeit zwischen Beobachter und Beobachtetem nicht als unumstritten (vgl. ebd., S. 26). Auch Bühler selbst weist auf die mangelnde Wissenschaftlichkeit der Datensammlung hin und ebenso auf die Tatsache, dass die Ergebnisse auf die Beobachtungen eines Kind basieren (vgl. Bühler 1961 (1928), S. 133).

Variationsreichtum des Sortiments, das aus raumbildenden Elementen, aus mechanischen Getriebeteilen, aus Rädern usw. bestehen kann, lassen sich damit Objekte unterschiedlicher Erscheinungsformen und Funktionen zusammenbauen. Da die Erscheinungsform der Teile vorgegebenen und meist relativ gleichförmig ist, besteht hinsichtlich der Formgebung ein begrenzter Gestaltungsspielraum. Die Stärke des Konstruktionsspiels liegt demnach nicht unbedingt in seinem Potential, formal-ästhetische Gestaltungsprozesse anzuregen, sondern in der Möglichkeit, stabile und funktionstüchtige Objekte zu realisieren.⁶² Dies selbst dann, wenn unter Umständen die manuellen Fähigkeiten und das Verständnis für konstruktive Prinzipien und funktionale Zusammenhänge beim Kind noch nicht soweit entwickelt sind, dass technische Objekte von Grund auf selber hergestellt werden können. So können beispielsweise bereits Vierjährige aufgrund des vorstrukturierten und auf spezifische Verwendungen ausgerichteten Materials einfache, funktionstüchtige Fahrzeuge bauen.

Die Steck- und Schraubsysteme ermöglichen überdies eine Reversibilität von Handlungen, die der Neugier von Kindern entgegenkommt, weil das Demontieren ebenso interessant werden kann wie das Montieren. Anders als bei Bauten aus Klötzen, die meist lustvoll zum Einstürzen gebracht werden, ist die Dekonstruktion bei konstruierten Objekten verlangsamt, erfolgt sukzessiv und kann unterbrochen werden – ein Vorgang, der für das Verstehen des Zusammenhangs zwischen Form und Funktion wichtig ist.

Trotz der stark strukturierten Formen und der fix vorgegebenen Möglichkeiten von Verbindungstechniken ist der Gestaltungsraum beim Umgang mit Konstruktionsspielzeug nicht zu unterschätzen. Er besteht für jüngere Kinder vorerst darin, in den Konstruktionsteilen das intendierte Prinzip zu erkennen und einige Einzelteile zu einem sinnvollen Ganzen zu kombinieren. Das Sinnhafte muss sich allerdings nicht unbedingt in der Nachahmung technischer Objekte zeigen. So ist es nicht ungewohnt, wenn insbesondere jüngere Kinder aus Legosteinen Dinge der belebten Natur nachbauen und aus den kantigen, kubischen Blöcken Vögel und Schmetterlinge entstehen lassen (vgl. Ness und Farenga 2007, S. 128).

Das Nachbauen vorgegebener Objekte, zu denen oft Anleitungen oder Konstruktionszeichnungen vorliegen, fördert die Einsicht in die Funktion von Plänen. Um das Verständnis für die Bedeutung und Nützlichkeit von Plänen zu fördern schlägt der Sozialpädagoge Lukas Bühlmann vor, abgesehen vom Bauen

⁶²Die Aussage ist insofern zu relativieren, als dass modulare Systeme gerade aufgrund eines reduzierten Sets ähnlicher Elemente formal sehr überzeugend sein können. Dies zeigen Bausystem im Möbelbau und in der Architektur (vgl. Steiner 2011).

nach Plan auch den umgekehrten Weg zu gehen und Kinder anzuregen, aufgrund ihrer Objekte planartige Zeichnungen herzustellen (vgl. Bühlman 2014, S. 17). Holz- oder Steinbaukästen weisen mit Konstruktionsspielzeug die Ähnlichkeit auf, dass sie ebenfalls aus passgenauen Elementen bestehen, die jedoch nicht fix verbunden, sondern durch das Schichten und Stapeln zu einem Baukörper kombiniert werden müssen. Das Sammeln von Erfahrungen mit Schwerkraft, Gleichgewicht und Statik ist beim Spiel mit Bauklötzen besonders gut möglich, da Kinder im Umgang mit unterschiedlichen Materialien spielend Labilität und Stabilität erfahren (vgl. Beins 2005, S. 13). Je heterogener die Bauelemente sind, desto herausfordernder ist es, sie in ein Gleichgewicht zu bringen.

Im Gegensatz zum Spielen mit Bau- und Konstruktionsspielzeug macht das Bauen mit Werkstoffen, die wenig strukturiert sind und bei denen formgebende und verbindungstechnische Entscheidungen nicht bereits im Bauelement definiert sind, sondern erarbeitet werden müssen, vielschichtigere Prozesse erforderlich. Aus diesem Grund wird in der Kunstpädagogik und in der Technischen Gestaltung dem Bauen mit weniger strukturiertem Material, bei dem das Wählen eines geeigneten Werkstoffs und das In-Form-Bringen desselben zum Gestaltungsprozess gehören, mehr Bedeutung beigemessen.

4.1.3 Bildende Aspekte des Bauens

Mit den Tätigkeiten des Bauens werden unterschiedliche Bildungsziele verbunden, die sich auf die Förderung fachlicher, fachübergreifender und überfachlicher Fähigkeiten beziehen.

Die komplexen Herausforderungen, die mit Bau- und Konstruktionsaufgaben verbunden sind, können Schülerinnen und Schüler erfahren, wenn sie bei der Konzipierung und Realisierung eines Bauvorhabens das Zusammenspiel von Form, Funktion, Material und Erscheinung nicht nur kognitiv verstehen, sondern auch technisch bewältigen müssen. Klöckner unterscheidet deshalb zwischen echtem und unechtem Konstruieren (vgl. Klöckner 1961, S. 188). Werde ein Objekt gebaut, um als Abbild oder Schaubild eines realen Bauwerks zu dienen, ohne dass bei der Herstellung technisch-konstruktive Herausforderungen bewältigt werden müssen, könne nicht von wirklichem Konstruieren die Rede sein. So spricht Klöckner auch den Objekten, die nach einem vorliegenden Bauplan oder gar mit einem Bausatz erstellt werden, bildende Effekte ab, da diesen ‚das Quellerlebnis‘ des selber Probierens fehle (vgl. Klöckner 1961, S. 191).

Diese Art des Bauens umfasst nicht nur die Berücksichtigung physikalischer und konstruktiv-technischer Bedingungen, sondern auch einen experimentierenden, erprobenden Umgang damit. Dass physikalische Zusammenhänge, die für das

Konstruieren standfester und tragfähiger Bauwerke wesentlich sind, auf ihre Wirkungsweise hin untersucht werden, gehört zum methodischen Konzept des experimentierenden und problemlösenden Lernens in der Technischen Gestaltung (vgl. Kälberer und Hüttenmeister 2002, S. 5).

Die Frage, welche elementaren Erfahrungen Kinder machen, wenn sie sich nicht innerhalb arrangierter Aufgabenstellungen, sondern im freien Spiel mit dem Bauen beschäftigen, ist in den vergangenen Jahren ins Blickfeld fachdidaktischer Forschung gerückt (vgl. Casey und Andrews 2008; Ness und Farenga 2007; Reifel und Marks Greenfield 1982).

Die Entwicklungspsychologen Daniel Ness und Stephan Farenga widmen sich der Bedeutung des Spielens für die kindliche Entwicklung und erkennen im bauenden Spiel ein wichtiges Potential zur Förderung räumlichen Denkens. Mit den Hinweisen auf Fröbels Spielgaben⁶³ machen sie auf die lange pädagogische Tradition von Bauspielzeug im Kindergarten aufmerksam (vgl. Ness und Farenga 2007, S. 73). Ness und Farenga zeigen in ihren Studien auf, welche raumbildenden und physikalischen Erfahrungen Kinder beim Spiel mit Bauklötzen oder Konstruktionsmaterial machen. Für die Bildungsarbeit im Kindergarten von besonderem Interesse sind ihre Untersuchungen, weil sie vorwiegend Situationen in den Blick nehmen und analysieren, die sich im freien Spiel ergeben, also in Situationen, in denen Kinder sehr stark selbstgesteuert agieren. Bemerkenswert sind die Studien überdies, weil die Bautätigkeit von Kindern nicht nur unter einem pädagogischen Gesichtspunkt, sondern auch aus einem außerschulischen Blickwinkel betrachtet wird. Die Untersuchung von Ness und Farenga war so angelegt, dass die Bautätigkeiten von Kindergartenkindern bzw. die gebauten Objekte, wie sie im freien Spiel entstanden, videografiert und fotografiert wurden. Aus Sicht eines Architekten wurde beurteilt, welche in der Architektur relevanten Themen und Bauprinzipien sich bereits im Tun und in den Werken der Kinder erkennen lassen (vgl. Ness und Farenga 2007, S. 77 ff.). So ergab die Studie, dass sowohl formale wie auch technische Bauprinzipien, die in der Architektur gebräuchlich sind, in den Bautätigkeiten und Werken der Fünf- und Sechsjährigen in Erscheinung treten. Dazu gehören Bauweisen wie Schichtung und Verzahnung, der Umgang mit Statik unter Berücksichtigung von Gleichgewichtsverhältnissen, die Verwendung von Kragarmen und Trägern, raumbildende Maßnahmen zur Schaffung von Innen- und Außenräumen durch Eingrenzungen,

⁶³ Friedrich Fröbel verband seinen Ansatz zu einer frühkindlichen Bildung mit einer eigenen Spieltheorie. Teil davon sind die sogenannten ‚Spielgaben‘, zu denen der Würfel als Ganzes und seine Unterteilung in acht oder siebenundzwanzig Teile beim Kind das Verständnis für Form und Raum und für das Verhältnis vom Ganzen und seinen Teilen fördern soll (vgl. Berger 2000, S. 6).

Berücksichtigung formaler Kriterien wie Symmetrie, Parallelismus, Rechtwinkligkeit und Proportionalität (vgl. Ness und Farenga 2007, S. 78). Die Ergebnisse zeigten, dass die Kinder beim Bauen konstruktive, funktionale und formale Prinzipien berücksichtigten und sich somit an jenen Grundbedingungen orientierten, die auch in der Architektur zu den konstitutiven Elementen des Bauens gehören. „In architecture, three primary conditions play a crucial role in the development an construction of any structure: strenght or firmness; utility or functionality; and aesthetics“ (Ness und Farenga 2007, S. 93).

Dass die formalen Aspekte besonderes bei jüngeren Kindern eine wichtige Rolle spielen, wird deutlich, wenn das Bauen nicht nur im Hinblick auf die Förderung technischer, sondern auch bildnerischer Fähigkeiten hin betrachtet wird. Mit dem Bauen von Objekten verfolgen Schülerinnen und Schüler und besonderes jüngere Kinder meist nicht nur technische und funktionale Ziele, für sie ist Bauen eine Form der Darstellung und des Artikulierens.

Dass Kinder symbolhaft bauen und die gebauten Produkte Erzeugnisse von Phantasie-tätigkeiten sind, zeigt der Erziehungswissenschaftler Stuart Reifel in seinen Untersuchungen auf. Er geht davon aus, dass Kinder basierend auf ihrer Symbolfähigkeit und ihrem Darstellungswillen beim Bauen Dinge aus ihrer Umwelt repräsentieren. Durch die Analyse solch kindlicher Repräsentationsformen untersucht Stuart die Komplexität gebauter Objekte und setzt sie in Beziehung mit dem Alter der Kinder. Die Komplexität macht Reifel einerseits daran fest, welche Formen von Verschachtelungen und Elementkombinationen zwischen einzelnen Bauklötzen sichtbar werden (hierarchical integration) und andererseits an den räumlichen Ausrichtungen (dimensionality) der Objekte (vgl. Reifel und Marks Greenfield 1982). Der Vergleich zwischen Vier- und Siebenjährigen zeigt, dass die Kinder im freien Spiel mit zunehmendem Alter eine differenziertere Bauweise anwenden, deren Merkmale Analogien zur Kinderzeichnung aufweisen. So sind die Bauten, die zum Sujet *Haus* entstanden, bei den älteren Kindern detaillierter, indem mehr Elemente eines Hauses dargestellt und diese komplexer realisiert wurden. Einzelne Hausteile wie Türen, Wände, Kamine usw. wurden nicht mehr wie bei den Vierjährigen durch das Platzieren eines einzelnen Bauklotzes symbolisiert, sondern aus mehreren Teilen aufgebaut und realistischer dargestellt. Das Verhältnis, das offenbar zwischen der differenzierteren Wahrnehmungs- und Darstellungsfähigkeit des Kindes einerseits und der Fähigkeit zur Realisierung komplexer, statischer Bauten besteht, ist für Reifel nicht genau zu bestimmen. „Parts of symbols become more salient as the child develops. It is not known whether the increasing differentiation of house symbols is due to the child’s increasing ability to differentiate parts of the referent or whether it is due to an increasing ability to create more differentiated block structure, or both“ (Reifel

und Marks Greenfield 1982, S. 225). Wichtig ist für Reifel, dass die Bautätigkeit von Kindern nicht nur unter dem technischen Aspekt betrachtet wird, sondern auch als mediales Mittel und als Ausdruck von Symbolfähigkeit und Darstellungskompetenz (vgl. ebd., S. 227).

Unter dem Aspekt der Bildhaftigkeit betrachtet auch Konrad Auerbach die Bautätigkeit von Kindern. Der Umgang mit den Elementen Fläche, Körper, Raum führt bei der Realisierung von Bauten, unabhängig davon, ob sie eher darstellend und daher nach Auerbach zweckfrei oder aber utilitär und somit zweckhaft sind, zu bildnerischem Ausdruck (vgl. Auerbach 1988, S. 30 f.). Auerbach geht davon aus, dass die Bautätigkeit der Kinder im Vorschulalter von Phantasietätigkeit und individueller Bedeutsamkeit geleitet wird. „Bauen ist so durch anschauliches Denken und Handeln reguliert und bedarf zumeist der erlebnisbetonten Spielhandlung“ (Auerbach 1988, S. 120). Bezugnehmend auf die Untersuchungen und Erkenntnisse von Auerbach betont auch die Kunstpädagogin Constanze Kirchner die bildnerischen Aspekte des Bauens. Als spielerisches Tun gehöre Bauen und Konstruieren, so Kirchner, zu den möglichen „Ausdrucksweisen ästhetischen Verhaltens“ (Kirchner 2001, S. 172) von Kindern.

Kirchner betrachtet das Bauen als bildnerische Praxis in Zusammenhang mit der Rezeption zeitgenössischer Kunst. Sie sieht in dieser dreidimensionalen Ausdrucksform eine Möglichkeit, Kinder an das Schaffen jener Künstler und Künstlerinnen heranzuführen, deren Werke ebenfalls aus Tätigkeiten des Bauens und Konstruierens und aus einem experimentellen Umgang mit Werkstoffen hervorgehen. Bauen und Konstruieren kann so zu einer Form der ästhetischen Praxis werden, bei der nicht naturwissenschaftlich-technische, sondern die Entwicklung von Phantasietätigkeit und Ausdrucksfähigkeit im Zentrum stehen (vgl. ebd.; S. 171). Ein gesteigertes Interesse an Bautätigkeiten und eine Erhöhung der Fähigkeiten im Hinblick auf Formenreichtum und Komplexität zeigt sich vor allem im Grundschulalter (vgl. Kirchner 2001; Kirchner 2005).

Weitere bedeutsame, bildende Erfahrungen, die Kinder beim Bauen sowohl im Hinblick auf technisch-konstruktive als auch auf darstellend-bildnerische Tätigkeiten machen, beziehen sich auf die Fähigkeiten der Raumbildung und Raumwahrnehmung. Beim Bauen kann sowohl das Bilden von Räumlichkeit wie auch das körperliche Erleben von Raum zum Moment ästhetischer Erfahrungen werden. Besonders faszinierend sind für Kinder Gelegenheiten, die großräumiges Bauen ermöglichen, so dass die Beziehung von Außen- und Innenraum mit dem eigenen Körper erlebbar wird. Das „Versteckensein und Eingeschlossensein“ wird von den Kindern als besondere Form des Raumerlebens erfahren (vgl. Auerbach 1988, S. 65).

Abgesehen von jenen bildenden Aspekten, die das Bauen in fachlicher Hinsicht für die Bildnerische und Technische Gestaltung wichtig machen, kommt ihm eine überfachliche Bedeutung zu. Die Entwicklung von Verhaltensweisen, die als ausdauernd und zielgerichtet bezeichnet werden können und somit die Entwicklung des Konzentrationsvermögens von Kindern begünstigen, sind in Zusammenhang mit den Kompetenzen des Problemlösens wichtig. Diesbezüglich weist die Entwicklungspsychologie dem Bauen und Konstruieren eine besonders förderliche Wirkung zu. Das Kind erfährt beim spielenden Bauen, also beim werkschaffenden Spiel, die Möglichkeit, selbst gestellte Aufgaben zu verfolgen und zu lösen (vgl. Schenk-Danzinger 1996, S. 70). In dieser Tatsache, die das Konstruktionsspiel in die Nähe von Verhaltensweisen rückt, die als *Schaffen*, als *Werken*, als *Arbeiten* bezeichnet werden können, erkennt die Psychologin Marion Kauke ein wichtiges Bildungspotential. Kauke geht davon aus, dass Kinder durch das Konstruktionsspiel befähigt werden, vorerst mit selbstauferlegten und später mit von außen herangetragenen Aufgaben umzugehen (Kauke 1992). „Was das Konstruktionsspiel zur Entwicklung von geistigen Fähigkeiten und darüber hinaus für die Persönlichkeitsentwicklung insgesamt leisten kann, erkennt man an seiner Anforderungsstruktur“ (Kauke 1992, S. 51). Die Autorin erwähnt in diesem Zusammenhang speziell die gestalterisch-konstruktiven Tätigkeiten, denen sich ein Kind widmet, wenn es aus Material ein funktionstüchtiges Objekt herstellen will und einer „Kette von Problemen“ (vgl. ebd., S. 51) gegenübersteht, die bewältigt werden müssen.

4.2 Basteln - Spannungsfeld zwischen Konformität und Anarchie

Kaum ein Begriff wird in der Technischen Gestaltung und der Kunstpädagogik mit soviel Ambivalenz und Vorbehalten aufgefasst, wie der des Bastelns. Die Gründe für das gespaltene Verhältnis sind vielfältig – ihnen gemeinsam sind negativ besetzte Bedeutungen und Assoziationen, die teils offensichtlich, teils vermeintlich in Widerspruch zu fachlicher Bildungsarbeit stehen. So wird Basteln gemeinhin als Synonym für unprofessionelles handwerkliches Tun verwendet. Konnotationen wie Belanglosigkeit und Dilettantismus verhindern eine Verbindung zu den Werten der Technischen Gestaltung, zu sehr ist mit dem Basteln die Vorstellung des unqualifizierten Tuns verbunden, dessen Ergebnisse fachlichen Ansprüchen nicht standhalten können.

Dass Basteln im Bereich der Vor- und Unterstufe dennoch immer wieder als Begriff auftaucht, führt zur Befürchtung, dass die Bildungsarbeit mit jüngeren Kindern als nicht ernsthaft und nicht substantiell eingestuft wird. Dies wird deutlich in der Feststellung des Werkdidaktikers Walter Böhm: „Wie stark diese Einstellung immer noch verbreitet ist, zeigt sich in der gedankenlosen

Gleichsetzung der beiden Begriffe Basteln und Werken. Während Werken [...] den Anspruch erhebt, im Verein mit Geistes- und Naturwissenschaften Menschenbildung zu betreiben, begnügt sich das Basteln mit der Selbstherstellung mehr oder weniger nützlicher und brauchbarer Dinge, die man in den meisten Fällen besser, billiger, schneller und müheloser kaufen könnte“ (Böhm 1975, S. 11).

Mit der Zweckorientierung spricht Böhm eine weitere Problematik an, die das Image des Bastelns nicht zu verbessern vermag. Er erkennt darin die Gefahr, dass die Förderung gestalterischer Fähigkeiten vernachlässigt wird, da die zweckorientierte Funktion von Gegenständen oft nur durch das Arbeiten nach Vorlagen und genauer Anleitung erreicht werden könne (vgl. ebd.; S. 12).

Durch das Basteln nach Vorlage verliert das Gestalten seine wesentlichsten Qualitäten und verkommt zu einem kleinschrittigen, geistig anspruchslosen Abarbeiten von Vorgaben. So werden Tätigkeiten in eine Richtung gelenkt, die der Reproduktion dekorativ-hübscher Objekte dienen, ohne Anspruch auf eigene schöpferische Leistungen oder wie Gerd Schäfer es nennt: „Wie komme ich zu einem effektvollen Weihnachtsschmuck unter sparsamstem Einsatz von Intelligenz und Formvermögen?“ (Schäfer 1993, S. 145). Was kommerzielle Anbieter in Form von Bastelsets, Bausätzen, Anleitungen und Büchern Eltern und Kindern, aber auch Pädagogen und Pädagoginnen an die Hand geben wollen, steht dem Bestreben des Fachs diametral gegenüber. Die Möglichkeit, dass gestalterisches Tun die schöpferische Eigenständigkeit des Kindes, seine Wahrnehmungs- und Ausdrucksfähigkeit fördern kann, wird durch ein triviales Nachahmungsprinzip aufgehoben. Alles Selbstgewollte und Zufällige wird verhindert, „anstelle von Kreativität tritt platte Imitation“ (Staudte 1997, S. 116). Trotz dieser zweifelhaften Seiten des Bastelns und der fragwürdigen Praxis, die hinter dem Begriff stehen kann, weist kindliches Basteln, das jenseits von Bastelvorlagen durch Eigeninitiative entsteht, fachlich und pädagogisch wichtige Komponenten auf. Diese sind es denn auch, die insbesondere die Kunstpädagogik dazu veranlasst, den Bastelbegriff zu rehabilitieren und seine Bedeutung für gestalterisch-ästhetische Bildungsprozesse deutlich zu machen (vgl. Eucker 1997; Hegedüs 2010; Kunde 1982; Schäfer 1993; Staudte 1997). Dazu ist allerdings eine Konturierung des Bastelbegriffs vorzunehmen. Schäfer fordert dazu auf, das vorgefertigte Basteln vom freien Basteln zu unterscheiden (vgl. Schäfer 1993, S. 143) und Letzteres als bildnerisch-ästhetisches Tun zu verstehen, das sowohl als Praxis in der bildenden Kunst Anwendung findet (vgl. ebd.; S. 138), wie auch als eine für die kindliche Entwicklung elementare Tätigkeitsform anzusehen ist.

Es stellt sich demnach die Frage, welchen Zugang Lehrpersonen zum kindlichen Basteln haben oder einnehmen können. Im Kontext pädagogischer Situationen

ist es angebracht und notwendig, dem Basteln gegenüber eine differenzierte Haltung zu entwickeln, um in geklebten, gehämmerten, gelochten, gewickelten Objekten eine Bedeutung zu erkennen. Die Rede ist von Gebilden, wie sie entstehen, wenn Kinder Gelegenheit, Zeit, Musse und Anreiz haben, sich Dinge ihrer Umgebung oder ihrer Vorstellung selber herzustellen. Aus dem Sammeln, Begutachten, Ordnen, Zusammenfügen von Gefundenem und Gesuchtem, von Belassenem und Zugerichtetem entstehen Objekte, deren Sinn und Wert sich nicht immer einfach zu erkennen gibt. Dementsprechend schwanken Erwachsene bei der Beurteilung zwischen mildem Belächeln, Rührung und anerkennender Bewunderung. Belächelt werden gebastelte Objekte, weil sie aufgrund ihrer improvisierten Art naiv und für einen echten Gebrauch unzulänglich erscheinen, niedlich sind sie, weil man es rührend findet, dass Kinder mit Pappe und Wollfäden die Welt erfinden wollen – und Bewunderung finden sie, weil Kinder tatsächlich mit Pappe die Welt erfinden können.

Keine dieser vorschnellen Zuordnungen ist zutreffend. Wenn kindliche Bastelarbeiten bagatellisiert werden, so wird der Wert, der ihnen und ihren Entstehungsprozessen eigen ist, missachtet. Dies kann bedeuten, dass Chancen, kindliche Wahrnehmungs- und Gestaltungsprozesse zu verstehen, verpasst werden. Gebastelte Dinge mögen für das Kind Formen bildnerischen Ausdrucks oder einfach Resultate zufriedener Beschäftigung sein, für Pädagogen und Pädagoginnen sind es Spuren von Repräsentations- oder Aneignungsprozessen und Gelegenheiten, Zugang zur Eigenheit kindlicher Ausdrucksformen zu erhalten. Voraussetzung dazu ist die Bereitschaft, sich einzulassen oder wie Schäfer es vorschlägt, das Basteln als ernstzunehmendes Tun von Kindern zu erkennen. „Also sind wir zunächst einmal aufgefordert, einen Sinn des Bastelns *für uns* zu entdecken, um uns davor zu bewahren, dem kindlichen Basteln nur mitleidig seine scheinbare Unvollkommenheit an- oder abzusehen“ (Schäfer 1993, S. 135).

Anhand konkreter Beispiele zeigt Schäfer, welchen Wert in den Basteleien von Kindern zu erkennen ist. So versteht er sie als Ausdruck eines „interessierten Verhältnisses zur Welt“ (ebd., S. 152) und als Möglichkeit der sinnlich-intuitiven Welterfahrung, bei der Phantasietätigkeit wichtiger sein kann als logisch-rationales Denken. Eine weitere Qualität, die Schäfer dem kindlichen Basteln zugesteht, ist die Möglichkeit der *Umdeutung*, die zustanden kommt, wenn Kinder vorhandene Dinge und Gegenstände für ihre Tätigkeiten nutzen und ihnen eine neue Bedeutung geben. „Dadurch fügt es vorhandene Dinge immer wieder in den Kreislauf der Sinnfindung und verändert sie durch diese Art geistigen Recyclings“ (ebd., S. 152).

Dass Kinder sich beim Basteln über die Regeln handwerklicher Normen und fachlicher Richtigkeit hinwegsetzen bzw. auch ohne sie gestalterisch

handlungsfähig sind, sich an Unvollkommenheiten ihrer Werke nicht stören, also gerade durch eine Art Anarchie erfinderisch sein können, streicht die Kunstpädagogin Adelheid Sievert-Staudte als Vorzüge des Bastelns heraus. Die Lust am Machen wird verbunden mit dem Wunsch nach symbolischer Repräsentation, dabei tritt mal die Bemühung um Funktionalität, mal die Phantasie, mal das Spielen in den Vordergrund (vgl. Staudte 1997).

Auch Walter Böhm spricht dem Basteln einen bildenden Wert nicht gänzlich ab. In der Art der unbefangenen Nutzung von Material und Werkzeug, dem improvisierenden Tun mit Vorhandenem sowie der Chance, sich von Zweckorientierung zu befreien, liegen für ihn Möglichkeiten, Gestaltungskompetenzen zu fördern (vgl. Böhm 1975, S. 12).

Als leitend für die Rehabilitierung des Bastelns kann die vernunftskritische Schrift über das wilde Denken, des Ethnologen Claude Lévi-Strauss betrachtet werden. Sie gilt schon beinahe als Referenz für die kunstpädagogischen Plädoyers (vgl. Malaka 2009; Schäfer 1993; Staudte 1997). Darin stellt Lévi-Strauss die *wilde* Denkweise archaischer Kultur dem *gezähmten* Denken moderner (Wissens-)Kulturen als gleichwertig gegenüber (vgl. Lévi-Strauss 2013). Die Qualität des *wilden* erkennt Lévi-Strauss in der Möglichkeit des Menschen, für seine Überlegungen, Urteile und Handlungen nicht wie in Wissenskulturen üblich logisch-rationale und vernunftbetonte, sondern auch nonkonforme, regelwidrige, magisch-mythische und somit plurale Deutungs- und Argumentationsmöglichkeiten zuzulassen. Wildes bzw. mythisches Denken ermöglicht das Anwenden von Mitteln, die dem gezähmten Denken verwehrt sind. Als Sinnbild des wilden Denkens erkennt Lévi-Strauss auch den Bastler, der jenseits konformer, etablierter oder fachlicher Regeln „Mittel verwendet, die im Vergleich zu denen des Fachmanns abwegig sind“ (ebd., S. 29). Der Bastler versteht es aus Fragmenten und Übriggebliebenem Neues zu arrangieren. „Die Regeln seines Spiels besteht immer darin, jederzeit mit dem, was ihm zur Hand ist, auszukommen“ (ebd.; S. 30). Die Fähigkeit des Bastlers, aus vorhandenen Dingen etwas Neues herzustellen, sie umzuformen und umzudeuten und ihnen einen neuen, anderen Sinn und Zweck zu geben, stellt eine Qualität des Erfindens dar, die gerade deshalb möglich wird, weil die Rahmenbedingungen nicht ideal, das zur Verfügung stehende Material nicht das Richtige und die Verfahren nicht fachgerecht sind.

Dass Kinder oft alles, was weggeworfen werden soll, ‚noch brauchen‘ können und Gegenstände sammeln, die für andere wertlos sind, zeugt von ihrem Sinn für ein zweites Leben in den Dingen. Sie erkennen oder ahnen in dem, was einmal etwas war, das, was noch werden könnte. Und wenn sie die Möglichkeiten der Umgestaltung im Augenblick noch nicht erkennen, so zweifeln sie nicht daran, dass die Einfälle zu gegebener Zeit kommen werden.

4.3 Gestalterisch-konstruktive Fähigkeiten von Sechs- bis Achtjährigen

Als wesentlicher Ausgangspunkt zur Konzipierung von Lernarrangements in Kindergarten und Schule gelten die alters- und entwicklungsbedingten Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler der Zielstufe. Mit der in den vergangenen Jahrzehnten gewachsenen Bedeutung der Kompetenzorientierung⁶⁴ ist der Blick auf die Entwicklung kindlicher Fähigkeiten und die Eruierung von sogenannten Basisfähigkeiten, die als voraussetzungshaft für die Entwicklung fachlicher Fähigkeiten gelten, gewachsen. Die Veränderungen im Schuleintrittsbereich⁶⁵ werden verbunden mit Ansprüchen an eine optimale Übertrittssituation und mit dem Bestreben, zwischen den. Bildungsaufgaben von Kindergarten- und Schulunterstufe Kohärenz herzustellen (vgl. Wannack 2004). Im Zuge dieser Annäherungsbewegungen hat das fachdidaktische Interesse am Vorschulkind und an seinen fachlichen Fähigkeiten zugenommen.

Im Bereich der Technischen Gestaltung sind forschungsbasierte Kenntnisse zu altersspezifischen fachlichen Kompetenzen und das Wissen über deren Entstehung und Entwicklung ausgesprochen gering.⁶⁶

„Unser Fach hat es versäumt, im Zuge der ersten Schulreformbewegung eine auf exakter Forschung begründete kind- und entwicklungsgemäße Form zu finden, wie es der Kunsterziehung gelang. Ihm fehlt die zentrierte Mitte, wie sie die Kunsterziehung im Begriff ‚Kinderzeichnung‘ besitzt. Ohne das sichere Wissen um das, was eigentlich das ‚Kinder-Werk‘ ist, wie es entsteht, wie es sich im Wachsen des Kindes wandelt, schwanken die Zielsetzungen der Werkerziehung zwischen den geschichtlichen Extremen hin und her“ (Wessels 1969, S. 141).

Seit der Werkdidaktiker Bodo Wessels vor nahezu fünfzig Jahren seinem Bedauern über das Fehlen forschungsbasierter Grundlagen für den Werkunterricht Ausdruck gab, hat sich an dieser Sach- bzw. Forschungslage

⁶⁴ Im Zuge nationaler Schulentwicklungsprojekte wie beispielsweise der Entwicklung fachlicher Bildungsstandards oder der Neukonzipierung von Curricula haben Kompetenzmodelle in den vergangenen zwanzig Jahren an Bedeutung gewonnen. Sie sollen unter anderem vermeiden, dass die Arbeit mit Bildungsstandards zu einem Prozess wird, der zu stark anhand normativer Bildungsziele erfolgt und die Voraussetzungen des Individuums außer Acht lässt. Die Orientierung an Kompetenzen soll eine Berücksichtigung des Subjektes ermöglichen (vgl. Klieme 2007, S. 62 ff.).

⁶⁵ In Rahmen des Harmoskonkordats zählt der Kindergarten in den Deutschschweizer Kantonen zur obligatorischen Schulstufe, was Fragen zum Schulübertritt und somit zur Passung der beiden Schulstufen aufwirft.

⁶⁶ Dass die Technische Gestaltung hinsichtlich fachdidaktischer Forschung kaum eine Tradition vorweisen kann, mag mit dem Umstand zusammenhängen, dass der Fachbereich verglichen mit andern Disziplinen bis in die 1990er-Jahre weder in der Ausbildung von Fachlehrpersonen noch im Rahmen der Lehrer- und Lehrerinnenbildung eine direkte Anbindung an die Hochschullehre hatte und daher fachdidaktische Desiderate kaum ins Bewusstsein oder Interesse wissenschaftlicher Forschung rücken konnte.

nicht sehr viel geändert. Nach wie vor ist über den alters- und entwicklungsspezifischen Aufbau gestalterisch-konstruktiver Kompetenzen wenig bekannt. Wessels, der durch seine eigenen Recherchen und Berufserfahrungen ein Stufenmodell zu den altersbezogenen Fähigkeiten entwickelt und so eine Basis für den Unterricht geschaffen hat, bleibt damit weitgehend allein. Diesem Umstand ist es zuzurechnen, dass bis heute immer wieder auf die grundlegende Arbeit von Wessel zurückgegriffen wird (vgl. Birri et al. 2003; Marti et al. 2010; Weber 2001). Dass sein Modell nach wie vor fachdidaktische Bedeutung hat, ist allerdings nicht allein in der dünnen Forschungslage begründet. Es ist wichtig darauf hinzuweisen, dass das Modell von Wessels aufgrund seiner entwicklungsorientierten Sicht und der deskriptiven statt präskriptiven Qualität wenig an Gültigkeit verloren hat und im Hinblick auf subjektorientiertes Lernen wichtig ist.

Stufen der Bildsamkeit nach Bodo Wessels

In seinem Stufenmodell, das die Entwicklung gestalterischer Fähigkeiten des Menschen von der Geburt bis hin zum Erwachsenenalter umfasst, unterteilt Wessels die Altersgruppen zuerst nach drei Stufen und in zweiter Ordnung nach Stadien. Die Hantierstufe, Bastelstufe und Werkstufe versteht Wessels als ‚Zeiten der Bildsamkeit‘ und lehnt sich bei der Gliederung an entwicklungspsychologische Grundlagen und an die Dreiteilung a) Säuglings- und Kleinkindesalter, b) frühe und mittlere Kindheit sowie c) späte Kindheit und die Adoleszenz an (vgl. Wessels 1969, S. 142). Jede Stufe wird durch die Unterteilung und Benennung von Stadien weiter differenziert (vgl. Abb. 17).

Stufe	Stadium	Alter
Hantierstufe	Bewegungsstadium	0.2 - 1 Jahre
	Materialstadium	1 - 2.5 Jahre
	Gestaltungsstadium	2.5 - 5 Jahre
Bastelstufe	Merkmalstadium	5 - 7 Jahre
	Stadium der Bildhaftigkeit	7 - 9 Jahre
	Stadium der Funktionstüchtigkeit	9 - 12 Jahre
Werkstufe	Fremdbestimmung	12 - 15 Jahre
	Analyse, Synthese	15 - 20 Jahre

Abb. 17 Stufen der Bildsamkeit nach Wessels

Die Stadien, die das Kindergarten- und Unterstufenalter betreffen, werden als Gestaltungsstadium, als Merkmalstadium und als Stadium der Bildhaftigkeit bezeichnet und durch folgende Eigenschaften charakterisiert:

Das *Gestaltstadium* ist gekennzeichnet durch die wachsende Intentionalität im kindlichen Handeln, die dem gestalterischen Tun eine zielorientierte Richtung gibt. Während die zwei- bis dreijährigen Kinder eine gestaltete Form scheinbar oft durch Zufälligkeit finden und ihren Objekten, wenn überhaupt erst im Nachhinein eine Bedeutung geben, sind die Produkte der Vier- bis Fünfjährigen das Resultat absichtsvoller Handlungen. Kennzeichnend für die konstruktiven Tätigkeiten ist eine additive Vorgehensweise. Das Hantieren mit plastischen Materialien wie Plastilin oder Ton macht besonders deutlich, dass die Objekte der Kinder durch das sukzessive Aneinanderfügen von einzelnen Teilen gebildet werden. Dabei ist zu beobachten, dass immer wieder die gleichen Grundformen wie Kugel oder Walze genutzt werden. Wessels bezeichnet dieses Verhalten als ein Zurückgreifen auf „gute“ Gestaltungsprinzipien (vgl. ebd.; S. 151), die sich für das Kind bewährt haben.

Im *Merkmalstadium*, das der Bastelstufe zuzuordnen ist, lässt sich nach Wessels im gestalterischen Tun der Kinder eine zunehmend deutlicher werdende Orientierung an realen Sachverhalten aus der Umwelt festmachen. In den Produkten ist eine Absicht zu erkennen, die Realitätsbezogenheit und Phantasietätigkeit vereint. Die Bezeichnung *Merkmal* als Charakteristik dieses Stadiums bezieht Wessels auf die Ergebnisse der Forschungsarbeit des Werkdidaktikers Arno Förtsch, der das konstruktive Gestalten von Vorschul- und Schulkindern beobachtete (vgl. ebd., S. 154). Förtsch kommt zur Feststellung, dass sich Sechs- bis Achtjährige sehr stark durch die merkmalfähige Eigentümlichkeit von Materialstücken zu ihren Vorhaben anregen lassen. Wessels sieht in dem Verhalten, bei dem Kinder die Gestaltung ihrer Produkte von einem zufällig vorgegebenen bzw. gefundenen Objektteil abhängig machen und die Formgebung dadurch erreichen, dass sie weitere Teile dazu gruppieren und in einen assoziativen Zusammenhang stellen, als entwicklungstypisch an. Er sieht in einem didaktischen Arrangement, in dem Kinder aus einer Vielfalt von Materialangeboten anregende Materialstücke auswählen können, eine Gestaltungssituation, die den entwicklungsbedingten Voraussetzungen entspricht. Wessels bezieht diese Feststellung auf einen Vergleich mit einer weiteren Studie zu den konstruktiven Fähigkeiten von Kindern. Die Forschungsarbeit von Fritz Stückrath befasst sich ebenfalls mit der kindlichen Bautätigkeit. Im Gegensatz zu Förtsch bietet Stückrath den Kindern jedoch nicht Restematerial an, sondern flache, unbearbeitete Kartonstücke, also relativ unstrukturiertes Ausgangsmaterial. Die Ergebnisse zeigen, dass jüngere Kinder durch diese Art des Materialangebotes, bei dem sie die Einzelteile durch

Zuschneiden zuerst formen und durch Konstruktion zueinander in Beziehung setzen müssen, auf Schwierigkeiten stoßen. Das spontane Vorgehen der Kinder führt gemäß Stückrath dazu, dass Einzelteile eher nach Gutdünken als nach planvollem Abwägen zugeschnitten werden, woraus folgt, dass sie selten genau passen und anschließend durch „Daranherumbasteln“ (vgl. ebd., S. 155) ergänzt werden müssen.

Die beiden Studien einander gegenüberstellend, stellt Wessels fest, dass bei den Untersuchungen von Förtsch jene Fähigkeiten sichtbar gemacht werden, die Kinder schon besitzen und in der Studie von Stückrath jene, die sie noch entwickeln müssen. Und der „Werkpädagoge wird dafür zu sorgen haben, dass beide Verfahrensweisen schließlich zur Konvergenz kommen“ (ebd., S. 155).

Der Altersgruppe der Sieben- bis Neunjährigen ordnet Wessels das *Stadium der Bildhaftigkeit* zu. Der Wirklichkeitsbezug des Kindes ist verglichen mit dem vorhergehenden Stadium noch größer geworden und veranlasst es, Dinge seiner Lebenswelt durch bildhafte Nachahmung in dreidimensionalen Objekten zu repräsentieren. Die Detailtreue nimmt zu und das Kind definiert, so Wessels, die Bedeutung der Objekte vor allem durch das Anbringen bildhafter Einzelelemente. Ein alterstypisches, großes Gestaltungsbedürfnis geht einher mit einem starken Selbstvertrauen in die eigene Gestaltungsfähigkeit (vgl. ebd., S. 155). Die Intention, die den Prozessen zugrunde liegt, ist auf die Realisierung von Objekten ausgerichtet, die ihren Zweck nicht in einer Funktionstauglichkeit beweisen müssen, sondern abbildenden, darstellenden Charakter haben. Ungenauigkeiten in der Ausführung oder Schwierigkeiten in der handwerklichen Fertigung führen nicht zur Entmutigung, denn sie haben verglichen mit der Motivation und dem Gestaltungswillen eine untergeordnete Bedeutung. Mit Blick auf die Studie von Stückrath stellt Wessels fest, dass Kinder erst ab dem zehnten Lebensjahr die Arbeitsschritte des Konstruierens planvoller angehen und insbesondere der präzisen Formgebung durch das Anwenden einfacher Messverfahren mehr Aufmerksamkeit schenken (vgl. ebd., S. 156). Abgesehen von den wenigen forschungsbasierten Untersuchungen, auf die Wessels sich beziehen kann, basiert sein Modell vor allem auf den entwicklungspsychologischen Theorien. Dazu gehören hauptsächlich die Theorien von Charlotte Bühler, welche sich auf das Spielverhalten von Kindern beziehen und in einer engen Verbindung zur Entwicklung des Gestaltungsvermögens stehen (vgl. Kap. 4.1.2).

Die Bedeutung des Bauens in der frühkindlichen Entwicklung

Für die Technische Gestaltung von Bedeutung sind in der Theorie von Bühler vor allem die Untersuchungen zum konstruktiven Schaffen der Kinder im

Vorschul- und Unterstufenalter. Bezogen auf die konstruktiven Tätigkeiten von Kindern, gilt dies besonders für ihre Unterscheidung zwischen synthetischem und analytischem Vorgehen (vgl. Bühler 1967, S. 217 f.). Gemeint ist jenes Bauprinzip, das Kinder bei der Konstruktion eines Objektes anwenden, indem sie das Ganze stückweise aus Einzelteilen zusammensetzen. Dieses Verhalten zeigt sich in der frühen Kindheit im Umgang mit vielen Materialien, so dass Bühler sie als altersspezifische Form des Bauens betrachtet. Ausschlaggebend ist für sie die Beobachtung, dass jüngere Kinder auch bei plastischen Werkstoffen (Tonklumpen), die eine Formgebung aus dem Ganzen erlauben würden, ebenfalls ein Syntheseverfahren wählen (vgl. dazu Becker 2003). Nach Bühler beginnen Kinder erst ab dem zehnten Altersjahr Formgebung so vorzunehmen, dass sie mehrere Teile von Beginn an zusammenfassen (vgl. Bühler S. 218 ff.). Schenk-Danzinger bezeichnet das schöpferische Tun des Kindes, das einem vorgefassten Plan folgt, der auch tatsächlich durchgeführt wird und aus dem ein Produkt resultiert, welches erkennbare Merkmale des genannten Objektes aufweist, als *werkschaffendes Spiel* (Schenk-Danzinger 2002; S. 168f.). Die Entwicklungspsychologin beschreibt als Vorstufen des werkschaffenden Spiels die *unspezifisch funktionale Stufe*, bei der Kinder im ersten und zweiten Lebensjahr Materialien mit Händen, Augen, Ohren und Mund sinnlich erkunden, die *spezifisch funktionale Stufe*, in der Eigenschaften und Verwendungszwecke von Materialien explorativ erkundet werden, das *Symbolstadium*, bei dem das Kind gestaltete Objekte nachträglich aufgrund zufälliger Ähnlichkeiten benennt und wie bei der Kinderzeichnung das Pars-pro-toto Prinzip anwendet (vgl. ebd., S. 169). In Anlehnung an die Arbeiten von Bühler zeigt Schenk-Danzinger auf, wie analog zu den Phasen in der Kinderzeichnungsentwicklung auch im dreidimensionalen Bauen Etappen sichtbar werden, die vom ‚Kritzeln‘ zum räumlich und inhaltlich organisierten ‚Bild‘ führen (vgl. ebd., S. 170). Beim werkschaffenden Spiel gewinnt die Zielperspektive zunehmend an Bedeutung, was sich nicht nur auf die Komplexität der Produkte, sondern auch auf die Ausdauer und Konzentration des Kindes auswirken kann. Schenk geht davon aus, dass durch das werkschaffende Spiel die Zielperspektive bei Kindern ab dem sechsten Lebensjahr die Entwicklung von Ausdauer und Aufmerksamkeit und die Verbindlichkeit und Verpflichtung gegenüber der selbstgestellten Aufgabe fördert (vgl. ebd., S. 170 f.).

Benachbarte Forschungsansätze

In den vergangenen Jahren wurden in der Kunstpädagogik auf empirischer Basis mehrere Studien durchgeführt, bei denen das Vorschul- oder Unterstufenkind und seine gestalterischen Tätigkeiten im Zentrum stehen. Obwohl bei diesen

Forschungsarbeiten meist nicht explizit das gestalterisch-konstruktive Schaffen Kern des Erkenntnisinteresses ist, so betreffen die Untersuchungen doch Bereiche, die mit der Technischen Gestaltung in engem Zusammenhang stehen und besonders aufgrund ihrer entwicklungsbezogenen Perspektiven relevant sind. Zu erwähnen sind diesbezüglich die Beobachtungen des bildnerischen Bauens bei Kindern unterschiedlicher Altersstufen von Konrad Auerbach (vgl. Auerbach 1988), die entwicklungsbezogene Beschreibung und Analyse des plastischen Gestaltens von Kindern und Jugendlichen von Stefan Becker (vgl. Becker 2003), die Studie zum dreidimensionalen Bauen und zur Entwicklung von Raumvorstellung von Vorschulkindern von Elisabeth Gaus (vgl. Gaus-Hegner 2004), die Untersuchung zum Experimentieren als ästhetisches Verhalten bei Grundschulkindern von Oliver Reuter (vgl. Reuter 2007) sowie die im Rahmen einer umfangreichen Grundschulstudie entstandene Untersuchung zur bildnerischen Kreativität im Grundschulalter von Nicole Berner (vgl. Berner 2013).

Von diesen Forschungsarbeiten stehen die Untersuchungen von Auerbach und Gaus den fachlichen Bildungszielen der Technische Gestaltung und dem Erkenntnisinteresse der vorliegenden Arbeit am nächsten.

Konrad Auerbach beobachtete Kinder verschiedener Altersstufen beim Bauen mit wenig strukturiertem Material. Er stellte fest, dass die Tätigkeiten der Kinder im Vorschulalter sehr stark von Spontaneität geprägt sind.⁶⁷ Vorausgehende Phasen des Überlegens fanden kaum statt, die Kinder begannen unmittelbar mit dem Bauen. Auerbach stellte fest, dass die Kinder, wenn sie in Gruppen agierten, ihre Zielvorstellungen nicht miteinander absprachen und ihre Tätigkeiten dennoch kooperativ aufeinander bezogen. Die altersvergleichenden Feststellungen Auerbachs zeigen, dass die Kinder in Vorschulalter sehr spontan mit dem Bauen beginnen und bei ‚Fehlern‘ nicht viel Zeit in eine Korrektur investieren, sondern eher dazu neigen, das Bauwerk zu zerstören und neu zu beginnen. Obwohl die Kinder während der Bautätigkeit ihre Strategien kaum verbesserten oder Anzeichen des Innehaltens und Überlegens zeigten, war festzustellen, dass durch das Zerstören und Neu-Aufbauen Optimierungen im Sinn von Verbesserungen vorgenommen wurden. So wurden beispielsweise die einzelnen Bauelemente im Lauf des mehrmaligen Bauens immer differenzierter und gezielter eingesetzt. Die rechteckigen Kartons wurden zunehmend so benutzt, dass die Seitenlängen zueinander passten (vgl. Auerbach 1988, S. 64).

⁶⁷ Die Untersuchung war so angelegt, dass Vorschulkinder, Schulkinder unterschiedlicher Altersgruppen und Erwachsene bei den Tätigkeiten des Bauens beobachtet und die Prozesse und Produkte protokolliert und fotografiert wurden. Die altershomogenen Gruppen wurden jeweils mit der Aufgabe betraut, aus 60 gleichförmigen Kartonstücken Räume zu erschaffen, die von den Teilnehmenden begangen werden konnten.

Das wiederholte Aufbauen ähnlicher Objekte führte so zu einer optimierten Bautechnik.

Im Gegensatz dazu waren Kinder der Unterstufe eher bereit, einzelne Teile eines Bauwerks zu verändern und zu optimieren. Nicht befriedigende Teillösungen wurden umgebaut, ohne dass das Bauwerk ganz zerstört wurde. Das Vermögen, einen Bauprozess so durchzuführen, dass planerisches Tun dem Realisationsprozess vorausgeht, erkennt Auerbach bei Kindern der Vorschul- und Unterstufe noch kaum. (vgl. Auerbach 1988, S. 63). Die Bautätigkeit der Kinder war von großer Motivation und auffallend großer Ausdauer geprägt, die sich allerdings nicht in der systematischen Suche nach Lösungen zeigte, sondern im unermüdlichen Wiederaufbauen begonnener und zerstörter Objekte.

In ihrer Untersuchung zum räumlichen Denken in Zusammenhang mit dreidimensionalem Gestalten kann die Didaktikerin für Technische Gestaltung Elisabeth Gaus deutlich machen, dass bei Vorschulkindern die Fähigkeit zur Raumbildung und Raumorganisation beim Bauen nur bedingt vom Alter der Kinder abhängig ist, sondern ebenso von den Vorerfahrungen (vgl. Gaus-Hegner 2004, S. 86). Gaus geht davon aus, dass vorangegangene erfolgreiche Lernprozesse, aber auch situative Gegebenheiten, die sich günstig auf die Motivation auswirken,⁶⁸ die Qualität der Resultate beeinflussen (vgl. ebd., S. 82). Interessant ist die Untersuchung, die mit 72 Kindern durchgeführt wurde, im Hinblick auf die Zusammenhänge von Materialität und Raumbildung. So zeigt die Auswertung von 167 gebauten Objekte, dass die Kinder mit dem Werkstoff Ton gegenüber den Materialien Papier und Holz die größte Räumlichkeit in ihren Produkten erreichten. Zu den Bewertungskategorien gehörten die räumliche Wirkung (Dimensionalität), die Perspektivität (Aufsicht oder Ansicht von mehreren Seiten) sowie die Konstruktionsweise und der Differenzierungsgrad.

4.4 Entwicklungspsychologische Aspekte der Problemlösefähigkeit

Die psychologische Forschung hat in den vergangenen Jahrzehnten die Bedeutung handlungstheoretischer, sozialer und situativer Komponenten bei der Betrachtung von Problemlösefähigkeiten bei Kindern vermehrt in den Blick genommen und damit die traditionellen Problemlöseforschungen, die sich stark auf kognitive Prozesse beschränkten, durch neue Perspektiven und Erkenntnisse ergänzt (vgl. Ellis und Siegler 1994; Funke 2006; Greiff 2012). Dadurch lassen sich im Hinblick auf die kindliche Problemlösefähigkeit Erkenntnisse gewinnen, die nicht auf rein kognitionsspezifischen Erklärungen beruhen, sondern die Handlung des Subjektes in einer bestimmten Situation einbeziehen. Solche

⁶⁸ Die Untersuchung zeigte, dass sich die Möglichkeit, das Material für das Bauwerk aus einem Angebot selbst auszusuchen, positiv auf die Motivation der Kinder auswirkte.

handlungsbezogenen Sichtweisen ermöglichen es, zusätzlich zu kognitiven Fähigkeiten weitere Kompetenzen des Problemlösens zu berücksichtigen.

Im Hinblick auf das Lösen von gestalterisch-konstruktiven Problemen lassen sich, wie in den Kapiteln 2 und 3 dargelegt, verschiedene Prozessschritte und damit verbunden verschiedene Problemlösefähigkeiten als fachrelevant bezeichnen. Die im Kapitel 3 definierten Prozesselemente der *Problemanalyse*, der *Planung* und der *Reflexion* dienen nachfolgend als Orientierung, um entwicklungsbedingte Voraussetzungen von Kindern mit den Herausforderungen des Problemlösens in Beziehung zu setzen. Die kindlichen Voraussetzungen und Verhaltensweisen, die sich in Bezug auf Problemerkennung, Planung und Reflexion zeigen, sind aufgrund ihrer Abhängigkeit von kognitiven Fähigkeiten in hohem Masse interdependent. Sie sollen jedoch hinsichtlich der Fokussierung einzelner Etappen des Problemlöseprozesses und zwecks Schärfung der Forschungsfrage getrennt betrachtet werden.

4.4.1 Analogiebildung als intuitives Prinzip der Problemerkennung

Zusammenhänge zu erkennen, zu verstehen und daraus Schlussfolgerungen zu ziehen, gehört zu den elementaren kognitiven Voraussetzungen, um Probleme als solche wahrnehmen und lösen zu können. Als drei grundlegende Arten des schlussfolgernden Denkens bezeichnet der Entwicklungspsychologe Rolf Oerter das *induktive*, das *deduktive* und das *analogische* Ziehen von Schlüssen (vgl. Oerter und Montada 2002, S. 487 ff.). Bei der induktiven Schlussfolgerung wird aufgrund wiederkehrender ähnlicher Situationen ein Zusammenhang vermutet und aus der Summe von Einzelfällen eine Regel gebildet. Die Zuverlässigkeit induktiver Schlussfolgerungen ist unter Umständen gering, da nicht genügend Einzelfälle vorliegen, um die Gültigkeit der Regel zu prüfen. Induktionsschlüsse sind daher meist nicht generalisierbar, doch sie erlauben Hypothesenbildungen und somit die Erarbeitung und Prüfung neuer Erkenntnisse. Im Gegensatz zum Induktionsschluss erfolgt der Deduktionsschluss durch die Anwendung der Logik einer bestehenden Regel auf den Einzelfall. Deduktive Schlussfolgerungen haben eine größere Zuverlässigkeit, setzen aber das Vorhandensein einer Regel und das korrekte Anwenden derselben auf passende Situationen voraus.

In welchem Alter Kinder fähig sind, Schlussfolgerungen zu ziehen, um Antworten auf Fragen oder Lösungen von Problemen zu finden, hängt davon ab, welche Denkoperationen als Vorläuferfähigkeiten definiert werden (vgl. Oerter und Montada 2002, S. 487 ff.).

Wird das Verständnis für kausallogische Zusammenhänge als Voraussetzung für das Ziehen logischer Schlüsse betrachtet, so sind es bereits die ersten Lebensmonate eines Kindes, die als Beginn schlussfolgernden Denkens

bezeichnet werden können. Untersuchungen im Rahmen der Säuglingsforschung belegen, dass Kinder schon mit wenigen Monaten in Situationen, die eine Zeit-Raum-Kontingenz aufweisen, nicht nur den logischen Fortgang von bewegten Objekten erkennen (Kotovskij und Baillargeon 1998), sondern in Situationen, in denen ein bewegtes Objekt, z. B. eine Kugel, durch einen Aufprall ein weiteres Objekt in Bewegung versetzt, auch die Kausalität, die den Vorgang bestimmt, wahrnehmen können bzw. irritiert sind, wenn bei einer Kollisionssituation nicht der erwartete Effekt auftritt (Saxe und Carey 2006). Anhand von Habituations-Dishabituationsverfahren werden Interesse und Aufmerksamkeit von Säuglingen gegenüber kausalen Ereignissen gemessen und so frühkindliche Formen des Denkens nachgewiesen (Baillargeon und Hespos 2007). In der Entwicklungs- und Kognitionspsychologie gelten sie als wichtige Voraussetzung für die kognitive Entwicklung und das logische Denken im Kindesalter (Goswami 2001; Siegler 2001). Insbesondere der Aufbau von Erkenntnissen und Wissen über physikalisch-technische Zusammenhänge erfolgt anhand von Erfahrungen mit Ursache-Wirkungsprinzipien. Dieses basale Verständnis für Kausalität oder für so genannte Wenn-Dann-Prinzipien wird im Rahmen jener psychologischer Ansätze, die den Aufbau von Wissen als domänenspezifischen Wechsel kindlicher Denkmodelle betrachten, oft als *naive* oder *intuitive* Physik bezeichnet (vgl. Goswami 2001, S. 168). Um intuitive physikalische Kenntnisse zu erlangen, sind Kinder auf direkte Begegnungen mit Ursachen-Wirkungsereignissen angewiesen, damit sie im Umgang mit ihnen Erfahrungen sammeln und grundlegende kausale Prinzipien verstehen können. Zu diesen gehören insbesondere das *Prinzip der kausalen Priorität*, das *Kovarianzprinzip*, das *Prinzip der zeitlichen Kontingenz* und das *Ähnlichkeitsprinzip* (vgl. Goswami 2001, S. 168). Das Prioritätsprinzip beruht auf der Einsicht, dass die Ursache der Wirkung stets vorausgeht. Tritt ein Ereignis A stets zusammen mit dem Ereignis B auf oder fehlt A wenn auch B fehlt, so wird zwischen den beiden Ereignissen eine ursächliche Beziehung vermutet, was als Kovarianzprinzip bezeichnet wird. Eng damit zusammen hängt das Prinzip der Kontingenz, bei dem zwischen zwei räumlich und zeitlich nahen Ereignissen ein Zusammenhang hergestellt wird. Das Prinzip der Ähnlichkeit kommt zur Anwendung, wenn aufgrund von äußerlichen Entsprechungen kausale Verbindungen zwischen Dingen vermutet werden (vgl. Goswami 2001).⁶⁹ Mit etwa drei Jahren haben Kinder das Verständnis für diese Prinzipien soweit entwickelt, dass sie auf deren Grundlagen Schlussfolgerungen ziehen können. Mit zunehmendem Alter werden sie fähig,

⁶⁹ Diese auf den Philosophen David Hume zurückgehenden Erklärungen menschlicher Kausalitätsvorstellung (Humesche Variablen) (vgl. Siegler 2001, S. 348) werden als relativ naive Korrelationsbegründungen angesehen, die vor allem von Kindern, aber auch von Erwachsenen angewandt werden, die jedoch aufgrund oberflächlicher Urteile sehr oft zu Fehlschlüssen führen.

mehrgliedrige Kausalketten zu verstehen, Kausalzusammenhänge auszuschließen oder unterschiedliche Ursachen miteinander in Beziehung zu setzen (Ellis und Siegler 1994; Goswami 2001; Siegler 2001).

Der Kognitionspsychologe Robert Siegler weist auf Untersuchungen hin, die nahelegen, dass Kinder im Vorschulalter sowohl deduktive wie auch induktive Schlussfolgerungen ziehen, dass sie jedoch nicht in der Lage sind, die Unterschiede der beiden Argumentationsprinzipien zu erkennen. Erst etwa ab dem zehnten Lebensjahr sind Kinder fähig, zu erkennen, dass deduktive Schlussfolgerungen aufgrund einer zwingenden Logik erfolgen, während induktive Folgerungen stärker auf Vermutungen basieren. Zehnjährige erkennen die grundlegende Differenz zwischen den beiden Formen der Beweisführung und vermuten in der deduktiven Schlussfolgern eine größere Zuverlässigkeit (vgl. Siegler 2001, S. 361).

Analogiebildung als Grundmuster von Problemlöseverhalten

Für das Lösen logischer Probleme oder mathematischer Aufgaben ist die Fähigkeit zur deduktiven Schlussfolgerung eine wichtige Voraussetzung, um durch analytisches Vorgehen eine Problemsituation zu klären und die Richtigkeit von Lösungsansätzen zu prüfen. Bei Auseinandersetzungen mit komplexen Problemen, mit Gestaltungsaufgaben und mit vielen Alltagsproblemen ist jedoch weniger das deduktive Schlussfolgern, sondern sehr häufig die Fähigkeit, analogische Schlüsse zu ziehen, eine wichtige Voraussetzung, um erfolgreiche Lösungen entwickeln zu können (vgl. Cross 2007; Dörner 1987; Heufler 2012). Die analogische Schlussfolgerung basiert auf der Fähigkeit, zwischen Dingen, Situationen, Sachverhalten usw. Ähnlichkeiten zu erkennen, dadurch von bekannten auf unbekannte Dinge zu schließen und so in einer vertrauten Situation Lösungsansätze für ein neues Problem zu erkennen.⁷⁰ Der Analogieschluss gilt als zentral für das menschliche Denken und Problemlösen (Goswami 2001; Oerter und Montada 2002; Siegler 2001).

Die Neurowissenschaftlerin Usha Goswami belegt mit Studien zur Erforschung des frühkindlichen Denkens, dass Kinder ab dem dritten Lebensjahr analogische Schlussfolgerungen vornehmen können. Sie geht davon aus, dass die Analogiebildung für Kleinkinder ein wichtiges Mittel ist, die Umwelt zu erklären, Wissen aufzubauen und Wissen zu strukturieren (vgl. Goswami 2001, S. 300). Aus Goswamis Sicht besteht ein großer Zusammenhang zwischen dem

⁷⁰ Die Ähnlichkeiten, die zwischen bekannter und neuer Situation, also zwischen Quelle und Ziel bestehen, können durch unterschiedliche Merkmale deutlich werden. So unterscheiden Gentner und Gentner zwischen attributiver und relationaler Ähnlichkeit. Wenn zwei Situationen vergleichbare Elemente aufweisen, so kann von attributiver Ähnlichkeit gesprochen werden, wenn zwischen den Elementen jeweils vergleichbare Beziehungen bestehen, so wird von relationaler Ähnlichkeit gesprochen (vgl. Gentner und Gentner 1983, S. 102).

Erfahrungshorizont, den Kinder in der Auseinandersetzung mit ihrer Umwelt gewinnen können und der Fähigkeit, Analogieschlüsse zu ziehen. Je umfangreicher das Wissen von Kindern werde und je besser die Leistung ihres Langzeitgedächtnisses sich entwickle, desto komplexer werden die Analogien (vgl. ebd., S. 300). Zu diesen Erfahrungen gehört auch die Beobachtung, wie Erwachsene oder ältere Kinder Probleme lösen. Bereits Kleinkinder können Strategien zur Problemlösung, die sie bei anderen beobachten, übernehmen (vgl. Siegler 2001, S. 351).

Als besonderes wichtig im Zusammenhang mit der Analogiebildung erweist sich die Fähigkeit zur Vorstellungsbildung. Um Verbindungen zwischen bekannten und neuen Gegebenheiten herzustellen, muss das Erinnerungs- und Vorstellungsvermögen so weit entwickelt sein, dass Kinder sich Dinge vergegenwärtigen können, die nicht direkt vorhanden sind. Durch die mentale Imagination von bekannten Sachverhalten kann Neues mit bereits vorhandenem Wissen verknüpft werden. Als besonders hilfreiches Erklärungsmodell erweist sich die Idee der mentalen Modelle.

Mentale Modelle als Kern der Wissensbildung

Für den Psychologen Graeme Halford ist das mentale Modell ein hilfreiches theoretisches Konstrukt, um zu erfassen, wie Kinder ihre Umwelt verstehen, wie sie ihre kognitiven Fähigkeiten entwickeln und wie sie Probleme lösen. Sie basieren auf kognitionspsychologischen Ansätzen, welche die Konzepte der sogenannten naiven Theoriebildung begründen (vgl. Sodian 2005; Vosniadou und Skopeliti 2014). Der Begriff der mentalen Modelle bezieht sich auf die gedankliche Vorstellungsbildung des Menschen über Sachverhalte, Situationen, Vorgänge usw. Diese Vorstellungen können bildlicher oder sprachlicher Art sein (vgl. Edelman 2000; Halford 1993). Mentale Modelle sind insbesondere für die Entwicklung kognitiver Fähigkeiten, für die Begriffsbildung und den Aufbau von Sachwissen wichtig. Theorien über mentale Modelle haben daher eine interdisziplinäre Bedeutung und sind für kognitions-, lerntheoretische, sprachwissenschaftliche sowie und für sachbezogene Disziplinen wie die Naturwissenschaft und die Technik wichtig.⁷¹

Bereits Kleinkinder nutzen mentale Modelle, um sich eine Vorstellung von realen komplexen Sachverhalten zu machen (vgl. Halford 1993; Siegler 2001, S. 329). Sie versuchen Informationen zu komplexen Situationen mit ihren

⁷¹ Die Kognitionspsychologie unterscheidet zwischen mentalen Modellen (mental models) und Konzepten (mental concepts). Bei den mentalen Modellen handelt es sich um individuelle interne Vorstellungen, die eine Person zu einem Sachverhalt hat. Die mentalen Konzepte sind externalisierte Vorstellungen zu einer Sache, sie werden von einer Fachgemeinschaft geteilt und als sachlich korrekt eingestuft. Ihre Übereinstimmung mit dem realen Sachverhalt, also ihre sachliche Richtigkeit wird als hoch eingeschätzt (vgl. Burns 1999, S. 77).

bisherigen Erfahrungen und Vorstellungen in Verbindung zu bringen (vgl. Vosniadou und Skopeliti 2014). Kinder bilden mentale Modelle oft aufgrund ihrer animistischen Denkweise und übertragen Eigenschaften von belebten auf unbelebte Dinge.

Halford weist darauf hin, dass mentale Modelle unvollständig, lückenhaft und von Widersprüchlichkeiten durchzogen sind, da zwischen der inneren Vorstellung und der realen Situation Differenzen bestehen und Analogien oft auf oberflächlicher Ähnlichkeit und nicht auf der Übereinstimmung struktureller Merkmale oder relationaler Beziehungen beruhen.

Die Frage, ob mentale Modelle trotz dieser mangelnden Passgenauigkeit (Interferenz), die zwischen Vorstellung und Sachverhalt besteht, eine wissensbildende Funktion haben können bzw. ob das analogische Zurückgreifen auf bekannte Phänomene helfen kann, neue Sachverhalte richtig zu verstehen, ist Gegenstand lernpsychologischer Debatten und neurowissenschaftlicher Untersuchungen. Bekannter Nachweis für die epistemologische Wirksamkeit analogischen Denkens ist die Untersuchung der Psychologin Dedre Gentner, die belegt, dass die Analogiebildung den Aufbau von Wissen sehr spezifisch beeinflussen kann. In einer Studie zum Verständnis über Phänomene der Elektrizität hat Gentner den Zusammenhang zwischen Analogiemodell und realem Sachverhalt und dessen Auswirkung auf die Wissensbildung untersucht (vgl. Gentner und Gentner 1983). Sie nutzte dazu den Umstand, dass sich viele Menschen die relativ abstrakten und intransparenten Zusammenhänge eines elektrischen Stromkreislaufes damit erklärbar machen, dass sie diesen mit Wasserleitungssystemen vergleichen. Die Analogien, die sich zwischen den beiden Sachverhalten bilden lassen, können von Person zu Person unterschiedlich sein. Während sich eine häufige Analogie aus der Vergleichbarkeit von zwei Arten von Leitungssystemen und so aus einer Entsprechung zwischen Kabel und Rohren und zwischen zirkulierendem Strom und fließendem Wasser ergibt, beruht eine andere häufig gebildete Analogie auf der Vorstellung, dass beim Wasser wie beim elektrischen Strom aus zahlreichen kleinen Teilchen eine Menge gebildet wird, die sich durch ein System bewegen muss. Beide Analogien weisen Inkongruenzen zwischen Vorstellung und wirklichem Sachverhalt auf, beide sind also physikalisch nicht korrekt. Gentner konnte aufzeigen, dass dennoch sowohl die ‚Water-Flow-Analogy‘ wie auch die ‚Moving-Crowd-Analogy‘ hilfreiche Modelle sein können, um relativ abstrakte und intransparente Phänomene der Elektrizität richtig zu verstehen. Die beiden Modelle leisten jedoch nicht das Gleiche, sondern sind für die Verstehensbildung eines jeweils anderen Teilaspekts hilfreich, der sich konkret auf die Analogie bezieht. So brachten Probanden mit der Wasserfließvorstellung für die Serie- und Parallelschaltungen ein besseres Verständnis auf als für die Funktion und

Wirkung von elektrischen Widerständen. Bei der Probandengruppe mit der Teilchen-Mengen-Analogie verhielt es sich umgekehrt (vgl. Gentner und Gentner 1983, S. 126). Die Resultate weisen darauf hin, dass Analogien mehr sind als das Erkennen oberflächlicher sprachlicher oder bildlicher Ähnlichkeiten und dass sie genutzt werden können, um wesentliche strukturelle Merkmale eines bekannten Sachverhaltes (Quellbereich) auf einen neuen Sachverhalt (Zielbereich) zu übertragen.

In herausfordernden Situationen können mentale Modelle zu konkreten handlungsleitenden Momenten werden, wenn es darum geht, Aufgaben und Phänomene zu verstehen. Sie ermöglichen ein heuristisches Vorgehen bei der Lösung von Problemen. Das Verstehen einer Problemsituation bezeichnet Halford „as having a mental model of a situation“ (Halford 1993, S. 8). Mentale Modelle werden seiner Meinung nach in einer Problemlösesituation aktiviert, sie sind Voraussetzung dafür, dass sich eine Person von der Situation eine Vorstellung machen und einen Handlungsplan fassen kann. „I propose that mental models are representations that are active while solving a particular problem and that provide the workspace for inference and mental operations. They may be influenced by, but do not include, background knowledge.“ (Halford 1993, S. 23).

Indem die problemlösende Person auf mentale Modelle zurückgreift, nutzt sie eigene Erfahrungen, die für das Verstehen einer Problemstellung und das Finden von Lösungsansätzen hilfreich sind. Dass neue Situationen durch das Zurückgreifen auf persönliche Erfahrungen beurteilt werden, führt zwangsläufig dazu, dass dabei sehr selektive Urteile zur Anwendung kommen und eine subjektive Fokussierung auf eine Problemsituation und deren Teilaspekte stattfindet. Diese Fokussierung auf einzelne Aspekte bzw. das Ausblenden anderer Aspekte ist für das Verstehen komplexer Situationen eine hilfreiche, meist sogar notwendige Vorgehensweise. Die Anwendung mentaler Modelle zur Analogiebildung und die Möglichkeit, dadurch neue und vorerst unüberschaubare Situationen greifbarer und verständlicher zu machen, lässt sich mit jenem strategischen Problemlöseverfahren in Verbindung bringen, dass in der Designtheorie als ‚Framing‘ bezeichnet wird (vgl. Kap. 3.5.1).

Gespräche können in einer Problemlösesituation die Entstehung von Analogien unterstützen – ein Umstand, der im Kontext von Lernsituationen didaktisch bedeutsam ist. So zeigen Studien mit Kindern im Vorschulalter, dass die Aufforderung zur Verbalisierung von Gedanken ihnen hilft, ihre Transferleistungen zu verbessern. In Untersuchungen der Psychologin Anne Brown konnten jene Kinder, die aufgefordert wurden, einen Sachverhalt, den sie eben erst kennengelernt hatten, mit eigenen Worten zu formulieren, diesen in einer späteren Problemsituation besser nutzen, als Kinder, die den gleichen

Sachverhalt kennenlernten, sich aber nicht dazu äußern mussten (vgl. Brown und Kane 1988, S. 513 ff.). Das Sprechen hilft Kindern, sich eine Sache mental zu vergegenwärtigen und deren Merkmale auf andere, ähnliche Sachverhalte zu übertragen. Dies gilt offenbar besonders dann, wenn es sich bei den sprachlichen Äußerungen um Erklärungen handelt. Die Form der Erklärung verlangt von Kindern, Zusammenhänge zwischen den Elementen einer Situation herzustellen. „Presumably, the need to generate an explanation for the phenomenon led children to elaborate their representation in ways that helped them transfer the principle to new situations” (Ellis und Siegler 1994, S. 339). In Problemlösesituationen scheinen sich Gespräche mit Kindern vor allem dann besonders günstig auf das Problemlöseverhalten bzw. auf die Fähigkeit der Analogiebildung auszuwirken, wenn sie sich auf das zu erreichende Ziel beziehen (vgl. ebd., S. 339).

4.4.2 Planung als zukunftsorientierte Handlung

Probleme planerisch zu lösen, bedeutet, anhand einer Strategie vorzugehen. Eine grundlegende Voraussetzung zur Strategiebildung ist das Erfassen von Zielen. Bereits für Säuglinge ist die Fokussierung auf ein Ziel eine notwendige Fähigkeit, um elementare Bedürfnisse befriedigen zu können. Mimische, gestische und lautliche Ausdrücke werden eingesetzt, um angestrebte Ziele zu erreichen (vgl. Ellis und Siegler 1994, S. 335). Im Laufe der ersten Lebensmonate erweitern Säuglinge ihre Strategien, um Erwachsene für das Erreichen ihrer Ziele bzw. das Erfüllen ihrer Bedürfnisse einzuspannen. Zu den wesentlichen Fähigkeiten gehört es dabei, das Ziel nicht aus den Augen zu verlieren und sich durch Hindernisse und Ablenkungen nicht vom Bestreben abhalten zu lassen. Ab dem zweiten Lebensjahr wird durch das wachsende mentale Vermögen, sich Situationen und Dinge in Erinnerung zu rufen und mit der Möglichkeit, sich selbstständig fortbewegen zu können, die Fähigkeit, zielgerichtete Handlungen auszuführen, erweitert. Der mit zunehmendem Alter größer werdende Aktionsraum und die wachsende Erfahrung tragen dazu bei, Zielerreichungsstrategien auszubauen. Kinder können Probleme vor allem dann lösen, wenn sie auf gemachte Erfahrungen zurückgreifen können (Ellis und Siegler 1994). Zudem ermöglicht die Übernahme von Strategien anderer Kinder und Erwachsener Kleinkindern, ihr Repertoire an Verfahrensweisen zu erweitern. Planvolles Vorgehen in einer Problemsituation bedeutet, dass die eigenen Handlungsschritte vor der Durchführung einer möglichen Lösung bedacht und auf ihre Wirksamkeit hin befragt werden.

Von der Schwierigkeit, Planung als nützlich zu erachten

Problemsituationen stellen Kinder vor Entscheidungen, die dem Handeln vorausgehen müssen. Die Schwierigkeit der Entscheidungsfindung hängt u.a. davon ab, welche Faktoren zu berücksichtigen sind und davon, ob die Reichweite der geplanten Handlung erkennbar ist. Je komplexer Problemsituationen sind, umso schwieriger wird es, zu erkennen, ob das eigene Tun tatsächlich zum Ziel führen kann. Daher besteht erfolgreiches Planen darin, eine Handlungsfolge vor deren Ausführung zu prüfen, um mögliche Fehler zu vermeiden. Bei Kindern im Alter von 3-5 Jahren ist das Gelingen einer geplanten Handlung noch stark davon abhängig, ob die Ausführung zeitnah auf die Planung erfolgt und davon, wie viele Teilschritte ausgeführt werden müssen. Im Laufe ihrer Entwicklung sind Kinder immer besser in der Lage, einen gefassten Plan auch zu einem späteren Zeitpunkt auszuführen und mehrere Teilschritte, die u. U. hierarchisch aufeinander bezogen sind, auszuführen (vgl. Ellis und Siegler 1994, S. 342). Dies zeigen sogenannte Transformationsaufgaben wie der *Turm von Hanoi*, bei dem Scheiben unterschiedlicher Größe durch das regelgeleitete Umplatzieren zu einem nach oben verjüngten Turm formiert werden müssen. Damit können mathematische Problemstellungen simuliert und kindliche Handlungsstrategien beobachtet werden.

Je nach Anzahl der Scheiben und je nach deren Positionierung in der Ausgangssituation sind die Herausforderungen mehr oder weniger komplex (vgl. Hambrick und Engle 2003 g, S. 178). Zwei Faktoren bestimmen dabei den Schwierigkeitsgrad: die Anzahl der erforderlichen Bewegungen und die Notwendigkeit, Zwischenziele zu definieren. Zwischenziele sind hauptsächlich dann erforderlich, wenn das Ausführen einer Handlung erst erfolgen kann, nachdem zuerst eine andere Handlung stattgefunden hat. Beim Turm von Hanoi wird das Umlegen einer Scheibe an ihren Zielort oft nur möglich, wenn zuvor eine andere Scheibe umplatziert wird, dies kann wiederum das Umlegen einer weiteren Scheibe voraussetzen. Je länger die Kette von Handlungen ist und je mehr Zwischenziele notwendig sind, umso anspruchsvoller ist die Aufgabe. Das Operieren mit Zwischenziele kann aus mehreren Gründen Schwierigkeiten bereiten. Es verlangt eine Gedächtnisleistung, um den Ablauf der Schritte zu antizipieren und zu memorieren (vgl. ebd., S. 179). Abgesehen von dieser kognitiven Leistung verlangen Zwischenziele oft die Bereitschaft, Handlungen auszuführen, die nicht direkt und daher auch nicht offensichtlich zum Ziel führen. Besonders diese Eigenschaft bereitet jüngeren Kindern Schwierigkeiten. So zeigen Untersuchungen zum Vollzug von Handlungsketten, dass Kindern im Alter von vier bis fünf Jahren zwar Zwischenziele erkennen und nutzen können,

doch nur wenn diese so geartet sind, dass sie nicht vermeintlich vom eigentlichen Ziel wegführen (vgl. Ellis und Siegler 1994, S. 342; Klahr 1985).

Sobald Zwischenziele den Kindern als Umweg oder als Hinderung im Vollzug einer geplanten Aktion erscheinen, werden sie gemieden. Das Gleiche gilt für den Akt der Planung. Das Planen einer Handlung oder eines Vorhabens bedeutet, dass vor der direkten Umsetzung einer Idee ein Innehalten erforderlich ist. Damit wird die Initiative und Motivation, die einem Vorhaben zugrunde liegt, vorübergehend gebremst, was von Kindern als unangenehm empfunden wird. Es ist in ihrem Empfinden eine unnötige und langweilige Unterbrechung, die den direkten Weg zum erwünschten Ziel hemmt (vgl. Ellis und Siegler 1994, S. 356 f.; Siegler 2001). Das unmittelbare Beginnen mit einem Vorhaben wird von ihnen vorgezogen, weil sie ihren Handlungsdrang nicht unterbrechen wollen, aber auch weil sie den eventuellen Vorteil einer Planung noch nicht abschätzen können (vgl. Siegler 2001, S. 344).

Dass Kinder bis etwa zu ihrem achten Lebensjahr das Planen einer Handlung als nicht notwendig erachten, bzw. gar nicht in Erwägung ziehen, kann auch in Verbindung mit ihrem Fähigkeitsselbstkonzept stehen (vgl. Heckhausen 2010, S. 442). Kinder im Vorschul- und Unterstufenalter zeigen im Gegensatz zu älteren Kinder noch wenig Neigung an ihren Fähigkeiten zu zweifeln oder das Misslingen einer Handlung auf mangelnde Fähigkeiten zurückzuführen. Sie haben eine relativ hohe Selbstwirksamkeitsüberzeugung und neigen zu Überoptimismus in Bezug auf ihr Können (vgl. Hasselhorn 2005, S. 84). Dieser Überoptimismus schützt sie davor, aufgrund von gescheiterten Versuchen zu resignieren und ein Vorhaben vorschnell aufzugeben. Kleine Kinder sind auf eine Lernstrategie, die aus dem unbeirraren Wiederholen der gleichen Aktivität besteht, angewiesen.

Zeichnungen als planerisches Mittel bei gestalterisch-technischen Aufgaben

Die Theorie der mentalen Modelle zeigt auf, dass die Fähigkeit der gedanklichen Repräsentation von Dingen und Situationen Voraussetzung ist, eine Problemsituation zu erfassen und Lösungsansätze zu entwickeln. Bei der mentalen Vorstellungsbildung handelt es sich um gedankliche, also um sogenannte innere Repräsentationen.⁷² Die Psychologie unterscheidet sie von den

⁷² Zur Konstitution und zur Wesensart innerer Repräsentationen werden in der Psychologie unterschiedliche Auffassungen vertreten und unterschiedliche Erklärungsmodelle angeboten. Zu den zwei wichtigsten Modellen gehört die Unterscheidung zwischen analogen und propositionalen Formen der Repräsentation. Die analoge Form basiert auf der Annahme, dass interne Repräsentation zu einem großen Teil visuell-bildhafte Vorstellungen sind, während die propositionalen Repräsentation auf sprachlich-symbolhafte Formen der Vergegenwärtigung zurückgeführt werden (vgl. Greca und Moreira 1997, S. 712 f.).

äußeren bzw. externen Repräsentationen. Letztere zeichnen sich dadurch aus, dass eine Person ihre Vorstellung äußert und sie so für andere wahrnehmbar macht. Externe Repräsentationen können unterschiedliche Formen aufweisen und unterschiedlichen Zeichensystemen folgen. So grenzt die Neurowissenschaftlerin Annette Karmiloff-Smith die gesprochene Sprache von jenen Repräsentationsformen ab, die sich notieren lassen, wie geschriebene Sprache, Zeichnungen, Noten, Diagramme usw. (vgl. Karmiloff-Smith und Lee 1996).

Ausgehend von der anhand der Wirkung mentaler Modelle nachgewiesenen Bedeutung, die internen Repräsentation als mentalen Hilfsmitteln beim Problemlösen zugeschrieben wird (vgl. Gentner und Gentner 1983), liegt die Folgerung nahe, dass externe Repräsentationsformen ebenfalls einen Nutzen bei der Auseinandersetzung mit Problemen haben, dies insbesondere dann, wenn eine nach Karmiloff-Smith notierbare Form gewählt wird.

Das Aufschreiben oder Aufzeichnen von Überlegungen kann helfen, dass Gedankengänge festgehalten und für die problemlösende Person, aber auch für Andere zu jeder Zeit wieder betrachtet und genutzt werden können. In dieser Eigenschaft der permanenten Präsenz liegt denn auch einer der Gründe für die Verwendung bildlicher Darstellungen bei der Auseinandersetzung mit Gestaltungsproblemen (vgl. Goel 1995; Goldschmidt 2003; Purcell und Gero 1998).

Das Erstellen solcher externalen Repräsentationen in Form von Plänen oder Zeichnungen mit der Intention, Lösungsfindungen zu begünstigen, fällt Kindern schwer. Zwar können bereits Vierjährige einen Plan als Zeichnungsorte verstehen und ihn als Orientierung nutzen, sie sind selbst jedoch nur bedingt in der Lage, Zeichnungen zu erstellen, die in ihrer Konzeption und Funktion als Plan bezeichnet werden können (vgl. Anning 2004; Ellis und Siegler 1994; Hope 2000).

Während das Anfertigen von Skizzen und Zeichnungen von Erwachsenen und insbesondere von Fachpersonen als Arbeitsmittel genutzt wird, greifen Kinder kaum zu dieser Möglichkeit der Lösungsfindung. Das Skizzieren wird nicht als Planungshilfe erkannt oder als Teilschritt eines Lösungsprozesses in Erwägung gezogen (vgl. Kap 1.2.2). Das eigene Vorhaben oder sogar die einzelnen Schritte eines Handlungsplans vor der Durchführung spontan zu artikulieren, ist Kindern allenfalls verbalsprachlich möglich. Eine Anwendung anderer Zeichensysteme wie Zeichnungen oder Pläne wird von ihnen dazu nicht genutzt. Der Verzicht auf das Erstellen von Skizzen kann möglicherweise ebenfalls dem Handlungsdrang und der Spontaneität von Kindern zugeschrieben werden, da das vorausgehende Zeichnen als Umweg oder zumindest als Verzögerung des Lösungsprozesses empfunden wird.

Entscheidender als diese Form der Hemmung ist aber vermutlich das Verständnis, das Kinder von ihren eigenen zeichnerischen Aktivitäten haben. Mit Blick auf entwicklungspsychologische Voraussetzungen, aber auch auf kulturell gefestigte Gewohnheiten, ist davon auszugehen, dass Kinder im Vorschul- und Unterstufenalter ihre Zeichnung als Ausdrucks- und Kommunikationsform mit einem hohen narrativen Gehalt verstehen und weniger als methodisches Mittel, das zweckgerichtet verwendet wird. Bilder als Werkzeuge zu verstehen, sie in dieser Funktion zu nutzen und selbst zu erstellen, bedingt ein Zeichenverständnis, das erworben werden muss.

Aus Zeichen, Bildern, Gesten usw. Informationen zu entnehmen, setzt voraus, dass die Repräsentationsfunktion von Zeichen verstanden wird. Was das kindliche Verständnis für bildhafte Repräsentationsformen angeht, so wird zwischen dem *Erkennen* (picture recognition) und dem *Verstehen* (picture comprehension) von Bildern unterschieden (vgl. DeLoache 1995, S. 85 f.). Während Kleinkindern das Erkennen vertrauter Dinge oder Personen auf Abbildungen kaum Schwierigkeiten bereitet, die Reduktion von der Dreidimensionalität auf die Zweidimensionalität also kein Hindernis für das Erkennen des Abgebildeten darstellt (vgl. ebd., S. 86), ist damit noch nicht erwiesen, dass sie die Eigenheit von Bildern verstehen. Dass sehr kleine Kinder versuchen, nach den Dingen auf Fotos zu greifen, gibt Hinweis darauf, dass sie den abgebildeten Gegenstand für real halten und noch nicht verstanden haben, was Bilder sind, so dass sie zwar das Abgebildete erkennen, aber das Bild nicht als Repräsentationsform verstehen. Untersuchungen zum Verständnis der Symbolhaftigkeit von Zeichen zeigen, dass Kinder im zweiten Lebensjahr lernen, die Differenz, die zwischen Bild und Referenzobjekt besteht, zu erkennen (vgl. DeLoache 1995).

Neben dem Erkennen und Verstehen folgt als weitere Fähigkeit des Bildverstehens das Verwenden von Bildern. Bildhafte Repräsentationen als mediales Werkzeug zu nutzen, um ein Problem zu lösen, setzt voraus, dass Kinder im Bild Informationen erkennen, die ihnen in einer bestimmten Sachlage helfen können. Die Psychologin Judy DeLoache weist nach, dass sich diese Fähigkeit zwischen dem zweiten und dritten Lebensjahr entwickelt. Die Experimente, die sie nutzt, sind so angelegt, dass Kinder ein in einem Raum verstecktes Stofftier finden müssen. Anhand unterschiedlicher Repräsentationsformen (plastisches Raummodell, Foto, Zeichnung) wird ihnen ein Abbild des realen Raums und darin das Versteck des Tiers gezeigt und die Kinder werden aufgefordert, das Tier zu holen. Was den Zweijährigen noch Probleme bereitet, wird von den meisten Zweieinhalbjährigen mit großer Sicherheit gelöst. Kinder können offenbar das Verständnis für die Realitätsbeziehung zwischen Repräsentation und Repräsentant innerhalb

weniger Monate entwickeln, was DeLoache nicht nur auf die kognitive Entwicklung, sondern auch auf die Alltagserfahrungen mit Bildern zurückführt: „Between 24 and 30 months of age, children such as those how participated in the research report here spend significant amounts of time in picture-book interactions. They also engage in substantial amounts of pretend play, both solitary and joint, in which they actively create an understand symbolic substitutions“ (DeLoache 1995, S. 109).

Ein differenzierteres Verständnis für unterschiedliche Arten und Funktionen bildnerischer Erzeugnisse und deren Differenz zu schriftlichen Darstellungsformen erwerben Kinder im Vorschulalter. Sie sind lange vor dem Schriftspracherwerb fähig, unterschiedliche Notationssysteme und deren Spezifik als solche zu erkennen (vgl. Anning und Ring 2004; Brenneman et al. 1996; Ellis und Siegler 1994; Karmiloff-Smith 1979). Die Fähigkeit, mediale Repräsentationen voneinander zu unterscheiden, führt jedoch noch nicht dazu, dass sie selber solche hervorbringen oder sogar gezielt zwischen der Anwendung von Zeichensystemen variieren können. Kinder im Vorschul- und Unterstufenalter zeigen von sich aus kaum die Bereitschaft, ihre technischen Vorhaben zuerst zu zeichnen. Selbst wenn sie von der Lehrperson dazu angeregt werden, ihre Ideen auf Papier zu bringen, nehmen die Zeichnungen nicht die Form und die Funktion von Plänen an. Die Erziehungswissenschaftlerin Gill Hope, die sich mit der Nutzung von Zeichnungen im Technik- und Designunterricht beschäftigt, stellt fest, dass Kinder Zeichnungen nicht als ein Mittel ansehen, das ihnen hilft, anschließend etwas besser oder kontrollierter zu tun. Wenn sie aufgefordert werden, ihre Gestaltungsvorhaben zuerst als Skizzen darzustellen, können sie die Beziehung zwischen Zeichnung und geplanter Aktivität oft nicht herstellen. „[...] for young children, the drawing does not necessarily relate to the future action. They do not perceive the drawings as in any way providing the design solution. It is one design solution, the model they make later is another“ (Hope 2000, S. 111). Wie stark dieser Umstand von entwicklungsbedingten Voraussetzungen oder aber von Gewohnheiten abhängt, lässt sich nicht eindeutig sagen. Im familiären und im schulischen Umfeld galt und gilt das Erlangen von Realitätsnähe und Abbildungstreue als Maßstab von Zeichnungskompetenz. Solch tradierte Erwartungshaltungen, die sich in Curricula von Bildungsinstitutionen ausdrücken, wirken sich auf die Entwicklung kindlicher Fähigkeiten aus. Hope spricht von der „westlichen Kultur“, die das Verständnis von Zeichnen und Zeichnen-Können prägt (vgl. Hope 2000, S. 106).

Die Tatsache, dass Kinder schon früh die Symbolfunktion von Bildern erkennen und bereits mit drei bis vier Jahren ein Verständnis dafür entwickeln, dass es unterschiedliche Bildsorten und damit unterschiedliche Möglichkeiten der

medialen Kommunikation gibt, legt die Vermutung nahe, dass sie das Zeichnen von Plänen als nützliches Darstellungsmittel kennenlernen können, wenn sie dies als erwünschtes und gefördertes Tun erfahren (vgl. Brooks 2009; Hope 2000). Dass Kinder im Kindergarten- und Unterstufenalter zu Beginn von Gestaltungsaktivitäten ihre eigenen Vorstellungen vorerst als Idee, als Plan oder gar als Anleitung zu nachfolgendem Tun aufzeichnen, wird jedoch selten von ihnen verlangt und ihnen auch kaum zugetraut.

Nichtsdestotrotz machen Untersuchungen deutlich, dass Kinder, die aufgefordert werden, ihre Ideen zu einem Gestaltungsvorhaben in der Form eines Plans oder einer Skizze zu zeichnen, einen Modus des Zeichnens anwenden, der sich von dem der konventionellen Kinderzeichnung unterscheidet (vgl. Brenneman et al. 1996, S. 415 f.). Hope erachtet es deshalb als erstrebenswert, Kinder im Rahmen von technischen Arbeiten zum Zeichnen anzuregen und sie zu ermuntern, ihre Gestaltungsideen vorab auf Papier darzustellen. Hope sieht in dieser didaktischen Maßnahme zwar nicht explizit ein Mittel, um das planerische Vorgehen von Kindern zu verändern, doch sie geht davon aus, dass damit die Überzeugung des Kindes, dass es bei der Lösung gestalterischer Aufgaben die Umsetzung einer eigenen Idee verfolgt, gestärkt wird. Sie nimmt an, dass sich durch entsprechende Wiederholungen die planerische Zeichenfähigkeit verbessert.⁷³ Zu ähnlichen Auffassungen gelangt auch die Erziehungswissenschaftlerin Margaret Brooks, die mit Studien nachweist, dass Unterstufenkinder eigene Zeichnungen als Planungsinstrument nutzen können. So scheint besonders der Umgang mit technisch-gestalterischen Sachverhalten günstige Ausgangslagen zu bieten, um Kinder zu funktionsbezogenen Zeichnungen anzuregen und dadurch ihr planerisches Vorgehen zu fördern. Brooks konnte in ihrer Studie feststellen, dass der Zeichnungsprozess die Aufmerksamkeit der Kinder erhöht, ihnen ihr Handeln ins Bewusstsein ruft, ihnen bei der Ideenentwicklung hilft und ihre Reflexions- und Interaktionstätigkeiten begünstigt (vgl. Brooks 2009, S. 339).

4.4.3 Reflexion als Mittel der Selbstregulation

Die Fähigkeit, das eigene Tun kritisch zu hinterfragen und den Erfolg einer gewählten Strategie zu prüfen, wird bei Erwachsenen in Zusammenhang mit Lernprozessen als Selbstmonitoring oder Selbstregulation bezeichnet. Das eigene Tun bewusst zu steuern und damit zu Lernerfolgen zu gelangen, ist

⁷³ Dass selbst Vorschulkinder durch entsprechende Anregung und Unterstützung und vor allem durch wiederholte Gelegenheiten eine für ihr Alter erstaunliche Fähigkeit des analytischen Zeichnens erreichen, zeigen Bilderzeugnisse, wie sie im Rahmen von Kindergärten entstehen, die nach dem Ansatz der Reggiopädagogik arbeiten (Filippini 2002); Schäfer und von der Beek 2013).

zugleich Methode und Ziel problemorientierten Unterrichts (vgl. Mandl und Reinmann 2006, S. 645). Die Arbeiten des Philosophen Donald Schön, sein Verständnis zur Tätigkeit des *reflective practitioners* (vgl. Kap. 3.3) und seine daraus abgeleiteten Formen der Reflexion haben für das Problemlöseverhalten und für das selbstgesteuerte Lernen in designtheoretischen und erziehungswissenschaftlichen Kontexten großes Echo erlangt. Die Bewusstmachung des eigenen Tuns und die Konversation sind nach Schön wichtige Mittel der reflexiven Tätigkeit.

Jüngere Kinder können nur bedingt metakognitive Fähigkeiten einsetzen, um in Problemsituationen das eigene Handeln zu steuern. Für sie scheinen jedoch Interaktionen und sprachlicher Ausdruck ein Mittel zu sein, um ihnen ihre Handlungen in Problemlösesituationen bewusst zu machen und ihnen dadurch die Steuerung ihrer Aktivitäten zu erleichtern (vgl. Ellis und Siegler 1994, S. 339). Dies gilt nicht nur für Gespräche zwischen Lehrpersonen und Kindern, sondern auch für Interaktionen zwischen den Kindern. Gespräche, die Kinder untereinander führen, sind in Problemlösesituationen, bei denen Hypothesen gebildet oder Vermutungen über den Erfolg beabsichtigter Strategien getroffen werden, hilfreich, da sie metakognitive Fähigkeiten fördern. Sie regen Kinder dazu an, eigene Aussagen zu überdenken und veranlassen sie zu Voraussagen über geplante Aktivitäten. Eine Zusammenarbeit unter Kindern ist für deren Wissensbildung vor allem dann wirksam, wenn die Beteiligten im Stande sind, die Überlegungen und Denkweisen des anderen zu verstehen. Diese Form der Perspektivenübernahme ist bei Sieben- bis Achtjährigen weiter fortgeschritten als bei Fünf- bis Sechsjährigen. Ein Lerneffekt durch die Zusammenarbeit zwischen Kindern scheint größer zu sein, wenn diese im Schulalter sind (vgl. Tudge 1992).

Abgesehen von Gesprächen zwischen Kindern scheint auch das Selbstgespräch⁷⁴ in Problemlösesituationen eine wichtige Rolle zu spielen. Der Psychologe Peter Feigenbaum misst dem Selbstgespräch in Form des ‚private speech‘ Funktionen zu, die in zweifacher Hinsicht mit dem problemlösenden Denken in Zusammenhang stehen. Das Selbstgespräch unterstützt Kinder bei planvollen und absichtsvollen Handlungen und es ist gleichzeitig eine Vorform metakognitiver Reflexion. Feigenbaum bezeichnet das Selbstgespräch als hybride Sprechform, die einerseits internal ist, weil das Kind sich nicht an eine andere Person richtet und andererseits external ist, da laut gesprochen wird (vgl. Feigenbaum 2002, S. 165). Beobachtungen von Problemlösesituationen zeigten, dass Kinder besonders dann Selbstgespräche führen, wenn sie mit einer

⁷⁴ Mit Selbstgespräch ist das spontane Sprechen mit sich selbst gemeint, nicht das Laut-Denken wie es im Rahmen forschungsmethodischer Settings initiiert wird.

schwierigen Aufgabe beschäftigt sind (vgl. Beaudichon 1973, S. 128). Problemlösesituationen animieren sie, ihre Handlungsabsichten kritisch zu betrachten. Zu diesen Feststellungen gelangt der Technikdidaktiker Martin Binder, der das handlungsbegleitende Sprechen von Grundschulkindern beim Lösen technischer Aufgaben untersucht hat (vgl. Binder 2014). Binders Beobachtungen machen ersichtlich, dass sich die Äußerungen auf unterschiedliche Sachverhalte und Prozessschritte beziehen. So äußern sich Kinder zur Sachlage, z.B. zur Beschaffenheit von Dingen und Objekten, aber auch zu bevorstehenden Handlungen und deren Erfolgsaussichten. Binder geht davon aus, dass das sprachliche Handeln Kindern helfen kann, bei technischen Aufgabenstellungen die Problemlage zu strukturieren und Möglichkeiten für das eigene Handeln zu erkennen (vgl. ebd., S. 77 ff.).

Das handlungsbegleitende Sprechen kann Kinder darin unterstützen, sich selbst zu motivieren, wenn es darum geht, das Ziel nicht aus den Augen zu verlieren und der Versuchung zu widerstehen, einen bequemeren, aber weniger zielführenden Weg zu wählen. Selbstgespräche helfen Kindern das Ziel zu verfolgen und erleichtern ihnen das Planen (vgl. Ellis und Siegler 1994, S. 344). Als weitere günstige Voraussetzungen für das Gelingen von selbstreguliertem Handeln bei anstehenden Schwierigkeiten gelten Neugierde und Motivation, die als Katalysator in Problemlöseprozessen wirken können. Einen Zusammenhang zwischen kindlicher Neugierde und der Problemlösefähigkeit weist Michael Slusarek nach. Der Psychologe hat in seiner Untersuchung Dispositionen der Neugierde und der Ängstlichkeit von Vorschulkindern im Alter von 4-6 Jahren mit deren Problemlöseverhalten verglichen. Die Ergebnisse zeigen, dass sich sehr neugierige Kinder im Umgang mit problemorientierten Aufgaben anders verhalten als weniger neugierige Kinder. Dies gilt besonders dann, wenn beim Lösen der Aufgabe Hindernisse auftreten, die nicht auf Antrieb überwunden werden können. Neugierige Kinder lösen die Aufgaben überlegter und in kürzerer Zeit. Slusarek begründet das Ergebnis u. a. damit, dass diese Kinder generell im Alltag ein ausgeprägteres Explorationsverhalten zeigen. Sie befragen und untersuchen ihre Umgebung und ihre Lebenswelt intensiver als weniger neugierige Kinder. Die aus explorativen Tätigkeiten hervorgehenden Erfahrungen und Erkenntnisse helfen beim Lösen problemorientierter Aufgaben. Slusarek geht davon aus, dass neugierige Kinder aufgrund eines größeren Erfahrungshintergrundes eine adäquatere mentale Repräsentation des Problems haben und sich bessere Handlungsstrategien zurecht legen können, was zur effizienteren Problemlösung führt (vgl. Slusarek 1995, S. 242). Die Ergebnisse seiner Untersuchung lassen für Slusarek auch den Schluss zu, dass neugierige Kinder Probleme strukturierter angehen und bei der Informationsbeschaffung gezielter vorgehen als weniger neugierige Kinder. In Situationen des Misserfolgs

reduzieren ängstliche Kinder ihre Aktivität deutlicher als neugierige Kinder. Ihre Motivation, eine Aufgabe zu lösen, sinkt und somit auch das Engagement. Die Untersuchungen der Kinderpsychologin Hiltrud Lugt zum Explorationsverhalten von eher ängstlichen gegenüber neugierigen Kindern zeigen, dass die ängstlichen Kindern nicht nur weniger aktiv sind im Umgang mit neuen Objekten, indem sie diese weniger spontan berühren oder damit hantieren, sondern auch weniger Fragen in Bezug auf das Objekt stellen (vgl. Lugt-Tappeser und Schneider 1987).

4.5 Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Die Erörterungen im vierten Kapitel dienen dazu, Einblick zu erhalten in kindliche Verhaltensweisen und Entwicklungsvoraussetzungen, die Ausdruck von Problemlösefähigkeit sind oder sich auf das Problemlösen auswirken können.

Mit der Betrachtung des Bauens und des Bastelns wurden zwei Bereiche gewählt, die aus dem spielenden und freien Tun stammen und nicht unbedingt in arrangierte Situationen eingebunden sind. Sie sind für das Problemlösen von Interesse, weil sie einerseits Ähnlichkeiten mit dem Lösen gestalterisch-konstruktiver Aufgaben haben, sich andererseits aber von ihnen unterscheiden. Die Ähnlichkeit besteht in der Absicht, durch den Umgang mit Material einer Idee Ausdruck zu geben und sie besteht darin, dass technische und darstellende Lösungen gefunden werden müssen, indem die Komponenten Form, Funktion, Material miteinander sinnvoll in Beziehung gesetzt werden. Ein Unterschied zu arrangierten Aufgabenstellungen besteht hingegen in der Freiwilligkeit und daraus folgend im Umstand, dass die Zielsetzung vom Kind selbstgewählt ist. Und ein weiterer Unterschied, dies gilt besonders für das kindliche Basteln, besteht darin, dass Mittel oder Materialien nicht vorbestimmt sind, sondern vom Kind gewählt werden. In diesen selbstbestimmten Tätigkeiten werden Verhaltensweisen sichtbar, die als günstige Voraussetzungen für das Problemlösen betrachtet werden können. Dazu gehört allem voran das, was man als Gestaltungswille bezeichnen könnte, da es sich als Motivation, Freude, Engagement und Ausdauer zeigt und sich so auswirkt, dass Kinder mit Hartnäckigkeit ein selbstgesetztes Ziel verfolgen. Entwicklungspsychologische Einschätzungen des spielenden Bauens bestätigen diese Beobachtung und schließen daraus, dass besonders das Konstruieren und Bauen, Kinder zu ausdauerndem Engagement und problemlösendem Verhalten anregt (vgl. Kauke 1992).

Diesen für das Problemlösen günstigen Voraussetzungen stehen altersspezifische Fähigkeiten gegenüber, die Kindern das Lösen komplexer Probleme erschweren. So sind besonderes die Bereitschaft und die Fähigkeiten der Planung und der

Reflexion, die für das Lösen von Problemen wichtig sind, bei Kinder kaum zu beobachten. Dies zeigen entwicklungspsychologische Befunde zur Fähigkeit des Planens (vgl. Ellis und Siegler 1994). Untersuchungen zum Umgang mit Logikaufgaben machen deutlich, dass Kinder ihre Handlungen sehr direkt auf ihre Absicht hin ausrichten und kaum Strategien anwenden, bei denen mit Zwischenzielen operiert werden muss, um längere Handlungsketten vorausschauend zu strukturieren. Vergleicht man diese Befunde mit den Beobachtungen zum Bauen, so finden sich Entsprechungen. (vgl. Auerbach 1989; Wessels 1969). Auerbach stellt in seinen Untersuchungen fest, dass sowohl Kindergarten- wie Unterstufenkinder beim Bauen sehr spontan vorgehen und keine Zeit dafür verwenden, ihre Absichten im Voraus zu planen oder bei auftretenden Schwierigkeiten durch längeres Überlegen nach andern Lösungen zu suchen.

Alterstypische Voraussetzungen zum Umgang mit Gestaltungsproblemen und entwicklungspsychologische Befunde zum kindlichen Problemlösen machen es erforderlich und möglich, gestalterisch-konstruktives Problemlösen der Sechs- und Achtjährigen zu unterscheiden von der im ersten Kapitel vorgenommenen idealtypischen Beschreibung des gestalterischen Problemlösens. So sind Handlungen, die dazu dienen, eine Problemstellung vorgängig zu erkunden und sich gezielt Informationen über Sachlage und Lösungsmöglichkeiten einzuholen, bei Sechs- und Achtjährigen nicht zu erwarten sind. Es ist davon auszugehen, dass Motivation und Interesse zu konzentrierten und ausdauernden Prozessen führen können, die jedoch hauptsächlich von Tätigkeiten der konkreten Ausführung und weniger von planenden und reflexiven Handlungen geprägt werden.

Im Hinblick darauf, dass die Technischen Gestaltung durch ihre designtheoretischen Ansätze besonders jene Fähigkeiten, die zur eigenständigen Lösungsentwicklung führen, fördern will, ist die Frage nach dem Analysieren, Planen und Reflektieren fachdidaktisch relevant und muss es auch für die Bildungsarbeit mit jüngeren Kindern sein. Die gestalterischen Fähigkeiten von Sechs- und Achtjährigen an einem Idealbild elaborierter Fachkompetenz zu messen, führt jedoch zu einem defizitären Blick auf die Kompetenzen von Kindern. So kann nicht die Frage gestellt werden, ob Sechs- und Achtjährige so planen wie ältere Schülerinnen und Schüler oder wie Erwachsene, sondern ob sich in ihren gestalterischen Tätigkeiten planerische bzw. reflexive Handlungen zeigen und wie diese geartet sind. Dies bedingt, dass das Problemlöseverhalten der Sechs- und Achtjährigen mit einem sehr offenen Verständnis der Begriffe analysieren, planen und reflektieren betrachtet wird. In der empirischen Untersuchung wird deshalb nicht von Problemanalyse, sondern von

Sensibilisierung und nicht von Entwurf und Planung, sondern von Prospektion gesprochen. Die drei Prozesselemente der *Sensibilisierung*, der *Prospektion* und der *Reflexion* gelten als Kategorien für eine Analyse des gestalterischen Problemlöseverhaltens von Kindern.

5 Zwischenbilanz und Konkretisierung der Fragstellungen

Das gestalterisch-konstruktive Problemlösen wird in dieser Untersuchung aus einer pädagogischen und didaktischen Perspektive in den Blick genommen, da das Forschungsinteresse einem schulischen Zusammenhang entstammt.

Diese Ausgangslage ist ausschlaggebend dafür, dass der Forschungsgegenstand zuerst aus dem schulischen Kontext heraus betrachtet wurde. Sie machte es notwendig, das gestalterisch-konstruktive Problemlösen nicht als isoliertes Konstrukt zu betrachten, sondern die didaktische Einbettung, die für die Bestimmung des Forschungsgegenstandes zentral ist, aufzuzeigen. Diese Darlegung fachbezogener Aspekte des Problemlösens musste relativ umfassend erfolgen, was in der Positionierung des Fachs Technische Gestaltung begründet ist, dessen disziplinäre Ausrichtung uneindeutig ist, da es sich den Zielen ästhetischer Bildung verpflichtet, sich als zuständig für die technische Bildung versteht und sich inhaltlich und didaktisch am Design orientiert. Entsprechend heterogen stellt sich die Betrachtung fachlicher und didaktischer Aspekte des Problemlösens dar. Als Resultat dieser Auseinandersetzung konnte am Ende des ersten Kapitels die Leitfrage nach der Spezifik des gestalterisch-konstruktiven Problemlösens beantwortet werden.

Durch die Behandlung des Forschungsgegenstandes aus pädagogischer Sicht wurde das Problemlösen vorerst als Möglichkeit des Lernens betrachtet, ohne den Begriff *Problem* zu klären oder das Verständnis davon, was Problemlösen grundsätzlich sein kann, darzulegen. Dies wurde im zweiten Kapitel nachgeholt und machte es möglich, das Problemlösen abstrakter und allgemeiner zu verstehen. Merkmale zur Charakterisierung und Klassifizierung von Problemen, wie sie die Psychologie anbietet, sind für die Problemanalyse und die Problemkonstruktion hilfreich. Von Problemkonstruktion kann die Rede sein, wenn im Rahmen von Lernsettings Problemsituationen in Form von Aufgabenstellungen erarbeitet werden.

Die theoretische Auseinandersetzung führte im dritten Kapitel in die Designtheorie. Diese stellt als Bezugsdisziplin der Technischen Gestaltung ein wichtiges Orientierungsfeld für das gestalterische Problemlösen dar. Wie im Problemaufriss dargelegt, ist zu befürchten, dass bei dieser Orientierung, der Designprozess oft verkürzt wahrgenommen wird und hauptsächlich als Prozessverlauf verstanden wird. Daher war es notwendig, ihn aus designtheoretischer Sicht differenziert zu betrachten. So konnte deutlich gemacht werden, dass Prozessschritte wie Problemanalyse - Planen und Entwerfen -

Reflektieren und Evaluieren zwar einerseits als handlungsleitende, heuristische Abläufe aufzufassen sind, dass sie aus Sicht der Domäne *Design* aber auch als Formen des elaborierten Problemlösens und daher als Beschreibung von Kompetenzen verstanden werden.

Daraus wurde der forschungsmethodische Entschluss abgeleitet, die Prozessschritte als Betrachtungsstruktur für das Analysieren des kindlichen Problemlösens zu wählen. Mit den drei Elementen *Analyse - Planen und Entwerfen* sowie *Evaluation* und *Reflexion* wurden hauptsächlich jene Prozesselemente in den Fokus gerückt, die das gestalterische Problemlösen von andern Arten der Problemlösung unterscheiden und sich als besonders anspruchsvoll erweisen.

Im vierten Kapitel wurden die vorangegangenen theoretischen Auseinandersetzung mit dem Problemlösen durch den Blick auf das Kind und seine altersspezifischen Voraussetzungen ergänzt. Mit der Betrachtung des Bauens und des Bastelns als Formen der selbstgewählten Problemlösung und mit Befunden aus der kunstpädagogischen und entwicklungspsychologischen Forschung konnten Kenntnisse über altersspezifische Verhaltensweisen des Problemlösens gewonnen werden. Diese machen deutlich, dass Kinder bei selbstgewählten Tätigkeiten wie Bauen und Konstruieren selbstständig und zielorientiert vorgehen und dabei sehr viel Ausdauer und Konzentration zeigen. Die Betrachtungen altersspezifischer Voraussetzungen zeigen aber auch, dass die Sechs- und Achtjährigen aufgrund ihrer Fähigkeiten nur schwer die Erwartungen erfüllen können, die in den problemorientierten Aufgaben als Zielsetzungen formuliert sind. Dennoch sind gerade diese offenbar schwierig zu leistenden Tätigkeiten, die dazu dienen, einen Gestaltungsprozess eigenständig voranzubringen, fachlich relevant und sollten in einer Art gefördert werden die den Möglichkeiten von Sechs- und Achtjährigen angepasst ist.

Die Feststellung, dass Analysieren, Planen und Reflektieren für jüngere Kinder sehr anspruchsvolle Tätigkeiten sind, führte dazu, diese bei der empirischen Untersuchung ins Zentrum zu stellen.

5.1 Forschungsfokus anhand von Kategorien

Die empirische Untersuchung widmet sich der Frage, wie Sechs- und Achtjährige mit gestalterisch-konstruktiven Problemstellungen, wie sie sich im Rahmen von Aufgabenstellungen im Unterricht der Technischen Gestaltung zeigen, umgehen. Durch die theoretischen Auseinandersetzungen hat eine eingehende Darlegung jener Inhalte stattgefunden, die den Forschungsgegenstand ausmachen. Daraus entwickelten sich Perspektiven zum forschungsmethodischen Vorgehen. So

ergibt sich aus der Eigenheit des Problemlöseprozesses eine Beobachtungsstruktur, die helfen kann, kindliches Problemlösen anhand nachfolgender Kategorien unter jenen Aspekten zu betrachten, die sich als besonders herausfordernd erweisen.

1 Sensibilisierungen als Auseinandersetzung mit Problemstellungen

Die Auseinandersetzung mit Problemstellungen, das Wahrnehmen und Ausloten von Gegebenheiten und Bedingungen gelten als Beginn gestalterischer Problemlöseprozesse (vgl. Kap. 3.5.1). Da die Problemstellungen in unterrichtlichen Situationen der Arrangiertheit unterliegen, stellt sich die Frage, ob Kinder zu Beginn, aber auch während des Problemlöseprozesses Handlungsweisen zeigen, bei denen sensibilisierende Auseinandersetzungen mit der Aufgabe (Problemstellung) sichtbar werden. Damit verbindet sich die Frage, von welcher Art diese Handlungsweisen gegebenenfalls sind und inwiefern sie als Zeichen eines problembezogenen Handelns erkannt und gedeutet werden können. Mit der Kategorie der *Sensibilisierung* (Kategorie 1) soll der Fokus auf diese Fragen gerichtet werden.

2 Prospektionen als Form des absichtsvollen, planenden Vorgehens

Als Spezifik im Umgang mit Problemstellungen und als notwendige Schritte zur Entwicklung schöpferischer Lösungsansätze gelten das Planen und Entwerfen (vgl. Kap. 3.5.2). Da diese Handlungen von methodischem und fachlichem Wissen und Können abhängig sind, ist die Frage zu stellen, ob Kinder in der Auseinandersetzung mit gestalterisch-konstruktiven Problemstellungen Aktivitäten zeigen, die als vorausschauend, absichtsvoll, also als prospektiv und im weitesten Sinn als planerisch bezeichnet werden können. Das Interesse an der Fähigkeit zur Prospektion ist als besonderes hoch zu werten, da die Diskussion darüber, ob problemorientierte Aufgabenstellungen bereits für jüngere Kinder geeignete Lernarrangements sein können, aktuelle Fachdiskurse durchzieht. Daher ist nicht nur zu fragen, ob prospektive Handlungen sichtbar werden, sondern gegebenenfalls auch zu beschreiben, von welcher Art diese sind und worauf sie sich im Gestaltungsprozess beziehen. Die Kategorie *Prospektion* (Kategorie 2) nimmt diese Fragen in den Blick.

3 Reflexive Handlungen als Form der Prozesssteuerung

Zu den elementaren Voraussetzungen, zur Bewältigung problemorientierter Prozesse, gilt die Fähigkeit, das eigene Handeln und seine Folgen antizipierend und reflektierend zu überdenken (vgl. Kap. 3.5.3). Strategien zur Steuerung von

Handlungsprozessen sind deshalb für das Problemlösen bedeutend. Wie bei der Prospektion ist auch bei der Reflexion die Frage zu stellen, welche Handlungen Kinder in Problemlöseprozessen zeigen, die Hinweise auf reflexives Verhalten geben. Es ist aufgrund der altersspezifischen Voraussetzungen davon auszugehen, dass sich Reflexion bzw. ihre Performance nicht unbedingt in verbal geäußerten Überlegungen zeigt, sondern eher in physischen Handlungen, die sichtbar machen, dass bereits getroffene Entscheidungen überdacht und ausgeführte Schritte rückgängig gemacht werden. Mit der Kategorie der *Reflexion* (Kategorie 3) werden diese Handlungen befragt.

4 Problemfokus

Da der Umgang von jüngeren Kindern mit gestalterisch-konstruktiven Problemstellungen bislang kaum untersucht ist, gilt das Forschungsinteresse nicht nur der Beobachtung und Analyse des kindlichen Problemlöseverhaltens, sondern auch der Frage, ob bei Gestaltungsaufgaben das intendierte Problem auch das tatsächliche Problem ist. In dem Zusammenhang soll beobachtet werden, was sich in der konkreten Beschäftigung mit einer Aufgabenstellung für die Kinder als Herausforderung erweist. Unter dem Begriff *Problemfokus* wird eine Kategorie (Kategorie 4) gebildet, welche die Problembarrriere analysiert.

5.2 Forschungsfragen der empirischen Untersuchung

Anhand der Kategorien, die als Betrachtungsstruktur für das Analysieren kindlichen Problemlösens dienen, lassen sich zentrale und nachgestellte Fragen formulieren.

Die zentralen Forschungsfragen lauten:

1. Welche Handlungen von Sechs- und Achtjährigen zeigen sich im Umgang mit einer problemorientierten Gestaltungsaufgabe als Indikatoren des Problemlösens in den Prozesselementen der Sensibilisierung, der Prospektion und der Reflexion? Welche Komponenten der Aufgabenstellung können für die Kinder eine Barriere darstellen?
2. Wie zeigen sich Handlungen des gestalterisch-konstruktiven Problemlösens im Gestaltungsprozess konkret? Wie charakterisieren sich durch sie die Prozesselemente der Sensibilisierung, der Prospektion und der Reflexion? Welche Komponenten einer Aufgabestellung erweisen sich tatsächlich als Problem?

Daraus lässt sich nachfolgend eine weitere Frage beantworten:

Welche Unterschiede im gestalterisch-konstruktiven Problemlösen zeigen sich zwischen den Sechs- und Achtjährigen?

GESTALTERISCH-KONSTRUKTIVES PROBLEMLÖSEN BEI SECHS- UND
ACHTJÄHRIGEN – EMPIRISCHE UNTERSUCHUNG

6 Forschungsmethodische Überlegungen

Da sich das Forschungsinteresse dieser Arbeit auf ein pädagogisches Alltagsgeschehen richtet, in dessen Zentrum menschliches Handeln steht, braucht es Instrumente und Verfahren, mit denen in einem begrenzten Ausschnitt reale Geschehnisse in ihren Zusammenhängen und in ihrer Komplexität aufgezeigt und befragt werden können. Im Sinne der Gegenstandsangemessenheit (vgl. Flick 2010, S. 26 ff.) ist eine Passung zwischen Erkenntnisinteresse, Gegenstand und methodischem Vorgehen anzustreben. In der vorliegenden Arbeit gilt das Erkenntnisinteresse den qualitativen Merkmalen von Schülerhandlungen innerhalb bestimmter fachlicher Lernarrangements. Das gestalterische Problemlösen von Kindern im Alter von sechs und acht Jahren wird zum konkreten Untersuchungsgegenstand.

Erkenntnisinteresse und Fragestellungen legen ein Forschungsdesign nahe, mit dem sich Vorgehensweisen, wie sie Kinder im Umgang mit problemorientierten Aufgaben zeigen, möglichst detailliert beobachten, beschreiben und analysieren lassen. Qualitative Forschungsmethoden ermöglichen einen überprüfenden und einen entdeckenden Blick auf den Forschungsgegenstand (vgl. Brüsemeister 2008, S. 19), ihre Zielgerichtetheit und ihre gleichzeitige Offenheit machen sie für das Untersuchungsvorhaben geeignet.

6.1 Begründung der explorativen, videosbasierten Untersuchungsmethode

Die im theoretischen Teil dieser Arbeit herausgearbeiteten Strukturen (Oberkategorien) zur Betrachtung des Problemlösens können als Basis für eine theoriegeleitete Vorgehensweise genutzt werden. Dennoch weist der Forschungsgegenstand Bereiche auf, die explorativ erkundet werden müssen, so dass theoretisches Vorwissen nicht zur Bildung scharfer Hypothesen dienen kann, sondern zur Verfassung flexibler Konzepte im Sinn von Beobachtungsrastern bzw. Analysekatégorien. Diese können sich durch die Auseinandersetzung mit dem Gegenstand konkretisieren und verfestigen (vgl. Kelle; Kluge 2010).

Das vorhandene Vorwissen einerseits und die erkundungsbedürftige Situation andererseits verlangen nach einer Untersuchungsmethode, bei der theoriegeleitete Annahmen den Ausgangspunkt bilden und an die sich deskriptive und interpretative Verfahren zur Erkenntnisgewinnung anschließen lassen.

Aus dem Umstand, dass komplexe Handlungen im Zentrum der Untersuchung stehen, ergeben sich Konsequenzen für die Erhebung des Datenmaterials. Es ist naheliegend, die im Unterricht stattfindenden Prozesse und die materialisierten Produkte, die eine große Dichte visuell wahrnehmbarer Informationen bieten, mit audiovisuellen Mitteln zu erfassen.

Videobasierte Untersuchungen sind im pädagogischen Feld seit einigen Jahrzehnten bedeutsam und dienen der Unterrichts- und Praxisforschung (vgl. Waldis Weber et al. 2006). Sie ermöglichen einen fokussierenden Blick sowohl auf das Lehrerhandeln wie auch auf die Interaktionen von Schülerinnen und Schülern. Die Soziologen Hubert Knoblauch und Bernt Schnettler (vgl. Knoblauch und Schnettler 2008) sowie der Bildungsforscher Ralf Bohnsack (vgl. Bohnsack 2007; Bohnsack 2009) und die Erziehungswissenschaftler Jörg Dinkelaker und Matthias Herrle (vgl. Dinkelaker und Herrle 2009) beschäftigen sich mit methodologischen Grundfragen der Videoanalyse in der Sozialforschung und der Spezifik der Ikonizität des Datenmaterials. Auf die Bedeutung der Videographie in der ästhetischen Bildungsforschung weist der Kunstpädagoge Oliver Reuter hin (vgl. Reuter 2012).

Filmaufnahmen erlauben als besondere Form teilnehmender Beobachtung (vgl. Reuter 2012, S. 67) eine präzise, akkurate Aufzeichnung von Geschehnissen, ermöglichen das Erfassen zusammenhängender Abläufe und durch die technische Rekonstruktion eine wiederholte Beobachtung von Situationen (vgl. Knoblauch und Schnettler 2008, S. 586).

Die Möglichkeit, durch Filmaufzeichnungen detaillierte Informationen über einen Gegenstand zu erhalten, darf nicht darüber hinweg täuschen, dass auch die Kamera nur ein begrenztes Blickfeld hat und subjektive Entscheidungen der forschenden Person (vgl. Huhn et al. 2000, S. 187) die Sichtweise steuern. Die Kamera liefert kein unverfälschtes, sondern ein transformiertes Abbild von Wirklichkeit (vgl. Knoblauch und Schnettler 2008; S. 586). Dies gilt auch dann, wenn es sich um sogenannte *natürliche* und nicht wie in der vorliegenden Untersuchung *konstruierte* Daten handelt.⁷⁵ Die scheinbare Objektivität, die eine filmische Aufzeichnung suggerieren kann, erfordert eine Darlegung der Aufnahmesituation und eine Klärung, unter welchen Bedingungen Aufnahmen zustande kommen, um die Konstruiertheit von Situation und Videoaufzeichnung transparent zu machen. Eine erste selektive Entscheidung ergibt sich durch das Arrangement der Erhebungssituation. Die Bearbeitung einer Testaufgabe und ihre Implikationen didaktischer, aber auch zeitlicher und räumlicher Art

⁷⁵ Knoblauch und Schnettler sprechen in Zusammenhang mit videographischen Aufzeichnungen von *natürlichen* Daten, wenn Situationen erfasst werden, die sich auch ohne Beisein der Kamera ereignen würden und von *konstruierten* Daten, wenn Forschende eine Situation eigens für eine Untersuchung erschaffen (vgl. Knoblauch und Schnettler 2008; S. 590).

bestimmen in der vorliegenden Untersuchung den Rahmen des Beobachtbaren. Die Positionierung der Kameras, die Einstellung der Aufnahmewinkel, Momente von Aufnahmebeginn und -stopp sind weitere Parameter, die den Beobachtungsfokus mitbestimmen. Entgegen anderen Erhebungsmethoden wie beispielsweise der Aufzeichnung von Beobachtung durch Feldnotizen, die eine selektive Aufmerksamkeit im Moment erfordert, kann die Fokussierung auf einzelne Aspekte und der Verzicht auf vorhandene Informationen bei der videobasierten Untersuchung hinausgezögert werden.

6.2 Versprachlichung des Bildes - Konsequenzen videobasierter Forschung

Transkriptionsvorgänge, wie sie insbesondere die Sprach- und Kommunikationswissenschaften bei der Verschriftlichung von Audiodateien z.B. bei Interviewaufzeichnungen anwenden, zeigen, wie komplex und kompliziert die Umwandlung von Mündlichkeit in Schriftlichkeit sein kann (vgl. Ayass 2005), dies obwohl es sich bei der Transkription wie auch bei der verbalen Rede um jene mehr oder weniger lineare Struktur handelt, wie sie sprachlichen Äußerungen allgemein zugrunde liegt – Sprache wird also in Sprache verwandelt.

Um vieles komplizierter gestaltet sich die Transkription, wenn es beim Datenmaterial nicht um Tondokumente, sondern um audio-visuelle Aufzeichnungen und bei den zu untersuchenden Handlungen nicht um rein kommunikative, sondern um aktionale Tätigkeiten geht (vgl. Bohnsack 2007). Die Informationsdichte, die sich durch die Ton-Bild-Kombination ergibt, erfordert und ermöglicht Strukturierungs- und Analyseverfahren, die sowohl Simultaneität wie auch Linearität berücksichtigen müssen, wobei je nach Forschungsinteresse das eine oder das andere bedeutender sein kann (vgl. Dinkelaker und Herrle 2009).

Es stellt sich die ganz grundlegende Frage, wozu und wie die Bildinformation in einen verbalsprachlichen Text umgewandelt werden soll. Unabhängig von der jeweiligen Forschungsfrage und vom methodischen Vorgehen, führt letztlich jede Art der Transkription zu einer logozentrischen Auseinandersetzung mit einem Gegenstand, dessen Erscheinungsformen sich aber unter Umständen in Bildern vielschichtiger, kontextbezogener und authentischer zeigt (vgl. Bohnsack 2009).

Worin liegen also Gewinn und Notwendigkeit transkribierter Videos? Dass Filmaufnahmen große und komplexe Datenmengen liefern, macht sie für die Unterrichtsforschung besonders interessant, weil die Aufzeichnungen von Handlungs- und Kommunikationsabläufen im Gegensatz zu schriftlich verfassten Beobachtungsprotokollen, die vor Ort entstehen, ein wiederholtes

Betrachten der Situation ermöglichen. Selbst wenn die Videoaufzeichnungen nur einen begrenzten Ausschnitt aus dem realen Geschehen wiedergeben können, erlaubt es die Dichtheit visueller und akustischer Informationen, dass sich das Material später auch unter anderen Gesichtspunkten bearbeiten und analysieren lässt. Gleichzeitig stellt aber gerade diese Überkomplexität an Informationen in Forschungsprozessen ein Problem dar. Die Informationsmenge muss hinsichtlich der Forschungsfrage eingegrenzt werden. Das Transkribieren ist eine Form der *Datenreduktion* und ermöglicht eine Fokussierung der Untersuchung auf relevante Aspekte (vgl. Knoblauch und Schnettler 2008, S 592 ff.). Zudem macht die Verschriftlichung die Systematik des Forschungsprozesses sichtbar und wird dem wissenschaftlichen Anspruch auf Nachvollziehbarkeit gerecht.

6.3 Inhaltsanalyse nach Mayring

Bei der vorliegenden Forschungsarbeit handelt es sich um die eingehende Auseinandersetzung mit gestalterischen Tätigkeiten von Kindern, die von fachdidaktischem Interesse sind, aus denen sich aber keine Generalisierungen ableiten lassen. Dennoch sollen die Interpretationen und Schlussfolgerungen über die Einzelsituation hinausreichen und auf etwas Allgemeines verweisen können (vgl. Oswald 2010, S. 184 f.). Die Vergleichbarkeit zwischen beobachtbaren Gestaltungsprozessen und eine allfällige Ausweitung von Deutungsmustern auf ähnliche Situationen werden durch das Anwenden einer aus der Theorie abgeleiteten Betrachtungsstruktur in Form von Kategorien begünstigt.

Die Inhaltsanalyse nach Mayring ermöglicht es, bei der Datenauswertung schrittweise vorzugehen. Theoriegestützte und/oder aus dem Material entwickelte Kategorien werden genutzt, um das Datenmaterial nach forschungsrelevanten Inhalten zu durchsuchen und nicht relevante Inhalte auszusondern. Das Kategoriensystem gewährleistet als Kernstück der Auswertungsmethode (vgl. Mayring 2010, S. 49 f.) ein kriteriengeleitetes Vorgehen und ermöglicht die Nachvollziehbarkeit der qualitativen, interpretierenden Auswertung.

Die Kategorienbildung kann in inhaltsanalytischen Verfahren aus mehreren Schritten bestehen, indem sich die Grobstruktur der Kategorien aus den theoretischen Grundlagen und aus der Konkretisierung der Fragestellung ergibt, die Feinstruktur sich aber erst in der Bearbeitung des Datenmaterials erarbeiten lässt. Dieses mehrschrittige Vorgehen ist vor allem bei Untersuchungen mit explorativem Charakter hilfreich und notwendig. Die Kategorien gelten als flexibles Konzept, das sich erst durch die Auseinandersetzung mit dem Forschungsgegenstand und dem Datenmaterial konkretisiert (vgl. Kap. 6.1).

Dadurch ist die Grobstruktur der Kategorien einerseits forschungsmethodisches Instrument, die Feinstruktur aber auch Teilergebnis der Untersuchung. „[...] dass auch die qualitative Inhaltsanalyse Verfahren anbietet, bei denen die synthetische Kategorienkonstruktion im Vordergrund steht, also das Kategoriensystem erst das Ergebnis der Analyse darstellt“ (Mayring 2010, S. 49 f.)

Als Grobstruktur des Systems, Mayring spricht von den Strukturierungsdimensionen (vgl. ebd., S. 93), gelten in der vorliegenden Untersuchung die aus designtheoretischen Konzepten abgeleiteten Prozesselemente der *Sensibilisierung*, der *Prospektion*, der *Reflexion* und als vierte Kategorie die Dimension des Problemfokus.

Mayring schlägt drei Grundformen des Interpretierens vor, die sich je einzeln, in Abhängigkeit vom Kontext aber auch kombiniert anwenden lassen.

Die *Zusammenfassung* als erste Grundform dient der abstrahierenden und reduzierenden Verdichtung des Datenmaterials und bietet sich besonders dann an, wenn die Kategorienbildung induktiv erfolgen soll (vgl. Mayring 2010, S. 67 ff.). Die *Explikation* als zweite Grundform der Interpretation zielt auf die deutende Erklärung einzelner Textstellen durch das Hinzuziehen von weiterem Material aus dem Kontext. Mayring unterscheidet in Abhängigkeit davon, ob für die Aufschlüsselung von einer Textstelle andere Textstellen des gleichen Dokumentes oder Zusatzmaterial, das außerhalb des Textes liegt, beigezogen wird, zwischen einer *engeren* und einer *weiteren* Kontextanalyse (vgl. Mayring 2010, S. 85 ff.). Die *Strukturierung* als dritte Grundform hat das Ziel, anhand einer Struktur, die in Form eines Kategoriensystems an das Datenmaterial herangetragen und am Material entwickelt wird (vgl. Mayring 2010, S. 92 ff.), eine Ordnung und Filterung der Inhalte anhand forschungsrelevanter Dimensionen vorzunehmen. Bei der vorliegenden Untersuchung wird die strukturierenden Technik angewandt.

Die Analysetechniken, wie Mayring sie vorschlägt, beziehen sich hauptsächlich auf einen Umgang mit textförmigem Datenmaterial, wie es beispielsweise oft in Form von Interviewtranskripten besteht (Mayring 2008; Mayring 2010) und nicht aus Videoaufzeichnungen. Obwohl das Datenmaterial in der vorliegenden Studie durch die Transkription der Videosequenzen ebenfalls als Text vorliegt, kann nicht davon ausgegangen werden, dass dieser das Videomaterial im Auswertungsprozess vollständig ersetzen kann.

7 Untersuchungsdesign

Die Untersuchungsanlage besteht aus der Konzipierung einer problemorientierten Gestaltungsaufgabe, die von zwei Klassen innerhalb von vier Unterrichtseinheiten gelöst wird. Die Problemlöseprozesse der Kinder (2er-Gruppen) werden gefilmt und die entstehenden Produkte nach jeder Unterrichtseinheit fotografiert. Die Videoaufzeichnungen bilden den Datenkorpus.

Die Untersuchung wird in zwei unterschiedlichen Altersklassen (2. Kindergartenjahr und 2. Klasse Primarunterstufe) durchgeführt. Der Grund für die Wahl der Altersstufen liegt in der im Rahmen der Schulharmonisierung getroffenen Entscheidung, die Altersgruppen der Vier- bis Achtjährigen bzw. die zwei Jahre Kindergarten und die ersten beiden Jahre der Primarunterstufe künftig gemeinsam im ersten von drei Zyklen der obligatorischen Volksschulzeit zusammenzufassen. Mit der Untersuchung wird somit die gestalterische Problemlösefähigkeit der Kinder in der Mitte und am Ende des ersten Zyklus in den Blick genommen. Ziel der Untersuchung ist in erster Linie der Erkenntnisgewinn über das Problemlöseverhalten der Kinder im Schuleingangsalter, erst in zweiter Linie geht es um die Unterschiede zwischen Sechs- und Achtjährigen.

7.1 Datenerhebung

Um eine vorschnelle, zufällige und somit unbestimmte Fokussierung auf einzelne Schülerinnen und Schüler zu vermeiden, werden alle Zweiergruppen bei allen Unterrichtsetappen gefilmt. Von den sechs Unterrichtseinheiten, welche zur Untersuchung gehören und die jeweils zwischen 40-120 Minuten dauern, sind die erste und die letzte Etappe für die Gesamteinheit der Aufgabenstellung und deren methodische Einbettung in den Unterrichtsalltag zwar wichtig, für die Forschungsfrage jedoch nicht relevant.⁷⁶ Die Videoanalyse beschränkt sich daher auf die Etappen 2, 3, 4 und 5.

⁷⁶ In der ersten Unterrichtseinheit erhalten die Schülerinnen und Schüler Gelegenheit, Material und Werkzeuge kennenzulernen und den Umgang damit zu üben (vgl. Kap 7.1.3). Sie kennen zu diesem Zeitpunkt die Aufgabe noch nicht. In der letzten Unterrichtseinheit besteht die Möglichkeit, dass die Kinder ihre Objekte abschließend gestalten und dabei Intentionen verfolgen, die nicht explizit zur Aufgabenstellung gehören, wie beispielsweise das Bemalen der Objekte oder das Anfertigen zusätzlicher Teilobjekte.

7.1.1 Erhebungssituation

Die Durchführung der Untersuchung findet im Rahmen des normalen Unterrichts statt. Die Lehrperson der Klasse instruiert und begleitet die Kinder. Die Räume (Kindergarten bzw. Werkraum) sind so vorbereitet, dass jede Zweiergruppe an einem eigenen Tisch arbeitet. Das zur Verfügung gestellte Material und die Werkzeuge befinden sich zentral im Raum auf einem separaten Tisch und werden von den Kindern bei Bedarf geholt.

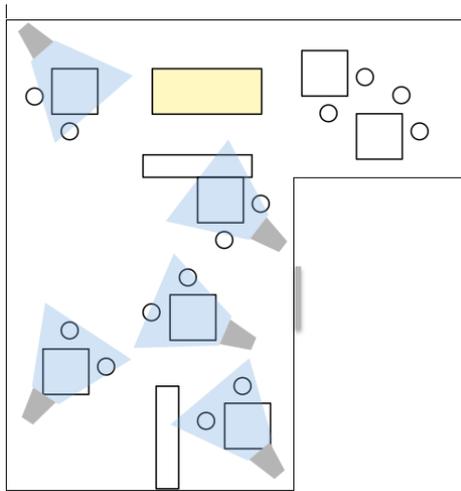


Abb. 18 Raumsituation Kindergarten

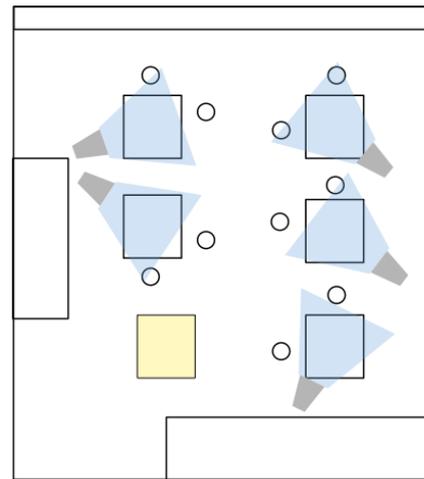


Abb. 19 Raumsituation Werkraum

Legende:



Kind



Tisch

Material- und
WerkzeugaufbewahrungKamera,
Aufnahmewinkel

7.1.2 Voraussetzung der Untersuchungsgruppe

Bei den beiden Gruppen, die an der Untersuchung teilnehmen, handelt es sich um Kinder im Kindergarten- und Unterstufenalter. Das jüngste der beobachteten Kinder ist 5;11 Jahre, das älteste 8;11 Jahre alt. Die Konzeption der Untersuchung soll das Alter der Kinder und ihre zu erwartenden Verhaltensweisen durch folgende Maßnahmen berücksichtigen.

Obwohl für die Untersuchung eine Erhebungssituation inszeniert und künstlich hergestellt wird, soll eine Laborsituation vermieden und die Durchführung der Aufgabe so in den Unterrichtsablauf integriert werden, dass jene Form von ‚Normalität‘, die auch im alltäglichen Unterricht existiert, aufrechterhalten wird. Das problemlösende Handeln der Sechs- und Achtjährigen ist nicht nur hinsichtlich der konkreten physischen Tätigkeiten von Interesse, sondern auch in

Bezug auf die Überlegungen und Strategien, die denselben zugrunde liegen. Informationen zur Problemlösestrategie und zur mentalen Prozesssteuerung können vermutlich nur bedingt aus den äußeren, sichtbaren Handlungen erschlossen werden. In der Designforschung werden aus diesem Grund zur Untersuchung von Prozesssteuerungsstrategien Erhebungsverfahren wie sogenannte ‚Laut-Denken-Protokolle‘ (vgl. Ball et al. 2004; Dixon 2011) genutzt, um Überlegungen und Denkvorgänge beobachtbarer zu machen. Ergänzend oder alternativ werden mit den Probanden im Anschluss an Lösungsprozesse oder -etappen Interviews über ihre Vorgehensweisen geführt, um Intentionen und Handlungsmotive in Erfahrung zu bringen (vgl. Yilmaz et al. 2015). Beide Untersuchungsverfahren scheinen für das vorliegende Vorhaben mit Rücksicht auf das Alter der Kinder nicht geeignet, da sie mit zu großen Nachteilen verbunden sind. Die Methode des Laut-Denkens sollte, damit sie wirksam genutzt werden kann, von den Probanden vorab geübt werden, um sie dann effektiv anzuwenden. Diese zusätzliche forschungsmethodische Anforderung wäre der Spontaneität der Kinder nicht zuträglich. Eine Anwendung von Interviewmethoden würde dazu führen, dass die Kinder möglichst zeitnah zu ihrem Tun, also nach jeder Unterrichtseinheit zu ihrem Vorgehen befragt würden. Ungewollte Effekte solcher Interviews auf das weitere Handeln der Kinder in der folgenden Unterrichtsstunde sind nicht abzuschätzen. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Kinder durch die Befragung in ihrer Wahrnehmung und Beurteilung der eigenen Prozesse und Produkte und dadurch in ihrem weiteren Vorgehen stark beeinflusst würden. Die beiden Kindheitsforscherinnen Kränzl-Nagl und Wilk machen in Zusammenhang mit der Anwendung standardisierter Befragungen bei Kindern auf darauf aufmerksam, dass Kinder in Interviewsituationen nicht nur *soziale Wünschbarkeit* zeigen, also ihre Antworten nicht nur nach allgemeinen Normen und Konventionen richten, sondern auch eine *personale Wünschbarkeit*, indem persönliche, in hohem Maß emotionale Motive die Antworten beeinflussen (vgl. Kränzl-Nagl und Wilk 2000, S. 68).

Da jüngere Kinder in Problemlösesituationen dazu neigen, ihre Handlungen durch Selbstgespräche zu kommentieren (vgl. Kap. 4.4.3), soll auf eine von Erwachsenen initiierte Forcierung sprachlicher Äußerungen verzichtet werden. Stattdessen arbeiten die Kinder jeweils zu zweit an der Lösung des Problems. Dahinter steht die Erwartung, dass sie in der Zweiergruppe veranlasst sind, ihre Absichten und Überlegungen verbal zu äußern, ohne dass eine Befragung stattfindet. Die Interaktionen der Kinder sollen besonders hinsichtlich ihrer prospektiven und reflexiven Überlegungen zu ihren Prozessen und Produkten aufschlussreiche Informationen liefern.

7.1.3 Konzeption der Testaufgabe

Die unterschiedlichen Blickwinkel auf Aspekte des gestalterischen Problemlösens, wie sie in im theoretischen Teil dieser Arbeit dargelegt sind, geben nachfolgende inhaltliche und methodische Hinweise für die Ausarbeitung der Untersuchungsanlage.

Für das Erstellen einer Aufgabe sind die im ersten Kapitel herausgearbeiteten Merkmale zur fachlichen Spezifik problemorientierter Lernsituationen zu berücksichtigen. Dies gilt besonders für die Bedeutung der Handwerklichkeit als mögliche Problemkomponente (vgl. Kap. 1.2.1) und für die Bildhaftigkeit als altersspezifisches Merkmal gestalterischer Tätigkeit von Kindern im Kindergarten- und Unterstufenalter (vgl. Kap. 1.2.2). Bei der Erarbeitung der Aufgabenstellung ist zu bedenken, dass die Handwerklichkeit Teil der Problemstellung und gleichzeitig Mittel zur Lösungsentwicklung sein kann. Die Testaufgabe soll so konzipiert sein, dass die handwerkliche Ausführung anspruchsvoll ist, dass sie aber nicht zum Maßstab des Gelingens oder Misslingens wird. Zur Realisierung der Aufgabe wird ein Material gewählt, das sich mit unterschiedlichen Werkzeugen so bearbeiten lässt, dass formgebende, formverbindende, formtrennende und formverändernde Eingriffe möglich sind. Das Material soll einerseits eine Festigkeit haben, die konstruktives Bauen ermöglicht und es soll andererseits so zu bearbeiten sein, dass Kinder nicht an seiner Widerständigkeit scheitern. Es soll vermieden werden, dass motorische und manuelle Fähigkeiten zwingend die Limiten der Handlungsfähigkeit bilden. Da der Gestaltungswille von Kindern in Vorschul- und Unterstufenalter sehr oft von Bedürfnis nach bildhafter Repräsentation geprägt ist, soll die Aufgaben so verfasst sein, dass sie der Bildhaftigkeit Rechnung trägt oder sie sogar als Ausgangspunkt nutzt. Dies kann durch die Wahl des Themas oder Sujets erfolgen, das Kinder zu bildhaften, narrativen Handlungen veranlasst wie auch durch die Einbindung der Aufgabe in eine Rahmengeschichte.

In den theoretischen Auseinandersetzungen zur Spezifik gestalterischer Problemlöseprozesse wurde mehrfach auf die Bedeutung des Zeichnens und Skizzierens (vgl. Kap 1.3. und Kap. 3.5.2) hingewiesen. Wie die Ausführungen dazu zeigen, ist das Anfertigen von Zeichnungen in Form von Skizzen oder Plänen für Schülerinnen und Schüler nicht selbstverständlich und verlangt im Unterricht didaktische Interventionen seitens der Lehrperson (vgl. Kap. 4.4.2). Für die vorliegende Untersuchung würde dies bedeuten, dass das Zeichnen als methodischer Planungsschritt explizit eingefordert und damit zum Teil des Lösungswegs erklärt wird. Die Offenheit, wie die Kinder an die Entwicklung und Umsetzung von Ideen herangehen, würde dadurch stark eingeschränkt. Um die Vorgehensweise der Kinder durch das Untersuchungsdesign nicht zu sehr

festzulegen, wird auf diesen zwar wichtigen und interessanten Aspekt des Problemlösens in der Aufgabenstellung verzichtet. Die Untersuchung wird nicht deutlich machen können, ob und wie Kinder fähig sind, das Zeichnen als Planungs- und Entwurfsmethode zu nutzen, sondern gegebenenfalls aufzeigen, ob die sechs- oder achtjährigen Kinder zeichnerische Tätigkeiten als Mittel der Lösungsentwicklung allenfalls von sich aus wählen und in welcher Form sie dies tun.

Aufgabenstellung

Um die Kinder in eine Situation zu versetzen, in der sie sich mit gestalterisch-konstruktiven Herausforderungen befassen müssen, wird die Testaufgabe problemorientiert konzipiert. Die Kinder werden von der Lehrperson unterstützt durch Zuhören und durch verbale Ermunterungen, die Entwicklung von Lösungen wird ihnen jedoch nicht abgenommen.

Sie erhalten den Auftrag, für eine Gruppe kleiner Holzfiguren eine Villa aus Karton zu bauen. Dass sich eine Villa durch eine großzügige, vornehm wirkende Bauweise, durch besondere Bauelemente wie Balkone, Erker, Treppen, Türme usw. auszeichnen kann, wird zuvor anhand von Bildern (Fotos von Stadtvillen aus dem 19. Jahrhundert) thematisiert.

Ausgangsmaterial sind eine zweiteilige Stulpschachtel aus weißem Mikrowellkarton sowie weitere Kartonstücke der gleichen Materialqualität. Als Verbindungsmittel stehen Klebeband, Weißleim und Musterklammern, zur Bearbeitung des Materials Scheren, Lochzangen, Falzbeine, Lineale und kleine Ausstechahlen zur Verfügung. Das Werkzeugset gewährleistet, dass die Kinder möglichst viele formgebende Ideen auch tatsächlich handwerklich ausführen können. Deshalb werden ihnen in Form einer Kartonsäge und eines Cutters zusätzlich zwei speziell hergestellte Werkzeug zur Verfügung gestellt, die ihnen das Schneiden von Binnenformen aus einem Kartonstück oder aus einer Schachtel ermöglichen. Vor Beginn der Aufgabenstellung erhalten die Kinder Gelegenheit, sich mit den Werkzeugen vertraut zu machen, deren Handhabung zu erproben und zu üben. Die bestehenden Schachtelteile ermöglichen es den Kindern, bereits von Beginn an räumliche Ausgangssituationen für den Bau der Villa vorzufinden, was sich motivierend und inspirierend auf ihre Gestaltungsbereitschaft auswirken soll.

Die eigentlichen gestalterisch-konstruktiven Herausforderungen bestehen darin, dass die Kinder die Villa so ausbauen, dass diese zwei Türme, Treppen und mindestens einen Balkon aufweist. Planung und Realisierung dieser drei Gebäudeteile gelten als die eigentliche Problemstellung. Sie soll die Kinder veranlassen, aus flächigem Material dreidimensionale Objekte zu konstruieren,

was Anforderungen an die räumliche Vorstellung sowie an die konstruktive Formbildung stellt und die Berücksichtigung statischer Kräfte verlangt.

7.1.4 Videoaufzeichnung

Da das Forschungsinteresse nicht dem unterrichtlichen Handeln der Lehrperson gilt, sondern den Aktivitäten der Schülerinnen und Schüler, werden im Kindergarten bzw. im Werkraum mehrere Kameras so installiert, dass die Tätigkeiten jeder Zweiergruppe separat aufgezeichnet werden (vgl. Abb. 19 und 20). Eine qualitativ gute Tonaufzeichnung wird durch externe Mikrophone erreicht, die über den Tischen hängen und durch Kabel mit den Kameras verbunden sind. Eine zusätzliche Kamera zeichnet das Gesamtgeschehen im Unterrichtsraum auf und ermöglicht es, die Bewegungen und Tätigkeiten von Kindern auch dann nachzuvollziehen, wenn sie sich vom Tisch wegbewegen und somit den Aufnahmewinkel der Tischkamera verlassen, um beispielsweise Werkzeuge zu holen oder sich an die Tische anderer Kinder zu begeben.

Es ist damit zu rechnen, dass die Kinder auf die Kameras und Mikrophone interessiert, evtl. auch irritiert reagieren. Um ihre Neugierde gegenüber den videotechnischen Geräten zu befriedigen, werden die Kameras und Mikrophone vorab gezeigt und deren Zweck erklärt. Für die Aufzeichnung an den Tischen werden überdies Kameramodelle gewählt, die aufgrund ihrer geringen Größe wenig auffallend sind. Die Kameras sind neben den Tischen installiert. Um die Präsenz der Forschungsperson nicht dauernd neu ins Bewusstsein der Kinder zu rücken, werden die Kameras nur dann umgestellt, wenn die Kinder ihre Position am Tisch so verändern, dass sie die Sicht auf ihr Tun verdecken.

7.2 Datenaufbereitung

Das Datenmaterial, das in Form von Videoaufzeichnungen vorliegt, benötigt Aufbereitungen, die eine systematische Handhabung erleichtern. Dazu gehören Vorkehrungen zur Datensicherung, zur Formatierung der Videos und das Erstellen einer sinnfälligen Nomenklatur zur Bezeichnung der Videos (vgl. Abb. 21). Diese Maßnahmen vereinfachen den Umgang mit den Daten (vgl. Reuter 2012).

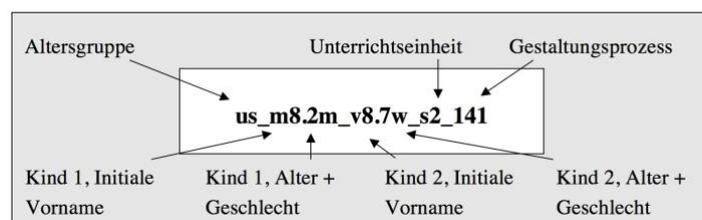


Abb. 20 Beschriftung der Videodateien

Für die Videoaufzeichnungen wird eine relativ hohe Bildauflösung (HD-Qualität) gewählt, damit zu einem späteren Zeitpunkt Filmausschnitte oder Standbilder in einer guten Bildqualität erstellt werden können. Für die Datenauswertung sind große Datenmengen jedoch schwerfällig in der Handhabung und benötigen viel Speicherplatz. Daher werden die Filme anschließend in Videoformate mit einer geringeren Auflösung konvertiert. Die gewählte Nomenklatur verhindert eine Verwechslung von Datenmaterial, sie enthält Angaben zu den Inhalten des Films.

Transkription der Videodateien

Für die Transkription der Videoausschnitte wird zur Darstellung eine Spaltentranskription (vgl. Ayass 2005, S. 382) gewählt. Im Zentrum steht der Handlungsablauf (aktionale Ebene), der von der Redewiedergabe (verbale Ebene) sowie einem Einzelbild *Still* (Bildebene) ergänzt wird (vgl. Abb. 22). In Abhängigkeit vom Filminhalt werden jeweils Sequenzen im Umfang von ca. 20-40 Sekunden erfasst und in sogenannten Mesoclips⁷⁷ (MC) dargestellt und nummeriert. Die Abschnitte werden zwecks exakter Bezeichnung von Fundstellen mit einer Zeilennummerierung versehen.

Transkription Video: kg_r6.7m_f6.8m				
MC	Zeit / Einzelbild	Aktionale Ebene	Z	Verbale Ebene / Standardsprache
6	00:06:24 - 00:06:43			
		F <u>steht an seinem Platz</u> , hält inne, schaut auf das Klebeband, legt das Klebeband nieder, holt sich den Leim. R setzt sich, nimmt das Dreieck kurz zur Hand und versucht die Leimflasche zu öffnen, blickt zu R. R legt die Säge zur Seite, nimmt das Falzbein in die linke Hand.	1 2 3 4 5 6 7	F: Ah nein, ich kann ... Leim brauche ich.

Abb. 21 Veranschaulichung Transkription

Die drei Ebenen (Spalten) werden im Transkript nach den folgenden Regeln erfasst: Die aktionale Ebene dient der Beschreibung von Handlungsverläufen, die

⁷⁷ Der Begriff *Mesoclip* wurde gewählt, um die Größeneinheit der Sequenz deutlich zu machen. Während der Gesamtverlauf eines aufgezeichneten Gestaltungsprozesses, der meist mehrere Minuten umfasst, als Makroebene des Clips und die Abfolge weniger Einzelbilder als Mikroebene aufgefasst werden kann, sollen sequentielle Ausschnitte im Umfang von 20-40 Sekunden als Mesoebene bezeichnet werden. Sie erweist sich im vorliegenden Kontext als sinnvolle Größe, um manuelle Handlungen und Dialoge in ihrer Ganzheit zu erfassen und nicht unnötig zu zerstückeln.

sich auf gestalterisch-konstruktive Tätigkeiten beziehen. Sie erfolgt durch chronologische Schilderungen, es wird keine Partiturschreibweise verwendet, die Überschneidungen von Handlungen werden nicht genau sichtbar, die Simultanität zu verbalen Äußerungen wird grob dargestellt. Die Ebene enthält Hinweise zur Aufnahmetechnik (Kameraführung, Unterbruch der Aufzeichnung).

Transkriptionsregeln der aktionalen Ebene	
Verwendete Zeichen	Bedeutung
dreht das Papier um	sichtbare Handlung
<i>dreht das Papier um</i>	vermutete aber nicht sichtbare Handlung
<u>dreht das Papier um</u>	sichere, sehr geläufig erscheinende Handlung
dreht das Papier um	langsame, zögernde, gedehnte Handlung
(ca. 4 cm)	Angaben zu Größe und Form genannter Objekte
//	Schnitt der Aufnahme
(())	Zoom
->>	Kameraschwenk rechts
<<-	Kameraschwenk links

Die verbale Ebene dient der einfachen Wiedergabe gesprochener Rede, sie enthält keine (oder minimale) Kennzeichnung prosodischer und paraverbaler Phänomene. Sie zeigt die grobe Chronologie des Gesprächsverlaufs, weist aber ebenfalls keine Partiturschreibweise auf. Die Äußerungen der Kinder werden soweit möglich in die Standardsprache übersetzt.

Transkriptionsregeln der verbalen Ebene	
Verwendete Zeichen	Bedeutung
..	kurze Pause ≤ 1 Sekunde
...	mittlere Pause 1-3 Sekunden
....	lange Pause ≥ 3 Sekunden
((lacht))	Begleiterscheinung des Sprechens
(...)	Unverständliche Äußerung
(gut so)	vermuteter Wortlaut
gut so	auffällige Betonung

Die Bildebene beinhaltet die Einbindung eines für die Szene aussagekräftigen Einzelbildes (Still). Wenn nötig, werden einzelne Sequenzen durch weitere Stills ergänzt, die entweder als Stillfolge in einer Art Zeitraffer eine Handlung oder in Form einer Zoomaufnahme Details zeigen.

7.3 Datenanalyse

Da der Verlauf gestalterisch-konstruktiver Handlungen und die damit verbundenen Problemlösemomente im Zentrum der Untersuchung stehen, ist es sinnvoll, diese Prozesse als Analyseeinheiten (vgl. Mayring 2010, S. 59 ff.) zu benennen. Somit werden nicht Kinder oder Gruppen oder Altersklassen als Einheit für die Analyse gewählt, sondern einzelne, als Gestaltungsprozesse wahrnehmbare *Sequenzen*. Diese lassen sich als mehr oder weniger kontinuierliche Verläufe im Filmmaterial erkennen und beschreiben. In ihnen werden problemorientierte Handlungsabläufe sichtbar, die Rückschlüsse auf altersspezifische Kompetenzen und Handlungsweisen erlauben sollen.

7.3.1 Grobanalyse: Samplings und Verfeinerung der Kategorien

Um einen Überblick über die gewonnenen Daten zu erhalten, wird das gesamte Datenmaterial gesichtet und die einzelnen Sequenzen werden mit der Software ‚Videograph‘ markiert (vgl. Abb. 22). Die grafische Übersichtsdarstellung eines in dieser Weise markierten Videos veranschaulicht die stattgefundenen Prozesse einer Gruppe pro Unterrichtseinheit. Sie zeigt deren Länge, ihre Kontinuität bzw. die Unterbrüche sowie die Chronologie und Simultanität der Abläufe auf.

Mittels einer Liste (Excel) werden parallel dazu die markierten und somit leicht wieder auffindbaren Videoausschnitte anhand forschungsrelevanter Merkmale gekennzeichnet. Diese bestehen einerseits aus soziodemografischen Angaben zu den Kindern (Alter/Geschlecht), hauptsächlich aber aus Merkmalen zu gestalterischen Tätigkeiten bzw. zu den Prozesselementen *Sensibilisierung*, *Prospektion*, *Reflexion* und *Problemfokus*. Die Liste ist zu Beginn des Analyseprozesses sehr grob strukturiert und wird im Laufe der Materialsichtung zunehmend erweitert und verfeinert, da mit dem voranschreitenden Materialdurchlauf die einzelnen Merkmale erst herausgearbeitet werden. Ist die Liste soweit gefestigt, dass keine weiteren nennenswerten Merkmale mehr dazukommen und sich die erfassten Merkmale als konsistent erweisen, wird mit dem Materialdurchlauf nochmals von vorne begonnen, damit alle Sequenzen nach den gleichen Merkmalen gekennzeichnet werden können. Die Merkmalliste erfüllt einen dreifachen Zweck:

a) Sequenzauswahl: Oberstes Ziel der Merkmalliste (vgl. Abb. 23) ist es, ein Instrument für ein Sampling zu schaffen, da das vorhandene Datenmaterial zu umfangreich ist, um gesamthaft in Form einer Feinanalyse ausgewertet zu werden. Die Liste ist die Basis für eine zielgerichtete Auswahl jener Sequenzen, die transkribiert, kodiert, beschrieben und analysiert werden. Sie soll eine kriteriengeleitete Auswahl der Sequenzen vorbereiten. Durch die Liste können jene Gestaltungsprozesse ausgewählt werden, bei denen Handlungsweisen der

Sensibilisierung, der Prospektion und der Reflexion auch tatsächlich beobachtbar sind. Die Auswahl der Sequenzen kann als eine Form von theoretischer Stichprobenziehung (Sampling) betrachtet werden.

b) Kategorienbildung: Durch die Sichtung des Materials und das Herausarbeiten von Merkmalen lässt sich die Struktur der Prozesselemente fortschreitend präzisieren, es findet somit bereits eine Form der Kategorienbildung statt, indem die Kategorien in Unterkategorien⁷⁸ eingeteilt werden. Bei der Kennzeichnung der Sequenzen handelt es sich um Angaben ohne Merkmalsausprägung und ohne zeitgenaue Zuordnungen. Es wird lediglich gekennzeichnet, dass im Filmmaterial bestimmte Handlungen zu beobachten sind. Deren Spezifik kann erst durch die Feinanalyse ausgewählter Sequenzen sichtbar gemacht werden.

c) Arbeitseffizienz: Dem forschungsmethodischen Anliegen, das gesamte Videomaterial (ca. 50 Std.) zu sichten, alle stattgefundenen und videografierten Gestaltungsprozesse zu erkennen, in die Grobanalyse einzubeziehen und für eine potentielle differenzierte Auswertung zu nutzen, steht das sehr zeitaufwändige Verfahren der Videotranskription gegenüber. Um den Anspruch nach kriteriengeleitetem Vorgehen mit dem Transkriptionsaufwand in ein sinnvolles Verhältnis zu bringen, braucht es ein Verfahren zur Ökonomisierung der Arbeitsschritte, ohne dass damit ein Verlust der Nachvollziehbarkeit verbunden ist. Die Markierung der Sequenzen im Videograph und die Merkmalliste machen es möglich, sämtliches Videomaterial zu sichten und anhand forschungsrelevanter Indizien zu kennzeichnen bzw. diese zu entwickeln, die Transkription aber auf die ausgewählten Sequenzen zu reduzieren.

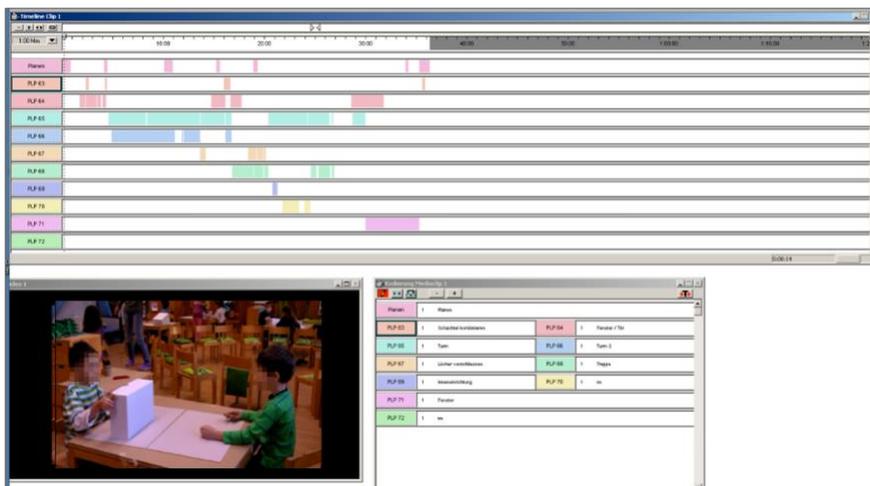


Abb. 22 Markierung der Gestaltungsprozesse mit der Software *Videograph*

⁷⁸ Da die Struktur der theoriegeleiteten Kategorien sehr grob ist und die Materialauswertung den Zweck hat, die Kategorien zu präzisieren und zu verfeinern, werden die entwickelte und formulierte Einheit, welche die Verfeinerung darstellen, als *Unterkategorien* und Varianten, welche die Bandbreite der Unterkategorie aufzeigen, als *Indikatoren* bezeichnet.

Gestaltungsprozesse / Sequenzen		Problemfokus										Prozessschritte										Objektmerkmale				Alter / Geschlecht
Nr.	Objekt	Werkzeug	Material	Formentwicklung	Konstruktion	Befestigung	Funktion	Aufgabenorientierung	Klarer Beginn	Rücksprache mit LP	Absichtserklärung	Prospektion	Vorzeichnen	Diskutieren	Eiprüben	Objekt abändern	Nachbessern	Vorgehen ändern	Formentwicklung 2D	Formentwicklung 3D	additive Formgeb.	flexive Formgeb.	Kürzel			
1	Fenster	x	x	x				x	x		x			x		x	x	x	x				kg_16.3m_s5.11w_			
2	Türme	x	x	x				x			x			x					x				kg_16.3m_s5.11w_			
3	Schachteln verbinden					x		x			x	x			x		x		x				kg_16.3m_s5.11w_			
4	Öffnung Zwischenboden	x	x	x				x	x		x		x	x					x				kg_16.3m_s5.11w_			
5	Tür	x	x	x			x	x			x			x			x	x					kg_16.3m_s5.11w_			
6	Teppich einkleben							x	x		x			x	x				x				kg_16.3m_s5.11w_			
7	Türbau																						kg_16.3m_s5.11w_			

Abb. 23 Ausschnitt aus erarbeiteter Merkmalliste

7.3.2 Sequenzauswahl

Erstes Auswahlkriterium der Sequenzen sind die beiden Altersgruppen der Sechs- und Achtjährigen. Aus jeder Altersgruppe werden je drei Sequenzen ausgewählt, dabei wird auf eine Ausgewogenheit der Geschlechter geachtet. Um die Heterogenität der Klasse zu nutzen, wird pro Schülergruppe nicht mehr als eine Sequenz gewählt. Als inhaltliche Kriterien für die Auswahl gelten die in der Grobanalyse deutlich gewordenen Unterkategorien. Um trotz einer begrenzten Anzahl von Sequenzen die Unterkategorien so umfassend wie möglich analysieren zu können, werden Sequenzen ausgewählt, in denen sich Handlungen zu möglichst vielen Unterkategorien zeigen und es wird darauf geachtet, dass möglichst in mehreren Sequenzen auf eine Unterkategorie eingegangen werden kann. Das Videomaterial der ausgewählten Sequenzen wird transkribiert (vgl. Abb. 21).

7.3.3 Feinanalyse - Kodierung der Sequenzen

Als erster Schritt der Feinanalyse werden die ausgewählten Sequenzen (Transkripttexte) durchgegangen und einzelne Textstellen (Fundstellen), die als einer Kategorie bzw. Unterkategorie zugehörig identifiziert werden, kodiert. Dies geschieht in einer Kodiertabelle, in der die entsprechenden Textstellen angestrichen und den Unterkategorien zugeordnet werden (vgl. Abb. 24). Durch die Feinanalyse lassen sich die Unterkategorien weiter verfeinern. Es wird jedoch keine weitere Kategorienebene im Sinn von Unterunterkategorien gebildet, sondern Varianten von Handlungen, die zu einer Unterkategorie angehören, benannt.

Da es sich beim Transkript um eine Kombination von beschriebener Beobachtung (aktionale Ebene) und Wiedergabe gesprochener Worte (verbale Ebene) handelt, ist es erforderlich, bei der Bestimmung der Kodiereinheit (vgl.

Mayring 2010, S. 59) flexibel zu sein. So können Teile von Sätzen, ganze Sätze oder mehrere Sätze zur kodierten Textstelle werden. Ausschlaggebend ist, dass die Stelle Hinweise auf die Zugehörigkeit zu einer Kategorie bzw. Unterkategorie liefert. Als *Auswertungseinheiten* werden von Mayring jene Texteinheiten bezeichnet, die systematisch nacheinander ausgewertet werden (vgl. Mayring 2010, S. 59). In der vorliegenden Untersuchung sind dies die Mesoclips (vgl. 7.2.2).

Kategorie		Kodierte Textstelle im Transkript		Zuordnung zur Unterkategorie							
Kodiertabelle / Kategorie 2 / Prospektive				U-Kategorie							
Video: kg_r6.7m_f6.8m_s2ab_49											
MC	Zeit / Einzelbild	Aktionale Ebene	Z	Verbale Ebene / Standardsprache							
9	00:07:25 - 00:07:47	F ergreift das Japanmesser und macht an der Stelle der Leinspur einen Längsschnitt R vergrössert mit der Kartonsäge den Schnitt, legt dann den Karton auf den Tisch, schaut zu F. F. ergreift das Dreieck und hält es auf den soeben angebrachten Schnitt, unterbricht die Arbeit. R zeigt auf den Deckel, dann auf sein Kartonstück und deutet einen langen Streifen darauf an F versucht den Turm in den Einschnitt des Kartons zu stecken, legt ihn dann zur Seite	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	R: Aber wie machen wir Balken? Nicht so! Zuerst muss das hier, da hinein gesteckt... da muss zuerst eine Linie, eine grosse Linie sein. F: Grosse Linie? ... Also.	10						
10	00:07:47 - 00:08:09	R dreht Kartonstück, so dass er den Einschnitt mit der Säge von oben nach unten verlängern kann. F nimmt das Japanmesser zur Hand, vertieft den Einschnitt für den Turm	1 2 3 4	R: Ich mache das... weisst du. F: Ja, dann kann ich das ja da hinein tun.			13				

Abb. 24 Ausschnitt aus der Kodiertabelle

7.3.4 Auswertung der Fundstellen

Die einzelnen kodierten Fundstellen jeder Kategorie werden im Anschluss an die Kodierung zweifach bearbeitet: a) durch eine knappe paraphrasierende und abstrahierende Beschreibung wird die Zuordnung zur Kategorie geklärt und b) durch eine Kommentierung wird die Fundstelle gedeutet (vgl. Abb. 25). In einer Tabelle werden die kommentierten Fundstellen geordnet nach Kategorien und Unterkategorien zusammengetragen. Durch dieses schrittweise Vorgehen können die Unterkategorien und die Kategorien gesamthaft, also sequenzübergreifend deutlich gemacht werden.

U-Kat	Fundstelle			Ausschnitt Transkript	Paraphrase / Abstraktion	Kommentierung
	Nr	M C	Z			
2.4	7	16	4f	hält das Lineal an die rechte Dachkante, legt es zurück auf den Karton	Vorbereitende Handlung für eine technische Ausführung, Andeuten eines Messvorgangs.	M führt wiederum eine Handlung aus, welche der Überprüfung der seitlichen Dachöffnung dient. Inwiefern er tatsächlich die Kante misst, ist schwer zu beurteilen. Er setzt das Lineal zwar bündig zur Kante an, scheint sich aber nicht an den Zentimetermarkierung zu orientieren, was jedoch nicht ausschließt, dass er die ungefähre Länge der Kante mit jener des Maßstabs verglichen und sie sich gemerkt hat.

Abb. 25 Ausschnitt aus der Fundstellentabelle

7.3.5 Ablauf des Analyseverfahrens

Der geschilderte Analysevorgang lässt sich als adaptierte strukturierende Inhaltsanalyse nach Mayring bezeichnen und anhand einer Grafik darstellen.

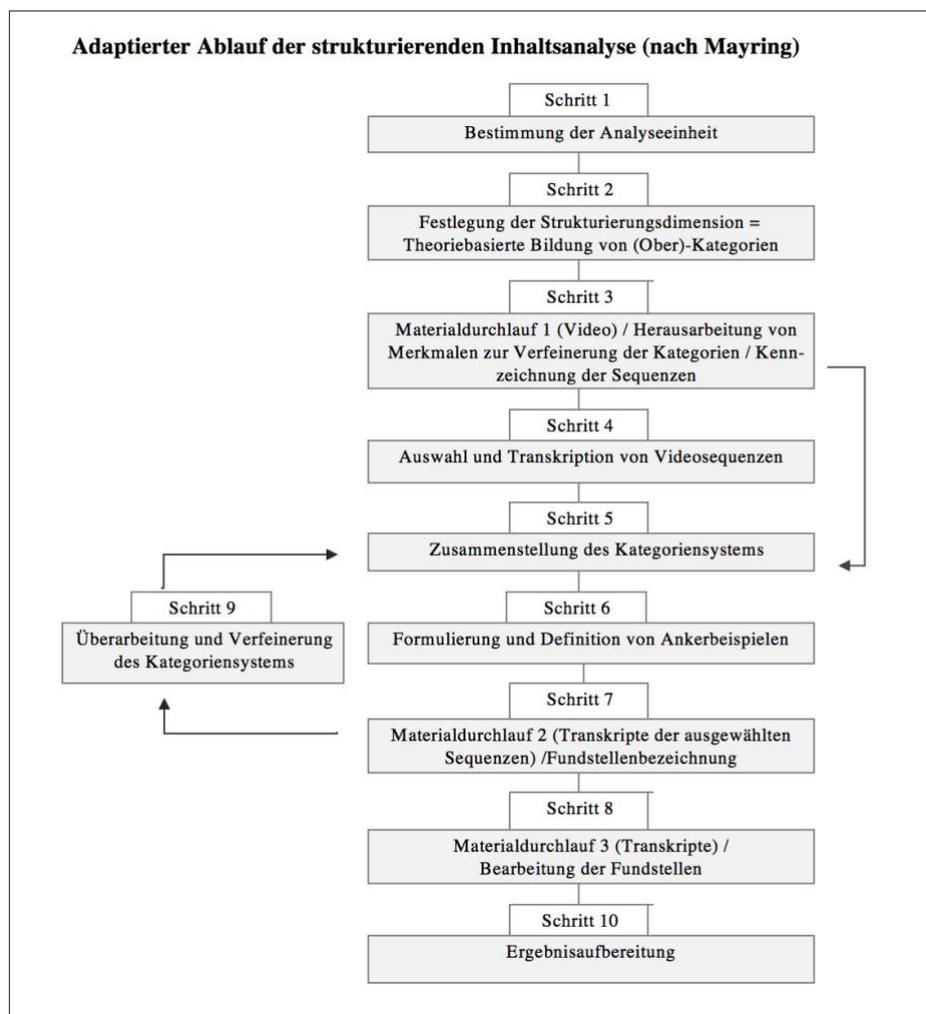


Abb. 26 Verlauf des Analysevorgangs

7.4 Datendarstellung

Das Zusammentragen interpretierter Fundstellen nach Unterkategorien und Kategorien ermöglicht es, Ähnlichkeiten, Muster, Spezifika aber auch Widersprüchlichkeiten und Unklarheiten im Problemlöseverhalten der Kinder zu erkennen.

Als erstes Teilergebnis der Untersuchung macht das **ausgearbeitete Kategoriensystem** deutlich, anhand welcher Unterkategorien sich Gestaltungsprozesse von Sechs- und Achtjährigen betrachten und analysieren lassen. Und es liefert einen Eindruck davon, was gestalterisch-konstruktives Problemlösen von Sechs- und Achtjährigen ist.

Die Methode der Inhaltsanalyse hat zur Folge, dass die beobachteten Gestaltungsprozesse während der Kodierung in kleine Analyseabschnitte geteilt und in Mikroprozesse zerstückelt werden. Diese Fragmentierung ist für die Analyse hilfreich und notwendig, sie führt jedoch dazu, dass die Kontingenz einer Situation aus dem Blick gerät.

Um die Einzelhandlungen in ihrem Zusammenhang zu zeigen, werden zu den ausgewählten und ausgewerteten Sequenzen narrative **Fallskizzen** erstellt. Diese schildern den Verlauf der ausgewerteten Gestaltungsprozesse und beinhalten eine analysierende Interpretation der beobachteten Handlungen im Hinblick auf die Prozesselemente der Sensibilisierung, der Prospektion, der Reflexion und des Problemfokus. Die realen Phänomene, die hinter den Kategorien liegen, lassen sich so dichter beschreiben und in ihrer Eigenart besser verstehen. Die gewählte Form soll der Prozesshaftigkeit des Forschungsgegenstandes gerecht werden und den interpretativen Akt der qualitativen Inhaltsanalyse sichtbar machen.

Das Kategoriensystem zeigt das Problemlösen von Sechs- und Achtjährigen in seiner Prinzipialität, die Fallskizzen zeigen es auf der Ebene des Phänomens.

8 Ergebnisse der empirischen Untersuchung

Ziel der empirischen Untersuchung war die Beobachtung, Beschreibung und Analyse gestalterisch-konstruktiver Tätigkeiten von Sechs- und Achtjährigen im Umgang mit einer problemorientierten Gestaltungsaufgabe. Der besondere Fokus der Betrachtung galt den Prozesselementen Sensibilisierung – Prospektion – Reflexion sowie dem Problemfokus. Die Ergebnisse der Untersuchung werden in diesem Kapitel dargestellt und ermöglichen die Beantwortung der zentralen Forschungsfragen.

8.1 Überblick zur Situation der Datenerhebung

Die an der Erhebung beteiligten Kinder zeigten ein großes Interesse an der Aufgabenstellung und waren motiviert, sich ihr zu widmen, die darin enthaltene Problemstellung als solche wahrzunehmen und bei ihrer Arbeit zu berücksichtigen. Das Interesse zeigte sich darin, dass sich die Schülerinnen und Schüler sehr rasch auf die Aufgabe einließen und sich über längere Zeit eingehend mit ihr beschäftigten. Die beobachtbaren Konzentrationsspannen lassen sich auf drei unterschiedliche Zeithorizonte beziehen: Auf das Vorhaben als Ganzes, auf die einzelne Unterrichteinheit und auf die jeweilige, konkrete gestalterische Auseinandersetzung bei der Realisierung von Teilobjekten.

Sämtliche Kindergruppen waren in allen Unterrichtseinheiten, also über den Zeitraum von vier Wochen, an der Aufgabe interessiert. Sie konnten die Orientierung an der Thematik über diesen Zeitraum hinweg aufrechterhalten, ihre Tätigkeiten jeweils an den Ausführungen der vorangegangenen Woche anknüpfen, Angefangenes aufgreifen und begonnene Ideen fortsetzen. In den einzelnen Unterrichtseinheiten selbst zeigten die Achtjährigen, welche die wöchentliche Doppellektion im Unterricht der Technischen Gestaltung gewohnt waren, eine kontinuierliche Arbeitsweise über 90 Minuten hinweg. In der Gruppe der Kindergartenkinder ergaben sich in den einzelnen Unterrichtseinheiten Arbeitsetappen, die jeweils etwa vierzig bis sechzig Minuten dauerten.

Die Betrachtung konkreter, gestalterischer Auseinandersetzungen im Videomaterial macht sichtbar, dass die Kinder im Unterricht mehrere Konzentrationsphasen zeigen, die als Spannungsbogen gerichteter Aufmerksamkeit bezeichnet werden können. Es lässt sich feststellen, dass eine Auseinandersetzung mit einem bestimmten Teilaspekt jeweils damit beginnt, dass sich ein Kind deutlich wahrnehmbar, meist begleitet von einer mündlichen Absichtserklärung, einer Teilaufgabe zuwendet, nachfolgend seine Handlungen sehr gerichtet und stringent auf das Vorhaben bezieht und dieses schließlich zu

einem Abschluss führt. Solche Auseinandersetzungsprozesse können sich über einen kurzen Zeitraum von zwei bis drei Minuten oder über eine Phase von fünfzehn bis zwanzig Minuten in einzelnen Fällen auch über dreißig und mehr Minuten erstrecken. Ist einer dieser Prozesse beendet, so setzt kurz darauf der nächste ein.

Innerhalb einer Unterrichtseinheit lassen sich daher mehrere solcher Abläufe beobachten, welche von den Kindern einzeln oder zu zweit durchgetragen werden. Zwischen den beiden Altersgruppen kann bezüglich der Länge der Gestaltungsprozesse kaum ein Unterschied bemerkt werden. Wichtig ist die Feststellung, dass diese Prozesse, die als Etappen der konzentrierten Auseinandersetzung bezeichnet werden können, unabhängig von ihrer Länge und unabhängig davon, ob sie kurze Unterbrüche erfuhren oder einen kompakten, kontinuierlichen Verlauf nahmen, das Muster *Einstieg – Auseinandersetzung – Abschluss* aufwiesen. Dadurch war es möglich, im Tun der Kinder Strukturen zu erkennen, die als Gestaltungs- und Problemlöseprozesse wahrnehmbar und beobachtbar waren.

Im gesamten Videomaterial konnten bei den Zweiergruppen jeweils mehrere Gestaltungsprozesse pro Unterrichtseinheit beobachtet, gekennzeichnet und grob analysiert werden (vgl. 7.3.1). Es ließ sich bei der Datenerhebung nicht vermeiden, dass bei einzelnen Prozessverläufen die Beteiligung der Lehrperson am Lösungsprozess eine zu dominante Rolle spielte, so dass die Eigenständigkeit der Schülerinnen und Schüler bei der Lösungssuche in Frage gestellt war. Diese Prozesse wurden aus dem auswertbaren Datenmaterial ausgeschlossen, so dass letztlich 181 gekennzeichnete Prozessverläufe als Grundlage für die erste Verfeinerung der Kategorien genutzt werden konnten. Von diesen 181 Sequenzen wurden sechs für eine differenzierte Feinanalyse ausgewählt (vgl. 7.3.2). Durch das zweistufige Verfahren konnten zu den theoriebasierten Kategorien durch die Grobanalyse die Unterkategorien gefunden werden und durch die Feinanalyse deren konkrete Performanz und dadurch auch deren Varietäten erkannt und erfasst werden. Das Ergebnis wird im daraus entwickelten Kategoriensystem sichtbar.

8.2 Erarbeitetes Kategoriensystem

Die Darstellung der Kategorien und Unterkategorien erfolgt tabellarisch. Die Beschreibungen sind jeweils durch exemplarische Beispiele aus den Transkripten verdeutlicht, Kennzeichnungen wie *FS 1.1-001* weisen auf die Position im Fundstellenverzeichnis hin. Das Kategoriensystem beantwortet die Frage nach den Indikatoren des gestalterisch-konstruktiven Problemlöseverhaltens von Sechs- und Achtjährigen.

Forschungsfragen: Welche Handlungen von Sechs- und Achtjährigen zeigen sich im Umgang mit einer problemorientierten Gestaltungsaufgabe als Indikatoren des Problemlösens in den Prozesselementen der Sensibilisierung, der Prospektion und der Reflexion? Welche Komponenten der Aufgabenstellung können für die Kinder eine Barriere darstellen?

Sensibilisierung – Kategorie 1

Die Kategorie 1 erfasst Handlungen, bei denen erkennbar wird, dass Tätigkeiten auf das Lösen einer Aufgabenstellung ausgerichtet werden. Dazu gehören zu Beginn von Gestaltungsprozessen Handlungen, die zeigen, wie Schülerinnen und Schüler die Problemsituation ausloten, um Informationen zu erhalten, die helfen können, ihre Handlungsmöglichkeiten genauer zu erkennen. Es gehören im Weiteren Handlungen dazu, bei denen erkennbar wird, dass sich das Tun der Schülerinnen und Schüler auf die Problemlösung bezieht.

Unterkategorien zur Sensibilisierung
<p>K 1.1 Rückversicherungen zu Aufgabenstellung / Rahmenbedingungen</p> <p>Die Unterkategorie beinhaltet verbale Äußerungen des Kindes zur Auslotung der Problemstellung und/oder deren Rahmenbedingungen. Die Rückfragen haben den Zweck, sich an den für eine Lösungsentwicklung geltenden Regeln zu orientieren.</p> <p>Indikatoren: Die Äußerungen bezieht sich auf das Ziel der Aufgabenstellung. Die Äußerungen bezieht sich auf die zu verwendenden Mittel. Die Äußerungen kann sich an die Lehrperson richten oder an andere Schülerinnen und Schüler.</p> <p>Beispiel: „Hey F. ehm, dürft ihr hier von dieser Unterlage brauchen?“ (FS 1.1-001)</p>
<p>K 1.2 Rückversicherungen zum Vorgehen</p> <p>Die Unterkategorie beinhaltet verbale Äußerungen zur Kongruenz zwischen dem eigenen Handeln und der Aufgabenstellung. Die Rückversicherungen dienen der Vergewisserung, ob eine bestimmte beabsichtigte Handlung im Rahmen der ‚Spielregeln‘ liegen.</p> <p>Indikatoren: Die Rückversicherung dient dazu, das eigene Handeln auf die Aufgabenstellung zu beziehen.</p> <p>Beispiel: „F: Kann ich jetzt einfach einen Turm machen?“ (FS 1.2-006)</p>
<p>K 1.3 Problemorientierung</p>

Die Unterkategorie beinhaltet verbale Äußerungen, die einen Problembezug zeigen, indem auf Anforderungen der Aufgabe Bezug genommen wird.

Die Äußerungen beziehen sich auf Teilaspekte, meist Teilobjekte der Aufgabenstellung. Sie machen deutlich, dass die Kinder ihre Tätigkeiten auf die Aufgabenstellung beziehen.

Indikatoren:

Die Äußerungen bezieht sich auf ein zur Aufgabe gehörendes Teilobjekt, sie kann in Form von Fragen oder von Aussagesätzen gemacht werden.

Beispiel: „*R: Aber wie machen wir Balkon?*“ (FS 1.3-008)

Die Orientierung an der Aufgabenstellung zeigt sich nicht nur auf der Ebene der direkten Realisation von Objekten, sondern auch in Bezug zu deren späteren Funktionen.

Die Äußerungen bezieht sich auf den späteren Zweck der Objekte.

Beispiel: „*Hat der Herr Stöckli Platz? Muss ich mal schauen.*“ (FS 1.3-021)

Weitere Formen der verbalen Problemorientierung zeigen sich, wenn Handlungen bereits ausgeführt sind und als erbrachte Lösungen benannt werden. In den Äußerungen schwingen Erwartungen an Bestätigung und Anerkennung mit.

Die Äußerungen bringt zum Ausdruck, dass eine Aufgabe oder Teilaufgabe als erfüllt betrachtet wird.

Beispiel: „*Schauen Sie mal, das ist ein Turm.*“ (FS 1.3-037)

K 1.4 Vergleiche mit anderen Kindern

Die Unterkategorie beinhaltet Äußerungen und Handlungen, die das eigene Tun hinsichtlich der Problemlösung mit dem von anderen Kindern vergleichen, um Gewissheit zu erlangen, eine Aufgabe richtig verstanden zu haben, bzw. auf dem richtigen Weg zu sein.

Indikatoren:

Die Handlung erfolgt in verbaler Form und bringt zum Ausdruck, dass das eigene Tun mit anderen verglichen wird.

Beispiel: „*R: Huch. Nur du und ich machen (...).*“ (FS 1.4-049)

Die Handlung erfolgt durch Zuschauen aus Distanz oder das Sich-Hinbegeben an den Platz anderer Kinder, um nach Anhaltspunkten zu suchen, durch die sich die Richtigkeit der eigenen Vorgehensweise prüfen lässt.

Prospektion – Kategorie 2

Die Kategorie erfasst Äußerungen und Handlungen, die darauf hinweisen, dass Vorstellungen zum weiteren Vorgehen vorhanden sind. In ihnen lassen sich Formen des absichtsvollen Handelns und Planens erkennen.

Unterkategorien zur Prospektion
<p>K 2.1 Objektbezogene Äußerungen</p> <p>Die Unterkategorie beinhaltet verbale Äußerungen zu einem bevorstehenden Vorhaben. Die Äußerung verrät, dass eine konkrete Absicht hinsichtlich der Realisierung eines Objektes oder Teilobjektes besteht. Sie kann sich auf das sprechende Kind oder die Gruppe beziehen. Sie kann sich in Form einer deklarativen Aussage zeigen, kommt aber auch in Fragesätzen zum Ausdruck.</p> <p>Indikatoren: Die Äußerung bezieht sich auf das Objekt.</p> <p>Beispiel: „<i>Gut, dann mach ich hier schon mal die Etage.</i>“ (FS 2.1-074)</p> <p>Beispiel: „<i>Jetzt müssen wir noch den Boden machen.</i>“ (FS 2.1-070)</p> <p>Beispiel: „<i>Aber wie machen wir Balkon? ..</i>“ (FS 2.1-054)</p> <p>Die Äußerung bezieht sich auf das Objekt und dient zugleich der Absprache untereinander</p> <p>Beispiel: „<i>Gell ich mache schon den Turm dran., gell R.?</i>“ (FS 2.1-051)</p> <p>Beispiel: „<i>Hier kommt ein Zimmer oder wie? Wollen wir ein Zimmer machen?</i>“ (FS-2.1-072)</p>
<p>K 2.2 Arbeitsorganisatorische Äußerungen</p> <p>Die Unterkategorie beinhaltet verbale Äußerungen zum weiteren Vorgehen, zum Arbeitsablauf oder zur Arbeitsaufteilung.</p> <p>Indikatoren: Die Äußerung bezieht sich auf das Organisieren von Arbeitsschritten bei der Produktrealisierung und dient dazu, Arbeitsschritte aufzuteilen.</p> <p>Beispiel: „<i>Du machst den oberen Turm und ich mache den Streifen, gell.</i> (FS 2.2-080)</p> <p>Die Äußerung bezieht sich auf die Zusammenarbeit als solche und thematisiert die gemeinsame Erarbeitung von Lösungen.</p> <p>Beispiel: „<i>Also mach's du. Du kannst es.</i>“ (FS 2.2-086)</p> <p>Beispiel: „<i>Aber du musst das helfen, nicht einfach .. einfach irgendwo schauen.</i>“ (FS 2.2-089)</p> <p>Die Äußerung bezieht sich auf die Arbeitsorganisation am Arbeitsplatz.</p>

Beispiel: *A hält das Lineal vor L und wippt hin und her. A: „Ja. Brauchen wir das noch?“ L nimmt das Lineal, geht damit weg. (FS 2.2-087)*

K 2.3 Äußerungen zu technisch-konstruktiven Tätigkeiten

Die Unterkategorie beinhaltet verbale Äußerungen zum beabsichtigten Vorgehen. Sie können sich auf technisch-konstruktive Tätigkeit beziehen und/oder auf die Abfolge derselben, also auf die Prozedur und deren Chronologie. In ihnen kommt zum Ausdruck, dass eine Vorstellung zur technischen Ausführung vorhanden ist.

Indikatoren:

Die Äußerung bezieht sich auf den nächstfolgenden handwerklichen Akt, indem sie diesen nur benennt oder konkrete Aussagen zur Art enthält.

Beispiel: *„Aber jetzt müssen wir das ausschneiden.“ (FS 2.3-110)*

Beispiel: *„Ah oben. Oben müssen wir es noch schneiden (seufzt), aber nicht zu dick, etwa nur bis hier.“ (FS 2.3-132)*

Die Äußerung bezieht sich auf mehrere bevorstehende Schritte, die entweder nur angedeutet oder konkret genannt werden. Ausdrücke wie *zuerst* und *dann* weisen darauf hin, dass einzelne Schritte als Ablauf verstanden werden.

Beispiel: *„Zuerst durchsägen .. Zuerst, zuerst so und so und so.“ (FS 2.3-092)*

Beispiel: *„Zuerst muss das hier, da hinein gesteckt .. da muss zuerst eine Linie, eine große Linie sein.“ (FS 2.3 094)*

Die Äußerung bezieht sich auf den handwerklichen Akt und zusätzlich auf den damit verbundenen Zweck und/oder die Funktion des Objektes.

Beispiel: *„Hier und dann da, damit man die Fensterläden öffnen kann und wieder schließen.“ (FS 2.3-119)*

Beispiel: *„Weißt du, das hier abschneiden, genau in der richtigen Länge, dann hätten wir einen Balkon.“ (FS 2.3-154)*

K 2.4 Vorbereitende Handlungen

Die Unterkategorie beinhaltet Handlungen, die eine Ausführung vorbereiten. Die Handlungen dienen dazu, das Gelingen eines Vorhabens zu begünstigen.

Sie dienen der visuellen Orientierung bei formgebenden Tätigkeiten und helfen, die Form von Objektteilen im Hinblick auf deren Verwendung möglichst genau zu bestimmen.

Indikatoren:

Die Handlung dient dazu, Abmessungen festzulegen oder zu ermitteln.

Beispiel: *Zeichnet auf der Innenseite eine Linie. (FS 2.4-156)*

Beispiel: *Hält das Lineal an die rechte Giebelkante, legt es zurück auf den Karton.* (FS 2.4-159)

Die Handlung dient dazu, Maße anhand des direkten Formvergleichs zu ermitteln.

Beispiel: *Hält den Karton nochmals an die Dachseite, so dass die Schnitte mit den Giebelkanten übereinstimmen, beugt sich vor, schaut genau hin,* (FS 2.4-162)

Beispiel: *Hält das neue Kartonstück vor die Öffnung im Haus, setzt das Messer an der Stelle der rechten Außenkante an.* (FS 2.4-168)

Die Handlung dient dazu, den Zweck oder die Wirkung einer Ausführung vorgängig zu erproben.

K 2.5 Gestische Handlungen als Zeichen einer Vorstellungsbildung

Die Unterkategorie beinhaltet gestische Handlungen, mit denen ein Vorgehen oder ein geplantes Objekt angedeutet wird. Sie werden mit den Fingern, den Händen oder Armen vollzogen, teilweise auch mit einem Werkzeug.

Indikatoren:

Die gestische Handlung bezieht sich auf die Art einer handwerklichen Ausführung, indem eine Bewegung vorgezeigt wird.

Beispiel: *Tippt den Schachtelrand mit der kleinen Säge an, deutet auf der rechten Seite eine Zickzacklinie an.* (FS 2.5-180)

Die gestische Handlung bezieht sich auf formgebende Akte, indem Formverläufe oder Maße angezeigt werden.

Beispiel: *R lehnt sich über den Tisch, und zeigt auf der Schachtel die geplanten Schnitte an.* (FS 2.5-175)

Die gestische Handlung bezieht sich auf die räumliche Lage oder Form von Objekten.

Beispiel: *Deutet dann mit den beiden Armen die Form eines spitzen Dachs über der Schachtel an.* (FS 2.5-203)

Die gestische Handlung dient dazu, anderen etwas zu zeigen oder sich selbst etwas zu veranschaulichen, zu vergegenwärtigen.

Beispiel: *L ergreift die Hand von A und setzt sie weiter nach rechts.* (FS 2.5-187)

Beispiel: *Mit der Kartonsäge deutet er, ohne den Karton zu berühren, die drei Schnitte an, die zusammen eine U-Form bilden* (FS 2.5-170)

Reflexion - Kategorie 3

Wie bei der Betrachtung der Prospektion lassen sich auch bei der Reflexion die sichtbaren Zeichen in sprachliche und aktionale Handlungen unterteilen. Die Kategorie erfasst Äußerungen und Handlungen, die darauf hinweisen, dass eine bereits vollzogene Überlegung oder Handlung überdacht, ihre Qualität begutachtet oder eine bereits vollzogene Handlung revidiert wird.

Unterkategorien zur Reflexion
<p>K 3.1 Reflexive Äußerung über das Objekt Die Unterkategorie beinhaltet verbale Äußerungen, die sich auf ein gefertigtes Objekt /Teilobjekt beziehen.</p> <p>Indikatoren: Die Äußerung beinhaltet ein Urteil über das Objekt.</p> <p>Beispiel: „<i>Schau mal, es ist nicht so schön geschnitten.</i>“ (FS 3.1-218)</p> <p>Die Äußerung beinhaltet ein Urteil über das Objekt und eine Alternative.</p> <p>Beispiel: „<i>Nein .. so nicht der Turm .. Schau, so den Turm.</i>“ (FS 3.1-213)</p> <p>Beispiel: „<i>Nein, hier hätte ich ihn eigentlich gewollt.</i>“ (FS 3.1-242)</p> <p>Die Äußerung beinhaltet ein Urteil über das Objekt und eine Aussage über die Folgen.</p> <p>Beispiel: „<i>Ach zu klein, ein bisschen größer! Dann mache ich ihn halt doch größer.</i>“ (FS 3.1-231)</p>
<p>K 3.2 Reflexive Äußerung über das handwerkliche Vorgehen Die Unterkategorie beinhaltet wertende Äußerungen zu handwerklichen Tätigkeiten.</p> <p>Indikatoren: Die Äußerung bezieht sich wertend auf den Gebrauch eines Werkzeugs.</p> <p>Beispiel: „<i>Mit japanischem Messer geht es nicht so gut .. Mit dieser hier, geht es am dicksten, weißt du.</i>“ (FS 3.2-249)</p> <p>Die Äußerung bezieht sich wertend auf eine Vorgehensweise und/oder auf die Anwendung eines technischen Verfahrens.</p> <p>Beispiel: „<i>Nein in der Mitte, dass man das...oh nein, wir hätten das nicht schneiden sollen, dass wir das in der Mitte hätten können, damit wir das so und so.</i>“ (FS 3.2-258)</p> <p>Beispiel: „<i>Jetzt keins mehr hin kleben, sonst ist es hier dann so hart.</i>“ (FS 3.2-283)</p>
<p>K 3.3 Veränderung von Handlungen, Revisionen, Optimierung Die Unterkategorie beinhaltet Handlungen, die sichtbar machen, dass eine Absicht oder eine Tätigkeit geändert wird. Unter die Kategorie fallen die Handlungen dann, wenn beobachtbare Umstände oder Vorgänge vermuten lassen, dass unmittelbar</p>

vorangegangene Überlegungen, Beobachtungen und Erfahrungen oder Hinweise anderer Kinder zur Verhaltensänderung führen.

Indikatoren:

Die Handlung zeigt, dass eine geplante Ausführung geändert bzw. nicht ausgeführt wird.

Beispiel: *Hält inne, schaut auf das Klebeband, legt das Klebeband nieder, holt sich den Leim.* (FS 3.3-289)

Die Handlung zeigt, dass eine bereits vollzogene Ausführung wiederholt wird, um eine Wirkung zu optimieren.

Beispiel: *Verkürzt nochmals die rechte Seite, so dass die Spitze symmetrisch wird.* (FS 3.3-298)

Die Handlung zeigt, dass eine bereits vollzogene Ausführung geändert bzw. rückgängig gemacht wird.

Beispiel: *Nimmt sein Kartondach weg, stellt es zur Seite.* (FS 3.3-324)

Die Handlung zeigt, dass die Ausführung einer manuellen Tätigkeit verändert wird.

Beispiel: *Wechselt die Säge aus* (FS 3.3-345)

Beispiel: *Dreht das Kartonstück um 180°, so dass er den Schnitt von der Gegenseite ausführen kann.* (FS 3.3-288)

K 3.4 Überprüfungen

Die Unterkategorie beinhaltet Handlungen, die deutlich machen, dass Ergebnisse überprüft werden.

Indikatoren:

Die Handlung zeigt, dass die Resultate manueller Akte begutachtet werden.

Beispiel: *Prüft die Klebestelle.* (FS 3.4-367)

Durch die Handlung wird die Überprüfung einer technischen Qualität deutlich.

Beispiel: *Drückt das Dreieck auf den Karton, prüft die Standfestigkeit.* (FS 3.4-357)

Beispiel: *Geht einen Schritt zurück, betrachtet den Balkon, richtet die einzelnen Teile, hebt den Balkon etwas an, schaut ihn an, stellt ihn wieder ab.* (FS 3.4-366)

Durch die Handlung wird die Überprüfung einer Funktion deutlich.

Beispiel: *Schiebt den Zwischenboden in das Haus, die Stütze ist nach unten geklappt und trägt den Boden nicht. J schaut hinein, zieht den Boden heraus, legt ihn zur Seiten.* (FS 3.4-384)

Beispiel: *Kommt mit einem Holzfigürchen zurück, legt es oben auf die Kartonschachtel, prüft die Größe nochmals.* (FS 3.4-358)

K 3.5 Reflexive Äußerung zum Problem und/oder zur Strategie

Reflexive Äußerungen zur Problemlösesituation allgemein, zur Art der Lösungssuche.

Indikatoren:

Die Äußerung thematisiert die Lösungssuche.

Beispiel: „*Ich habe eine Idee gehabt. Jetzt hast du sie kaputt gemacht.*“ (FS 3.5-389)

Die Äußerung thematisiert die Lösungsstrategie.

Problemfokus Kategorie 4

Die Kategorie erfasst jene Elemente der Aufgabensituation, die sich als Barriere (vgl. Kap. 2.2.1), also als eigentliches Problem erweisen. Sie erfasst Momente, bei denen besondere Widerstände und damit verbunden besondere Anstrengungen zutage treten. Im Gegensatz zu den ersten drei Kategorien lässt sich das Beobachten und Eruiere der Problembarriere nicht durch die Analyse einzelner kurzer Textstellen leisten, sondern muss durch die Gesamtbeurteilung des Prozessverlaufs erfolgen. Aussagen zum Problemfokus konnten nicht durch das Kodieren von Textstellen vorgenommen werden, sondern ergeben sich durch den Blick auf den gesamten Verlauf einer Sequenz.

Unterkategorien zum Problemfokus
<p>K 4.1 Formale (bildhafte) Formentwicklungen Verläufe, in denen sichtbar wird, dass die Vorstellungsbildung von flächigen oder räumlichen Formen Schwierigkeiten bereitet.</p>
<p>K 4.2 Technisch-konstruktive Formentwicklungen Verläufe, in denen sich die technische Realisierung einer Form als schwierig erweist. Die Schwierigkeit kann sich in der Formpassung, der Befestigung oder der Stabilität zeigen.</p>
<p>K 4.3 Manuelle, technische Prozeduren Verläufe, in denen sich ein sukzessiver Vollzug einer manuellen Tätigkeit als schwierig erweist. Gemeint ist nicht die Handhabung eines Werkzeugs, sondern die Prozedur als solche. Wahl und Passung des Werkzeugs, Wahl und Passung des Verfahrens, Logik der Schritte.</p>
<p>K 4.4 Handhabung von Werkzeugen Verläufe, in denen sich der Umgang mit einem Werkzeug als schwierig erweist.</p>
<p>K 4.5 Umgang mit Material / Werkstoff Verläufe, in denen der Umgang mit dem Materialeigenschaften Schwierigkeiten bereitet</p>

8.3 Exemplarische Darstellung der Ergebnisse anhand von Fallskizzen

Die inhaltsanalytisch erfassten und im Kategoriensystem dargelegten Handlungen des Problemlösens werden anhand von Fallskizzen in ihrem situativen Zusammenhang aufgezeigt, wodurch ihr Zusammenwirken und die Prozessualität des Problemlösens deutlicher gezeigt werden können.

Anhand der Schilderungen im ersten Teil der Fallskizze wird der stattgefundenen Gestaltungsprozess narrativ rekonstruiert. Auf diese deskriptive Art der Darstellung folgt jeweils im zweiten Teil der Fallskizze eine Interpretation der beobachteten Prozesse. Jede Fallskizze ist dadurch einestels Ergebnisdarstellung und anderenteils Ergebnisdeutung.

Durch die Fallskizzen wird es möglich, das Phänomen des gestalterisch-konstruktiven Problemlösens sichtbar zu machen und auf die in den Kategorien definierten Prozessschritte zu beziehen.

8.3.1 Erste Fallskizze

Gruppe Fabian-Renato / Kindergarten

Verlauf Datenerhebung					
Woche 1	Woche 2	Woche 3	Woche 4	Woche 5	Woche 6
Instruktion	Konstruktion	Konstruktion	Konstruktion	Konstruktion	Abschluss

Kennzeichnung der Sequenz im Gesamtverlauf

Die ausgewählte Sequenz entstammt dem Anfang des Unterrichts der Woche 2, kurz nach Bekanntgabe der Aufgabenstellung. Sie nimmt jenen Problemlöseprozess in den Blick, der sich in Zusammenhang mit der Realisierung der Türme ergibt. Er dauert 12 Minuten. Die Sequenz wurde ausgewählt, weil in ihr zu mehrere Prozesselementen Handlungen beobachtbar werden. Sie ist die einzige der sechs Sequenzen, die dem Anfang der Auseinandersetzung mit der Aufgabe entstammt und Handlungen enthält, die sich vor allem zu Beginn einer Aufgabenstellung ergeben. In der Sequenz zeigt sich als besonderer Problemfokus die Herausforderung bei der räumlichen Konstruktion. Von besonderem Interesse ist dabei der Dialog zwischen den beiden Kindern und dessen Auswirkung auf die Lösungsentwicklung.

I Verlauf

Fabian (6;8 Jahre) und Renato (6;7 Jahre) drehen und wenden zuerst die geschlossene Schachtel. Sie sind sich nicht einig, ob sie den Deckel entfernen sollen bzw. dürfen und vergewissern sich bei der Lehrperson. Als diese sie darauf hinweist, dies selber zu entscheiden, entschließen sie sich, die Schachtel vorerst geschlossen zu lassen und mit den Türmen zu beginnen. Sie holen sich vom Materialtisch diverse Werkzeuge und Karton. Beide beginnen für sich mit der Anfertigung eines Turms auf je unterschiedliche Weise.

Während Fabian aus einem Kartonstück eine dreieckige Form ausschneidet, sägt Renato von seinem Karton einen breiten Streifen ab. Fabian platziert sein Dreieck, das er rasch und sicher mit dem Messer ausgeschnitten hat, aufrecht auf der Oberfläche der Schachtel und deklariert es als ‚Turm‘. Er verlangt nach Klebeband, entschließt sich dann, das Dreieck mit Leim zu befestigen. Renato konzentriert sich auf das Sägen des Kartonstreifens, was sich als schwierig erweist, da der Karton, den er aufrecht vor sich hält, heftig wackelt. Nachdem er ihn von beiden Seiten einige Zentimeter eingeschnitten hat, legt er ihn auf den Tisch, nimmt Lineal und Falzbein und verbindet die beiden Einschnitte mit einer Rille. Er arbeitet offenbar sehr konzentriert. Als Fabian ihn fragt, ob es in Ordnung sei, wenn er seinen Turm nun auf der Schachtel befestige, bejaht Renato dies zwar, scheint jedoch von Fabians Absicht kaum Notiz zu nehmen. Fabian bringt auf der Schachtel eine dünne Leimspur an und drückt den dreieckigen Turm mit der Unterkante darauf. Er prüft die Standfestigkeit des Dreiecks, nimmt es wieder weg, ergreift das Messer und schneidet an der Stelle der Leimspur einen Schlitz in den Karton. Er nimmt das Dreieck erneut, will es in den Schlitz stecken, der wesentlich dünner ist als die Materialdicke des Dreiecks. Renato unterbricht seine Arbeit scheinbar unvermittelt mit der Frage, wie man wohl den Balkon machen könne. Er blickt zu Fabian und sieht, dass dieser ein Dreieck befestigen will. Renato interveniert und erklärt energisch, dass zuerst jener Kartonstreifen auf der Schachtel angebracht werden müsse, den er anfertige. Seinen Kartonstreifen bezeichnet er als ‚Linie‘. Er weist darauf hin, dass dieser in die Schachtel gesteckt werden müsse. Fabian nimmt sein Dreieck wieder weg, wiederholt etwas verwundert den Begriff ‚Linie‘, versteht aber offenbar nicht, was Renato damit meint und entschließt sich, sein Vorhaben fortzusetzen. Renato erklärt, dass er *Leimen* nicht für die richtige Befestigungstechnik hält, worauf Fabian ihm entgegnet, dass der Leim die Sache ‚rutschiger‘ mache. Renato fährt mit Sägen fort und Fabian will erneut das Dreieck in den zu dünnen Schlitz stecken. Als Renato dies bemerkt, weist er Fabian wieder darauf hin, dass zuerst eine ‚Linie‘ hin müsse. Fabian entgegnet, dass er diese ja soeben mit dem

‚japanischen Messer‘ machen wolle. Renato rät ihm, die Säge zu nehmen, weil diese einen dickeren Schlitz ergebe.



Fabian holt die Kartonsäge und verbreitert damit den Schlitz. In der Zwischenzeit hat Renato seinen Kartonstreifen zugesägt. Er platziert ihn auf der Schachtel und verkündet: „Das ist fertig.“ Fabian scheint irritiert und meint, dass dies kein Turm sei, ein Turm sei so wie er ihn mache (vgl. Abb. 1-1).

Abb. 1 - 1

Renato geht nicht darauf ein, sondern erklärt, dass er nun seinen Streifen noch etwas kürzen werde. Als etwas später die Lehrperson an den Tisch kommt und das Dreieck von Fabian sieht, erkundigt sie sich, ob sie denn die Türme so machen könnten, dass die Holzfiguren hineingehen können. Als sie erwähnt, dass dazu wohl mehrere Wände notwendig seien, reagiert Renato sogleich und zeigt durch Gesten mit der Hand, wie aus seinem Streifen durch das Hinzufügen von drei weiteren Wänden eine dreidimensionale Form entstehen kann. Als die Lehrperson zustimmt, deutet er auf die Schachtel und erklärt, dass der vorhandene Schlitz durch drei weitere Schlitze zu einem Rechteck ergänzt werden soll. „Also ein Viereck?“, fragt Fabian, der nun die Idee von Renato offenbar verstanden hat. Renato zeigt ihm, dass der rechteckige Streifen anstelle des Dreiecks in den Schlitz gesteckt werden soll. Während sich Renato kurz vom Tisch entfernt, steckt Fabian den Streifen in den Schlitz und beginnt oben durch das Wegschneiden der Ecken eine Spitze zu schneiden. Renato kehrt an seinen Platz zurück und schneidet einen zweiten Streifen zu. Fabian zeigt Renato die geschnittene Turmspitze. Renato positioniert den eben geschnittenen zweiten Streifen im rechten Winkel zum ersten und erklärt, dass damit eine ‚Ecke‘



Fabian nimmt ihm den Streifen aus der Hand und positioniert ihn auf der Schachtel, allerdings an anderer Stelle, er kürzt ihn mit der Schere. Renato, der eben mit dem dritten Streifen beginnen wollte, schaut ihm zu und deutet mit der Hand nochmals jene Stelle an, an der die zweite Wand platziert werden soll (vgl. Abb. 1-2).

Abb. 1 - 2

Fabian nickt und kürzt den Streifen nochmals. Renato wendet sich wieder dem Kartonstück zu, schneidet nun aber doch keinen weiteren Streifen mehr, sondern erklärt, wo er nachher den Balkon anbringen möchte. Er geht weg vom Tisch. Fabian bringt mit der Säge auf der Schachtel einen weiteren Schlitz an, jedoch nicht dort, wo Renato es ihm gezeigt hat, sondern mit etwas Abstand daneben. In den Schlitz steckt er den zweiten Streifen, den er ebenfalls oben spitz zugeschnitten hat. Als Renato mit einem neuen Kartonstück zurückkommt und erkennt, dass Fabian die Streifen nicht im rechten Winkel anbringt, erinnert er ihn daran, dass die ‚Familie Stöckli‘ in den Turm hineingehen müsse. Fabian fährt jedoch mit der Befestigung des ‚zweiten Turms‘ fort.



Renato beschäftigt sich mit dem Zukleben einer Öffnung an der Schachtel. Die Lehrperson kommt erneut an den Tisch, wie beim ersten Mal erkundigt sie sich, wie es möglich werde, dass die Familie Stöckli in den Turm gehen könne. Diesmal ist es Fabian, der Auskunft gibt, indem er ihr erklärt, dass die einzelnen Wände dann noch mit drei weiteren ergänzt werden sollen (vgl. Abb.1-3).

Abb. 1 - 3

Nachdem die Lehrperson weg ist, setzt sich Fabian hin, um mit der Schere einen weiteren Streifen (Turmwand) zuzuschneiden. Nach wenigen Schnittbewegungen hört er auf und bittet Renato weiterzuschneiden. Dieser ist damit beschäftigt, die Schachtel zu öffnen und reagiert nicht auf die Bitte. Nachdem er den Deckel von der Schachtel entfernt hat, hebt er ihn an und betrachtet die beiden Turmenden von der Unterseite. Da sie unten nicht gleich lang sind, will er einen der beiden nach unten ziehen. Fabian interveniert und macht ihn darauf aufmerksam, dass die Türme vor allem oben gleich lang sein müssen. Nachdem Renato dies offenbar akzeptiert hat, legen sie die Schachtel zur Seite und Fabian erklärt, dass er nun die Treppe machen möchte.

Damit ist der Entstehungsprozess der Türme vorläufig unterbrochen bzw. abgeschlossen. Obwohl aus den verbalen und gestischen Äußerungen der beiden klar wurde, dass sie dreidimensionale Türme mit jeweils mehreren Wänden machen wollen und sie dafür auch ansatzweise eine konstruktive Lösung hatten, wird diese nie ganz umgesetzt. Zwar wird Fabian etwas später vor beiden Türmen eine quadratische Öffnung in die Schachtel schneiden, es werden aber keine weiteren Turmwände mehr entstehen. Einer der beiden Türme wird noch in der gleichen Unterrichtsstunde entfernt, der andere zu einem späteren Zeitpunkt versetzt.

Renatos anfängliche Hartnäckigkeit und sein konsequentes Vorgehen setzen sich nicht mehr in der Realisierung der Türme fort. Für den Rest der Unterrichtsstunde widmen die beiden sich anderen Teilobjekten (Balkon, Treppe).



Abb. 1-4: Produkt nach der ersten Unterrichtseinheit

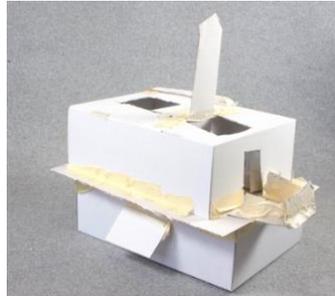


Abb. 1-5: Produkt nach der zweiten Unterrichtseinheit



Abb. 1-6: Produkt nach der letzten Unterrichtseinheit

II Analyse der Sequenz hinsichtlich forschungsrelevanter Gesichtspunkte

Im Gestaltungsprozess von Fabian und Renato treffen zwei verschiedene Konzepte zur Realisierung eines Turms aufeinander. Diese unterscheiden sich sowohl in der Erscheinungsform und in Abhängigkeit davon auch hinsichtlich der Konstruktionsprinzipien sowie der manuellen Vorgehensweisen.

Während Fabian für die Umsetzung des Turms eine flächige und vereinfachte Form wählt, möchte Renato den Turm aus mehreren Teilen dreidimensional zusammensetzen. Die Idee von Fabian kann als eher symbolhaft-bildhaft, die von Renato als eher technisch-konstruktiv bezeichnet werden.

Auch die Vorgehensweise der beiden ist unterschiedlich. Während Fabian spontan beginnt und ein Dreieck mitten aus der Kartonfläche schneidet, betrachtet Renato zuerst die Bilder an der Wand, deutet die imaginierte Form mit Handbewegungen an und schneidet sie erst dann aus.

Im Laufe des Prozesses stoßen die unterschiedlichen Vorstellungen und Realisationsprozesse aufeinander. Da Renato seine Turmwand als 'Linie' bezeichnet, entsteht vorübergehend ein Missverständnis, weil Fabian diesen Ausdruck auf den Schlitz bezieht, den er in die Schachtel geschnitten hat. Erst als Renato seine Wand auf der Schachtel positioniert, erkennen sie die Differenz zwischen ihren beiden Ideen. Deutlich wird dies durch Fabians Aussage „Nicht so den Turm! So den Turm!“. Als Renato gegenüber der Lehrperson seine Idee erklärt, scheint Fabian zu verstehen, was er meint. Durch die Zustimmung der Lehrperson bekommt Renatos Idee mehr Gewicht. Er beginnt Fabian nun Anweisungen zu geben und sagt ihm, was in der Folge zu tun ist. Fabian zeigt

sich kooperativ und schließt sich offensichtlich Renatos Idee an, was sich besonders dann zeigt, als die Lehrperson sich später nochmals nach der Räumlichkeit der Türme erkundigt und er ihr nun die Position der weiteren Wände zeigt. Trotz dieser Anpassung bringt er in den weiteren Handlungen etwas vom eigenen Konzept ein. Fabian formt das obere Ende der Turmwand sogleich wieder zu einem Dreieck und stellt so die zuvor gewählte prägnante Repräsentationsform zumindest ansatzweise wieder her. Zudem nutzt er den zweiten Kartonstreifen nicht als zweite Turmwand, sondern ‚markiert‘ damit vorerst den zweiten Turm.

Sensibilisierung

Obwohl die Sequenz dem Anfang des gesamten Projektes entstammt, so dass Rückfragen zur Aufgabenstellung oder das Ausloten von Rahmenbedingungen eher vorkommen als im späteren Verlauf des Prozesses, sind diese bei Renato und Fabian nur in geringem Maß zu beobachten. Dies ist möglicherweise auf die relativ konkrete Aufgabenstellung zurückzuführen. Die Vorgehensweise von Renato und Fabian weisen dennoch Handlungen auf, die als sensibilisierend bezeichnet werden können.

Erkundungen, die vor allem zu Beginn einer Arbeit helfen können, die Richtigkeit des Vorgehens zu prüfen und sich zu vergewissern, auf dem richtigen Weg zu sein, kommen zweimal vor und tauchen in Form von Rückfragen an die Lehrperson auf.

Die erste bezieht sich auf die Verwendung der Schachtel und auf die Frage, ob diese geöffnet werden soll oder darf (vgl. FS 1.2-005). Das Hantieren mit der Schachtel zu Beginn der Aufgabe gehört bei einigen Gruppen zu den wenigen Momenten, in denen eine Sensibilisierung stattfindet, die gleichzeitig auch Züge des Entwerfens hat. Das Erproben von Anordnungen der beiden Schachtelteile erlaubt es, die Räumlichkeit dieser Ausgangelemente besser zu erfahren und durch verschiedene Kombinationen unterschiedliche Raumsituationen zu entdecken und zu prüfen. Etliche Kinder haben Kombinationen der beiden Teile ausprobiert und diskutiert. Renato und Fabian tun dies nicht. Renatos Frage an die Lehrperson dient der Klärung von Rahmenbedingungen. Renato ist offenbar nicht klar, ob die beiden Schachtelteile getrennt werden dürfen oder ob die Villa aus der geschlossenen Schachtel entstehen muss. Als die Lehrperson die Entscheidung den Kindern überlässt, entschließen sich diese, die Schachtel vorerst geschlossen zu lassen.

Die zweite Rückversicherung taucht ebenfalls zu Beginn der Arbeit auf durch Fabians Frage „Kann ich jetzt einfach einen Turm machen?“ (vgl. FS 1.2-006). Er fragt nicht nach dem ‚Wie‘, sondern ob er es grundsätzlich tun kann bzw. ob

er es ‚jetzt‘ tun kann und ob er es ‚einfach‘ tun kann. Er möchte die Bestätigung erhalten, dass er nun unmittelbar damit beginnen kann. Nachdem er zwar nicht von der Lehrperson, aber von Renato die Zustimmung erhalten hat, zögert er nochmals und erkundigt sich, ob der den von ihm gewählten Karton dazu nutzen kann. Als die Lehrperson dies bestätigt, setzt er sich mit dem Kommentar „Weil jetzt wissen wir wie“, an seinen Arbeitsplatz (vgl. FS 1.2-007). Beide Kinder scheinen eine konkrete Vorstellung davon zu haben, wie sie den Turm ‚machen‘ bzw. ‚haben‘ wollen. Es entstehen daher vorerst weder hinsichtlich der Erscheinungsform eines Turms noch hinsichtlich der konstruktiven Machbarkeit noch der handwerklichen Fertigung Unsicherheiten, die sich in Fragen ausdrücken.

Eine weitere Form der Sensibilisierung kann durch die Identifikation mit der Aufgabenstellung und einer daraus hervorgehenden Problemorientierung sichtbar werden.

Beim Gestaltungsprozess von Fabian und Renato wird die Problemorientierung durch Konzentration, Stringenz und Logik sichtbar. Beide Kinder nehmen den Auftrag offenbar sehr ernst und gehen motiviert an den Bau der Villa heran. Sie sind sich der Zielsetzung der Aufgabe bewusst und verlieren die konkreten Aufträge, Türme, Treppe und Balkon zu konstruieren, nicht aus den Augen. Wie eng die Problemauffassung und der Entschluss zur Umsetzung beisammen liegen, zeigt sich, als Fabian sich daran erinnert, dass noch eine Treppe konstruiert werden muss. In seiner Äußerung: „Aber wie machen wir eine Treppe? Gell?“ (vgl. FS 2.1-056) wird die anfängliche Frage durch das nachträgliche ‚Gell‘ sogleich in einen Entschluss umgewandelt. Die mündliche Aussage könnte auch verstanden werden als „Aber wie? Machen wir eine Treppe, gell?“

Fabian und Renato nehmen im Verlauf ihrer Arbeit ab und zu zur Kenntnis, wie andere Kinder ihre Villa bauen. Einmal findet dazu die vergleichende Äußerung „Huch, nur du und ich machen“ (vgl. FS 1.4-049) statt, die jedoch fragmentarisch und daher schwer zu deuten bleibt. Eine Handlung oder die Veränderung einer Handlung, die auf einen Vergleich mit anderen Kindern zurückzuführen ist, kann weder im Prozess des Turmbaus, noch später beobachtet werden. Sämtliche Entscheidungen werden offenbar aus eigener Initiative, aufgrund von Dialogen zwischen Renato und Fabian oder als Folge von kurzen Gesprächen mit der Lehrperson getroffen. Selbst die Aussage von Fabian „Gell, wir machen das beste [Haus]?“ (vgl. FS 3.5-388), erfolgt nicht aufgrund eines Vergleichs, sondern ist eine Absichtserklärung, welche die Motivation und das eigene Zutrauen zum Ausdruck bringt.

Prospektion

Die ersten prospektiven Handlungen beginnen bei Renato und Fabian damit, dass sie sich entschließen, die Türme anzufertigen und diesen Entschluss aussprechen. Dies erfolgt während der gemeinsamen Absprache und anschließend nochmals durch je eine individuelle, verbale Absichtserklärung. Diesem Entschluss ordnen Renato und Fabian während der nachfolgenden 12 Minuten alle Handlungen unter.

Das Deklarieren von Absichten kommt im Verlauf der Arbeit mehrfach vor. Es besteht aus der Benennung geplanter Objekte oder Objektteile, enthält aber keine weiteren differenzierenden Aussagen beispielsweise zur Art und Weise des Objektes oder zu seiner Funktionsweise. Die Deklarationen sind demnach relativ schlicht, sie verdeutlichen allerdings, dass einer Handlung ein konkreter Entschluss vorausgeht und es sich bei den Tätigkeiten nicht um Vorgehensweisen handelt, bei denen ein hergestelltes Objekt erst im Nachhinein definiert oder gedeutet wird.

Als Renato kurz nach Beginn der Arbeit feststellt, dass Fabian sich daranmacht, ein Dreieck auszuschneiden, unternimmt er den Versuch, die beiden individuellen Prozesse zusammenzuführen. Seine Äußerung „Du machst den oberen Turm und ich den unteren Streifen, gell?“ (vgl. FS 2.2-080) könnte als Form der Arbeitsorganisation betrachtet werden. In der vorliegenden Situation ist sie jedoch als Bemühung zu verstehen, zwei bereits begonnene, separate Handlungen in einen Zusammenhang zu bringen. Mit seiner Äußerung will Renato erreichen, dass er und Fabian am gleichen Objekt arbeiten und sich dem gleichen Ziel widmen. Sie kann zudem als Versuch von Renato gewertet werden, seine eigene Idee durchzusetzen und seine Vorstellung von einem Turm zu ‚sichern‘. Es ist der erste Schritt in einer Reihe von kontrollierenden und korrigierenden verbalen und gestischen Handlungen gegenüber Fabian.

Abgesehen von Absichtserklärungen zu geplanten Objekten kommen weitere prospektive Äußerungen vor. Sie beziehen sich auf bevorstehende Prozessschritte und sind entweder auf den unmittelbar nächsten manuellen Akt gerichtet wie die Aussage „Ein bisschen dicker, hier noch einen Schnitt hineinmachen“ (vgl. FS 2.3-97) oder auf konstruktive Bedingungen wie die Feststellung „Aber hier muss noch ein Quadrat sein“ (vgl. FS 2.3-101). Solche Äußerungen beziehen sich teils auf das eigene Vorgehen, teils auf jenes des Partners.

Während Fabian seine Arbeitsschritte kaum im Voraus kommentiert, beginnt Renato zunehmend die weiteren Handlungen zu benennen. Er tut dies einerseits, indem er sein eigenes Tun kommentiert, aber in noch höherem Maß, indem er Fabians Handlungen korrigiert und Anweisungen gibt. Durch sie wird

ersichtlich, dass Renato eine konkrete räumliche Vorstellung vom Turm hat und weiß, durch welche konstruktiven Schritte die Idee umgesetzt werden kann. Seine diesbezüglichen verbalen und gestischen Äußerungen sind kongruent und konstant, was darauf schließen lässt, dass seine Vorstellung zum konstruktiven Vorgehen klar und gefestigt ist.

Planerisches Vorgehen kann sich in Form vorbereitender Handlungen zeigen. So können Arbeitsschritte wie Vorzeichnen oder Abmessen helfen, ein Vorhaben zu bewältigen. Solche arbeitsmethodischen Tätigkeiten, die eine Ideensuche oder eine optimale Realisation unterstützen würden, kommen bei Fabian und Renato nicht vor. Die Ausführung erfolgt jeweils unmittelbar auf die Deklaration.

Dennoch sind minimale Akte der Formsuche zu beobachten: Obwohl weder Fabian noch Renato Geräte zum Messen benutzen oder in direkt vergleichender Art Maß nehmen, gelangen ihnen relativ präzise Formen. Renato, der den ersten Streifen anfertigt, indem er den Karton von zwei Seiten her einschneidet, bringt es offenbar mühelos fertig, ihn rechteckig zu schneiden. Dies ist kein Zufall, er vergleicht beim Ansetzen der Säge die Ausrichtung des zweiten Schnittes in Sekundenschnelle mit der ersten. Dies geschieht ohne Hilfsmittel allein aufgrund der visuellen Orientierung und durch Augen-Hand-Koordination. Nachdem er beide Einschnitte angebracht hat, verbindet er sie mit dem Lineal zu einer durchgehenden Linie. Es gelingt ihm, auch den zweiten Streifen ohne Abmessen in der gleichen Breite herzustellen. Fabian zeigt eine ähnliche Sicherheit, als es darum geht, Abmessungen und Richtungen abzuschätzen und umzusetzen. Dies zeigt sich bei der Herstellung des ersten Dreiecks, beim Zuschneiden der beiden Turmspitzen und beim Ausschneiden der quadratischen Öffnungen auf der Schachtel. Gestische Äußerungen in Form von Gebärden verdeutlichen oft Absichten oder Vorstellungen. Insbesondere dann, wenn sie sich auf eine Figur oder eine manuelle Tätigkeit beziehen, kommen Gesten isoliert oder als Begleitung verbaler Aussagen vor. Renato wendet diese nonverbale Kommunikationsform mehrfach in unterschiedlicher Weise an. Zu Beginn seiner Arbeit nutzt er gestische Zeichen zur Vergegenwärtigung mentaler Vorstellungen. Nach einer kurzen Orientierung an einer Fotografie an der Wand (vgl. Abb. 1-7) deutet er die geplanten Schnitte mit der Säge auf dem Kartonstück an (vgl. Abb. 1-8), begleitet von der Feststellung „Zuerst durchsägen .. zuerst, zuerst so und so und so“. Dann beginnt er mit Sägen (vgl. Abb. 1-9).



Abb. 1-7

Abb. 1-8

Abb. 1-9

Zwischen der imaginierten und durch Gesten angedeuteten und der tatsächlich ausgeschnittenen Form besteht ein bemerkenswerter Unterschied. Während Renato die geplante Form bzw. die benötigten Schnitte zuerst mit drei Linien andeutet, realisiert er die Form dann mit nur einem Sägeschnitt. Diese Ökonomisierung des Vorgehens erfolgt ohne Kommentar, ohne erkennbares Überlegen oder Zögern.

Weitere gestische Zeichen kommen vor, wenn Renato gegenüber Fabian oder der Lehrperson seine Vorstellungen darlegt und mit den Händen die Position der Wände und damit die Räumlichkeit des Turms andeutet (vgl. Abb. 1-2).

Reflexion

Im Fall von Fabian und Renato führen die unterschiedlichen Vorstellungen davon, wie ein Turm realisiert werden soll, mehrmals dazu, dass die Kinder das Objekt des anderen kritisieren. Die Äußerungen beziehen sich dabei sowohl auf die Erscheinungsform wie auch auf die Konstruktion. Dabei wird das jeweilige ‚Turmkonzept‘ des anderen in Frage gestellt. Gegenüber der eigenen Idee besteht hingegen wenig kritische Distanz.

Während die Qualität der eigenen Gestaltungsidee kaum überprüft wird, sind Fabian und Renato sonst den eigenen Entscheidungen gegenüber offener eingestellt. So sind sie bereit, ein technisches Verfahren zu ändern oder die Wahl eines Werkzeugs zu revidieren, wenn eine Alternative vielversprechender erscheint. Offenbar haben handwerklich-technische Verfahren nicht den gleichen Stellenwert wie die Gestaltungsidee, sondern stehen im Dienst derselben.

Diese Feststellung ist nicht so trivial, wie sie im ersten Moment erscheinen mag. Denn es wären auch andere Verhaltensweisen denkbar, bei denen das explorierende Hantieren mit einem Werkzeug oder die lustvolle Erkundung von Material so dominant werden, dass darüber die ursprüngliche Gestaltungsabsicht vergessen wird. Bei Fabian und Renato kommt keines von beidem vor. Sie sind bereit, auch jene Werkzeuge, die sie zu Beginn wahrscheinlich aufgrund der Neuartigkeit und Attraktivität gewählt haben, auszuwechseln, wenn für sie erkennbar wird, dass die ‚alten‘ gewohnten Werkzeuge einen besseren Dienst

erweisen. Renatos Feststellung „Jampanisches Messer ist halt doch nicht so toll, gell“ (vgl. FS 3.2-249) bringt dies zum Ausdruck.

Aufschlussreich ist die Feststellung, dass Entscheidungsänderungen nicht unbedingt erst dann erfolgen, wenn sich Verfahren oder Strategien nicht bewähren oder Widerstände bieten, sondern dass bereits in der Phase der Entschlussfassung ein Entscheid gleich wieder verworfen wird. Bei der Befestigung des Turms wechselt Fabian zweimal die Technik. Nachdem er zuerst das Klebeband ergreift, zögert er und entscheidet sich für den Leim (vgl. FS 3.3-289). Als er damit den Turm festkleben will und offenbar mit dem Resultat nicht zufrieden ist, entschließt er sich für eine Steckverbindung (vgl. FS 3.3-291). Der enge Zusammenhang zwischen Planung und Reflexion wird in solchen Momenten deutlich.

Der Gestaltungsprozess von Fabian und Renato weist mehrere Momente auf, bei denen eine Überlegung nicht verbal geäußert wird, sondern durch Handlungen sichtbar wird. Diese zeigen sich bei der Werkzeugnutzung (vgl. FS 3.3-288), bei der Wahl von Befestigungstechniken (vgl. FS 3.3-289), bei konstruktiven Ausführungen (vgl. FS 3.3-294) und bei Eingriffen, die sich auf die optischen Erscheinungen eines Objektes beziehen (vgl. FS 3.3-298).

Die Änderung eines Verfahrens scheint u.a. davon abhängig zu sein, welche Alternativen zur Verfügung stehen und davon, ob diese Verfügbarkeit offenkundig ist. Renato und Fabian wechseln mehrfach die zur Verfügung gestellten Werkzeuge, keiner verlangt aber je nach einem nicht vorhandenen Werkzeug.

Problemfokus

Betrachtet man den Gestaltungsprozess im Hinblick auf die Problemstellung, so zeigt der Handlungsverlauf, dass sich die größten Schwierigkeiten auf der Ebene der Formvorstellung, der Formentwicklung und der Formrealisierung ergeben. Handwerkliche Herausforderungen treten zwar auf, werden aber nicht zur eigentlichen Barrieren, die es durch Anstrengung zu überwinden gilt. Im Gegenteil, beide Kinder lassen sich zwar durch den Anreiz neuer Werkzeuge dazu verführen, diese zu Beginn zu benutzen auch wenn sie sich für eine beabsichtigte Ausführung nicht gut eignen. Solche Fehler werden aber erkannt und ohne Umstände korrigiert.

Der Kernpunkt, an dem sich die Aufgabe als problemorientiert erweist, ist in dieser Sequenz die bildlich bzw. räumliche Realisierung des Turms und die damit verbundenen konstruktiven Konsequenzen. Das Problem wird in dieser Hinsicht nicht endgültig gelöst. Zwar sind die Lösungskonzepte weitreichender, als dies das ‚fertige‘ Objekt vermuten lässt, doch sie werden nicht umgesetzt. Obwohl

Renato und Fabian im Anschluss an diese Sequenz weiterhin engagiert an der Villa arbeiten, scheint das Interesse an den Türmen zu erlöschen. Die Konzentration der beiden Kinder bricht zwar nicht ab, aber sie verlagert sich auf andere Teilobjekte.

Da die Türme nicht in der von Renato beabsichtigten Art ausgeführt wurden, bleibt offen, inwiefern konstruktive oder technische Herausforderungen wie beispielsweise die Befestigung der Wände oder der Anschluss an eine Dachkonstruktion, die zwangsläufig komplexer geworden wären, ebenfalls zu neuen Problemstellungen geführt hätten.

8.3.2 Zweite Fallskizze

Gruppe Anna-Linus / 2. Klasse

Verlauf Datenerhebung					
Woche 1	Woche 2	Woche 3	Woche 4	Woche 5	Woche 6
Instruktion	Konstruktion	Konstruktion	Konstruktion	Konstruktion	Abschluss

Kennzeichnung der Sequenz im Gesamtverlauf

Die ausgewählte Sequenz der Gruppe Anna-Linus entstammt dem mittleren Teil des Unterrichts der Woche 2. Sie nimmt jenen Problemlöseprozess in den Blick, der sich bei der Realisierung eines Fensters ergibt. Er dauert 15 Minuten.

Im Gegensatz zur ersten Fallskizze zeigt sich in dieser Sequenz der Problemfokus an einem anderen Teilobjekt. Vergleichen lässt sie sich mit der ersten Skizze dadurch, dass auch die zweite Fallskizze die Situation beinhaltet, dass die beiden Kinder ihre Vorstellungen zur Umsetzung einer Idee im Dialog entwickeln und zu einer Kooperation finden müssen. In diesem Punkt eignet sie sich als Gegenbeispiel zur Fallskizze 1.

I Verlauf

Anna (6;10 Jahre) und Linus (7;9 Jahre) haben die beiden Schachtelteile vor sich auf dem Tisch. Bei einem Teil haben sie in die Seitenwand bereits eine Tür geschnitten und diese nach außen geklappt. Neben der Schachtel befinden sich zudem zwei Türme, die aus länglichen Kartonstreifen gefaltet und zusammengeklebt sind sowie ein großes, in der Mitte gefaltetes Kartonstück. Anna und Linus besprechen, dass sie nun die Fenster herstellen wollen.



Sie entscheiden sich, diese nur im oberen Stock, also nur auf der einen Schachtelhälfte anzubringen. Linus zeichnet auf der Längsseite der Schachtel mit zwei senkrechten Linien ein Fenster ein (vgl. Abb. 2-1). Als Anna ihn fragt, ob diese so nicht etwas zu groß sei, holt sich Linus eine der Holzfiguren und vergleicht sie mit der Fensterhöhe.

Abb. 2-1

Er kommt zum Schluss, dass die Figur knapp Platz habe. Er hat die Schachtel mit der Öffnung nach unten vor sich hingestellt und will nun mit der Kartonsäge den Einschnitt bei einem der Bleistiftstriche beginnen. Da das Material Widerstand bietet und Linus es nicht durchstechen kann, zögert er und meint, dass der Karton zu hart zum Schneiden sei. Die Lehrperson, die an den Tisch gekommen ist, weist ihn darauf hin, dass Anna beim anderen Schachtelteil ja auch Einschnitte mit der Säge geschafft habe. Anna schlägt vor, dass sie das Fenster schneidet. Linus setzt nochmals mit der Säge an, doch nach wenigen Bewegungen übergibt er das Werkzeug Anna. Während Linus um den Tisch geht und zuerst anscheinend etwas unentschlossen einen Turm und dann ein weiteres Kartonstück in die Hände nimmt, sägt Anna die Kartonwand von oben nach unten durch.

Als sie den nächsten Schnitt vornehmen will, setzt sie die Säge beim zweiten Bleistiftstrich an, zögert dann, scheint verunsichert zu sein und wendet sich an Linus. Dieser findet nun auch, dass das Fenster zu breit wird, ergreift Annas Hand und rückt diese einige Zentimeter näher zum ersten Schnitt hin. Anna erklärt, dass der Schnitt in der Mitte des Fensters sein müsse, damit man nach links und rechts zwei Flügel öffnen könne.



Abb. 2-2

Sie realisiert offenbar genau in dem Moment, dass der erste Einschnitt nicht ihrer soeben geäußerten Idee entspricht. Sie greift sich an den Kopf und meint: „Oh nein, wir hätten das nicht schneiden sollen, damit wir das in der Mitte hätten können, damit wir das so und so.“ Sie deutet mit einer Handbewegung an, wie sich die beiden Fensterflügel öffnen sollten.

Sie hält einen Augenblick inne und schlägt dann vor, dass der Schnitt zugeklebt werden soll, Linus hilft ihr dabei. Danach entschließen sie sich, seitlich versetzt einen neuen Einschnitt anzubringen. Linus bestimmt, wo er platziert werden soll, scheint dann aber doch etwas unschlüssig zu sein und wendet sich an die Lehrperson, die in der Nähe steht.

Die Lehrperson kommt heran, lässt sich über das Vorhaben der Kinder informieren und erkundigt sich nach dem zugeklebten Schnitt. Linus: „Da, da haben wir falsch geschnitten, dann mussten wir das wieder zukleben.“ Als Linus ihr die Idee von einem Fenster mit zwei Flügeln erklärt, macht die Lehrperson die Kinder darauf aufmerksam, dass sich dann vermutlich die Gelenkstelle des einen Fensterflügels genau beim zugeklebten Schnitt befinden werde. Daraufhin meint Anna, dass es dann wohl besser sei, das Fenster nicht durchgehend von

oben bis unten, sondern als Binnenform auszuschneiden. Linus entgegnet, dass dann die Figuren nicht mehr hinein- und hinausgehen können. Als die Lehrperson ihn darauf hinweist, dass er demnach wohl eher eine Tür und nicht ein Fenster meine, stimmt Linus zu. Anna zeigt auf den zugeklebten Einschnitt und meint: „Dann wäre es richtig gewesen hier.“ Linus ist unschlüssig, ob der zugeklebte Schnitt wieder geöffnet werden soll. Er weist darauf hin, dass die Tür dann sehr breit werde, worauf Anna den Radiergummi nimmt, den Bleistiftstrich ausradiert und mit der Handkante die neue Türbreite andeutet.

Linus findet noch immer, dass die Tür zu breit werde. Auf die Feststellung der Lehrperson, dass eine Balkontür doch durchaus groß sein könne, meint er, dass dies aber nicht schön aussehe. Anna: „Aber wir haben auch bei unserem Balkon ein dickes Fenster.“ Linus holt nochmals die Holzfigur, überprüft die Höhe und schlägt nun vor, einige cm neben der zugeklebten Stelle einen zweiten Schnitt anzubringen. Anna ist jedoch der Meinung, dass es besser sei, den zugeklebten Schnitt wieder zu öffnen. Linus ist schließlich einverstanden, erwähnt aber noch einmal, dass er die Tür eigentlich in der Mitte haben möchte.

Anna löst das Klebeband vorsichtig ab, dreht die Schachtel und deutet auf die Innenkante. „Also jetzt müssen wir es so, so schneiden.“ Sie zeigt den Verlauf des Schnittes an und erklärt, dass es einfacher sei, von der Innenseite her zu schneiden. Linus ist einverstanden und markiert auf der Mitte der Innenkante die Stelle, an der der Schnitt enden soll (vgl. Abb. 2-3).



Abb. 2-3

Nachdem Anna noch einige überflüssige Werkzeuge vom Tisch weggebracht hat, setzt sie sich hin und schneidet die Schachtel entlang der Unterkante auf, so dass nun durch zwei rechtwinklig angebrachte Schnitte eine Tür entsteht. Sie prüft die Beweglichkeit der Tür, hält inne, nimmt dann das Falzbein, legt es entlang der hinteren Türkante an die Innenseite der Schachtel und klappt die Tür nach innen. Dann öffnet und schließt sie die Balkontür mehrmals.



Linus holt erneut die Holzfigur und lässt sie mit den Worten „La, la, la - gut, sie kommt rein. Er ist nicht zu big“ durch die neue Tür spazieren (vgl. Abb. 2-4). Beide Kinder lachen. Der Herstellungsprozess der Tür ist damit weitgehend abgeschlossen.

Abb. 2-4

Im Verlauf der Unterrichtsstunde klebt Linus die drei Kartonschichten der Tür, die sich durch den mehrschichtigen Aufbau der Schachtelseite ergeben, mit Klebeband zusammen. In der übernächsten Unterrichtsstunde bringt Anna eine Musterklammer als Türgriff an. Weitere Veränderungen oder Ergänzungen an der Tür werden nicht mehr vorgenommen.

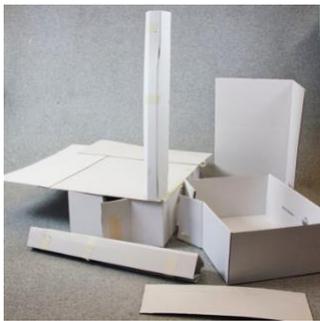


Abb. 2-5: Produkt nach der ersten Unterrichtseinheit

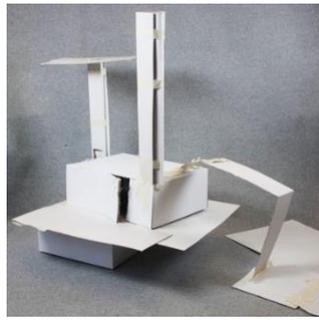


Abb. 2-6: Produkt nach der zweiten Unterrichtseinheit



Abb. 2-7: Produkt nach der dritten Unterrichtseinheit

II Analyse der Sequenz hinsichtlich forschungsrelevanter Gesichtspunkte

Die Herstellung der Tür erfolgt mehrheitlich durch Partnerarbeit. Linus und Anna nehmen sämtliche Entscheidungen und Ausführungen nach Absprachen vor. Obwohl sie sich verbal darauf einigen, ein Fenster herzustellen, zeigt sich während der Arbeit, dass Linus eigentlich eine Tür machen möchte. Die unterschiedlichen Absichten werden den beiden Kindern erst im Laufe des Prozesses klar, allerdings weisen Linus Handlungen von Anfang an daraufhin, dass er eine Türöffnung meint. Er nimmt schon zu Beginn Maß an der Holzfigur und prüft, ob sie durch die Öffnung passt (vgl. FS 1.3-011) und er zeichnet das Fenster so vor, dass es die gesamte Höhe der Seitenwand einnimmt. Abgesehen von der Größe der Türöffnung scheint ihm zudem deren Position sehr wichtig zu sein. Mehrfach weist er daraufhin, dass sie in der Mitte der Seitenwand angebracht werden soll. Er scheint auch eine bestimmte Vorstellung von der

optischen Erscheinung der Tür zu haben, sowohl was deren Proportionen, wie auch deren Position betrifft. Als durch die geänderte Vorgehensweise die Tür breiter wird als zuerst beabsichtigt, findet er sie nicht ‚schön‘. Er unternimmt mehrmals Anstrengungen, sie in der Mitte der Wand anzuordnen. Nachdem dies durch den falschen Schnitt nicht mehr möglich zu sein scheint, sorgt er dafür, dass zumindest der rechte Rand der Tür in der Mitte der Seitenwand liegt.

Anna hat offenbar von Beginn an die Vorstellung eines zweiflügligen Fensters. Ihr scheint zwar klar zu sein, dass dazu ein vertikaler Schnitt in der Mitte des Fensters notwendig ist, dennoch bringt sie den ersten Schnitt seitlich an und bemerkt erst dann, dass sich so keine zweiflüglige Öffnung ergibt. Sie äußert ihre Überlegungen sowohl verbal wie auch gestisch und schlägt vor, den Schnitt wieder zuzukleben und nimmt damit die Revision einer ausgeführten Handlung vor. Sie kann diese zwar nicht rückgängig machen, doch den vorherigen Zustand teilweise wiederherstellen. Als sich kurze Zeit später das Missverständnis bezüglich *Tür* oder *Fenster* zwischen ihr und Linus klärt, ist sie bereit, auf diesen Entscheid zurückzukommen und den zugeklebten Schnitt wieder zu öffnen. Sie zeigt eine Verhaltensweise, die als pragmatisch und flexibel bezeichnet werden kann. Sie hat offenbar klare Vorstellungen von der Konstruktion des Fensters. Sie versteht auch sogleich, was es bedeutet, als die Lehrperson die Kinder darauf aufmerksam macht, dass die zugeklebte Stelle für die Realisation der zweiten Idee ein Hindernis bzw. eine Schwachstelle werden könnte und schlägt vor, das Fenster so auszuschneiden, dass ein Rahmen stehen bleibt. Als sich herausstellt, dass Linus eine Balkontür möchte, erkennt Anna, dass der zugeklebte Schnitt nun doch brauchbar ist. Ihre Entscheidungen und Äußerungen lassen darauf schließen, dass sie sich die Formteile und auch deren technische Fertigung gut vorstellen kann. Sie passt sich den Wünschen und Vorstellungen von Linus an und erkennt dabei jeweils rasch, wie sie technisch realisiert werden können. Während Linus die ‚Idee‘ formuliert und damit die Funktion und die optische Erscheinung definiert, erkennt Anna Möglichkeiten zur technischen Realisierung und übernimmt die handwerkliche Ausführung.

Sensibilisierung

Vorgehensweisen, die dazu dienen, sich mit der Aufgabe oder einem Teil der Aufgabe auseinanderzusetzen, sind in der vorliegenden Sequenz nur in geringem Maß zu beobachten. Dies kann damit zu tun haben, dass diese nicht dem Anfang des Projektes entstammt, so dass es seitens der Kinder kaum Rückfragen zur Aufgabe oder zu den Rahmenbedingungen braucht. Wie präsent den beiden Kindern die Aufgabenstellung ist, zeigt sich darin, dass Anna und Linus mehrfach von der Villa sprechen, die es für die Familie ‚Stöckli‘ zu realisieren

gilt. Sie erwähnen im Gespräch mit anderen Kindern vom Nachbartisch die weiteren geforderten Bauteile ‚Turm‘ und Balkon‘.

Besonders deutlich wird die Problemorientierung bei der Herstellung des Fensters bzw. der Balkontür. Linus bezieht im Laufe des Prozesses mehrmals die Holzfiguren mit ein. Er prüft zu Beginn und am Schluss, ob die Größe der gefertigten Teilobjekte für die Holzfiguren passend ist (vgl. FS 1.3-011; FS 1.3-021; FS 1.3-023; FS 1.3-024). Abgesehen von der rein funktionalen Perspektive, hat die Überprüfung auch eine spielerische Seite. Mit der Bemerkung „Uiuiui, der schlägt ja fast den Kopf an“ (vgl. FS 1.3-012), zeigt Linus durch eine Art szenische Darstellungen Empathie für die Situation der Holzfiguren.

Prospektion

Äußerungen und Handlungen, welche ein planerisches vorausschauendes Vorgehen belegen, werden bei Linus und Anna vor allem dann deutlich, wenn sie ihre Entscheidungen aushandeln und besprechen. Die Absprachen beziehen sich zu Beginn auf einfache Benennungen jener Bauelemente, die hergestellt werden sollen: „Also, dann müssen wir jetzt Fenster machen“ (vgl. FS 2.1-57). Besprechungen organisatorischer Art ergeben sich jeweils dann, wenn geklärt wird, wer die handwerkliche Durchführung vornehmen soll (vgl. FS 2.2-086). Vorausgehende Überlegungen und gemeinsame Entscheidungen hinsichtlich der konkreten Realisierung beziehen sich zu Beginn vor allem auf die Platzierung des Fensters und auf seine Größe und Erscheinungsform. Eine kurze Diskussion, die sich ergibt, als es darum geht, den zweiten Schnitt anzubringen, dreht sich vorerst nur um die Größe des Fensters (vgl. FS 2.3-111; FS 2.3-112). Im weiteren Verlauf beziehen sich die Vorüberlegungen dann auch auf die Konstruktion (vgl. FS 2.3-131) und auf die Optimierung handwerklicher Ausführungen (vgl. FS 2.3-133).

Bei der Planung des Fensters nimmt Linus eine Vorbereitung vor, indem er dieses vorzeichnet. Bemerkenswert ist, dass diese Handlung, die helfen könnte, eigene Vorstellungen zu verdeutlichen und konstruktive Schritte zu klären, das Missverständnis zwischen Linus und Anna nicht in genügendem Maß sichtbar werden lässt und auch nicht verhindert, dass der erste Schnitt falsch ausgeführt wird. Die von Linus unmittelbar vor dem Zeichnen geäußerte Absicht „In einer großen Größe müssen wir sie machen“ (vgl. FS 2.3-108) lässt darauf schließen, dass er mit der Zeichnung vorerst die Breite des Fensters definiert. Ob er die beiden Linien in dem Moment nur als seitliche Begrenzung des Fensters oder zugleich als vorgezeichnete Schnittlinien betrachtet, ist ungewiss. Im späteren Verlauf nimmt er nochmals eine zeichnerische Handlung vor, die diesmal einen

arbeitstechnischen Zweck hat, denn er bringt auf der Innenseite der Schachtel eine Markierung an, die deutlich macht, bis wohin geschnitten werden soll.

Es wird von Beginn an klar, dass Linus sich das Fenster in der Mitte der Seitenwand vorstellt, dies zeigt sich beim Aufzeichnen der seitlichen Begrenzungen. Später, als sich herausstellt, dass aufgrund des falsch ausgeführten Schnittes das Vorhaben neu überdacht werden muss, unternimmt er mehrere Versuche, das Fenster dennoch in der Mitte zu platzieren. Als die Lehrperson ihm vorschlägt, eine sehr breite Tür zu schneiden, meint Linus, dass dies aber nicht schön aussehe und eine Villa doch schön sein müsse. Es ist also denkbar, dass für ihn formal-ästhetische Gründe eine Rolle spielen und er sich das Fenster bzw. die Tür aus optischen Überlegungen in der Mitte wünscht. Es ist auffallend, dass er mit einer gewissen Hartnäckigkeit immer wieder die Mitte der Seitenwand ins Spiel bringt (vgl. Abb. 2-8). Selbst als er sich einverstanden erklärt, den ‚falschen‘ Schnitt doch zu akzeptieren und ihn für die Tür zu nutzen, sorgt er dafür, dass sich zumindest die andere Türkante in der Mitte der Seitenwand befindet.

Für Anna ist die Vorstellung von der technischen Fertigung des Fensters offenbar klarer als für Linus, der zwar ihrer Erklärung, wie ein zweiflügliges Fenster geschnitten werden soll, zustimmt (vgl. FS 3.3-264). Als er der Lehrperson das Vorgehen zeigen will, scheint er aber doch verunsichert zu sein. Er deutet mit der Säge an der Ober- und Unterkante je eine Linie an und meint, dass man nun dort durchschneiden müsse (vgl. Abb. 2-9). Die Lehrperson zeigt Linus, wie die Tür beim anderen Schachtelteil geschnitten ist. Linus stellt daraufhin fest, dass es nur noch einen Schnitt braucht, der in einem rechten Winkel zum vorhandenen ausgeführt werden muss.



Abb. 2-8

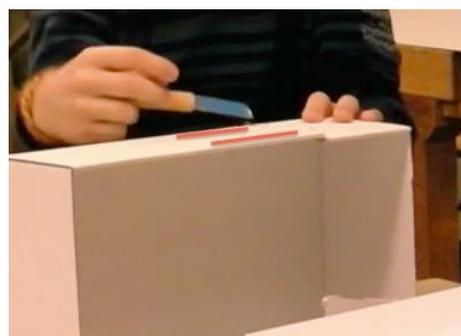


Abb. 2-9

Reflexion

Reflexive Äußerungen zum gefertigten Objekt oder zu Teilschritten kommen zu einem großen Teil von Anna. Die erste gilt dem aufgezeichneten Fenster, welches sie offenbar für zu groß erachtet (vgl. FS 3.1-217). Dass sie damit den

Abstand der seitlichen Linien meint und nicht die Tatsache, dass das Fenster von oben nach unten durchgehend ist, wird erst klar, als sie den zweiten Schnitt ausführen und somit die Breite des Fensters definitiv festlegen soll. Sie setzt die Säge bei der eingezeichneten Stelle an, ist anscheinend verunsichert und vergewissert sich bei Linus, ob dies tatsächlich seine Absicht sei. In dem Moment, in dem sie Linus ihre Vorstellung des Fensters erklären will, bemerkt sie, dass der erste Schnitt für diese Realisierung am falschen Ort ist. Durch ihre Äußerung „Nein in der Mitte, dass man das ... oh nein, wir hätten das nicht schneiden sollen, dass wir das in der Mitte hätten können, damit wir das so und so“ (vgl. FS 3.1-221) wird zusammen mit ihrer Gestik klar, dass sie den eben gefertigten Einschnitt für falsch hält, da dieser in der Mitte des Fensters sein müsste, damit man zwei Fensterflügel öffnen kann. Es wird nicht klar, ob sie die Vorstellung eines Doppelflügel-Fensters schon zu Beginn des Prozesses hatte oder ob sie erst jetzt diese Idee umsetzen möchte. Sie entschließt sich sehr rasch, den ‚falschen‘ Schnitt zuzukleben mit der Begründung „Weil wir das so nicht mehr brauchen können“ (vgl. FS 3.1-222). Sie scheint nun eine klare Vorstellung von einem zweiflügligen Fenster zu haben und auch davon, durch welche Schnittanordnung es entstehen kann.

Da Anna und Linus die meisten Entscheidungen absprechen und daher eine relativ intensive Kommunikation über ihre gestalterischen Entscheidungen und Überlegungen führen, wird bei diesem Gestaltungsprozess sehr gut sichtbar, wie sich die prospektiven und reflexiven Handlungen bzw. Äußerungen aufeinander beziehen und in welchem Wechselspiel sie stehen. Am deutlichsten zeigt sich der Zusammenhang von vorausschauendem und reflexivem Tun in dem Moment, in dem die unterschiedlichen Auffassungen über den Zweck der Öffnung (Fenster oder Tür) geklärt sind und der Entschluss gefasst wird, den ‚falschen‘ Schnitt zu akzeptieren und in das weitere Vorgehen einzubeziehen. Diese Augenblicke können als Überwindung der Problemstellung und als Übergang zur Ausführungsphase betrachtet werden.

Problemfokus

Das Vorhaben ein Fenster auszuschneiden, dessen Flügel man auf- und zuklappen kann, stellt sich in diesem Fall als eine Herausforderung dar, bei der sowohl formal-ästhetische wie auch konstruktiv-funktionale Merkmale eine Rolle spielen. Die Aufgabe beginnt vorerst damit, dass eine Öffnung aus der Schachtel ausgeschnitten werden soll und verdichtet sich erst dann zu einer Problemstellung, als sich der erste handwerkliche Schritt als nicht zielführend, d.h. als falsch erweist. Dies wird von den beiden Kindern sogleich erkannt und setzt Flexibilität und überlegtes Handeln voraus, weil die Ausführung ihres

Vorhabens nicht mehr in der geplanten Art erfolgen kann. Durch die zerschnittene Seitenwand haben sich die Bedingungen geändert. Das überlegte Handeln der beiden kommt vor allem darin zum Ausdruck, dass sie die weiteren Arbeitsschritte ausführlich besprechen und mit der handwerklichen Umsetzung erst fortfahren, nachdem der nächste Schritt diskutiert und das Vorgehen geklärt ist. In dieser Hinsicht unterscheidet sich die Kommunikation von jener bei Fabian und Renato (Fallskizze 1), die ebenfalls damit umgehen müssen, dass zwei unterschiedliche Ideen für dasselbe Objekt (Turm) kollidierten. Während bei den Sechsjährigen der Konflikt dadurch gelöst wird, dass ein Kind die Führung übernimmt und seine Idee weitgehend durchsetzen kann, wird das weitere Vorgehen bei den Achtjährigen im Gespräch ausgehandelt und nach einem Konsens gesucht. Als sich herausstellt, dass Anna ein Fenster, Linus aber eine Tür haben möchte kompliziert dies die Situation etwas. Die eigentliche Lösungssuche besteht jedoch nicht in der Klärung dieses Missverständnisses, sondern darin, dass beide Kinder versuchen, trotz der veränderten Situation weiterhin an ihrer ersten Idee festzuhalten. Beiden gelingt dies nur teilweise. Sie müssen Kompromisse eingehen und einen Teil ihrer ursprünglichen Absicht aufgeben. Für Linus bedeutet dies, dass sich die Tür nicht in der Mitte der Wand befindet, aber wenigstens kann er erreichen, dass sich eine der Türkanten im Zentrum befindet. Für Anna bedeutet es, dass kein zweiflügliges Fenster entsteht, die Ideen der beweglichen Klappe aber bei der Tür umgesetzt werden kann.

Im Gegensatz zu den Problemstellungen der anderen Fälle, steht bei Anna und Linus nicht primär die räumliche Konstruktion einer dreidimensionalen Form (vgl. Fall 1, 4 und 5) und auch nicht das Finden einer statischen Lösung (vgl. Fall 3 und 5) im Zentrum des Prozesses, sondern die Realisierung eines Teilobjekts, das nach Ansicht von Linus ‚schön‘ und nach Ansicht von Anna beweglich sein soll. Mit der Vorstellung der Beweglichkeit verbindet sie einen ganz konkreten Anspruch an die funktionale Qualität der Tür – man soll sie auf- und zuklappen können. Es zeigt sich, dass Anna sehr gut erkennt, ob dies gelingt und was allenfalls zu unternehmen ist, um dem Ziel näher zu kommen. Das Erreichen funktionaler Ziele lässt sich offenbar recht analytisch und eindeutig beurteilen, da relativ wenig Ermessensspielraum bleibt zu beurteilen, ob das Ziel erreicht ist oder nicht. Das Planen und Anfertigen funktionaler Objekte kann die Fähigkeit, Lösungen kritisch zu prüfen und aus dem Urteil konkrete Schlussfolgerungen zu ziehen, fördern. Von den material- und verfahrensbezogenen, konstruktiven, formalen und funktionalen Dimensionen, die bei der Fertigung eines Objektes eine Rolle spielen können, vermag die funktionale wahrscheinlich die verbindlichsten Entscheidungen einzufordern. Im Prozess von Anna und Linus ist es daher besonders bemerkenswert, dass funktionale und formale Ansprüche miteinander verbunden werden konnten.

8.3.3 Dritte Fallskizze

Gruppe Nidra-Alaya / Kindergarten

Verlauf Datenerhebung					
Woche 1	Woche 2	Woche 3	Woche 4	Woche 5	Woche 6
Instruktion	Konstruktion	Konstruktion	Konstruktion	Konstruktion	Abschluss

Kennzeichnung der Sequenz im Gesamtverlauf

Die ausgewählte Sequenz der Gruppe Nidra-Alaya entstammt der zweiten Hälfte des Unterrichts der Woche 4. Sie umfasst einen Problemlöseprozess, der sich in Zusammenhang mit einem Bauteil ergibt, der von den beiden Mädchen bereits in der vorhergehenden Woche als Balkon hergestellt wurde, der aber offenbar nicht stabil genug ist. Der Prozess dauert 12 Minuten.

Die Sequenz wurde ausgewählt, weil in ihr wiederum ein anders Teilobjekt im Zentrum steht. Während in den ersten beiden Fallskizzen Verläufe sichtbar werden, bei denen die Zusammenarbeit zwischen den Kindern als kooperativ bezeichnet werden kann, wird mit der dritten Fallskizze ein Gestaltungsprozess gewählt, bei dem diese Voraussetzung nicht gegeben sind. Hinzu kommt die Tatsache, dass die Sequenz dem Ende des Unterrichts entstammt, wodurch Motivation und Anstrengung geringer sind. Die Sequenz kann zeigen, dass Problemlöseprozesse labile Angelegenheiten sein können, deren Verläufe durch ungünstige Rahmenbedingungen zu denen auch Unstimmigkeiten zwischen den Kindern gehören, beeinträchtigt werden.

I Verlauf

Nidra (6;6 Jahre) ist vor dem Tisch niedergekniet. Sie ergreift mit beiden Händen den nach unten hängenden Balkon, drückt ihn nach oben und bringt ihn so in eine horizontale Position. Dann hält sie ihre rechte Hand wie eine Stütze darunter. Sie richtet das Wort an Alaya (6;3 Jahre), die neben dem Tisch steht und ihre Aufmerksamkeit auf etwas anderes gerichtet hat. Nachdem Nidra sie mehrfach darauf hinweist, dass unter dem Balkon etwas angebracht werden müsse, wendet sich Alaya dem Tisch zu. Sie betrachtet den Balkon und sieht, wie Nidra ein großes Kartonstück unter den Balkon schiebt. Sie nimmt ihr den Karton aus der Hand mit der Bemerkung, dass sie eine Idee habe.



Abb. 3-1

Alaya ergreift das Lineal, legt es so auf den Karton, dass sie ein hervorstehendes Rechteck vom Rest des Stücks abgrenzen kann (vgl. Abb. 3-1). Sie fährt mit dem Bleistift dem Lineal entlang, gerät über die Kante hinaus und zeichnet auf die Tischunterlage.

Nidra zieht scheinbar erschrocken die Luft ein und zeigt etwas vorwurfsvoll auf den Bleistiftstrich auf dem Tisch. Alaya weist sie darauf hin, dass dies nichts mache, da die Tische später mit Tischtüchern abgedeckt würden. Nidra beginnt nun vom Vortag im Kindergarten zu erzählen, an dem Alaya offenbar nicht dabei war. Sie betont mehrfach, wie schön es am Vortag war. Alaya geht jedoch nicht auf die Nidras Erzählung ein. Während sie die Schere nimmt und den Karton entlang der Linie zerschneidet, beschäftigt sich Nidra mit einem Stück Klebeband, das die Kindergärtnerin an der Tischkante angebracht hatte. Die beiden unterhalten sich über den Zweck dieses Klebebandes und sind sich über dessen Nutzen nicht einig.

Alaya stellt das ausgeschnittene Kartonstück aufrecht unter dem Balkon (vgl. Abb. 3-2). Es entspricht in der Breite nicht ganz der Balkonseite und hat eine Höhe, die nicht ausreicht, um den Balkon in einer waagerechten Position zu stützen. Dieser wird zwar angehoben, aber neigt sich immer noch etwas nach unten.



Abb. 3-2

Alaya positioniert diesen Stützkarton zuerst an der hinteren Kante des Balkons. Als sie ihn loslässt, neigt sich der Balkon nach unten. Alaya hebt ihn wieder an und zieht die Stützwand an die vordere Kante. Einen Moment lang hält sie ihn mit beiden Händen seitlich fest, lässt ihn dann los. Sie tritt einen Schritt vom Tisch zurück, betrachtet die Stützwand und verschränkt die Arme. Nidra schaut sich die Stütze ebenfalls an und meint, dass man sie nun noch ankleben müsse. Als Alaya zustimmt und das Kartonstück ergreifen will, wehrt Nidra ab und meint, dass sie das machen werde. Alaya ist einverstanden und sucht nach dem Klebeband. Sie kommt damit zu Nidra, löst ein längeres Stück von der Rolle ab,

das Nidra mit der Schere abschneidet und zu sich nimmt. Sie hält den Klebbandstreifen parallel zur Oberkante der Stützwand.



Abb. 3-3

Sie drückt ihn an, ist dann offenbar unsicher, wo sie die beiden links und recht überstehenden Enden befestigen soll (vgl. Abb. 3-3). Sie zieht das Klebeband wieder weg, kniet sich vor dem Tisch nieder und platziert es erneut, diesmal unterhalb des Balkons.

Als sie es gegen die Stützwand drückt, kippt diese nach hinten weg. Nidra zieht das Klebeband weg, lässt sich dann von Alaya, die sich vom Tisch entfernt hat, ablenken, steht auf und geht ebenfalls weg. Nach einigen Augenblicken kehren die Mädchen zurück. Nidra stellt die umgekippte Stützwand wieder unter den Balkon. Auch sie positioniert diese zuerst an der hinteren Kante des Balkons. Dann kniet sie sich vor dem Tisch nieder, zieht die Wand etwas weiter nach vorn, fordert Alaya auf, ihr zu helfen und hält nun erneut das Stück Klebeband vor den Balkon.



Abb. 3-4

Alaya legt ihr die Klebebandrolle auf den Kopf (vgl. Abb. 3-4) und lacht. Nidra weist sie in verärgertem Tonfall darauf hin, dass sie das nicht mag. Alaya reißt ein Stück Klebeband ab und will es Nidra auf den Kopf kleben, lacht wiederum. Nidra steht auf, Alaya rennt weg und Nidra hinterher.

Die beiden rennen lachend um den Tisch herum und entfernen sich dann. Als sie kurze Zeit später zurückkehren, geht Nidra zum Balkon und verlautet, dass sie nun kleben müsse. Während sie noch mit der Klebebandrolle beschäftigt ist, geht auch Alaya zum Balkon und erklärt, dass sie jetzt kleben werde.

Sie stellt die Stützwand auf, legt das Klebeband so um die Unterkante des Balkons, dass es die Vorder- und die beiden Seitenkanten umschließt. Sie kniet sich nieder und positioniert die Stützwand, indem sie den Balkon anhebt und die Stütze von hinten an das Klebeband drückt (vgl. Abb. 3-5).



Abb. 3-5

Etwas später versucht Nidra ein weiteres Stück Klebeband an der gleichen Stelle anzubringen. Als sich das Band verheddert, nimmt sie es weg und die Kartonwand damit ebenfalls. Sie glättet das zerknüllte Band, kürzt es mit der Schere, wird dann abgelenkt und verlässt ihren Platz. Alaya fährt nun mit der Arbeit fort. Mit einem Klebeband befestigt sie die Wand erneut unter dem Balkon. Als Nidra zurückkommt, ärgert sie sich darüber, dass Alaya den Balkon klebt. Energisch zieht sie Alayas Hand weg, reißt damit den Balkon los und drückt ihn dann wieder fest.

Die Wand ist nun nicht mehr wie zu Beginn unterhalb des Balkons befestigt, sondern am Geländer (vgl. Abb. 3-6). Dadurch vermag sie den Balkon noch weniger in eine horizontale Position zu bringen als zuvor. Nidra scheint dies zu bemerken, sie hebt den Balkon an, unternimmt jedoch nichts, um die Lage des Balkons zu verbessern.



Abb. 3-6

Sie rückt die Stützwand noch ein wenig zurecht, ändert aber nichts mehr daran. Alaya und Nidra streiten sich noch einen Augenblick darüber, wer nun die Klebebandrolle haben soll, um den Balkon noch besser zu befestigen, beginnen sich aber immer mehr von ihrer Arbeit abzuwenden. Sie ändern im Verlauf der Unterrichtseinheit nichts mehr an der Stützwand und belassen sie bis zum Schluss des Vorhabens so.



Abb. 3-7 Produkt nach der zweiten Unterrichtseinheit



Abb. 3-8 Produkt nach der vierten Unterrichtseinheit



Abb. 3-9 Produkt nach der letzten Unterrichtseinheit

II Analyse der Sequenz hinsichtlich forschungsrelevanter Gesichtspunkte

Im Zentrum des Gestaltungsprozesses dieser Sequenz steht die Verbesserung der Stabilität des Balkons. Dass dieser nicht die erwünschte waagrechte Position einnimmt, sondern nach unten hängt, erweist sich als unbefriedigende Situation, die Nidra veranlasst, nach einer Lösung zu suchen. Sie wendet sich mit ihrer Feststellung an Alaya, die sich der Situation annimmt und sehr rasch als Lösung ein rechteckiges Element vorsieht, das als Stützwand unter dem Balkon angebracht werden soll. Ihr Lösungsvorschlag wird von Nidra erkannt und unterstützt. Nachdem die erforderliche Wand relativ rasch zugeschnitten ist, zieht sich der Prozess der Befestigung in die Länge und wird mehrmals unterbrochen und wieder aufgegriffen. Das Anbringen des Klebebandstreifens und das Fixieren der Wand in der erwünschten Position erweisen sich als Herausforderungen, die manuelles Geschick erfordern. Dass der Lösungsprozess sich über mehrere Minuten hinzieht, ist in diesem Fall jedoch nicht unbedingt in der technischen Problemstellung selbst begründet. Zwischen den beiden Kindern entwickelt sich nach anfänglicher Konzentration und Einvernehmen eine Form von Zwist, der zuerst noch Neckereien beinhaltet, aber zunehmend in Gereiztheit übergeht. Die Interaktionen zwischen den Mädchen führen dazu, dass der Gestaltungsprozess Unterbrüche und Rückschritte erfährt, die nicht in der Sache, also nicht in den technischen, konstruktiven oder formalen Ansprüchen der Aufgabenstellung begründet sind. Die Stützwand unterhalb des Balkons ist zwar am Ende der Sequenz befestigt und kann verhindern, dass der Balkon stark nach unten hängt. Die technische Lösung ist jedoch nicht als optimal zu bezeichnen, da die Wand im Laufe des Prozesses besser und zweckmäßiger montiert war, als dies am Ende der Fall ist.

Sensibilisierung

Nidra zeigt durch das Anheben des Balkons (vgl. FS 1.3-025) (vgl. Abb. 3-10), dass sie mit dessen Konstruktion und Lage nicht zufrieden ist. Die Tatsache, dass sie ihn in eine waagrechte Position bringt (vgl. Abb. 3-10), zeigt, wie sie sich den gewünschten Zustand vorstellt.



Abb. 3-10

Sie bringt ihre Beobachtung und ihre Schlussfolgerung mit einer gewissen Dringlichkeit zum Ausdruck mit den Worten „Wir müssen etwas für da unten tragen .. schau .. hei, wir müssen etwas für das unten tragen. Hei A.., wir müssen etwas, müssen etwas hier .. so etwas tragen“ (vgl. FS 1.3-026).

Die Wiederholung ihrer Worte machen deutlich, dass ihr das Vorhaben wichtig ist. Sie spricht in der ersten Person Plural. Damit benennt sie sich selber und auch Alaya als zuständig für das Problem. Sie spricht Alaya mehrfach an, um sie auf den hängenden Balkon aufmerksam zu machen. Sie wiederholt die Stützbewegung, hält diesmal ein Kartonstück unter den Balkon (vgl. FS 1.3-027) und deutet damit die konkrete Realisierung eines ‚Trägers‘ an. Alaya wendet sich dem Objekt zu, durch das Niederknien, ihren Blick auf den Balkon und das Ergreifen des Kartons signalisiert sie, dass sie sich auf die Situation einlässt (vgl. FS 1.3-028).

Durch ihre Äußerung „Da habe ich eine Idee“ (vgl. FS 1.3-29), zeigt Alaya, dass sie nicht nur gewillt ist, die Situation zu verbessern, sie weiß anscheinend auch wie. Obwohl Nidra durch den Karton, den sie unter den Balkon geschoben hatte, zu verstehen gab, dass sie ebenfalls eine Lösung sieht, ist sie einverstanden, dass Alaya sich nun der Sache annimmt. Ihre Äußerung „Eben das habe ich gleich gewusst, das kannst du“ (vgl. FS 1.3-030) drückt Einverständnis und Zutrauen aus. Beide Mädchen widmen sich in den folgenden Minuten der Optimierung des Balkons. Obwohl der Gestaltungsprozess mehrfach unterbrochen wird und die beiden abgelenkt werden oder aufgrund von Neckereien oder Streitigkeiten ihr Tun unterbrechen, kehren sie doch immer wieder zu ihrer Arbeit zurück. Sie widmen sich in dieser Zeit keinem anderen Teilobjekt der Villa.

Prospektion

Im Verlauf des Gestaltungsprozesses zeigen Alaya und Nidra mehrere Handlungen, die als vorausschauend und planerisch bezeichnet werden können. So macht Nidras Feststellung „Wir müssen etwas für da unten tragen ...“ (vgl. FS- 1.3-026) deutlich, dass sie nicht nur den hängenden Balkon als unbefriedigende Situation erkannt hat, sondern auch bereits eine mögliche Lösung ins Auge fasst. Der Begriff ‚tragen‘ zeigt an, dass sie das technische Problem verstanden hat bzw. das Anbringen einer Stütze (eines Trägers) als Lösung erkennt.

Alaya benennt zwar zu Beginn nicht, was sie unternehmen wird, verkündet aber, dass sie eine Idee habe (vgl. FS 2.1-066). Das unmittelbar darauffolgende Ergreifen von Lineal und Bleistift und die anschließende zügige Herstellung der Stützwand sind Hinweis darauf, dass sie tatsächlich eine technische Lösung für das Problem kennt. Da Nidra zuvor ebenfalls ein Stück Karton unter den Balkon schob, bleibt es ungewiss, ob Alaya die Idee von ihr übernommen hat. Sie stellt die Kartonwand her, indem sie von einem vorhandenen Kartonstück einen hervorstehenden rechteckigen Teil abschneidet (vgl. Abb. 3-11 bis Abb. 3-13). Sie verlässt sich offenbar darauf, dass dieses Stück etwa die richtige Form hat. Es gibt kein Anzeichen dafür, dass sie die Größe mit der Breite oder der Höhe des Balkons vergleicht. Sie legt im zu Beginn zwar das Lineal so auf den Karton, dass die Wand etwas größer wird, dann schiebt sie das Lineal nach links (vgl. Abb. 3-12), dreht das Ganze um 90° (vgl. Abb. 3-13) und zeichnet die Trennlinie so an, dass sie danach mit einem einzigen Schnitt eine rechteckige Wand erhält.



Abb. 3-11



Abb. 3-12



Abb. 3-13

Es ist zu vermuten, dass Alaya die Ökonomie, die in diesem Vorgehen liegt, erkannt hat und sich für ein Verfahren entscheidet, bei dem sie auf möglichst einfache Art eine rechteckige Form erhält.

Im Verlauf des Prozesses ergeben sich mehrere prospektive Handlungen, welche die Arbeitsorganisation bzw. die Arbeitsaufteilung betreffen. Zu Beginn ist es Nidra, die dafür sorgt, dass eine Zusammenarbeit entsteht. Sie macht Alaya auf den hängenden Balkon aufmerksam und ist offenbar zufrieden, als sich diese dem Problem annimmt. Später ärgert sich Nidra über Alayas Unkonzentriertheit. Mit den Worten „Aber du musst das helfen, nicht einfach .. einfach irgendwo schauen“ (vgl. FS 2.2-093) ermahnt sie Alaya mitzuhelfen. Es folgen weitere Momente, in denen verhandelt wird, wer sich um die Stützwand kümmern soll. Dabei entwickelt sich eine angespannte Atmosphäre. Das Absprechen, wer nun die Wand festklebt, wird offenbar nicht unbedingt von einer problemorientierten Zielstrebigkeit gelenkt, sondern von einer Rivalität zwischen den Mädchen, darauf deutet ein zunehmend gehässiger Tonfall zwischen den beiden hin.

Reflexion

Handlungen, die deutlich werden lassen, dass geplante oder bereits vollzogene Ausführungen nachträglich geändert werden, zeigen sich bei Alaya und Nidra hauptsächlich in Bezug auf die Positionierung der Stützwand und deren Befestigung. Bemerkenswert ist, dass beide Mädchen die Stützwand zuerst unter der hinteren Balkonkante anbringen. Erst nachdem sie feststellen, dass der Balkon weiterhin nach unten kippt, ziehen sie die Stütze nach vorn. Das Anbringen der Wand erfolgt zuerst auf eine Art, die nicht zielführend ist. Sie wird beide Male sogleich korrigiert. Bei der Befestigung der Wand mit dem Klebeband ergeben sich weitere Momente, in denen reflexives Handeln sichtbar wird. Das Anbringen des Klebebandes erweist sich als nicht einfach, da einerseits die Streifen verheddern oder das Anbringen des Bandes ein Verrutschen der positionierten Wand verursacht. Dies führt dazu, dass sowohl Alaya wie auch Nidra Korrekturen und Optimierungen vornehmen müssen (vgl. FS 3.3-310). Nidra revidiert ihr Vorgehen, indem sie das verhedderte Band entfernt (vgl. FS 3.3 -308) und die umgefallene Wand wieder in Position bringt (vgl. FS 3.3-310). Als die Wand beim erneuten Kleben wiederum wegrutscht, bringt sie mit der Äußerung „es geht einfach nicht“ (vgl. FS 3.3-311) ihre Unzufriedenheit zum Ausdruck. Zwar nimmt sie anscheinend eine weitere Optimierung vor, indem sie das lange Klebeband kürzt, was zu einer besseren Handhabung beitragen würde. Durch eine Ablenkung wird ihre Handlung allerdings unterbrochen.

Die Spannung zwischen den Mädchen führt dazu, dass Nidra gegen Ende des Prozesses Alayas Tun durch physisches Eingreifen unterbricht, ihre Hände energisch vom Objekt wegzieht und dadurch die soeben ausgeführte Befestigung zerstört mit der Aussage „Ich habe eine Idee gehabt. Jetzt hast du das kaputt gemacht!“ (vgl. FS 3.5-389). Diese Feststellung bezieht sich nicht nur auf die Stützwand, sondern bringt zum Ausdruck, dass die Umsetzung einer Idee verhindert wurde, was Nidra offensichtlich frustriert. Worin ihre Idee bestanden hat, kam zuvor nicht deutlich zum Ausdruck, wird aber ersichtlich, als sie ein zusammengerolltes Klebeband hinten an der Wand befestigt. Ihre Idee, die Wand mit einer Art doppelseitigem Klebeband zu montieren, eignet sich tatsächlich, um das lästige Verheddern des Klebebandes und das Verrutschen der Wand zu vermeiden. Sie klebt sodann die Wand mithilfe des gerollten Klebebandes fest. Sie nimmt zwar Kenntnis, dass sich durch diese Art der Montage die Wand verkürzt (vgl. FS 3.4-366) und den Balkon nicht in die gewünschte Lage bringt, nimmt dies aber in Kauf.

Problemfokus

Das Suchen nach einer Verbesserung der Montage des Balkons kann als inhaltlicher Kern der Sequenz betrachtet werden. Im Gegensatz zu den Gestaltungsprozessen der anderen Fälle steht hier nicht die Herstellung eines Objektes im Zentrum, sondern die Optimierung eines bereits angefertigten Teils. Im Aufgreifen einer bereits gefundenen, aber offenbar noch nicht zufriedenstellend ausgeführten Lösung, zeigt sich, dass die Kinder ihr Produkt kritisch betrachten und Mängel feststellen können.

Wie der Verlauf des Prozesses jedoch zeigt, liegt die eigentliche Herausforderung nicht in der technischen oder formalen Ausführung. Dass sich der Gestaltungsprozess zu einem Vorgang entwickelt, der Widerständigkeiten und Barrieren aufweist, liegt nicht unbedingt in der Sache begründet, sondern in der Art der Lösungssuche bzw. in der Zusammenarbeit der beiden Kinder.

Zwar erweist sich die Befestigung als handwerklich knifflige Angelegenheit, die dazu führt, dass einzelne Arbeitsschritte abgebrochen und wiederholt werden müssen. Letztlich zieht sich der Prozess aber auch durch die abnehmende Konzentration und Motivation der beiden Kinder in die Länge. Anzeichen für die Konzentrationsschwächen sind die Momente der Ablenkung, die mehrmals dazu führen, dass eines der Kinder oder auch beide den Tisch verlassen. Der Prozess gerät dadurch ins Stocken und die Handlungen der beiden Mädchen, die zu Beginn noch koordiniert sind, beziehen sich immer weniger aufeinander. Dies wird offenbar besonders von Nidra so empfunden, so dass sie das Tun von Alaya nicht mehr als Beitrag zur einer gemeinsamen Lösung erkennt, sondern darin eine Infragestellung ihrer eigenen Idee wahrnimmt. Auch die Neckereien von Alaya weisen darauf hin, dass ihr Interesse an der Arbeit nachgelassen hat.

Es ist ziemlich wahrscheinlich, dass der Zeitpunkt des Prozesses im Unterrichtsverlauf diesbezüglich eine Rolle spielt. Die Tatsache, dass die Kinder bereits seit vierzig Minuten mit der Aufgabe beschäftigt sind, ist bei der Einschätzung ihres Konzentrationsvermögens zu berücksichtigen. Es ist davon auszugehen, dass Aufmerksamkeit und Interesse der beiden Mädchen aufgrund der langen Zeitspanne nachlassen. Der Umstand, dass einige Kinder an den Nebentischen ihre Arbeit bereits beendet haben und sich dem freien Spiel widmen, verstärkt sicherlich das Nachlassen des Engagements.

8.3.4 Vierte Fallskizze

Gruppe Nils-Mouad / Kindergarten

Verlauf Datenerhebung					
Woche 1	Woche 2	Woche 3	Woche 4	Woche 5	Woche 6
Instruktion	Konstruktion	Konstruktion	Konstruktion	Konstruktion	Abschluss

Kennzeichnung der Sequenz im Gesamtverlauf

Die ausgewählte Sequenz der Gruppe Nils-Mouad entstammt dem Unterricht der Woche 2, etwa 25 Minuten nach Beginn des Unterrichts bzw. nach Bekanntgabe der Aufgabenstellung. Sie nimmt jenen Problemlöseprozess in den Blick, der sich in Zusammenhang mit der Realisierung des Dachs der Villa ergibt. Er dauert 23 Minuten. In den Fallskizzen 1 und 2 wurde deutlich, dass die verbale Kommunikation zwischen den Kindern dazu beiträgt, Lösungsprozesse voranzubringen. Diese Sequenz wurde ausgewählt, weil in ihr die verbale Kommunikation zwischen den Kindern in den Hintergrund rückt und der Lösungsprozess dennoch günstig verläuft. In Bezug auf die Vorgehensweise beim Bauen lässt sich das Konstruieren einer dreidimensionalen geschlossenen Form (Dach mit Seitenfläche) vergleichen mit dem Turmbau in der Fallskizze 1.

I Verlauf



Abb. 4-1

Nils (5;11 Jahre) und Mouad (7;5 Jahre) sitzen beide am Tisch. Sie haben die Schachtel geschlossen und zugeklebt. Nils faltet in seinen Händen ein kleineres Stück Karton. Mouad steht auf, tippt Nils an und deutet mit den Händen über der Schachtel den Giebel des Dachs an (vgl. Abb. 4-1).

Er blickt Nils an, dieser schaut auf, scheint jedoch auf Mouads gestische Bewegungen nicht zu reagieren. „Willst du?“, fragt Mouad. Als Nils den Kopf schüttelt, hält Mouad einen Augenblick inne, geht vom Tisch weg und kehrt mit einem großen Kartonstück zurück. Er hat sich offenbar entschlossen, das Dach trotzdem zu machen. Er nimmt das Lineal, legt es entlang der Oberkante auf den Karton, nimmt es dann aber wieder weg, faltet den Karton in der Mitte und greift sich die Schere. Nach längerem Zögern legt er die Schere weg und versucht den

Falz, der durch das Knicken im Karton entstanden ist, so zu korrigieren, dass dieser eine Mittellinie bildet. Er steht auf und drückt den Karton, nachdem er die beiden Seitenkanten exakt übereinandergelegt hat, in der Mitte nieder.

Mouad nimmt die Schere und schneidet das Kartonstück mit hastigen Bewegungen entlang dem Mittelfalz entzwei. Als er den Schnitt fast zu Ende geführt hat, dreht er den Karton um und schneidet den Rest der Strecke von der anderen Seite her. Er hält die eine Hälfte schräg über die Schachtel, als ob es eine Dachhälfte wäre (vgl. Abb. 4-2).



Abb. 4-2

Anschließend nimmt er die Leimflasche und fügt entlang einer Längskante der einen Kartonhälfte eine dünne Leimspur an, die er mit dem Deckel der Tube verstreicht. Er nimmt die beiden Kartonhälften, geht um den Tisch, platziert sie wie ein Giebeldach auf der Schachtel.



Abb. 4-3

Nils blickt auf, ergreift das Dach und zieht es mit einem „Nein“ beiseite (vgl. Abb. 4-3). Er zieht unter der Schachtel ein anderes Kartonstück hervor, das in der Mitte bereits gefaltet ist und platziert nun dieses über der Schachtel, er will damit offenbar andeuten, dass er bereits ein Dach hat.

Mouad zögert einen Moment, geht zur anderen Tischseite und macht sich daran, die beiden Kartonteile zusammenzukleben. Mit einem Falzbein drückt er eine Rille in den Karton und knickt ihn um. Dann stellt er die beiden Stücke aufrecht nebeneinander, presst sie entlang der oberen Kante zusammen und zieht die unteren Enden etwas auseinander, so dass eine Giebelform entsteht. Nils schaut ihm zu, ergreift ‚sein‘ gefaltetes Kartonstück, positioniert es wieder auf der Schachtel und beginnt damit, es mit Klebeband zu fixieren. Als sich Mouad bei Nils erneut das Klebeband holt, schiebt dieser das Haus auf ihn zu mit der Bitte, ihm beim Kleben zu helfen. Mouad reagiert nicht darauf, sondern geht an seinen Platz zurück und beschäftigt sich mit seinem Dach. Nils bringt weitere Klebebänder an. Mouad prüft die Festigkeit der Klebestelle, geht damit um den Tisch zur Schachtel, hält sein Dach über jenes von Nils und schaut ihn an. Als dieser den Kopf schüttelt, zieht Mouad das Dach zurück, nähert es dann aber wieder der Schachtel.

Diesmal nimmt Nils wortlos sein Dach weg, legt es zur Seite und Mouad positioniert seines auf der Schachtel. Ohne Kommentar und ohne Zögern hilft

Nils hilft ihm bei der Befestigung. Mit mehreren Stücken Klebeband befestigen sie es gemeinsam. Dann ergreift Nils das Messer und beginnt damit aus der Dachfläche ein Stück Karton auszuschneiden. Mouad schaut zu, runzelt die Stirn und will Nils daran hindern. Als dieser ihm entgegnet, dass dies der Balkon werde, ist Mouad ihm beim Heraustrennen der geschnittenen Fläche behilflich. Mouad nimmt sich daraufhin ein neues Stück Karton, ergreift das Lineal, hält es zuerst auf den Karton, dann an die rechte Giebelkante, legt es zurück auf den Karton, nimmt sich das Messer und schneidet den Karton dem Lineal entlang ein.



Abb. 4-4

Er bringt noch einen zweiten und schließlich einen dritten Schnitt an, so dass ein Dreieck entsteht. Dann hält er das Kartonstück an die Dachseite, so dass die Schnitte mit den Giebelkanten übereinstimmen, beugt sich vor, schaut genau hin (vgl. Abb. 4-4), bessert die Schnitte mit dem Messer nach und löst das Dreieck aus der Kartonfläche.

Anschließend positioniert er die Dachseite und befestigt sie gemeinsam mit Nils. Danach ergreift Mouad die Kartonsäge, will sie auf der Dreiecksfläche ansetzen, legt sie wieder weg, nimmt den Bleistift und zeichnet damit auf die Fläche einen Kreis. Er nimmt erneut die Säge, steckt sie durch die Kartonwand und beginnt zu sägen (vgl. Abb. 4.5). Durch die Erschütterung löst sich das Dach vom Haus und rutscht runter (vgl. Abb. 4-6), Mouad lässt die Säge los, dreht das Haus, um das Dach wieder zu kleben, Nils ergreift wortlos die in der Wand steckende Säge, die nun direkt vor ihm ist und sägt weiter (vgl. Abb. 4-7). Das Dach löst sich wieder. Nils legt die Säge weg, beide Jungen verstärken mit Klebeband die Dachunterkante.



Abb. 4-5



Abb. 4-6



Abb. 4-7

Nils hält das Haus nun fest, während Mouad aus der Giebelwand einen Kreis von ca. 6 cm Durchmesser ausschneidet und diesen herauslöst. Anschließend bringen beide Jungen wiederum mehrere Klebebänder an, um das Dach auf dem Haus zu fixieren. Als die LP die Kinder zum Aufräumen aufruft, hält Mouad kurz inne, nimmt dann die Säge und schneidet damit nahe beim Giebel einen Schlitz in die Dachfläche.

Nils zieht Mouads Hände vom Dach weg, Mouad scheint unentschlossen, will offenbar zuerst weiter sägen, legt dann aber das Werkzeug doch weg. Beide Jungen schauen sich das Haus an, Mouad dreht es mit den Händen, hebt es hoch, lächelt und stellt es wieder auf den Tisch.



Abb. 4-8: Produkt nach der ersten Unterrichtseinheit



Abb. 4-9: Produkt nach der zweiten Unterrichtseinheit



Abb. 4-10: Produkt nach der letzten Unterrichtseinheit

II Analyse der Sequenz hinsichtlich forschungsrelevanter Gesichtspunkte

Im Zentrum des Gestaltungsprozesses steht die Herstellung des Dachs. Beide Kinder haben die Absicht, aus einem Kartonstück ein Giebeldach herzustellen. Mouad, der kaum die deutsche Sprache versteht, will sich zuerst bei Nils versichern, ob er mit dem Bau des Dachs einverstanden sei. Er hat offenbar nicht bemerkt, dass Nils bereits ein Kartonstück gefaltet und als Dach vorbereitet hat, so fährt er mit seinem Vorhaben fort, obwohl Nils damit nicht einverstanden ist. Als er es auf der Schachtel positionieren will, wird er von Nils daran gehindert. Dieser will ‚sein‘ Dach auf der Schachtel montieren.

Einige Augenblicke ist jeder der beiden Jungen mit der Realisierung des eigenen Dachs beschäftigt (vgl. Abb. 4-11). Während Mouad zwei Kartonflächen zusammenfügt, klebt Nils sein gefaltetes Kartonstück auf die Schachtel. Mouad nimmt dies zwar zur Kenntnis, fährt aber mit seinem Vorhaben offenbar unbeirrt fort. Der Prozess läuft wortlos ab.



Abb. 4-11

Was sich zwischen den Jungen angesichts der konsequenten Verfolgung der jeweils eigenen Idee zu einem Konflikt entwickeln könnte, mündet dann friedlich und immer noch wortlos in eine entspannte Situation. Obwohl Nils sein Dach bereits auf der Schachtel angeklebt hat und damit eigentlich gute Voraussetzungen hätte, seine Idee durchzusetzen, nimmt er das Dach schließlich

weg, als Mouad seines erneut auf der Schachtel anbringen will (vgl. Abb. 4-12 bis 4-15).

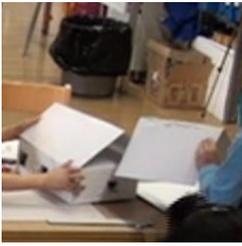


Abb. 4-12



Abb. 4-13



Abb. 4-14



Abb. 4-15

Mouad muss sich bei der Realisierung des Dachs nicht nur mit handwerklichen und konstruktiven Anforderungen zurechtfinden, sondern auch noch dafür sorgen, dass seine Idee überhaupt Akzeptanz findet und zur Anwendung kommt. Die beiden Dachkonstruktionen von Nils und Mouad sind sich in der äußeren Erscheinung zwar ähnlich. Im Gegensatz zum Dach von Nils, dem das Falten bzw. Knicken des Kartons nicht einwandfrei gelang, so dass der Dachfirst nicht parallel zur Dachkante verläuft, ist jenes von Mouad nahezu symmetrisch.

Sensibilisierung

Der Gestaltungsprozess, der sich durch die Herstellung der Dächer ergibt, entstammt nicht dem Anfang der Auseinandersetzung mit der Aufgabe. Es gibt daher bei den beiden Kindern keine konkreten Handlungen, die Hinweis darauf geben, dass sie sich mit den Rahmenbedingungen vertraut machen müssten. Dass Mouad mit seinen Armen und Händen einen Dachgiebel andeutet und sich mit der Äußerung „Weißt du jetzt (...) so, so“ (vgl. FS 1.3-031) an Nils richtet, zeigt auf, dass er trotz der Sprachbarrieren die Aufgabe soweit verstanden hat, dass ihm der Bau eines Hauses als Zielsetzung klar ist. Er will offenbar von Nils das Einverständnis für das Dach einholen. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass Mouad den Bau des Dachs als so bedeutsam einstuft, dass es sich um ein gemeinsam beschlossenes Vorhaben handeln muss. Weitere Hinweise darauf, dass die beiden nicht nur die Aufgabe, ein Haus zu bauen, verstanden haben, sondern auch die erforderlichen Bauelemente als Teil der Problemstellung berücksichtigen, zeigen sich darin, dass Nils, während Mouad mit dem Ausbau des Dachs beschäftigt ist, Treppe und Balkon (vgl. FS 1.3-034) anfertigt.

Prospektion

Da die beiden Jungen sehr wenig miteinander sprechen, weist diese Sequenz verglichen mit anderen Gestaltungsprozessen insgesamt nur wenig verbale Formen prospektiver Handlungen auf. Mündliche Absprachen zu geplanten

Vorhaben und zu Vorgehensweisen, wie sie bei anderen Gruppen zu beobachten sind, bleiben bei Mouad und Nils fast ganz aus.

Planerisches Denken zeigt sich bei Nils und Mouad daher vor allem in ihren Gesten oder in der Logik ihrer Handlungen, die auf überlegte Vorgehensweisen schließen lassen. Dies zeigt sich besonders bei der Konstruktion dreidimensionaler Formen. Zu deren Ausführung gehört unter anderem das Eruiere von Form und Größe jener Bauteile, die für ein Objekt benötigt werden. Mouad zeigt bei der Anfertigung des Dachs mehrfach, dass er die Form von Teilen, die er zuschneiden will, im Voraus bestimmt, indem er Längenverhältnisse bemisst und so einfache Messverfahren anwendet. Sehr deutlich wird seine Strategie des Messens, als er die seitliche Dachöffnung schließen will und dazu eine passende dreieckige Form benötigt. Er unternimmt verschiedene Vorkehrungen, um zu einer passenden Form zu kommen. Seine erste diesbezügliche Handlung besteht darin, dass das Kartonstück seitlich vor die Öffnung hält (vgl. FS 2.4-158) (vgl. Abb. 4-16). Was er damit genau beabsichtigt, wird im Augenblick nicht klar, da die Handlung von Nils unterbrochen wird. Es ist aber anzunehmen, dass Mouad die Größe der Öffnung mit der Größe des Kartonstücks vergleichen will. Daraufhin folgt die Verwendung des Lineals (vgl. FS 2.4-159), das er an die Dachkante hält (vgl. Abb. 4-17). Er setzt dieses zwar bündig zur Kante an, scheint sich aber nicht an den Zentimetermarkierungen zu orientieren, was jedoch nicht ausschließt, dass er die ungefähre Länge der Kante mit dem Lineal vergleicht. Anschließend beginnt er mit dem Ausschneiden des Dreiecks. Er tut dies, indem er zuerst nur zwei Schnitte anbringt, die einen spitzen Winkel bilden und dann die Form direkt mit der Dachöffnung vergleicht (vgl. FS 2.4-161), er scheint mit der Form noch nicht zufrieden zu sein und verlängert die Einschnitte im Karton. Dann vergleicht er die Form erneut mit dem Dach (vgl. FS 2.4-162) (vgl. Abb. 4-18).



Abb. 4-16



Abb. 4-17



Abb. 4-18

Offenbar dient das Vergleichen nicht nur der Überprüfung des Winkels, Mouads Augenbewegungen und die anschließende Handlung lassen darauf schließen, dass er bei dem erneuten Vergleich die Länge der beiden Schenkel des Dreiecks ermittelt.



Mouad bringt nach diesem Messverfahren den dritten Schnitt an, schneidet die Form definitiv aus der Kartonfläche aus und bringt sie am Dach an (vgl. Abb. 4-19). Die Herstellung der Dachwand macht deutlich, dass Mouad über eine erfolgreiche Strategie der Formbestimmung verfügt und sie gezielt anwenden kann.

Abb. 4-19

Dabei scheint er sich eine wahrgenommene Form so genau merken zu können, dass er sie getreu aufzeichnen bzw. mit dem Messer ausschneiden kann. Und er scheint den Moment zu erkennen, in dem er einen erneuten Formvergleich vornehmen muss.

Reflexion

Wie bei der Prospektion finden bei Nils und Mouad auch die reflexiven Handlungen kaum in Form verbaler Äußerungen statt. Tätigkeiten, die darauf hinweisen, dass Entscheidungen revidiert oder vorgenommene Ausführungen optimiert werden, zeigen sich dagegen mehrfach. Die meisten beziehen sich auf Nachbesserungen handwerklicher Ausführungen, einige zeigen sich bereits während der Durchführung, indem Verfahren, die offenbar nicht als erfolgversprechend scheinen, geändert werden.

Als Mouad zu Beginn des Prozesses darangeht, den Karton in der Mitte zu zerschneiden, scheint er unentschlossen, mit welchem Werkzeug bzw. welchem Verfahren er zum Ziel kommen könnte. So ergreift er zuerst das Lineal (vgl. Abb. 4-20), legt es aber sogleich wieder weg (vgl. FS 3.3-314) als wisse er nicht, was er nun damit anfangen soll. Seine Absicht, mit dem Lineal eine vorbereitende Handlung (Anzeichnen, Messen) zu vollziehen, verwirft er offenbar gleich wieder und tauscht es gegen die Schere, also gegen ein Werkzeug aus, mit dem er sofort eine Formveränderung (Trennung) vornehmen kann. Er setzt die Schere an der Unterkante an (vgl. Abb. 4-21), so als ob der den Karton von unten her entzweischneiden möchte. Doch noch ehe er mit Schneiden beginnt, legt er auch die Schere wieder weg (vgl. FS 3.3-315).



Abb. 4-20



Abb. 4-21



Abb. 4-22

Mouads Gestik, die zögernden, tastenden Bewegungen zeigen, dass er unentschlossen ist, was den weiteren Arbeitsschritt angeht. Nach dem Weglegen der Schere biegt er den Karton leicht durch, zieht offenbar eine weitere Möglichkeit der Formveränderung (Falten) in Betracht, verwirft aber auch diese Idee wieder und greift nun doch wieder auf Schere und Lineal zurück. Er hält beides in den Händen (vgl. Abb. 4-22).

Sein Blick und seine Bewegungen weisen immer noch auf Unentschlossenheit hin. Er legt den Maßstab weg und setzt nun die Schere wie zuvor in der Mitte der Unterkante an, aber noch immer scheint er vom Vorgehen nicht richtig überzeugt zu sein und setzt die Schere erneut ab. Wie zuvor beginnt er den Karton so zu biegen, dass er ihn in der Mitte falten kann (vgl. Abb. 4-23).



Abb. 4-23

Diese wiederholten Handlungen können so gedeutet werden, dass Mouad den Karton in der Mitte zerschneiden, dies offenbar mit einer gewissen Genauigkeit machen will und deshalb die Mittellinie des Kartons ermitteln möchte. Er nimmt dazu das Lineal, das er zuvor schon mal verwendet hatte, um einige Geraden auf der Schachtel aufzuzeichnen. Mouad kann also das Lineal als Zeichnungshilfe verwenden, aber anscheinend nicht als Messinstrument. Einen Moment lang ist er dann offenbar gewillt, den Schnitt nach Augenmaß zu vollziehen, machte es aber doch nicht. Zweimal beginnt er den Karton in der Mitte zu falten, was ihm zuerst nicht richtig gelingt, so dass er den Knick korrigieren muss (vgl. FS 3.3-318). Mouad hat nicht vor, den gefalteten Karton gleich so als Giebel zu verwenden, sondern der entstandene Falz dient ihm als Orientierung für den geplanten Schnitt.

Dass Mouad das eigen Handeln jeweils überprüft und mit Bedacht an eine Ausführung herangeht, zeigt sich auch bei weiteren Aktivitäten. So überprüft er die Festigkeit der geklebten Teile des Dachs und entschließt sich dann, die Naht mit zusätzlichem Klebeband zu verstärken (vgl. FS 3.3-320).

Ein zentraler Moment reflexiven Verhaltens zeigt sich in jenem Augenblick, in dem Nils bereit ist, sein Dach, das er behelfsmäßig auf der Schachtel befestigt hat, zu Gunsten von Mouads Lösung wieder zu entfernen (vgl. FS 3.3-324). Er macht dadurch seine Ausführungen vollständig rückgängig. Abgesehen davon, dass er das eigene Dach nicht richtig befestigen konnte, gibt es keinen sichtbaren Grund, warum er es entfernt. Der Verzicht von Nils auf die eigene Lösung kann jedoch damit zu tun haben, dass er feststellen muss, mit welcher Ruhe aber auch Entschlossenheit Mouad ‚sein‘ Dach hergestellt hat. Letztlich mag auch der Umstand, dass die Lösungen der beiden Jungen nicht grundsätzlich verschieden und dadurch nicht widersprüchlich waren, zu seinem Entschluss geführt haben.

Problemfokus

Die zentrale Zielsetzung liegt bei diesem Gestaltungsprozess in der Realisierung einer Dachkonstruktion. Diese wird nicht nur formal und konstruktiv zur Herausforderung, sondern auch aufgrund der Tatsache, dass über eine gewisse Zeitspanne gleichzeitig zwei Lösungen für das gleiche Problem verfolgt werden, die als konkurrierend betrachtet werden können. Die Konkurrenz ergibt sich allerdings nicht durch das Aufeinandertreffen zweier unterschiedlicher Ansätze, sondern durch die Tatsache, dass hinter den beiden Ideen zwei verschiedene Urheber stehen.

Dass die beiden Jungen, nachdem sie erkannt haben, dass zwei Dächer entstehen, ihre Pläne ruhig und zielgerichtet verfolgen, zeigt, dass ihnen die Umsetzung der eigenen Idee wichtig ist. Dass sie danach ohne Aufregung und ohne Disput eine Einigung finden, kann ein Hinweis darauf sein, dass die übergeordnete Absicht, am Ende eine Villa zu haben, als wichtiger gewertet wird als die Anfertigung des Dachs, die als Teilziel verstanden wird. Es ist nicht ersichtlich, warum sich letztlich Mouads Lösung durchsetzt und Nils die eigene zurückzieht. Eine weitere mögliche Erklärung findet sich in der Zeit und Energie, welche die beiden Kinder in ihre jeweiligen Lösungen gesteckt haben. Während Nils sein Dach angefertigt hat, indem er ein Kartonstück relativ rasch und dementsprechend ungenau zusammenfaltet und dann zur Seite gelegt hat, investiert Mouad deutlich mehr Zeit in seine Idee. Er geht ruhiger und systematischer vor, wählt für seine Lösung allerdings verglichen mit Nils ein relativ kompliziertes Vorgehen. Während das Dach von Nils durch Falten bzw. Knicken (flexives Verfahren) entsteht, wählt Mouad ein Vorgehen, bei dem mehrere Teile zusammengeklebt

werden müssen (additives Verfahren). Das Dach von Nils ist nicht nur einfacher und rationeller herzustellen, es ist durch den Falz auch kompakter, während im Gegensatz dazu die Klebstelle bei Mouads Dach eine Schwachstelle darstellt. Dennoch scheint gerade der Aufwand, den Mouad für die Realisierung seiner Idee erbringen muss, dazu zu führen, dass Nils die Leistung respektiert. Dass sich die beiden Lösungen abgesehen von der Konstruktion optisch sehr ähnlich sind, mag ebenfalls dazu führen, dass Nils einlenkt. Möglicherweise wird das Gelingen der Villa höher gewertet als das Durchsetzen der eigenen Idee. Diesen Schluss lässt die Beobachtung zu, dass die beiden Jungen insgesamt sehr kooperativ arbeiten, obwohl sie kaum miteinander sprechen. Die Bewältigung der Teilaufgabe besteht für sie unter anderem darin, trotz Kommunikationsschwierigkeiten kooperative Lösungen zu finden.

8.3.5 Fünfte Fallskizze

Gruppe Valerie-Mattis / 2. Klasse

Verlauf Datenerhebung					
Woche 1	Woche 2	Woche 3	Woche 4	Woche 5	Woche 6
Instruktion	Konstruktion	Konstruktion	Konstruktion	Konstruktion	Abschluss

Kennzeichnung der Sequenz im Gesamtverlauf

Die Sequenz der Gruppe Valerie-Mattis entstammt dem mittleren Teil des Unterrichts der Woche 2. Sie nimmt jenen Problemlöseprozess in den Blick, der sich bei der Realisierung des Turmdachs ergab. Der Prozess dauert ca. 11 Minuten. Die Sequenz wurde ausgewählt, weil in ihr eine Vorgehensweise zum Ausdruck kommt, die als Versuch-Irrtum-Strategie bezeichnet werden kann, indem die Entwicklung einer Form durch mehrere Anläufe erfolgt. Sie steht diesbezüglich in Kontrast mit den Fallskizzen 1 und 4.

I Verlauf

Valerie (8;7 Jahre) und Mattis (8;2 Jahre) stehen am Werk Tisch. Sie haben die beiden Schachtelteile bearbeitet, indem sie beim unteren Teil seitlich Öffnungen herausgeschnitten und beim Deckel eine Klappe in die Oberfläche geschnitten haben. Aus einem größeren Kartonstück hat Mattis einen Turm geformt, den er soeben in den Händen hält und dessen Ecken zählt. Die Feststellung von Mattis: „Eins, zwei, drei, vier, fünf (...) ist auch gut, (...) ist er halt fünfeckig“, lässt darauf schließen, dass er etwas überrascht ist, dass der Turm fünf Ecken hat.



Abb. 5-1

Als er ihn zur Seite legt, ergreift Valerie diesen und stellt ihn vor sich hin. Sie formt mit ihren beiden Händen eine Spitze über dem Turm und meint, dass man hier noch etwas machen müsse. Mattis schaut ihr kurz zu, geht dann weg und kommt einen Augenblick später mit einem großen Kartonstück zurück. Er nimmt die Schere und beginnt aus dem Karton eine Scheibe von ca. 10 cm Durchmesser auszuschneiden.

Nach dem ersten Schnitt in den Karton richtet Mattis seinen Blick kurz auf den Turm und schneidet dann die Form aus, indem er mit der rechten Hand die Schere bedient und mit der linken Hand den Karton nach jedem Schnitt etwas dreht. Valerie schaut ihm zu und weist ihn zuerst darauf hin, dass man doch die Grösse der Form bestimmen müsse. Als sie die entstehende runde Scheibe sieht, erklärt sie Mattis, dass die Form doch eckig werden müsse, nicht rund. Mattis lässt sich offenbar nicht beirren und schneidet eine runde Form aus. Dann ergreift er den Turm, neigt ihn zu sich, hält das ausgeschnittene Kartonstück oben auf die Öffnung, nimmt es aber dann mit der Bemerkung, dass es zu klein sei, gleich wieder weg. Er nimmt ein anderes Kartonstück und schneidet eine neue, etwas größere Scheibe aus. Als er mit Schneiden fertig ist, hält er die Scheibe über die Öffnung des Turms und vergleicht die Größe, dann schneidet er sie vom Rand her zur Mitte hin auf, nimmt sie in beide Hände und versucht sie zu knicken, als es ihm nicht gelingt, nimmt er nochmals die Schere und verlängert den Radialschnitt. Er hält den Karton links und recht neben dem Einschnitt fest und faltet ihn mit etwas Kraftaufwand zu einem kegelförmigen Körper. Dann blickt er zu Valerie, zeigt ihr den Kegel und lacht.

Er hält das kegelförmige Dach über den Turm (vgl. Abb. 5-2). Durch das Formen zu einem Kegel hat sich die Grundfläche verkleinert, so dass das Dach nun wiederum zu klein ist für den Turm. Mattis hält es über die Turmöffnung, als er bemerkt, dass es zu klein ist, verzieht er das Gesicht und meint: „Neeeiin, zu klein“ (vgl. Abb. 5-3).



Abb. 5-2



Abb. 5-3



Abb. 5-4

Er nimmt das Dach wieder weg, glättet es (vgl. Abb. 5-4), biegt es erneut zum Kegel, diesmal etwas weniger stark als zuvor, hält es erneut auf die Turmöffnung und nimmt es dann, als er sieht, dass es noch immer zu klein ist, wieder weg. Er wendet sich Valerie zu, die begonnen hat, aus dem Karton eine neue, noch größere Kreisfläche auszuschneiden. Diese wird etwas unförmig. Mattis tritt neben sie, schaut ihr zu und bemerkt, dass die Form sehr ungenau werde, dann zeigt er ihr mit dem Finger, wie das letzte Stück des Schnittes verlaufen muss. Valerie lacht und schneidet den Rest der Scheibe aus und legt sie auf die

Turmöffnung. Mattis ergreift das geschnittene Stück und bessert mit der Schere die Kreisform nach. Anschließend bringt er einen neuen Radialschnitt an. Er faltet den Kreis wieder zu einem Kegel, wendet sich damit Valerie zu und meint: „Das ist die einfachste Methode ...“. Valerie reißt ein Stück Klebeband ab und hilft Mattis, den Kegel zusammenzukleben. Mattis hält das Dach weiterhin mit beiden Händen fest und Valerie drückt den Klebestreifen längs auf die Naht. Mattis legt das Turmdach zur Seite und reißt nun selbst ein Stück Klebeband ab und befestigt es mit der Bemerkung, dass es immer einen Sicherheitskleber brauche, ebenfalls am Dach. Dann hält er den Kegel auf den Turm, betrachtet die vorstehenden Teile und fragt Valerie, ob er das Dach noch etwas verkleinern solle, sie gibt keine Antwort. Mattis hält das Turmdach fest und schneidet entlang der Unterkante ein Stück ab. Valerie, die ihm zuschaut, meint, dass es nun wohl wieder zu klein werde.

Mattis betrachtet das Dach, nimmt die Schere und schneidet nochmals ein bisschen vom Rand weg, dann legt er es oben auf den Turm. Beide stehen auf und halten das Dach fest. Mattis ergreift den Turm stellt ihn etwas zur Seite und meint, dass er nun noch einen Boden unter das Dach machen werde. Valerie weist ihn darauf hin, dass das Dach ja noch gar nicht am Turm befestigt sei.



Abb. 5-5

Mattis, der mit dem Begriff ‚Boden‘ offenbar den Dachboden gemeint hat, schneidet eine neue Scheibe aus, nimmt das Turmdach weg, legt den ausgeschnittenen Karton auf die Turmöffnung, er erweist sich als zu klein. Mattis schaut auf dem Tisch umher und entdeckt jenes Kartonstück, das er zu Beginn als Dach nutzen wollte. Da es einen Radialschnitt aufweist, legt er es auf den Tisch und streicht es glatt und Valerie klebt den Schnitt mit Klebeband zu. Mattis legt die Scheibe auf den Turm, betrachtet sie und schneidet sie etwas kleiner.

Er überprüft die Passgenauigkeit nochmals und schneidet erneut die Kanten des Dachbodens nach, dann legt er ihn über die Dachöffnung. Valerie hat ein Stück Klebeband vorbereitet, legt es längs über die Kante und drückt es vorsichtig an. Dann klebt sie den Dachboden mit weiteren Klebebändern fest. Mattis hält währenddessen den Turm fest und schaut ihr zu (vgl. Abb. 5-6).



Abb. 5-6

Nachdem der Dachboden befestigt ist, nimmt Mattis das Turmdach und schneidet von der Dachkante ein Stück weg, legt das Dach auf den Turm, begutachtet es, nimmt es wieder weg, kratzt sich am Kopf, legt das Dach wieder auf den Turm und betrachtet es erneut.

Valerie ist derweil mit dem Klebeband beschäftigt. Mattis schaut ihr einen Augenblick zu und zeigt ihr dann jene Stellen am Dach, die geklebt werden müssen. Während Valerie mit Kleben beginnt, geht Mattis um den Tisch herum und nimmt den unteren Teil der Kartonschachtel. Er äußert eine Idee zur Positionierung der beiden Schachtelteile und arbeitet nun nicht mehr weiter am



Während sich Mattis nun einem anderen Teil der Villa zuwendet, befestigt Valerie das Dach mit mehreren Klebebändern auf dem Turm (vgl. Abb. 5-7). Die überstehenden Ränder des Dachs machen ihr ein exaktes Kleben nahezu unmöglich. Als sie fertig ist, hebt sie den Turm an, drückt ihn an sich und stellt ihn dann zurück auf den Tisch.

Abb. 5-7



Abb. 5-8: Produkt nach der ersten Unterrichtseinheit

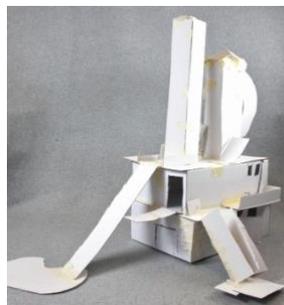


Abb. 5-9: Produkt nach der zweiten Unterrichtseinheit



Abb. 5-10: Produkt nach der letzten Unterrichtseinheit

II Analyse der Sequenz hinsichtlich forschungsrelevanter Gesichtspunkte

Die Tätigkeiten von Mattis und Valerie sind auf die Herstellung und Befestigung eines Turmdachs ausgerichtet. Der Turm weist eine fünfeckige Form auf, worüber Mattis nach dem Zählen der Ecken etwas überrascht zu sein scheint, mit der Bemerkung „Ist auch gut (...), ist er halt fünfeckig“ (vgl. FS 3.1-230) aber hinnimmt. Der Vorschlag, dem Turm ein Dach aufzusetzen, kommt von Valerie, sie zeigt mit den Händen an, wie sie sich dieses vorstellt. Mattis lässt sich

sogleich darauf ein, holt Karton und beginnt mit dem Ausschneiden einer runden Form. Er scheint eine klare Vorstellung davon zu haben, wie sich eine Turmspitze herstellen lässt. Darauf weist jedenfalls sein zielstrebiges Vorgehen hin.

Für ihn wird nicht das Bilden einer dreidimensionalen Form zur Herausforderung, sondern die Anpassung deren Größe an den schon bestehenden Turm. Er bestimmt die Größe der Formen offenbar nach Augenmaß. Er wirft, als er mit Schneiden beginnt, zwar einen kurzen Blick auf den oberen Teil des Turms (vgl. Abb. 5-11), schneidet dann aber den Karton ohne weitere Formvergleiche zu.



Abb. 5-11

Selbst als Valerie ihn darauf hinweist, dass doch die Größe noch bestimmt werden müsse (vgl. FS 2.3-149), fährt er fort, die Form ohne Orientierungshilfen wie Vorzeichnen oder einen direkten Formvergleich auszuschneiden.



Abb. 5-12

Als er nach dem Schneiden feststellen muss, dass die Form zu klein ist, legt er sie sogleich zur Seite und beginnt damit, eine zweite auszuschneiden, auch diesmal nach Augenmaß. Er schaut den Turm nicht mehr an, sondern vergleicht wahrscheinlich die Größe mit der bereits ausgeschnittenen Form, die als Öffnung im Karton sichtbar ist (vgl. Abb. 5-12).

Der zweite Kreis wird deutlich größer als der erste. Mattis vergleicht ihn mit dem Turm und ist diesmal anscheinend zufrieden. Er fährt mit dem Vorhaben fort, indem er den Kreis einschneidet und zu einem Kegel faltet. Dass durch das Falten die Grundfläche kleiner wird, hat er offenbar nicht gewusst. Er ist sichtlich erstaunt, als er feststellt, dass das Dach nun wiederum zu klein ist. Die Enttäuschung wird möglicherweise noch dadurch verstärkt, dass er Valerie seine ‚Methode‘ vordemonstrieren will, was nicht auf Anhieb gelingt. Diesmal legt er das gefertigte Stück allerdings nicht gleich zur Seite, sondern versucht, durch das leichte Öffnen des Kegels die Form zu verändern. Er vergleicht das Dach erneut mit dem Turm, muss aber feststellen, dass es immer noch nicht passt. Erst jetzt legt er auch den zweiten Versuch zur Seite; dies wohl auch deshalb, weil er

feststellt, dass Valerie nun begonnen hat, eine dritte, noch größere Scheibe auszuschneiden.



Abb. 5-13

Auch sie beginnt mit dem Schneiden, ohne die Form vorzuzeichnen und auch sie scheint die Größe zu bestimmen, indem sie die ausgeschnittenen Stellen betrachtet (vgl. Abb. 5-13).

Die dritte Scheibe wird anschließend zum Dach (Kegel) geformt, zusammengeklebt und am oberen Ende des Turms befestigt.

Sensibilisierung

Hinweise auf ein Problembewusstsein der beiden Kinder zeigen sich darin, dass sie sich mit dem Bau der Villa und dabei besonders mit der Herstellung des geforderten Turms beschäftigen. Als gegen Ende des Gestaltungsprozesses die Lehrperson in der Nähe ist, macht Mattis sie mit der Aussage „Schauen Sie mal, das ist ein Turm“ (vgl. FS 1.3-037) auf ihr Tun bzw. auf ihr Produkt aufmerksam. Damit bringt er einerseits seinen Stolz auf das gefertigte Objekt zum Ausdruck, er erwähnt damit aber auch, dass ein wichtiger Teil der Ausgabenstellung erfüllt wird. Die Lehrperson bestätigt mit der Bemerkung „Ja, jetzt kommen die Türme“, dass es sich dabei um Teilobjekte handelt, die zu erwarten sind. Dass Mattis den Turm nicht nur als Attribut einer Villa oder als Rahmenbedingung der Aufgabe versteht, sondern dessen Funktion als Wohnung für die Holzfiguren erkennt und sie nutzen will, zeigt seine Frage an Valerie, ob im Turm auch noch ein Fenster (vgl. FS 2.1-071) und ein Zimmer gebaut werden soll (vgl. FS 2.1-072). Diese Vorhaben lassen vermuten, dass Mattis sich zur ‚Bewohnbarkeit‘ des Turms und deshalb zu seinem weiteren Ausbau Gedanken macht.

Prospektion

Sowohl Mattis wie auch Valerie zeigen durch ihre Äußerungen und ihre Handlungen, absichtsvolles, vorausschauendes Tun. Dadurch, dass Valerie das Turmdach mit den Händen andeutet, macht sie ihre Vorstellung von Form und Größe des Dachs sichtbar. Sie hat nicht nur vom Endergebnis eine Vorstellung, sondern offenbar auch vom Prozess der Herstellung, dies lassen zumindest ihre Kommentare vermuten, die sie äußert, als sie Mattis beim Zuschneiden des Turms zuschaut. Ihre Hinweise, dass doch noch die Größe bestimmt werden müsse und dass die Dachform doch eckig und nicht rund sein müsse (vgl. FS 2.3-149), sind zwar nicht unbedingt ein Beleg dafür, dass sie eine eigene präzise

Vorstellung davon hat, wie das Dach hergestellt werden sollte, doch sie scheint über Mattis unmittelbares Vorgehen doch etwas erstaunt zu sein. Mattis zeigt bei der Herstellung des Turms eine Arbeitsweise, die sehr zügig und zielstrebig wirkt. Er scheint sich sehr sicher zu sein, dass er das Dach in Form eines Kegels bauen kann und weiß auch, wie er dazu vorgehen muss. Er will offenbar mit seiner Dachkonstruktion Valerie beeindrucken. Als er die zweite Scheibe ausgeschnitten und über die Turmöffnung gelegt hat, hält er inne und blickt sie an.



Er fragt sie, ob sie denn meine, dass der Karton flach auf den Turm zu liegen komme. Als Valerie dies bejaht, schüttelt er den Kopf und schneidet ihn vom Rand zur Mitte hin auf. Als Valerie wissen will, warum er ihn halbiere, gibt Mattis keine Antwort. Erst als er ihn zum Kegel geformt hat, zeigt er ihn und lächelt (vgl. Abb. 5-14).

Abb. 5-14

Obwohl er hinsichtlich der Konstruktion der Dachform eine klare Vorstellung zur Vorgehensweise hat, geht er bei der Bestimmung der Größe weniger souverän vor und wendet kein Verfahren an, das ihm Sicherheit bei der Formfindung geben könnte. Er ist sichtlich enttäuscht darüber, dass das Dach nicht passt. Sowohl bei der Herstellung des Kegels wie auch beim Dachboden geht Mattis nach dem Prinzip Versuch-Irrtum vor und bessert die Teile so lange nach, bis sie passen. Er neigt dazu, seine Ideen sogleich umzusetzen und dabei etwas hastig vorzugehen.

Ein umsichtigeres Vorgehen zeigt Valerie bei der Befestigung des Dachs. Sie bringt mehrere Klebbänder an. Sie platziert diese entlang der Dachkante und bemisst sie so, dass sie mit einem Stück jeweils zwei Seiten des fünfeckigen Turms kleben kann (vgl. FS 2.4-159). Sie wählt damit eine Länge, mit der sie mit wenigen Stücken zu Ziel kommt und die sie manuell gut bewältigen kann, das heißt, dass sie die Bänder nach dem Abtrennen von der Rolle handhaben kann, ohne dass diese verheddern oder verkleben.

Reflexion

Zu den Merkmalen elaborierten Problemlöseverhaltens gehört die kritische Betrachtung der jeweiligen Ergebnisse und eine Überprüfung der eigenen Strategie. Bewusste metakognitive Überlegungen zur eigenen Arbeitsweise sind bei Kindern dieser Altersgruppe kaum zu erwarten. Dennoch zeigen die

Überlegungen der Kinder Ansätze, die sich nicht nur auf das konkrete Handeln beziehen, sondern auf das Grundsätzliche einer Vorgehensweise. In diesem Sinn ist auch Mattis Feststellung zum Herstellungsprozess eines Dachs zu deuten. Seine Äußerung: „Das ist die einfachste Methode gewesen“, nimmt nicht Bezug auf das gefertigte Dach, sondern auf die Art der Herstellung. Mattis bezeichnet das Vorgehen als ‚Methode‘ und zwar als die ‚einfachste‘. Es wird ersichtlich, dass er die Systematik bzw. die Wiederholbarkeit eines Vorgehens verstanden hat und er zeigt, dass er dieses Verfahren aufgrund seiner Einfachheit gewählt hat - eine Begründung, die überzeugend ist. Ob er andere, kompliziertere Methoden kennt, wird dabei nicht klar. Er scheint selber von der Art der Herstellung fasziniert zu sein, was an der demonstrativen Art gegenüber Valerie zu erkennen ist.

Im Laufe des Prozesses lässt Mattis mehrfach erkennen, dass er das eigene Vorgehen kritisch betrachtet. Allfällige Mängel von Ausführungen bzw. von gefertigten Objekten erkennt er sogleich und scheint je nach Situation abzuschätzen, ob eine Handlung wiederholt werden muss, nachgebessert werden sollte oder ob eine Ausführung trotz Fehler belassen werden kann. Als die erste Form, die er für das Dach nutzen will, zu klein ist, zeigt er sich enttäuscht (vgl. FS 3.1-232) und stellt er sogleich eine zweite her. Auch als das Kegeldach zu klein ist, geht er rasch dazu über, ein neues herzustellen (vgl. FS 3.3-335). In beiden Situationen scheint sich für ihn offenbar keine Möglichkeit zu zeigen, die Situation durch Nachbesserung zu retten.



Als der Dachboden zu Beginn zu klein ist (vgl. Abb. 5-15), wägt er ab, ob eine Verbesserung nötig ist. Seine Frage an Valerie „Ist es nicht schlimm, wenn es ein bisschen zu klein ist?“ (vgl. FS 3.1-236) deutet darauf hin, dass er gewisse Mängel tolerieren würde. Das ändert sich, als der Dachboden bei der nächsten Berührung ins Turminnere fällt.

Abb. 5-15

Nun sieht sich Mattis doch veranlasst, einen neuen herzustellen. Als das Kegeldach bei der wiederholten Herstellung größer wird als die Turmfläche, schlägt Mattis vor, es etwas zu verkleinern und meint, dass es dann besser aussehe (vgl. FS 3.2-277).

Anscheinend sind für ihn auch formal-ästhetische Gründe ausschlaggebend, etwas nachzubessern. Als er allerdings gegen Ende des Prozesses den Turm nachdenklich betrachtet (vgl. Abb. 5-16), ist anzunehmen, dass er erkennt, welche Lücken zwischen Dach und Unterteil klaffen. Er unternimmt aber keine Anstrengungen mehr, etwas zu verbessern.



Abb. 5-16

Offenbar lässt sein Interesse an diesem Bauteil nach, denn einige Augenblicke später überlässt er die Arbeit am Turm Valerie und wendet sich einem anderen Teil der Villa zu.

Kritische Äußerungen zum eigenen Vorgehen kommen auch von Valerie. Als sie zu Beginn des Vorhabens nach den Versuchen von Mattis selbst eine Scheibe aus dem Karton ausschneidet, geht sie dabei etwas hastig vor, so dass die Form nicht richtig rund wird, worauf Mattis sie mit der Bemerkung „Du machst ihn mega grusig“ hinweist (vgl. FS-3.2-273). Valerie wendet nichts dagegen ein, sie hat offenbar nicht damit gerechnet, dass sie auf Anhieb eine einigermaßen runde Form ausschneiden kann. Dies zeigt ihre nachträgliche Feststellung „Hey Mann, es ist noch gut rausgekommen. Ich habe gar nicht gewusst, dass ...“ (vgl. FS 3.1-233). Sie gibt zu erkennen, dass sie die Form trotz der Ungenauigkeiten als relativ gelungen einschätzt und ist erstaunt über ihre eigenen Fähigkeiten.

Weitere Äußerungen zu gefertigten Objekten macht sie beim Kleben des Dachs. Sie versucht durch das Anbringen der Klebebänder in Längsrichtung offenbar dafür zu sorgen, dass die Klebstellen einigermaßen gut aussehen, was kaum gelingt, da das Dach nicht richtig auf den Turm passt, ein Umstand, der Valerie stört und den sie mit den Worten „Nein schau, jetzt ist es zu weit außen, jetzt kann man es nicht kleben“ (vgl. FS 3.1-238) kommentiert.



Abb. 5-17

Obwohl sich das Kleben des Dachs als mühsam erweist und die Unterkante ihre Ungenauigkeiten behält, ist Valerie mit dem Ergebnis offenbar zufrieden. Was sie durch eine abschließende Geste zum Ausdruck bringt. Sie ergreift den Turm mit beiden Händen, blickt ihn an und drückt ihn an ihr Gesicht (vgl. Abb. 5-17). Dann legt sie ihn mit den Worten „Jaaa, getan!“ zur Seite.

Problemfokus

Mattis kommt von der flächigen zur räumlichen Form, indem er ein Stück Karton so biegt, dass eine Hohlform entsteht. Er hat Art der flexiblen Formbildung bereits bei der Herstellung des Turms gezeigt. Die mentale Repräsentation einer Form scheint ihm keine Probleme zu verursachen. Dass sich der Kegel durch das Biegen verkleinern wird, konnte er kaum im Voraus erkennen. Es ist daher fraglich, ob diese Situation, die zwar dazu führt, dass er einen Bauteil mehrmals herstellen muss, bis er passt, tatsächlich als Problem bezeichnet werden kann.

Dass der Bau des Dachs als Lösungsprozess dennoch von Interesse ist, wird deutlich, wenn er mit Gestaltungsprozessen der ersten Fallskizze verglichen wird. Renato und Fabian haben bei der Herstellung ihres Turms mit der Schwierigkeit zu kämpfen, sich das geplante Objekt räumlich vorzustellen und mit ihrem prozeduralen Wissen zur Konstruktion räumlicher Formen in Übereinstimmung zu bringen. Mentale Repräsentation und konstruktive Raumbildung stellen für Mattis keine Schwierigkeit dar. Seine Fähigkeiten für das räumliche Konstruieren sind weiter entwickelt als bei den beiden Sechsjährigen. Dennoch wird der Gestaltungsprozess bei Mattis nicht einfach. Mit der komplexeren Vorgehensweise tauchen entsprechend neue Herausforderungen auf. Was die Strategien von Mattis von der Gruppe Fabian-Renato abgesehen von der konstruktiven Idee unterscheidet, ist seine Bereitschaft, auf Entschiede zurückzukommen und auf bereits realisierte Teilobjekte zu verzichten. Es zeigt sich, dass demnach nicht nur fachliches Wissen und Können einer Lösungsfindung dienlich ist, sondern ein gewisses Maß an Flexibilität, die darin besteht, bereits Gefertigtes wieder zu entfernen. Es ist davon auszugehen, dass diese Bereitschaft des Verzichtens in Abhängigkeit zum Konzentrationsvermögen steht. Ob sich Kinder dazu entschließen können, mit der Ausführung eines Teilobjekts nochmals von vorn zu beginnen, hängt unter Umständen davon ab, wieviel Energie und Aufwand sie zuvor in die Arbeit gesteckt haben. Vergleicht man konkret das minutiöse Vorgehen des sechsjährigen Renato beim Ausschneiden der Turmteile mit dem relativ geläufigen Vorgehen des achtjährigen Mattis, so wird deutlich, dass sich die investierte Zeit bei Mattis in Grenzen hält, wodurch seine Bereitschaft, gegebenenfalls etwas zu wiederholen, steigt. Die Handlungsfolge, die sich bei Mattis zeigt, kann als Versuch-Irrtum-Strategie bezeichnet werden, ein Verfahren, das in der Problemlösetheorie als einfache Heuristik bezeichnet wird. Es ermöglicht es ein Vorgehen, bei dem Zwischenergebnisse geprüft werden können, sie erleichtern das Überarbeiten, Abändern und Umwandeln bereits vorhandener Lösungen.

8.3.6 Sechste Fallskizze

Gruppe Melina-Jonas / 2. Klasse

Verlauf Datenerhebung					
Woche 1	Woche 2	Woche 3	Woche 4	Woche 5	Woche 6
Instruktion	Konstruktion	Konstruktion	Konstruktion	Konstruktion	Abschluss

Kennzeichnung der Sequenz im Gesamtverlauf

Die ausgewählte Sequenz der Gruppe Melina-Jonas entstammt dem Unterricht in der Woche 3. Sie nimmt jenen Problemlöseprozess in den Blick, der sich bei der Realisierung eines Zwischenbodens der Villa ergab. Der Prozess dauert 9 Minuten. Die Sequenz wurde ausgewählt, weil in ihr im Gegensatz zu den anderen Sequenzen der Lösungsprozess nur von einem Kind durchgeführt wird. Bedeutsam sind dabei Stringenz und Hartnäckigkeit beim Vorgehen sowie die Art konstruktiver Lösungen bzw. Befestigungstechniken, die in diesem Fall kaum durch die Nutzung von Klebeband vorgenommen wird.

I Verlauf

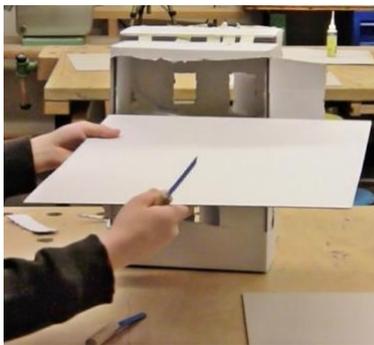
Jonas (8;5 Jahre) und Melina (8;11 Jahre) haben die beiden Schachtelteile zusammengeklebt. In die Außenwände sind mehrere Fenster und eine Tür geschnitten, auf einer Seite sind zwei größere rechteckige Öffnungen ausgeschnitten. Jonas kommt mit einer Rolle Klebeband und einer Kartonsäge an den Tisch. Er nimmt ein großes Kartonstück, hält es horizontal vor die Villa, so dass die linke Außenkante des Kartons bündig mit der linken Außenwand der Schachtel ist. Dann legt er den Karton weg und betrachtet die Situation, .

Melina kommt an den Tisch. Jonas nimmt die Kartonsäge und setzt sie an der oberen rechten Ecke eines Fensters an, zieht sie wieder weg, betrachtet sie, drückt das Sägeblatt auf den Tisch, sieht, wie es sich leicht verbiegt und nimmt eine andere Säge. Er setzt diese zum Schnitt an und vergrößert das Fenster mit zwei horizontalen Schnitten bis zur rechten Außenkante der Schachtel, dann klappt er den Fensterflügel nach außen (vgl. Abb. 6-1).



Abb. 6-1

Er zieht ein Kartonstück, das eigentlich als Schneidunterlage gedacht ist, unter der Schachtel hervor und hält es mit der Bemerkung, dass er nun eine Etage machen werde, waagrecht vor die soeben geschnittene Öffnung. Er schaut die Kartonfläche an, tastet mit der rechten Hand nach einem Werkzeug, ohne den Blick vom Haus zu lösen. Dann nimmt er den Karton vom Haus weg und hält den Blick offenbar auf jenen Punkt gerichtet, an dem er den Karton zerschneiden will. Er ergreift die Kartonsäge und fährt mit dem Zeigefinger der linken Hand zu dem fixierten Punkt, setzt die Säge dort an, versucht einen kleinen Schnitt zu machen, wechselt dann die Säge aus und setzt wieder zum Schnitt an, legt aber schließlich den dicken Unterlagenkarton weg.



Er nimmt ein Stück dünneren Karton, hält es vor die Öffnung der Schachtel (vgl. Abb. 6-2), setzt das Messer an der rechten Außenkante an, zieht den Karton zu sich, stellt ihn senkrecht auf und sägt ein kurzes Stück von oben nach unten. Als das Kartonstück wackelt, legt er es flach vor sich hin, drückt eine Kante gegen seinen Bauch und schneidet es von der Gegenkante her ein.

Abb. 6-2

Der Karton schwingt wiederum heftig. Jonas wendet ihn, so dass er den Schnitt nun von sich weg führen kann. Er verlängert ihn mit hastigen Bewegungen, die Säge rutscht einige Male aus dem Schlitz, einmal berührt sie seine linke Hand, er betrachtet diese kurz, sägt dann aber weiter und trennt den Karton entzwei. Er hält das Haus fest und schiebt das geschnittene Stück von vorn als Zwischenboden hinein. Er dreht das Haus, schaut von der Gegenseite ins Innere, schiebt den Zwischenboden noch weiter nach innen, zieht ihn dann aber heraus. Er nimmt die Kartonsäge, führt sie ins Schachtelinnere und löst damit ein Kartonstück, das in der Schachtel klebt. Er deutet auf den vorbereiteten Zwischenboden und fragt Melina, ob es in Ordnung sei, wenn er den bestehenden Zwischenboden herausreißt und stattdessen seinen Boden im Haus befestigt.

Als Melina zustimmt, greift er in die Schachtel und löst das geklebte Kartonstück heraus. Melina geht um den Tisch, und hilft ihm, den alten Boden zu lösen. Jonas zieht ihn aus der Schachtel (vgl. Abb. 6-3) und legt ihn zur Seite. Er ergreift die Säge, legt sie aber sogleich wieder weg, nimmt stattdessen den neuen Zwischenboden und schiebt diesen ins Haus.

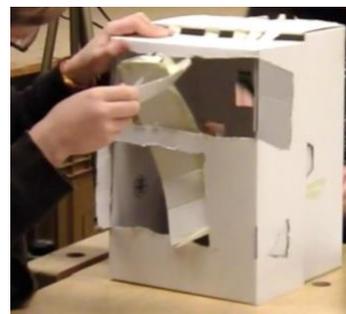


Abb. 6-3



Er klopft gegen die hintere Kante des Bodens, ergreift den herausragenden Teil und zieht daran. Melina nimmt seine Hand und weist ihn an, den Karton nicht zu zerreißen, da der überstehende Teil als Balkon dienen könne. Jonas nimmt den Zwischenboden heraus und Melina deutet mit dem Finger an, welche Abmessung der Karton haben muss (vgl. Abb. 6-4).

Abb. 6-4

Jonas will mit der Säge eine Kante des Bodens nachbessern. Melina stellt sich neben ihn, ergreift nochmals seine Hand, zieht sie vom Karton weg und gibt ihm das Messer mit dem Hinweis, dass es damit besser gehe. Mit dem Messer schneidet Jonas die Kante nach und schiebt den Zwischenboden erneut ins Haus. Er greift mit der Hand ins Innere, nimmt den Boden wieder heraus, blickt umher und sagt: 'Jetzt müssen wir hier' Er nimmt ein Stück Karton, dreht es zwischen den Fingern, legt es weg, überlegt offensichtlich einen Moment lang, hebt den Zeigefinger der rechten Hand, geht um den Tisch herum und nimmt dort ein kleines Kartonsstück. Er faltet es in der Mitte zu einem Winkel und kehrt damit an seinen Platz zurück. „Jetzt können wir hier schon mal rasch eine Stütze machen“, meint er, nimmt etwas Klebeband und legt dieses quer über den gefalteten Kartonswinkel. Diesen schiebt er ins Innere der Schachtel, zieht ihn aber gleich wieder heraus und entfernt dann von der Innenwand ein Stück Klebeband, das dort vom alten Boden hängen geblieben ist. Nun nimmt er den Kartonswinkel, platziert ihn auf der Innenseite der hinteren Wand und befestigt ihn mit einem Stück Klebeband.

Jonas nimmt den Zwischenboden und schiebt ihn in das Haus, die angeklebte Stütze ist jedoch nach unten geklappt und trägt den Zwischenboden nicht. Jonas zieht den Boden wieder heraus. Er muss seine Tätigkeit unterbrechen, weil Melina das Dach auf der Villa befestigen will. Als sie fertig ist, schiebt Jonas den Boden erneut in das Haus und zieht ihn dann mit der Bemerkung, dass er da noch etwas machen müsse, wieder raus. Er zieht das Haus zu sich heran, greift mit beiden Händen ins Innere und richtet den Kartonswinkel auf. Während er den Boden nun erneut ins Haus schiebt, hält er mit der linken Hand den Kartonswinkel von unten in einer rechtwinkligen Position fest. Dann zieht er beide Hände heraus und nimmt mit der Bemerkung „So jetzt muss ich mal ein doppelseitiges Klebeband ...“ die Klebebandrolle. Melina schaut ihm zu, reißt ein Stück Klebeband ab und zeigt Jonas, wie man dieses durch Zusammenrollen „doppelseitig“ machen kann.



Jonas hat sein Klebeband ebenfalls zu einer Rolle gedreht. Er wendet das Haus, greift durch das Fenster, bringt die kleine Klebbandrolle auf dem Kartonwinkel an und rückt den Zwischenboden zurecht. Er betrachtet den Boden, der nun waagrecht im Haus befestigt ist und auf der vorderen Seite herausragt. Er klappt den Kartonflügel auf der rechten Seite zu und klemmt so den Boden fest (vgl. Abb. 6-5).

Abb. 6-5

Jonas erkundigt sich bei Melina nach der Länge des Balkons. Diese deutet mit dem Finger an, wo der Zwischenboden gekürzt werden muss. Jonas hält diesen mit der linken Hand fest, nimmt die Säge in die rechte Faust und sägt mit ruckartigen Bewegungen bis zur Mitte des Kartons, dann schneidet er diesen von der Gegenseite her durch und trennt den Streifen ab. Er nimmt ihn in die Hand und hält ihn für einen kurzen Moment rechtwinklig an die Außenkante des Zwischenbodens, nimmt ihn dann wieder weg. Das Anbringen des Zwischenbodens ist damit beendet. Der vordere Teil des Bodes, der als Balkon dienen soll, wird später noch mit einem Geländer (Kartonstreifen) ergänzt.

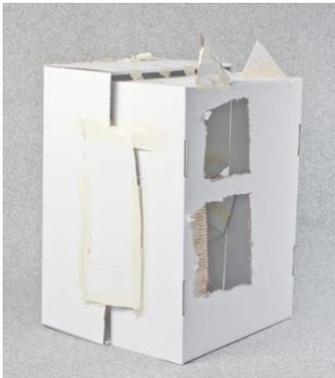


Abb. 6-6: Produkt nach der ersten Unterrichtseinheit



Abb. 6-7: Produkt nach der zweiten Unterrichtseinheit

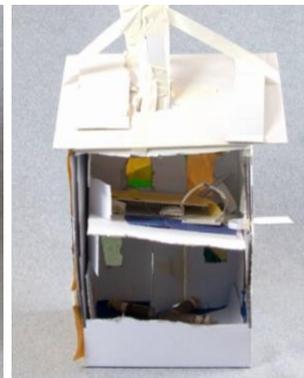


Abb. 6-8: Produkt nach der letzten Unterrichtseinheit

II Analyse der Sequenz hinsichtlich forschungsrelevanter Gesichtspunkte

Der Gestaltungsprozess, in dessen Mittelpunkt die Realisierung des Zwischenbodens und schließlich des Balkons steht, wird hauptsächlich von Jonas durchgeführt. Die Vorstellungen zur Konstruktion und zum Vorgehen kommen anfänglich nur von ihm. Er lässt sich dann auf Melinas Vorschlag ein, den verlängerten Boden als Balkon zu nutzen. Die handwerklichen Ausführungen werden alle von ihm vorgenommen, Melina gibt ihm allerdings mehrfach Hinweise zu deren Optimierung. Die konstruktiven Entscheidungen werden bis auf die Nutzung des Balkons von Jonas getroffen. Seine Vorgehensweise lässt darauf schließen, dass er relativ rasch eine konkrete Vorstellung hat, wie er den Zwischenboden, den er als ‚Etagé‘ bezeichnet, anbringen will. Schwierigkeiten zeigen sich im Detail. So wird in diesem Gestaltungsprozess eine Handlungsweise sichtbar, die hauptsächlich aus sukzessiven Nachbesserungen der anfänglichen Idee besteht.

Sensibilisierung

Sensibilisierungen im Sinne einer Auslotung der Aufgabenstellung finden im Verlauf dieses Prozesses nicht statt, was dem Umstand zuzurechnen ist, dass es bereits die zweite Unterrichtseinheit ist und die Kinder somit den Einstieg in die Aufgabe gefunden haben und die Rahmenbedingungen kennen. Rückfragen zur Aufgabenstellung oder Rückversicherungen bei der Lehrperson oder bei anderen Kindern finden keine statt. Hinsichtlich des Materialangebotes gibt es ganz zu Beginn eine Situation, in der Jonas irrtümlich die Schneidunterlage als Verbrauchsmaterial verwenden will und somit die Rahmenbedingungen eigentlich verletzen würde. Dies scheint ihm jedoch nicht bewusst zu sein, er war in der ersten Unterrichtsstunde nicht dabei und hat daher die Funktion der dicken, grauen Kartonstücke nicht kennengelernt. Er legt diesen dann letztlich auch wieder weg, weil er ihm offenbar als zu dick bzw. zu schwierig zum Zertrennen erscheint. Auseinandersetzungen mit der Aufgabenstellung, die als Problembezug gedeutet werden können, zeigen sich mehrfach. So kann die Tatsache, dass Jonas mit dem Anbringen einer Etagé (vgl. FS 2.1-074) die Villa ausbaut, als Hinweis gedeutet werden, dass er die Aufgabe annimmt. Alle seine konstruktiven Handlungen werden dieser Absicht untergeordnet. Seine Handlungen wirken sehr stringent und zielgerichtet. Obwohl er selbst nie Bezug nimmt auf die Holzfiguren, unterstützt er Melina, als diese überprüft, ob die größte der Figur der Familie Stöckli durch die Tür passt. Die Äußerung von Melina, aus dem Etagenboden auch gleich den Balkon herzustellen (vgl. FS 1.3-042), zeigt, dass dieses Bauelement, das zur Aufgabe gehört, den Kindern

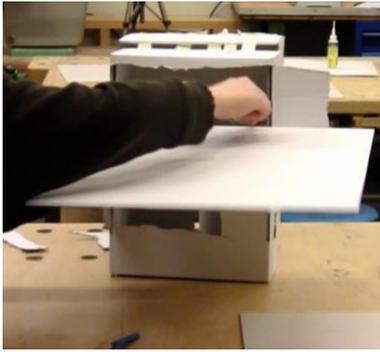
bewusst ist. Auch Jonas erwähnt den Balkon und folgt Melinas Vorschlag, diesen in Verbindung mit dem Etagenboden zu realisieren.

Prospektion

Jonas beginnt sehr unmittelbar mit der Herstellung und Anbringung des Zwischenbodens. Als er an den Tisch kommt, stellt er sich vor die Schachtel, ergreift dann sogleich die Schneidunterlage und hält sie waagrecht davor. Er deutet damit sein Vorhaben zuerst gestisch an. Eine konkrete verbale Absichtserklärung macht Jonas erst, nachdem er mit der Ausführung begonnen hat, was möglicherweise damit zu tun hat, dass er im Moment, als er beginnt, alleine am Tisch ist und seine Absicht somit nicht laut äußert, auch nicht sich selbst gegenüber. Erst als er das Fenster aufgeschnitten und somit die Öffnung verbreitert hat, erklärt er, dass er nun die Etage mache (vgl. FS 2.1-074). Er wiederholt dies etwas später nochmals und spricht zuerst vom ‚Boden‘ (vgl. FS 2.1-075), dann vom ‚Stockwerk‘ (vgl. FS 2.1-076).

Eine weitere verbale Äußerung zum geplanten Vorhaben betrifft das Anbringen einer Stütze (vgl. FS 2.1-078). Die Aussage „So jetzt können wir hier eine Stütze befestigen“ beinhaltet mehrere prospektive Elemente. Der Hinweis ‚jetzt‘ weist auf die unmittelbare Zukunft hin und macht deutlich, was gleich passieren soll. Aus der Benennung des Elements als ‚Stütze‘ lassen sich mehrere Informationen entnehmen. Da die Stütze die Stabilität des Zwischenbodens verbessern soll, kann die Äußerung nicht nur als Bezeichnung eines Objektes verstanden werden, sondern auch als Benennung eines konstruktiven Vorgehens. Sie zeigt, dass Jonas das Bauelement *Stütze* und dessen Funktion kennt und beabsichtigt, eine herzustellen. Mit dem Hinweis ‚hier‘ erweckt er den Eindruck, dass er einen bestimmten Ort meint, an dem er die Stütze befestigen will, Mimik und Gestik geben jedoch keine genaueren Hinweise darauf.

Eine weitere verbale Äußerung in Form einer Absichtserklärung kommt von Melina, als sie Jonas darauf hinweist, dass die Verlängerung des Zwischenbodens als Balkon dienen könnte. Sie erkennt somit in einer entstandenen Situation einen nutzbaren Umstand und erinnert daran, dass die Realisierung eines Balkons noch bevorsteht. Sie gibt diese Erkenntnis weiter und sorgt dafür, dass ihre Idee realisiert wird. Mit der Äußerung „Den unteren Stock, den müssen wir dann auch nochmal raus nehmen“ benennt Jonas noch während der Arbeit am Zwischenboden ein weiteres Vorhaben (vgl. FS 2.3-152). Was genau Anlass dazu gibt, ist nicht klar. Zusätzlich zu verbalen Äußerungen, zeigt Jonas Handlungen, die prospektiven Charakter haben. Er ermittelt das Maß des Zwischenbodens, indem er den Karton direkt vor die Hausfront hält.



Er tut dies offenbar mit großer Selbstverständlichkeit. Da er keinen Bleistift in Reichweite hat, fixiert er den richtigen Messpunkt mit den Augen (vgl. FS 2.4-167) und peilt ihn dann sogleich mit dem Werkzeug an. Bei der Wiederholung des Vorgangs fixiert er den Messpunkt, indem er die Säge an den Messpunkt hält (vgl. Abb. 6-9).

Abb. 6-9

Gestische Handlungen prospektiver Art sind auch bei Melina zu beobachten. Als sie Jonas zeigt, welche Länge der Balkon haben soll, nutzt sie dazu zuerst das Messer und deutet die Tiefe des Balkons an, indem sie einen kleinen Schnitt in die Fläche macht (vgl. FS 2.5-209).

Anschließend zeigt sie mit dem Finger den Rand des Balkons an (vgl. Abb. 6-10). Dass sie bereits ein wenig in den Karton schneidet, kann als Hinweis zu verstehen sein, dass sie sich das Abtrennen der Fläche durch die Verwendung der Säge vorstellt, kann aber auch den praktischen Zweck haben, dass eine sichtbare Markierung auf dem Karton zurückbleibt.



Abb. 6-10

Reflexion

Verbale Äußerungen, die als Zeichen einer kritischen Prüfung von Entscheidungen gedeutet werden können, kommen in Zusammenhang mit der Realisierung des Zwischenbodens kaum vor. In dem Moment, in dem Melina Jonas behilflich ist, den geschnittenen Zwischenboden in das Haus zu schieben, nimmt sie durch die Worte „Ja, das würde passen“ (vgl. FS 3.1-240) Stellung zu einem gefertigten Teilobjekt und etwas später, als sie ihm mitteilt, dass sie sich den Balkon an einem anderen Ort vorstellt als Jonas (vgl. FS 3.1-242), tut sie es ein zweites Mal. Ansonsten beziehen sich ihre kritischen Äußerungen auf handwerkliche Vorgänge.

Handlungen, die Reflexivität sichtbar machen, weil durch sie geplante, entstehende oder bereits vollzogene Ausführungen im Sinne einer Korrektur oder Optimierung geändert werden, werden im Verlauf des Gestaltungsprozesses mehrfach sichtbar. Sie beziehen sich zu einem großen Teil auf die Platzierung des Zwischenbodens. Obwohl dieser von seiner Größe her bereits nach dem

ersten Zuschneiden passen würde, nimmt Jonas ihn mehrfach wieder heraus und befestigt ihn erst beim sechsten Mal definitiv.

Dass er den Boden insgesamt fünf Mal wieder herauszieht, geschieht jedes Mal aus einem anderen Grund, der jeweils ersichtlich wird, wenn man die darauffolgenden Handlungen beobachtet. Beim ersten Mal sind die eingeklebten Kartonstreifen, die sich noch im Haus befinden und offenbar bereits einen Zwischenboden bilden, die Ursache für die Korrektur. Nach Rücksprache mit Melina entfernt Jonas die Streifen (vgl. FS 3.2-285) und schiebt den Zwischenboden erneut ins Haus.



Er zieht ihn wieder heraus und verbessert mit dem Messer die unsauber geschnittene Kante (vgl. Abb. 6-11). Er schiebt den Boden zum dritten Mal hinein, nimmt ihn gleich wieder heraus, legt ihn weg, stellt die Stütze her und befestigt diese an der Innenseite der Rückwand. Dann schiebt er den Boden zum vierten Mal ins Haus und stellt offenbar fest, dass die Stütze ihren Zweck nicht erfüllt, also zieht er den Boden wiederum heraus.

Abb. 6-11

Als er die Ausrichtung der Stütze ändern will, ist Melina mit dem Befestigen des Dachs beschäftigt, so dass er warten muss. Nachdem er wieder Zugang zum Haus hat, weiß er offenbar für einen Moment nicht mehr, was er eben machen wollte, schiebt den Boden wiederum ins Haus und zieht ihn dann zum fünften Mal heraus. Erst nachdem er die Position der Stütze etwas geändert hat, schiebt er ihn schließlich ein sechstes Mal in die Schachtel und befestigt ihn nun definitiv.

Abgesehen von der durch Melinas Arbeit am Dach unterbrochenen Handlung, die offenbar dazu führt, dass er für einen Augenblick seine Absicht vergisst, ändert Jonas jedes Mal etwas an der Situation, das ihm das Montieren des Bodens erleichtert. Er zeigt ein relativ hartnäckiges und ausdauerndes Verhalten. Dass das Vorgehen offenbar auch Geduld abverlangt, zeigt seine Bemerkung „So, ich glaube hier den Balkon, den kannst glaub ich gerade du machen, ich habe dafür keine Geduld“ (vgl. FS 3.5-390) am Schluss des Prozesses.

Problemfokus

Der relativ stringente Ablauf der Handlungen, die Jonas zur Realisierung des Zwischenbodens nutzt, zeugen davon, dass er eine konkrete Vorstellung von der Lösung hat. Er reiht bei seinem Vorgehen Schritt an Schritt, ohne dass Momente größerer Verunsicherung entstehen. Dennoch scheinen nicht alle Einzelschritte

im Voraus geplant zu sein. Der Entscheid, den Boden durch das Einschieben einer Kartonfläche zu konstruieren, steht am Anfang des Vorhabens. Durch das Ermitteln der passenden Breite sorgt Jonas vorgängig dafür, dass sich die Kartonfläche in die Schachtel schieben lässt und festgeklemmt wird. Bei den weiteren Entscheidungen wie dem Nachschneiden der Kante, dem Entfernen des alten Bodens, dem Anbringen des Winkels ist nicht ersichtlich, inwiefern diese Schritte schon im Voraus beabsichtigt waren. Seine Handlungen und Gesten legen eher den Schluss nahe, dass er aus der Betrachtung entstandener Situationen entscheidet, was als nächstes zu tun ist. Besonders deutlich wird es in seiner Geste des erhobenen Zeigefingers im Moment, als er offenbar die Idee hat, die Stütze durch einen Kartonwinkel zu realisieren (vgl. Abb. 6-12). Er blickt dabei suchend auf dem Tisch umher und nimmt gleich darauf ein herumliegendes kleines Kartonstück, das eine passende Form hat.



Abb. 6-12

Was sein suchender Blick bedeutet, lässt sich nicht eindeutig bestimmen, es ist denkbar, dass ihm in diesem Moment ein Winkel als konstruktive Lösung einfällt und er nach einem passenden Stück Karton Ausschau hält. Möglich ist jedoch auch, dass er das Kartonstück sieht und darin die Lösung für das Anfertigen einer Stütze erkennt.

Der Gestaltungsprozess ist exemplarisch für Lösungswege, bei denen nicht das Finden einer Idee herausfordernd ist, sondern das Lösen von Details bei der Umsetzung. Bemerkenswert ist bei der vorliegenden Problemlösung, dass sich das Anbringen einer Stütze gar nicht unbedingt als erforderlich gezeigt hatte, denn die Etage ließ sich schon beim ersten Mal in einer waagrechten Position festklemmen. Offenbar war Jonas damit nicht zufrieden, da ihm möglicherweise klar war, dass der Boden bei Belastungen kippen würde und das Problem damit zwar optisch aber nicht funktional gelöst war. Jonas kann den Boden am Schluss durch das Zuklappen des rechten Kartonflügels zusätzlich stabilisieren. Ob es sich dabei um eine willkommene Zufallsentdeckung handelt oder ob der dies von Beginn an als Befestigungstechnik geplant hat, ist nicht zu erkennen.

Bemerkenswert ist, dass er, nachdem er den Etagenboden durch Stecken befestigt und zur Optimierung der Belastbarkeit einen zusätzlichen Kartonwinkel angebracht hat, nun zum dritten Mal eine Befestigungstechnik wählt, die beinahe ohne Klebeband auskommt – ein Vorgehen, das sich von dem der meisten anderen Kinder abhebt.

8.4 Gestalterisch-konstruktives Problemlösen von Sechs- und Achtjährigen

Die Auswertung der Ergebnisse, wie sie in der Kategorienübersicht und in den Fallskizzen dargestellt wurden, ermöglichen eine zusammenfassende Beschreibung des gestalterisch-konstruktiven Problemlöseverhaltens von Sechs- und Achtjährigen und somit die Beantwortung weiterer Forschungsfragen.

Forschungsfragen: Wie zeigen sich Handlungen des gestalterisch-konstruktiven Problemlösens im Gestaltungsprozess konkret? Wie charakterisieren sich durch sie die Prozesselemente der Sensibilisierung, der Prospektion und der Reflexion? Welche Komponenten einer Aufgabestellung erweisen sich tatsächlich als Problem?

8.4.1 Sensibilisierung

Problemstellungen, die Teil einer schulischen Aufgabe sind, werden oft so arrangiert, dass Zielsetzungen, welche die Lösungssuche eingrenzen oder kanalisieren, schon weitgehend definiert sind und als Rahmenbedingungen an die Schülerinnen und Schüler herangetragen werden. Dies hat zur Folge, dass eine Problemfindung oder -analyse gar nicht möglich bzw. nötig ist. Dies gilt auch für die Testaufgabe, die zum Setting der vorliegenden Untersuchung gehört. Für die Auswertung der Gestaltungsprozesse galt daher die Frage, durch welche Art von Handlungen eine sensibilisierende Auseinandersetzung der Kinder mit der Aufgabenstellung sichtbar wird und inwiefern diese Handlungen als Zeichen einer Auseinandersetzung mit dem Problem gedeutet werden können.

Die Auswertung einzelner Prozessverläufe zeigt, dass die Kinder die Aufgabenstellung, die von der Lehrperson erklärt wird, mit Aufmerksamkeit und gespannter Erwartung entgegennehmen. Da das Vorhaben erläutert und den Kindern das zur Verfügung stehende Material und die Werkzeuge gezeigt werden, entstehen kaum Rückfragen zur Aufgabenstellung oder zu den Bedingungen der Lösungssuche. Auseinandersetzungen, die als problemanalysierend betrachtet werden können, z. B. in Form aktiver Bemühungen, die Problemsituation genauer zu erkunden oder sich mit den Rahmenbedingungen der Aufgabe fragend auseinanderzusetzen, finden nicht statt.

Dennoch sind Handlungen zu beobachten, die als Sensibilisierung zu verstehen sind, weil durch sie deutlich wird, dass die Kinder die Zielsetzungen der Aufgabe bzw. die Teilziele als solche erkennen, sie akzeptieren und berücksichtigen. In verbalen Äußerungen und in gestalterischen Tätigkeiten beziehen sich die Kinder wiederholt und zielgerichtet auf die Aufgabe oder auf Teilaspekte davon. Sie

lassen diese im Verlauf des Vorhabens nicht außer Acht und schweifen nicht davon ab, indem sie ihrem Tun eine andere Richtung geben oder das Interesse an der Aufgabe verlieren.

Bei der Beschäftigung mit der Aufgabe als Ganzem und den geforderten Teilelementen wird in beiden Altersstufen und bei allen Kindern eine Art der Auseinandersetzung sichtbar, die als interessiert, engagiert und intensiv bezeichnet werden kann. Das Einlassen auf die Problemstellung wird sichtbar durch ihre Motivation und ihre Konzentration. Darin kommt zum Ausdruck, dass sie die Aufgabe zu einem eigenen Anliegen machen und sich von ihr einnehmen lassen. Es ist jedoch noch genauer danach zu fragen, wie weit hinter ihrem Engagement auch eine Problemorientierung liegt.

Die Frage lässt sich anhand der Struktur der Testaufgabe beantworten. Bezogen auf die Problemorientierung können bei der Testaufgabe drei Ebenen unterschieden werden. Die erste Ebene der Problemstellung findet sich in der Aufgabe als Gesamtes, im vorliegenden Fall in der Realisierung einer Kartonvilla für Holzfiguren. In ihr ist den Kindern ein übergeordnetes Ziel vorgegeben. Daran sind weitergehende Anforderungen geknüpft, welche die zweite Ebene der Problemstellung bilden. In der verwendeten Testaufgabe stellen die verlangten Gebäudeteile solche Anforderungen dar. Die Auseinandersetzung mit ihnen führt dazu, dass die Kinder ihre Gestaltungsprozesse über den Zeitraum von mehreren Minuten zielgerichtet organisieren. Nicht alle Handlungen, die dazu notwendig sind, können als Problemlösung bezeichnet werden. Was sich verglichen mit theoretischen Definitionen als eigentliches Problem, also als Barriere erweist, sind jeweils Einzelaspekte von Teilaufgaben. Sie bilden die dritte Ebene und sind ausschlaggebend dafür, dass ein Vorhaben nicht durch einen einfachen Handlungsvollzug umgesetzt werden kann. Solche Einzelaspekte können sich in räumlich-konstruktiven, in handwerklichen, in formalen, aber auch in funktionalen Herausforderungen zeigen. So wird die Tatsache, dass der gefertigte Balkon nicht stabil ist, das gefertigte Fenster sich nicht öffnen lässt oder das geformte Dach nicht auf den Turm passt, zum eigentlichen Problem.

Im Hinblick auf die Problemorientierung ist festzustellen, dass Kinder sich bei ihren gestalterischen Aktivitäten auf die Auseinandersetzung mit der dritten Ebene konzentrieren, die beiden anderen Ebenen dabei aber nicht aus den Augen verlieren. Sie tun dies beispielsweise dann, wenn sie sich mit der Herstellung eines Kegels aus Karton beschäftigen, dabei dessen Funktion als Turmdach berücksichtigen und beides auf den Bau der Villa beziehen (vgl. Fallskizze 5). Sie zeigen dadurch eine Verhaltensweise, die als Ausdruck eines Problembewusstseins verstanden werden kann, da sie ihre Handlungen lösungsorientiert ausrichten.

Die Ergebnisse machen deutlich, dass die Kinder ihre Tätigkeiten, die durch die auftauchenden Hindernisse zu anstrengenden und langwierigen Prozessen werden können, so steuern, dass die Überwindung der Barriere dazu dient, Zwischenziele und dadurch auch das übergeordnete Ziel zu erreichen. Ihre Problemorientierung weist eine Tiefenstruktur auf, die es zulässt, zwischen den Ebenen zu wechseln, um Einzelheiten und Gesamtes aufeinander zu beziehen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Sensibilisierung durch eine Akzeptanz der Aufgabenstellung und die motivierte Suche nach Lösungen sichtbar wird. Die Ergebnisse machen deutlich, dass Kinder der Kindergarten- und Primarunterstufe sich engagiert mit problemorientierten Gestaltungsaufgaben auseinandersetzen können. Tätigkeiten und Äußerungen, die als Problemfindung oder als konkrete Auslotung des Problemraums, also als Erkundung der Rahmenbedingungen und als Abstecken des Spielraums bezeichnet werden könnten, waren nicht zu beobachten. Daher sollte in diesem Kontext nicht von Problemanalyse, sondern von *Problemeinlassung* oder von *Problemorientierung* gesprochen werden. Sechs- und Achtjährige zeigen in der Auseinandersetzung mit gestalterisch-konstruktiven Aufgaben eine kontinuierliche Orientierung an der Problemstellung. Dieses äußert sich in der Fähigkeit, Handlungen über einen längeren Zeitraum hinweg lösungsorientiert zu organisieren sowie Teil- und Zwischenziele aufeinander und auf die übergeordnete Aufgabe zu beziehen.

8.4.2 Prospektion

Gestalterische Tätigkeiten von Kindern sind stark geprägt von Spontaneität und der Intention, Ideen möglichst unmittelbar umzusetzen. Die Untersuchung galt daher der Frage, inwiefern in den gestalterisch-konstruktiven Prozessen Handlungen stattfinden, die als vorausschauend, absichtsvoll und somit als planerisch bezeichnet werden können. Und sie galt daran anschließend der Frage, worauf sich prospektive Handlungen beziehen und was sie im laufenden Gestaltungsprozess bewirken.

Die Ergebnisse der Untersuchung machen deutlich, dass die Kindergarten- und Unterstufenkinder bei ihren Vorhaben sehr rasch mit der Umsetzung ihrer Ideen beginnen. Dabei haben die entstehenden Produkte für die Kinder offensichtlich nie die Funktion eines Modells, also nie gewollt den Status des Vorläufigen, sondern sind sogleich definitiv gültige Ideen.

Obwohl die Kinder unmittelbar mit der praktischen Ausführung beginnen, werden in ihrem Tun Elemente unterschiedlicher Art und Qualität sichtbar, die als Planen bezeichnet werden können. Sie kommen in verbalen und gestischen Äußerungen und in den aktionalen Handlungen zum Ausdruck.

Absichtserklärung als einfachste Form der Planung

Zu den ‚einfachen‘ und niederschweligen Formen verbaler Prospektion gehören mündliche Absichtserklärungen. Sie kommen beinahe bei allen Kindern vor und stehen jeweils am Anfang einer gestalterischen Handlung. In ihnen kommt eine Intentionalität zum Ausdruck, die das gestalterische Handeln von Kindergarten- und Unterstufenkinder vom Gestaltungsverhalten jüngerer Kinder unterscheidet. Während Kinder im Alter bis zu drei oder vier Jahren ihren gefertigten Objekten oft erst im Nachhinein eine Bedeutung zuweisen (vgl. Becker 2003; Bühler 1967 (1928)) (vgl. Kap. 4.3), machen die Sechs- und Achtjährigen deutlich, welchen Zweck eine bevorstehende Handlung haben soll.

Die Kinder verlauten in kurzen Ankündigungen ihre Absichten und benennen das geplante Objekt oder Objektteile sowie die handelnde Person, machen jedoch vorerst keine Aussagen zum Vorgehen. Auffallend ist, dass die Äußerungen ohne Ausnahme einen deutlichen Produktbezug haben. So kommt darin immer zum Ausdruck, welches Element (Tür, Fenster, Turm usw.) entstehen soll.

Die mündlichen Ankündigungen treten häufig in Situationen auf, die zur Kommunikation einladen, kommen aber auch dann vor, wenn kein direkter Gesprächspartner erkennbar ist und die Äußerungen zum Selbstgespräch (private speech) werden.

In einigen Ankündigungen, die geäußert werden, ist zu erkennen, dass die Gestaltungsaufgabe als Verpflichtung verstanden wird. So ist mehrfach von ‚müssen‘ die Rede. Dies wird besonders bei Absprachen zwischen den Kindern deutlich. Ausdruck und Tonfall lassen vermuten, dass dieses Müssen, diese Verpflichtung in den Kindern Eifer und Ehrgeiz weckt und nicht als Last empfunden wird.

In den Absichtserklärungen, die Kinder sowohl an sich selbst wie an andere richten, kommt die Entschlusskraft zum Ausdruck, ein bestimmtes Ziel in Angriff zu nehmen. Sie haben für die Kinder die Funktion, eine Zielsetzung bzw. ein Teilziel ins Auge zu fassen und ihr Vorhaben darauf auszurichten.

Verbale Absichtserklärungen sind ein häufig auftretendes, aber nicht zwingend notwendiges Zeichen planvoller Handlungen. Kinder gehen auch dann zielgerichtet und überlegt an ihr Werk, wenn dies ohne Deklarationen geschieht. Wenn sie ihre Absichten zu einem Vorhaben nicht äußern und diese auch auf Nachfrage hin nicht verbal formulieren, so ist dies kein Indiz dafür, dass ihre Vorstellungen unpräzise sind. Dies belegen Situationen, in denen nicht die verbale Äußerung, sondern die Gestik der Kinder deutlich macht, worin ihre Absicht besteht oder wie sie sich ein bestimmtes Objekt oder Vorgehen vorstellen.

Gestalterische Handlungen, bei denen Kinder Bedeutung oder Zweck den geschaffenen Produkten erst im Nachhinein zuordnen, sind gemessen an den

vielen entstandenen Objekten eher selten. Dass Kinder jedoch in einer scheinbar zufällig entstandenen Situation eine für den Kontext des Objektes sinnvolle Bedeutung oder einen neuen funktionalen Zweck ihrer Produkte erkennen und die Zufälligkeit nutzen, kommt vor. Es weist darauf hin, dass diese für Kleinkinder typische Fähigkeit, in Geschaffenem eine Bedeutung zu erkennen (vgl. Kap. 4.3), nicht verloren gegangen ist. Bei Sechs- und Achtjährigen ist es nicht mehr das gängige Prinzip der Hervorbringung, sondern eine das Tun begleitende Form, Entdeckungen für ihre Gestaltungsideen zu nutzen.

Durch Sprache organisieren

Abgesehen von einfachen Absichtserklärungen machen die Kinder im späteren Verlauf der Gestaltungsprozesse regelmäßig verbale Aussagen zum bevorstehenden nächsten Schritt. Diese Äußerungen sind komplexer als reine Absichtserklärungen. Sie werden verbunden mit der Benennung des Zwecks, den ein Objekt oder ein angefertigter Bauteil haben soll oder sie beziehen sich auf den bevorstehenden manuellen oder konstruktiven Herstellungsprozess. Bei Letzterem nehmen die Aussagen zum Teil Bezug auf mehrschrittige handwerklich-technische Ausführungen und verweisen darauf, dass den Kindern Verläufe handwerklicher Prozeduren bekannt sind.

Solche Aussagen zum weiteren Vorgehen, zur technischen Fertigung oder zu konstruktiven Lösungen kommen im Verlauf des Prozesses mehrfach vor und helfen, den jeweils bevorstehenden Arbeitsschritt zu organisieren.

Gestaltungsprozesse, in denen Kinder eine Aufgabe zu zweit bearbeiten, bringen es mit sich, dass Lösungen und Vorgehensweisen gemeinsam ausgehandelt und entwickelt werden müssen. Situationen des Aushandelns machen meist eine Erklärung der Idee oder des eigenen Standpunktes notwendig, was Kinder dazu veranlasst, die eigenen Vorstellungen eines Objekts oder eines technischen Vorgehens zu präzisieren.

In den Videoanalysen kommt sehr deutlich zum Ausdruck, dass Gespräche unter den Kindern das Verbalisieren von Handlungsabsichten beinhalten. Dialoge, die sich in Aushandlungssituationen ergeben, scheinen sich günstig auf die Vorstellungsbildung und auf das vorausschauende Organisieren von Prozessschritten auszuwirken. Darauf weisen jene Gespräche hin, durch die Kinder ihre Lösungsansätze überdenken und ändern. So kann die Diskussion darüber, ob ein Turm eine Wand oder vier Wände haben muss (vgl. Fallskizze 1) oder darüber, durch welche Einschnitte im Karton ein beweglicher Fensterflügel entstehen kann (vgl. Fallskizze 2) dazu führen, dass Kinder die Komplexität, die in einer gestalterisch-konstruktiven Situation stecken kann, durch das Gespräch mit anderen erkennen und sich damit auseinandersetzen.

Gestik

Eine weitere Form der prospektiven Handlung wird nicht in den verbalen Äußerungen deutlich, sondern in der Gestik. Die Kinder verwenden Finger, Handflächen oder Arme, um ihre Vorstellungen sichtbar zu machen.

Das Zeigen und Deuten mit dem Zeigefinger wird verwendet, um präzise Angaben zu örtlichen Positionen zu machen. Angaben zum Verlauf von Linien, zu Begrenzungen von Flächen oder zu Konturen von Formen erfolgen durch das zeigende Fahren mit dem Finger. Räumliche Situationen, insbesondere Vorstellungen zur Positionierung von Flächen, machen die Kinder mit ihren Handflächen sichtbar. Für das Andeuten größerer Formen werden Hände und Arme gebraucht.

Prospektive gestische Zeichen treten meist wortbegleitend oder wortersetzend und in einzelnen Fällen auch wortunabhängig auf. Die wortbegleitenden Gesten unterstützen Gesagtes und machen Gemeintes verständlicher. Das wortersetzende Zeigen mit Fingern und Händen kann zur Anwendung kommen, wenn den Kindern im Gespräch bestimmte Begriffe fehlen oder wenn aufgrund von Sprachbarrieren eine verbale Verständigung erschwert ist.

Die Gestik der Kinder kann sehr aufschlussreich sein und als zuverlässiger Indikator für das Vorhandensein konkreter Vorstellungen gewertet werden. In den analysierten Sequenzen wird ersichtlich, dass die gestischen Andeutungen was Positionen am Objekt, Richtungen oder Proportionen betrifft, sehr präzise sind. Die Kinder deuten Formen und Objekte in jener Ausrichtung und Größe an, wie sie sich diese vorstellen und anschließend auch realisieren (vgl. Fallskizze 1).

Durch das Deuten mit Fingern, Handflächen und Armen ist eine externale Repräsentation innerer Vorstellung möglich, die oft prägnanter ist als verbale Äußerungen. Dies gilt besonders für Situationen, die in Zusammenhang mit Räumlichkeit und Raumbildung entstehen und sich auf das Anordnen und Ausrichten von Flächen beziehen. Während Kindern für die verbale Äußerung die Begriffe fehlen können, so ist es ihnen möglich, das Vorgestellte durch Deuten und Zeigen sichtbar zu machen.

Wortunabhängige gestische Zeichen treten auch dann auf, wenn Kinder sich selbst gegenüber etwas deutlich machen und vergegenwärtigen wollen. Diese an sich selbst gerichteten Gesten kommen vor allem dann vor, wenn ein Kind im Begriff ist, einen handwerklichen Vorgang auszuführen, beispielsweise aus einer Fläche eine Form auszuschneiden. Durch eine Bewegung mit dem Finger oder dem Werkzeug wird die geplante Form bzw. die auszuführende Handlung angedeutet (vgl. Fallskizze 1). In einer Art mentaler Vorwegnahme vergegenwärtigt sich das Kind den nächsten Schritt. Verbale Äußerungen

beziehen sich mehrheitlich darauf, was gemacht werden soll, gestische Äußerungen darauf, wie etwas werden soll. Gesten dienen daher der Visualisierung innerer Vorstellungen. In ihrer Funktion als externe Repräsentationen können sie als besondere Form des Skizzierens bezeichnet werden, die dem Drang nach der raschen Realisierung von Ideen, wie Sechs- und Achtjährige ihn zeigen, mehr entsprechen als das Erstellen einer Zeichnung, die aber dennoch der Vorstellungsbildung dienen.

Handlungslogik

Planvolles Handeln wird abgesehen von verbalen und gestischen Äußerungen durch das Tun selbst sichtbar. Prospektivität in Form aktionaler Handlungen zeigen die Kinder beider Altersstufen hauptsächlich beim räumlichen Konstruieren. Das Entwickeln von dreidimensionalen Formen erfordert eine logische Abfolge von Schritten. Dazu gehören a) das Bilden einer räumlichen Vorstellung vom geplanten Objekt, b) einer Vorstellung darüber, aus welchen Teilformen dieses besteht, c) aus Überlegungen, mit welchen Mitteln und Verfahren die Teile herzustellen und d) wie sie zu verbinden sind. Von außen beobachtbar ist zuerst der dritte dieser vier Handlungsschritte – das Zuschneiden der Formen. Dass diese anschließend zueinander passen und durch das Zusammenfügen einen dreidimensionalen Körper ergeben, weist darauf hin, dass das Zuschneiden Teil einer geplanten und logischen Handlungskette ist.

Im Ermitteln von Längenmaßen zeigen die Kinder unterschiedliche Strategien. Die Verwendung eines Maßstabs kommt dabei kaum zum Zug. Das Werkzeug wird zwar in Situationen, in denen das Messen relevant ist, von einigen Kindern zur Hand genommen, allerdings wird es nicht zum Maßnehmen, sondern zum Anzeichnen verwendet. Das Eruiere von Maßen zwecks Anpassung von Formteilen an bereits vorhandene Objekte erfolgt oft durch das direkte Vergleichen. Dabei werden zwei Strategien sichtbar, die im Hinblick auf prospektives Handeln unterschiedliche Qualitäten aufweisen. Bei der ersten Strategie wird dafür gesorgt, dass die Form von Beginn an die richtige Größe erhält. Maßnahmen wie das Nebeneinanderhalten von Teilen oder das Aufeinanderlegen und Nachfahren mit dem Stift helfen, die Formgebung zu kontrollieren (vgl. Fallskizze 4). Bei der zweiten Strategie wird die Form grob zugeschnitten und anschließend durch Nachbesserungen angepasst oder gegebenenfalls neu hergestellt (vgl. Fallskizze 5). Obwohl die zweite Strategie auf den ersten Blick unzuverlässig erscheint, gelingen den Kindern auf diese Art recht präzise Formteile.

Bei beiden Strategien kann eine Vorgehensweise beobachtet werden, die das Gelingen einer Formfindung unterstützt, die Rede ist vom Schätzen nach

Augenmaß. In den beobachteten Gestaltungsprozessen lassen sich mehrfach Situationen erkennen, in denen Kindern das Abschätzen von Formen und Strecken ohne direktes Abmessen ausgesprochen gut gelingt. Erst die genaue und wiederholte Betrachtung der Videoausschnitte zeigt, dass die Kinder durch sekundenschnelle Augenbewegungen Teile vergleichen und offenbar in der Lage sind, sich Formen und Strecken einzuprägen und für die Dauer der Ausführung im Gedächtnis zu behalten.

Planen, ja – Entwerfen, nein

In den Darlegungen zum problemorientierten Lernen (vgl. Kap 1) und zu den Besonderheiten des Designprozesses (vgl. Kap. 3) wurde deutlich gemacht, dass sich planerisches Vorgehen bei Personen mit elaborierten gestalterisch-konstruktiven Fähigkeiten u.a. durch die Nutzung von Entwurfsmethoden wie Skizzieren, Herstellen von Modellen, Durchführen von Versuchen zeigt. Diese ermöglichen das Prüfen, Abwägen, Verändern, Verwerfen oder Gutheißen von Ideen. Solche vorbereitenden Maßnahmen wie das Anfertigen einer Skizze konnte bei den Sechs- und Achtjährigen nicht beobachtet werden. Selbst das Zeichnen im Sinne von Vorzeichnen wird nur selten genutzt. Entwurfstätigkeiten, die dazu dienen, sich über die Qualität einer Idee vor der Umsetzung klar zu werden und sich evtl. Lösungsvarianten zu überlegen, kommen in den analysierten Gestaltungsprozessen nicht vor. Intentionale oder gar methodische Formen der Varietätserzeugung, die das Hervorbringen unterschiedlicher Ideen und ein anschließendes Urteilen und Auswählen möglich machen, setzen ein Verständnis für die bewusste Steuerung des Gestaltungsprozesses voraus. Varietätserzeugung durch Skizzieren ist für geübte Personen eine naheliegende Form, von Kindern wird sie jedoch nicht genutzt.

Die Kinder verfolgen ihre Ideen sehr stringent und scheinen Alternativen zu ihrem beabsichtigten Vorgehen nur in Erwägung zu ziehen, wenn sie durch äußere Umstände dazu gezwungen sind. Dies ergibt sich dann, wenn in der Zweiergruppe unterschiedliche Lösungen zu einer Problemstellung aufeinandertreffen, zwischen denen die Kinder entweder wählen oder eine Synthese suchen müssen. Das absichtliche Erzeugen von Varianten kommt nicht vor. Es besteht für Kinder offenbar keine Notwendigkeit, für ihre Vorhaben Alternativen zu erzeugen.

Es ist zu vermuten, dass Kinder einen Sinn für Varietäten entwickeln, wenn sie diese nicht selber herstellen, aber von vorhandenen Varianten profitieren können. Das Beurteilen und Auswählen aus Angeboten kann als Vorform des Entwerfens betrachtet werden. Diese könnte beispielsweise initiiert werden, wenn Kinder für

die Umsetzung ihrer Ideen Materialien aus einem vielfältigen Angebot auswählen können.

Zusammenfassend lässt sich aufgrund der Ergebnisse das planerische Handeln der Sechs- und Achtjährigen wie folgt beschreiben:

Die Kinder beider Altersstufen zeigen bei der Realisierung ihrer Ideen absichtsvolle, planende Vorgehensweisen. Bewusst organisierte Planungsphasen, die der Umsetzung einer Idee vorausgehen, haben für sie wenig Bedeutung. Es werden keine Aktionsphasen sichtbar, die explizit als *Zeiten des Planens* bezeichnet werden können. Prospektive Handlungen zeigen sich nicht in Form bewusst organisierter Arbeitsschritte, sondern als kurze Etappen und Augenblicke, die als Miniaturen den gesamten Verlauf durchziehen und deren Kürze, das sukzessive Vorankommen unterstützt.

Planerische Handlungen durchziehen als kurze Akte den Gestaltungsprozess. Sie sind verbalsprachlicher, gestischer oder aktionaler Art. Verbalsprachliche Akte dienen der Entschlussfassung (Absichtserklärung), der Organisation nächster Handlungsschritte und der Vergegenwärtigung eigener Vorstellungen. Gestische Handlungen unterstützen die Kommunikation und die Selbstvergegenwärtigung von Imaginiertem und machen insbesondere räumliche Vorstellungen sichtbar. Als externale Repräsentationen sind sie Vorformen des Skizzierens.

In aktionalen Handlungen wird planerisches Denken in der Logik ausgeführter Prozeduren sichtbar. Beim Bauen gilt dies besonders für das räumliche Konstruieren.

Wie die Ergebnisse deutlich machen, gehen die Kinder ihre Gestaltungsprozesse überlegt an. Sie richten ihre Handlungen nach einem vorgefassten und meist verbal geäußerten Ziel aus und ordnen diesem die weiteren Prozessschritte unter. Die prospektiven Handlungen der Kinder können als absichtsvoll und planend bezeichnet werden, doch sie haben nicht den Zweck und nicht den Charakter des Entwerfens. Aus der Beobachtung, dass Kinder unmittelbar mit der Umsetzung ihrer Ideen beginnen wollen, darf nicht geschlossen werden, dass sie nicht planen. Da sie dies jedoch nicht in Form einer bewussten methodischen, dem Vorhaben vorausgehenden Art tun, lässt sich ihr Problemlöseverhalten nicht mit dem idealtypischen und in Lehrplänen dargestellten Verlauf von Analyse – Planung – Realisation – Auswertung in Übereinstimmung bringen.

8.4.3 Reflexion

Zu den wesentlichen Merkmalen fortgeschrittener Problemlösekompetenz gehören das kritische Prüfen von Entscheidungen und eine zeitweilige oder abschließende Beurteilung von Ergebnissen (vgl. Kap. 3.5.3). In der Untersuchung ist von Interesse, in welcher Art von Handlungen bei den Sechs-

und Achtjährigen reflexives Verhalten sichtbar wird, worauf es sich bezieht und was es im Hinblick auf die Steuerung des Gestaltungsprozesses bewirkt.

Wie bei der Betrachtung der Prospektion lassen sich auch bei der Reflexion die sichtbaren Zeichen in sprachliche und aktionale Handlungen unterteilen. Wie die Ergebnisse zeigen, ist nicht nur der Modus *verbal* oder *aktional* von Bedeutung, sondern auch der Gegenstand auf den sich Wahrnehmungen, Urteile und Schlussfolgerungen der Kinder beziehen und sie veranlassen, ihre Entscheidungen zu revidieren.

Die analysierten Videosequenzen machen deutlich, dass die Kinder während oder nach der Realisierung von Ideen das handwerkliche und konstruktive Vorgehen und die entstehenden Produkte beurteilen und Rückschlüsse ziehen. Besonders deutlich lässt sich dies beim Umgang mit den Werkzeugen beobachten. Werkzeugwahl und Nutzung werden rasch optimiert, wenn ihr Gebrauch sich als mühsam oder wenig wirksam erweist. So kann festgestellt werden, dass bei manuellen Tätigkeiten, die aufgrund einer ungeeigneten oder unsachgemäßen Ausführung Schwierigkeiten bereiten, die Handhabung des Werkzeugs verändert wird. Zeigen die Änderungen nicht die erhoffte Wirkung, wird nach weiteren Optimierungen gesucht oder allenfalls das Werkzeug ausgewechselt. Es kommt oft vor, dass sich die Kinder gegenseitig auf Optimierungsmöglichkeiten in Zusammenhang mit Werkzeugen aufmerksam machen.

Weitere reflexive Handlungen, die durch verbale Äußerungen oder durch eine Veränderung des Verhaltens deutlich werden, beziehen sich auf:

- die Wahl befestigungstechnischer Hilfsmittel
- die handwerkliche Qualität entstehender Objekte
- die Zweckdienlichkeit der entstehenden Objekte bzw. der Teile
- das konstruktive Vorgehen.

Die Videoanalysen machen deutlich, dass sich die genannten urteilenden Äußerungen sowohl auf die eigenen Tätigkeiten und Ergebnisse wie auch auf die des anderen Kindes beziehen können. Sie zeigen auch, dass die Sechs- und die Achtjährigen Kritik und Hinweise von anderen Kindern annehmen und berücksichtigen, wenn sie ihnen plausibel erscheinen und wenn sie sich auf einen der oben genannten Punkte beziehen. Im Gegensatz dazu ist bei der kritischen Beurteilung der Idee in ihrer Gesamtheit der Umgang mit Anregungen oder mit Kritik schwieriger und die Selbstkritik geringer (vgl. Fallskizzen 1 und 4). Die Kinder sind nicht gerne bereit, ihr Vorhaben im Grundsatz zu ändern.

Verbal geäußerte Urteile zu Ideen und Produkten kommen in den Zweiergruppen vor allem dann vor, wenn Vorstellungen und Erwartungen eines Kindes durchkreuzt werden, indem sich Ideen und Strategien des anderer von den eigenen Ideen unterscheiden (vgl. Fallskizze 1 und 2).

Die reflexiven Handlungen zeigen, dass Kinder bereit sind, im Laufe der Gestaltungsprozesse gefertigte Produkte zu verändern, indem Nachbesserungen, Änderungen, Ergänzungen vorgenommen werden. Es konnte jedoch nicht beobachtet werden, dass nach begonnenem Prozess eine Idee als Ganzes verworfen wurde, zumindest nicht im Moment. Hingegen lässt sich feststellen, dass gefertigte Teilprodukte zu einem späteren Zeitpunkt verändert, demontiert oder umgedeutet werden. Dies ist vor allem dann zu beobachten, wenn Objekte aufgrund erzwungener Unterbrüche, zum Beispiel durch das Ende des Unterrichts oder durch Nachlassen der Konzentration unbeendet bleiben. Die zurückbleibenden Fragmente haben zu einem späteren Zeitpunkt nicht mehr die gleiche Wichtigkeit wie bei ihrer Entstehung, so dass sie einem neuen Einfall untergeordnet oder von ihm verdrängt werden können.

Bei der Wahl des Werkzeugs bzw. bei den damit verbundenen Entscheidungen zur technischen Ausführung wird mehrfach deutlich, wie sehr Prospektion und Reflexion zusammenhängen. Mimik und Gestik geben Hinweise auf ein Innehalten, ein Zögern, ein Umdenken, ein In-Erwägung-Ziehen. So ist es nicht ungewohnt, wenn ein Kind die Schere ergreift, innehält, sie weglegt, die Säge nimmt, innehält, sie weglegt und wieder die Schere nimmt, um auch diese wiederum wegzulegen (vgl. Fallskizzen 1 und 4). Das Revidieren bzw. Zurücknehmen einer Entscheidung erfolgt in diesem Fall noch vor der Ausführung einer Handlung

Bei beiden Altersgruppen lässt sich beobachten, dass Kinder gefertigte Teile hinsichtlich ihrer Funktion vor allem aber bezüglich ihrer Größe und Passgenauigkeit zwischendurch oder im Nachhinein prüfen, weitere Optimierungsmöglichkeiten erkennen und danach Verbesserungen vornehmen. Ist die Realisierung einer Idee abgeschlossen, wird das Produkt für einen kurzen Augenblick begutachtet. Dabei kommen in den Äußerungen der Kinder wie auch in ihrer Mimik und Gestik, die soweit gehen kann, dass die Objekte umarmt und geküsst werden, Gefühle zum Ausdruck, die als Zufriedenheit, Freude und Glück bezeichnet werden können.

Verbale und aktionale Handlungen, die reflexiven Charakter haben, beziehen sich, wie die Untersuchungen zeigen, fast immer auf die Werke der Kinder und die dazugehörigen gestalterischen Akte. Metakognitive, kritische Befragungen der Lösungsstrategie werden bei den beiden Altersgruppen nicht deutlich. Bezogen auf die Unterscheidung *reflection in action* und *reflection on action* von Donald Schön (vgl. Kap. 3.5.3) können sie dem Begriff *reflection in action* zugeordnet werden.

Eine kritisch prüfende Haltung gegenüber der eigenen Vorgehensweise kann sich allerdings darin zeigen, dass die Kinder ihr eigenes Tun mit dem anderer

vergleichen. Die erwähnten dialogischen Auseinandersetzungen zwischen Kindern führen nicht nur zur kritischen Betrachtung der eigenen Idee, sondern damit verbunden auch zur Wahrnehmung von Differenzen in den Lösungswegen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Sechs- und Achtjährige beim Lösen problemorientierter Gestaltungsaufgaben reflexive Handlungen zeigen, die verbaler und aktionaler Art sind. In verbalen Äußerungen kommt zu Ausdruck, dass die Kinder Prozesse, die in Zusammenhang mit der Ausführung einer Idee stehen, sowohl bei sich selbst wie auch bei anderen Kindern wahrnehmen, beurteilen und kommentieren.

Kritik, die sich auf den Werkzeuggebrauch, auf konstruktive Vorgehensweisen oder auf die Genauigkeit angefertigter Teile bezieht, wird von Kindern meist ohne Vorbehalte angenommen. Sie bewirkt eine unmittelbare Veränderung des handwerklichen Vorgehens und als Folge davon meist eine Verbesserung der Ergebnisse, indem eine geänderte Verfahrenstechnik sich als effizienter erweist und zu akkurateren Ausführung führt.

Das Wahrnehmen und Urteilen von Prozessen und Produkten bewirkt, dass Kinder ihre handwerklichen und konstruktiven Vorgehensweisen optimieren. Reflexive Handlungen im Sinn metakognitiver Betrachtung von Lösungsstrategien konnten nicht beobachtet werden.

8.4.4 Problemfokus

Obwohl die Aufgabenstellung mit ihren gestalterisch-konstruktiven Anforderungen problemorientierte Auseinandersetzungen evozieren will und sich die Kinder in engagierter und konzentrierter Weise auf die Herausforderungen einlassen, muss die Frage gestellt werden, inwiefern die Aufgabenstellungen tatsächlich als Problemstellungen bezeichnet werden können. Wie in Kapitel 2 dargelegt, gilt in theoretischen Problemdefinitionen die Barriere, die sich zwischen Ausgangs- und Zielsituation stellt und verhindert, dass eine erwünschte Situation allein durch das Ausführen von Handlungen herbeigeführt werden kann, als Kennzeichen eines Problems (vgl. Dörner 1987) (vgl. Kap. 2.2). Es ist also danach zu fragen, ob und in welcher Art sich durch die Aufgabenstellung für die Kinder Barrieren ergaben.

Die Ergebnisse machen deutlich, dass die Kinder die Aufforderung, die in der Aufgabenstellung liegt, als herausfordernde, verpflichtende und motivierende Angelegenheit annehmen. Die Aufgabenstellung erweist sich als übergeordnete Problemstellung, die eine Zielperspektive vorgibt und bewirkt, dass sich die Kinder mit Eifer und Ehrgeiz auf die Situation einlassen.

Problemlösemomente, welche das Merkmal der Barriere aufweisen, zeigten sich nicht in der Bewältigung der Aufgabe als Ganzes, sondern in der

Auseinandersetzung mit Teilaspekten. Die videografierten Prozesse verdeutlichen, dass sich die Tätigkeiten der Kinder im Laufe einer Unterrichtsstunde nicht durchwegs als problemlösend erweisen. Obwohl das Bauen der Kartonvilla als übergeordnetes Ziel verstanden und konsequent verfolgt wurde, waren es jeweils einzelne Begebenheiten, die sich als Hindernisse erwiesen. Die geforderten Gebäudeteile (Treppe, Turm und Balkon), die eine problemverursachende Wirkung haben sollten, erfüllten diesen Zweck, waren aber nicht die einzigen Barrieren und nicht unbedingt für alle Kinder eine Herausforderung. Bezogen auf das Problemlöseverhalten der Kinder war es letztlich nicht so sehr ausschlaggebend, welche Bauteile zu wirklichen Herausforderungen führen, sondern warum und in welcher Art sie dies taten. So erwiesen sich das räumliche Konstruieren und die Handwerklichkeit als zwei besonders wesentliche und aufgrund ihrer fachlichen Spezifik als didaktisch relevante Problemkomponenten.

Räumliches Konstruieren als komplexe Herausforderung

Eine Problemkomponente, die sich in den untersuchten Gestaltungsprozessen als zentral erweist, zeigt sich in Zusammenhang mit der Konstruktion dreidimensionaler Formen. Dabei wird nicht die Statik oder die Befestigungstechnik zum Problem, sondern die Formentwicklung. Das Bilden räumlicher Konstruktionen als Repräsentation von Gebäudeteilen wird bei mehreren Kindergruppen zur besonderen Schwierigkeit.

Die Realisierung dreidimensionaler Objekte bedingt einerseits räumliches Vorstellungsvermögen und andererseits das Kennen und Abwickeln einer logischen Konstruktionsprozedur. Die Herausforderung besteht darin, sich die räumliche Form als Ganzes wie auch in ihren Einzelteilen vorzustellen. Die Vorstellungsbildung gelingt Kindern nicht ohne Weiteres. Und da sie keine methodischen Mittel wie Zeichnen und Entwerfen anwenden, muss ihnen die Vorstellung mental gelingen und durch das Machen geprüft werden oder umgekehrt. Je komplizierter die Bauformen sind, desto notwendiger wird es, die mentale Leistung und die konstruktive Umsetzung in eine wechselseitige Beziehung zu bringen.

Bezogen auf das Konstruieren und Bauen zeigen sich unterschiedliche methodische Vorgehensweisen der Raumbildung. Die meisten Kinder stellten dreidimensionale Gebilde durch ein additives Vorgehen her, indem sie durch das Zusammenfügen von Einzelteilen Räumlichkeit erzeugen. Die zweite Methode, die fast nur, aber nicht ausschließlich, von den achtjährigen Kindern angewandt wurde, besteht darin, zwei oder mehr Seiten eines Objektes durch Falten und Knicken aus einem Stück zu formen. Dieses Verfahren kann durch die biegende

und faltende Verformung des Materials als *flexive Formenbildung* bezeichnet werden (vgl. Abb. 27). Sie ist gegenüber dem additiven Verfahren effizienter und reduziert den verbindungstechnischen Aufwand. Die dreidimensionalen Objekte werden dadurch stabiler.



Abb. 27 Additive und flexive Formenbildung

Neben der additiven und flexiven Methode zeigen die Kinder eine Art des Bauens, die nur bedingt als dreidimensional bezeichnet werden kann und dennoch einen Umgang mit Räumlichkeit zeigt. Einige Kinder haben die Realisation architektonischer Teilobjekte durch die Verwendung einer einzigen Fläche vorgenommen. Sie haben insbesondere die Türme der Villa durch das Positionieren aufrechtstehender, dreieckiger Kartonstücke auf der Schachtel vorgenommen (vgl. Fallskizze 1). Diese Art der Lösung konnte lediglich bei den Sechsjährigen beobachtet werden und bezog sich allein auf die Realisierung der Türme. Sie kann als bildhaft-symbolische Art der Repräsentation bezeichnet werden. Dennoch geht ihre Realisierung über das rein Bildhafte hinaus. Denn eine Art Räumlichkeit ist insofern vorhanden und wurde von den Kindern auch so begründet, als dass der Turm von den ‚Bewohnern‘ (Holzfiguren) begangen werden kann, indem sich die Figuren auf die andere Seite des Dreiecks begeben. Anhand dieser Dreiecktürme lässt sich aufzeigen, inwiefern die in der Aufgabenstellung intendierten Herausforderungen für die Kinder tatsächlich zum Problem wurden. Ob sich eine Aufgabe als Problem erweist, hängt, wie es in der Problemtheorie betont wird, von den Fähigkeiten der problemlösenden Person ab. Wie in den analysierten Gestaltungsprozessen ersichtlich wird, kann die Beziehung, die zwischen den Anforderungen einer Aufgabe einerseits und den Fähigkeiten eines Kindes andererseits besteht, die Entstehung eines Problems beeinflussen – und dies in zweifacher Weise. Eine Situation kann sich für ein Kind als unproblematisch erweisen, weil seine Fähigkeiten weit entwickelt sind oder aber, weil sie es gerade nicht sind.

Weit entwickelte Fähigkeiten ermöglichen das Überführen einer unbefriedigenden Situation in eine befriedigende, ohne dass Barrieren überwunden werden müssen. Wenig entwickelte Fähigkeiten können dazu führen, dass der Kern einer Problemstellung gar nicht erkannt bzw. nicht als

solcher wahrgenommen wird. In der Untersuchung wird dies bei der Realisierung der Türme deutlich. Während das Suchen nach einer konstruktiven Lösung für einige Kinder zur anspruchsvollen Aufgabe oder eben zu einem Problem wird, weil sie das Entwickeln einer dreidimensionalen Form nicht ohne Weiteres leisten können, haben besonders die jüngeren Kinder ihre Türme durch das Anbringen einfacher flächiger Dreiecke ohne Anstrengung realisieren können. Das Beispiel vermag aufzuzeigen, dass Problemlöseprozesse nur dann in Gang kommen, wenn die Problemstellung zu den Fähigkeiten der Kinder eine Passung aufweist. Diese zu finden gehört zu den didaktischen Herausforderungen bei der Aufgabenkonzeption. Das Beispiel zeigt jedoch auch, dass Gestaltungsaufgaben Kindern auch dann Lösungen ermöglichen, wenn das Anforderungsniveau eigentlich zu hoch ist. Die Tatsache dass eine Problemstellung evtl. nicht in ihrer ganzen Breite erfasst und dadurch das intendierte Problem gar nicht erkannt wird, hat nicht zur Folge, dass keine Handlungen stattfinden, sondern dass diese auf einem dem Kind entsprechenden Niveau erfolgen.

Handwerklichkeit als Problemkomponente

Die Videoanalysen machen deutlich, dass handwerkliche oder verfahrenstechnische Herausforderungen in einzelnen Fällen dazu führen können, dass sich Gestaltungsprozesse zu Problemlöseprozessen entwickeln. Die Notwendigkeit, manuelle Prozeduren zweckdienlich auszuführen, kann Kinder an die Grenzen ihrer motorischen Fähigkeiten und an den Rand ihrer Frustrationstoleranz bringen. Situationen, in denen Versuche, eine handwerkliche Tätigkeit auszuführen, mehrfach scheitern oder sogar dazu führen, dass bereits Gelungenes wieder zerstört wird, vermindern die Motivation. Die beobachteten Sequenzen zeigen, dass handwerkliche Herausforderungen alleine nicht zur Problemkomponente werden, aber das Entwickeln von Lösungen beeinträchtigen können.

Das Ausführen handwerklicher Schritte stellte für die Kindergartenkinder zwar keine unüberwindliche Barriere dar, nahm aber zum Teil ihre volle Aufmerksamkeit und Konzentration in Anspruch, so dass selbst das Ausschneiden einer einfachen Form einige Zeit benötigte. Bei den Zweitklässlern erfolgten die gleichen handwerklichen Ausführungen mit erheblich mehr Geläufigkeit und Beiläufigkeit. Der zeitliche Aufwand war geringer, ein Umstand, der sich nicht nur auf das Vorankommen und somit auf die Effizienz, sondern auf die Problemlösestrategie auswirkte.

Die manuellen Fähigkeiten sind bestimmend dafür, mit welcher Geläufigkeit ein Vorhaben vollzogen werden kann. Ist die Geläufigkeit zu gering, so kann dies dazu führen, dass Prozesse, die ohnehin mit Anstrengung und auch mit teilweiser

Frustration verbunden sind, abgebrochen werden. Dauert die handwerkliche Realisation einzelner Schritte zu lange, kann ein Prozess, der auf Kontinuität angewiesen ist, nicht in Gang kommen.

In den untersuchten Sequenzen konnte jedoch nicht beobachtet werden, dass manuelle Schwierigkeiten für sich allein zur Barriere wurden. Die handwerkliche Komponente wurde zur herausfordernden, aber auch zur zielführenden Komponente.

Das räumliche Konstruieren und die Handwerklichkeit haben sich als Problempunkte erwiesen, die besonders durch ihre Verknüpfung fachspezifisch für die Technische Gestaltung sind. Inwiefern sie in einem Gestaltungsprozess bedeutsam werden können, hängt von der Thematik und der Art der Aufgabenstellung ab. Wenn sich im vorliegenden Fall das räumliche Konstruieren als Problempunkt erwies, so kann in einem anderen thematischen Zusammenhang eine andere Objekteigenschaft wie beispielsweise eine mechanische Funktion zur Herausforderung werden. Komplex ist eine Aufgabe dadurch, dass sie von den unterschiedlichen Dimensionen wie Konstruktion, Verfahren, Erscheinung, Material und Funktion, die ein Produkt haben kann, einige miteinander in Abhängigkeit setzt. Und komplex wird die Aufgabe für Schülerinnen und Schüler, wenn dadurch mentale, manuelle, darstellende, prozedurale Prozesse aufeinander bezogen werden müssen.

8.4.5 Unterschiede zwischen den beiden Altersgruppen

Befunde zum Problemlöseverhalten, wie sie in der vorangegangenen Zusammenfassung dargelegt sind, beschreiben das gestalterisch-konstruktive Problemlösen von Kindern im Alter zwischen sechs und acht Jahren gesamthaft. Auf Unterschiede zwischen den beiden Altersgruppen wurde in den Fallskizzen bereits vereinzelt hingewiesen. In den nachfolgenden Darlegungen werden die auffallendsten Differenzen aufgezeigt und die Frage nach den Unterschieden zwischen den beiden Altersgruppen beantwortet. Es ist wichtig, darauf hinzuweisen, dass es sich dabei um Tendenzen handelt – dies nicht nur in Anbetracht der Größe der Untersuchungsgruppe, sondern auch aufgrund beobachteter Verhaltensweisen. Tätigkeiten, die sich bei den Achtjährigen als typisch zeigten, konnten vereinzelt auch bei den Kindergartenkindern beobachtet werden und umgekehrt.

Forschungsfrage: Worin unterscheidet sich das gestalterisch-konstruktive Problemlösen der Sechs- und Achtjährigen?

Durch die analysierten Videosequenzen lässt sich die Differenz zwischen den beiden Altersgruppen im Wesentlichen in drei Punkten zeigen.

- In der Beziehung des Kindes zum eigenen Werk und daraus folgend in seinem Verständnis davon, was eine *Idee* ist.
- In der Art des räumlichen Konstruierens
- In der Bedeutung der Handwerklichkeit als Problemkomponente

Distanz gegenüber dem eigenen Tun

In den analysierten Sequenzen wurde im Hinblick auf die reflexiven Handlungen deutlich, dass die Kinder sehr rasch bereit sind, aufgrund eigener Feststellungen oder auf Rat anderer Kinder ein handwerklich-technisches Verfahren zu ändern und für ihre Vorhaben eine andere Vorgehensweise oder andere Werkzeuge zu nutzen. Sechs- und Achtjährige können sehr gut Hinweise und Optimierungsvorschläge von außen annehmen. Die Videoanalysen machen hingegen deutlich, dass Kindern das kritische Überdenken der eigenen Idee in ihrer Gesamtheit nicht so leicht möglich ist wie das Beurteilen handwerklicher und verfahrenstechnischer Entscheide. Dies gilt besonders für die Altersgruppe der Sechsjährigen, die ihre eigene Idee meist nicht in Zweifel ziehen, aber fähig sind, die Objekte anderer kritisch zu beurteilen.

In den Gestaltungsprozessen zeigt sich, dass die Sechsjährigen bei der Feststellung von Differenzen zwischen fremdem und eigenem Tun sehr grundsätzlich argumentieren und dazu tendieren, das Eigene als *richtig* und das Fremde als *falsch* zu beurteilen. Ihr Verhalten erweckt den Eindruck, dass sie gar nicht damit rechnen, dass sich für eine Problemstellung auch andere Lösungen als die eigene anbieten würden. Sie beurteilen die Resultate der anderen aus einer egozentrischen Perspektive heraus und sind irritiert, wenn sie darin Unterschiede zu den eigenen Lösungen entdecken.

Dass sie fähig sind, Objekte kritisch zu betrachten und Verbesserungsmöglichkeiten sehr rasch zu erkennen, zeigt sich nicht in der Betrachtung der eigenen, sondern in der Einschätzung fremder Resultate. Die Beurteilung gefertigter Objekte fällt ihnen leichter, wenn sich ihre Kritik nicht auf die eigene Arbeit, sondern auf die Produkte anderer beziehen kann. Die Außensicht ermöglicht ihnen einen distanzierteren und kritischeren Blick auf die Qualitäten eines Produktes.

Den Achtjährigen hingegen gelingt es besser, in den Differenzen von Anfang an nicht die Infragestellung der eigenen Arbeit, sondern Varianten von Lösungen zu erkennen. Ihnen ist deutlicher bewusst, dass der gefertigte Turm nicht nur ein Turm ist, sondern die Idee von einem Turm. Es ist ihnen leichter möglich, sich von ihrem Vorhaben zu distanzieren, die Perspektive des anderen Kindes zu übernehmen und dessen Vorstellung oder Vorschlag als Option zu sehen. Diese Fähigkeit zur Distanzierung kommt vor allem in Dialogen zum Ausdruck.

Gespräche, in denen Kritik an einer Idee geäußert wird, ergeben sich bei den Sechsjährigen eher in Konfliktsituationen, wenn zwei unterschiedliche Vorstellungen zum selben Vorhaben aufeinandertreffen und es eine Einigung braucht. Bei den Achtjährigen sind beurteilende Äußerungen auch außerhalb solcher Aushandlungsprozesse zu beobachten und kommen auch dann zustande wenn, ein Kind die Produkte anderer betrachtet, ohne selbst daran beteiligt zu sein.

Die Videoanalysen zeigen, dass nicht nur das Entgegennehmen von Kritik, sondern auch das Äußern derselben bei den Achtjährigen anders ist als bei den jüngeren Kindern. Ihre Kritik wird in einer Art angebracht, die auf Kooperation zielt. Während also das achtjährige Kind nach der Begutachtung des Werks seines Teampartners fragt: „Ist das nicht ein bisschen groß?“, äußern sich Sechsjährige in der gleichen Situation mit dem Hinweis „Das hast du hier falsch gemacht!“.

In den Fallskizzen kann jedoch deutlich gemacht werden, dass sich auch die jüngeren Kinder nach anfänglichem Beharren auf dem eigenen Standpunkt auf eine andere Sichtweise einlassen, die Ideen anderer verstehen können und zu Kompromissen bereit sind. Am deutlichsten zeigt sich dies im Prozess von Renato und Fabian (Fallskizze 1), die bei der Herstellung der Türme ihre unterschiedlichen Vorstellungen angleichen.

Der Blick auf andere - sich vergleichen

Dass die Bezogenheit auf das eigene Tun bei den Sechsjährigen grösser ist als bei den Achtjährigen, wird in einer weiteren Verhaltensweise erkennbar. So scheint den Achtjährigen von Anfang an bewusst zu sein, dass eine Aufgabe auf unterschiedliche Weise angegangen werden kann. Sie suchen den Kontakt und den Vergleich mit anderen gezielt und machen die Unterschiede und Ähnlichkeiten von Lösungen zum Thema von Gesprächen. Sie unterhalten sich explizit darüber, wie Objekte gebaut werden können und bringen zum Ausdruck, worin sie Unterschiede zwischen verschiedenen Lösungen erkennen. Es ist zu beobachten, dass sie Ideen zur Realisierung von Objekten von anderen übernehmen. Besonders deutlich wird dies in der Ausführung der Türme, die von den Achtjährigen fast ausnahmslos in der gleichen Bauart und der gleichen Form hergestellt werden, da sich die Idee dazu in der Klasse verbreitet, nachdem die erste Gruppe ein Bauprinzip gefunden hat.

Zwar lässt sich bei den Sechsjährigen ebenfalls feststellen, dass viele Türme in einer ähnlichen Art gebaut werden. Die Videoaufzeichnungen zeigen allerdings, dass dies unabhängig voneinander geschieht. Während sich die Achtjährigen aktiv austauschen, die Tätigkeiten der anderen Gruppen zur Kenntnis nehmen und Interesse an deren Lösungen zeigen, richten die Sechsjährigen ihre

Aufmerksamkeit mehrheitlich auf die eigene Tätigkeit und achten kaum auf die anderen Kinder. Vergleiche ergeben sich eher zufällig, wenn Kinder beim Vorbeigehen die Produkte der anderen Kinder wahrnehmen und scheinbar überrascht feststellen, dass die Lösungen sich von den eigenen Arbeiten unterscheiden.

Additive und flexive Bauweise

In Zusammenhang mit den Herausforderungen der Aufgabenstellung wurde auf die unterschiedlichen Arten, aus dem Kartonmaterial Räumlichkeit zu erzeugen, hingewiesen und die additive und flexive Formenbildung als Möglichkeit der Raumbildung erwähnt (vgl. Kap. 8.4.4).

Eine dritte Art der Raumerzeugung wurde erreicht durch das Positionieren einer aufrechten Fläche. In der Nutzung dieser drei Arten von Raumkonstruktion zeigen sich Unterschieden zwischen den Sechs- und Achtjährigen. Betrachtet man die in der Aufgabenstellung geforderten Bauelemente Treppe, Turm und Balkon zeigen sich die Differenzen am deutlichsten bei den Türmen. Diese wurden von mehreren Kindern der Kindergartengruppe durch das Anbringen flacher, aufrechtstehender Dreiecke hergestellt – eine Realisierungsform, die bei den Achtjährigen so nicht zu beobachten ist (vgl. Abb. 28 und 29).



Abb. 28 Turmkonstruktionen der Sechsjährigen



Abb. 29 Turmkonstruktionen der Achtjährigen

Die Turmkonstruktion erfolgte bei allen Kindern der zweiten Klasse durch das Bilden dreidimensionaler Körper und bei allen durch das Falten und Knicken

eines länglichen Kartonstücks zu einem drei-, vier- oder fünfeckigen Prisma. Wie bereits erwähnt, übernahmen die Achtjährigen diese Art der Raumkonstruktion von anderen Kindern, da sich die Idee zu diesem Bauprinzip in der Klasse verbreitete. Es ist daher nicht unbedingt von einer alterstypischen Art des Konstruierens zu sprechen, da evtl. eher die Ideenverbreitung als typisch angesehen werden muss, die nur bei den Achtjährigen vorkommt.

Im Gegensatz dazu kann die Art der flächigen Turmgestaltung nur bei den Sechsjährigen beobachtet werden. Das Prinzip der Ausführung besteht darin, eine spitzige oder dreieckige Form so anzubringen, dass eine aufrechte Fläche Räumlichkeit erzeugt und durch ihre Form den Turm symbolisiert. In dieser Art der Turmgestaltung kommt die Bildhaftigkeit des Bauens zum Ausdruck. Von den drei Möglichkeiten der Raumerzeugung gehört das additive Bauen bei beiden Altersgruppen zur vorherrschenden Art. Flexive Formenbildungen sind vereinzelt bei den Sechsjährigen zu beobachten, in dem aus einem Kartonstück durch Falten zwei Seiten eines Objektes hergestellt werden. Bei den Achtjährigen kommen die flexiven Formen etwas häufiger vor und sind insofern komplexer, als dass ein Materialstück so gefaltet wird, dass drei oder mehr Seiten eines Objekts entstehen oder aus der Kombination von Schneiden und Falten Räumlichkeit erzeugt wird. Dies zeigt sich beim achtjährigen Mattis, der eine Kartonscheibe durch Einschneiden und Biegen zum Kegel verformt und dieses Vorgehen als ‚die beste Methode‘ bezeichnet.

Handwerkliche Ausführung als Problemkomponente

Auf den Umstand, dass die handwerkliche Ausführung zur Umsetzung einer Lösung notwendig ist, dabei jedoch die Komplexität eines Problems erhöhen kann, wurde in Zusammenhang mit der Bedeutung des Handwerks für das Problemlösen hingewiesen (vgl. Kap. 1.3.1). Im Vergleich zwischen den beiden Altersgruppen wird diese Doppelfunktion der Handwerklichkeit deutlich.

Die Ergebnisse zeigen, dass zwischen der handwerklichen Geläufigkeit und der Lösungsstrategie ein für das Problemlösen bedeutender Zusammenhang besteht. So ist zu beobachten, dass den Achtjährigen handwerkliche Tätigkeiten, insbesondere das Ausschneiden von Formteilen, rascher gelingen. Es zeigt sich aber auch, dass sie im Gegensatz zu den jüngeren Kindern weniger darauf bedacht sind, dies sorgfältig zu tun. Das minutiöse, konzentrierte Schneiden, wie es bei Kindergartenkindern sichtbar war, kam bei den älteren Kindern weniger vor. Sie führten den manuellen Akt oft hastig, beinahe ungeduldig aus und nahmen Ungenauigkeiten in Kauf. Da sie die handwerklichen Techniken oft besser beherrschen, ist es ihnen möglich zu entscheiden, ob diese flüchtig oder exakt ausgeführt werden sollen. In einigen Situationen gaben die achtjährigen

Kinder der Flüchtigkeit den Vorrang, weil es sich für das Finden der Lösung als sinnvoll erwies. Für sie wurde die Handwerklichkeit Mittel zum Zweck. Im Gegensatz zu den jüngeren Kindern wurde ihnen dadurch die Strategie von Versuch-Irrtum möglich, denn sie waren bereit, Formteile ein zweites oder drittes Mal herzustellen, wenn es die Situation erforderlich machte. Es ist zu vermuten, dass die Achtjährige bei ihrem Vorgehen bereits damit rechnen, dass ein Arbeitsschritt evtl. wiederholt werden muss. Dementsprechend schätzen sie ab, ob sich der Aufwand für eine akkurate Ausführung lohnt.

9 Diskussion der Ergebnisse

Wie in der Einleitung und im ersten Kapitel dargelegt wurde, entstammt das Forschungsinteresse am gestalterischen Problemlöseverhalten unter anderem der Frage, inwiefern das Design für die Bildungsprozesse von jungen Kindern eine Bedeutung hat. Diskrepanzen zwischen idealtypischen Prozessverläufen des Designs und der Charakteristik des kindlichen Gestaltens ließen bisher Zweifel an Entsprechungen zwischen dem Design als Bezugsdisziplin und der Bildungsarbeit in Kindergarten und Unterstufe aufkommen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind geeignet, die Brüche, die diese Diskrepanz verursachen (vgl. Kap 1), näher zu beleuchten und sie sind geeignet, andere Anknüpfungen aufzuzeigen. So kann deutlich gemacht werden, dass nicht in erster Linie die oft benannten Phasenmodelle (Analyse-Planung-Durchführung-Auswertung) (vgl. Lehrplan-Arbeitsgruppe Technisches Gestalten 2004) den Anschluss an Designkonzepte ermöglichen, sondern vielmehr die subjektive Art der Kinder, sich mit Gestaltungsproblemen zu befassen.

Die Untersuchung hatte zum Ziel, in den Gestaltungstätigkeiten der Kinder die altersbedingten Besonderheiten zu erkennen, ohne diese mit älteren Schülerinnen und Schüler oder mit Erwachsenen zu vergleichen. Dennoch lassen sich zwischen den Tätigkeiten der Sechs- und Achtjährigen und dem Problemlösen von Designern Verbindungen finden. Diese müssen allerdings als punktuell bezeichnet werden, da sie sich auf äußere und nicht zwingend auf strukturelle Ähnlichkeiten beziehen. Doch es ist auffallend, dass besonders jene Merkmale, die das gestalterische Problemlösen von Kindern ausmachen, in der Designtheorie eine Entsprechung finden. So ist das gestalterisch-konstruktive Problemlösen von Sechs- und Achtjährigen gekennzeichnet durch das Zusammenspiel von Rationalität und Emotionalität, durch die Art, direkt auf die Lösung zuzusteuern und durch eine sehr subjektive Weise, das Problem zu erfassen. In diesen drei Eigenschaften lassen sich durchaus Parallelen zum Designprozess erkennen:

In den Tätigkeiten der Sechs- und Achtjährigen zeigt sich eine Verbundenheit zu ihren Werken, die als emotional bezeichnet werden kann und dazu führt, dass Entscheidungen nicht rein rational getroffen werden, was einerseits in der Engagiertheit zu erkennen ist, aber auch in der Vehemenz der Verteidigung ihrer Ideen. Emotionalität wird auch in der Designtheorie als inspirierende Kraft genutzt, um Lösungen voranzubringen. So weist die Doppelhelix von Heufler (vgl. Heufler 2004, S. 75) das rational-analytische und emotional-intuitiven Prinzip als Arbeitsmodi auf (vgl. Kap 3.4.3). Heufler sieht das emotional-

intuitiven Prinzip vor allen in der Entscheidungsfindung formal-ästhetischer Qualitäten als wichtig an. Der Designer nutzt durch die Anwendung von Kreativitätstechniken bewusst Strategien, um die am Prozess beteiligten Akteure dazu zu bringen, sich bei der Lösungsfindung von den stark auf Machbarkeit ausgerichteten Überlegungen zu lösen.

Die Feststellung, dass sich Kinder bei gestalterischen Aufgaben unmittelbar mit der Umsetzung, also mit der Lösung beschäftigen, steht in Widerspruch zu idealtypischen Prozessmodellen, bei denen das Entwickeln der Lösung durch Planung und Entwurf erfolgt. Dies verführt zur Annahme, dass die kindliche Art der Lösungsentwicklung unausgereift ist. Bryan Lawson vertritt die Vorstellung, dass Problem und Lösung zwei Räume sind, zwischen denen changiert wird und in denen der Weg auch von ‚hinten nach vorn‘ gegangen werden kann (vgl. Lawson 2006, S. 290 ff.) (vgl. Kap. 3.4.4). Wenn auch dieses ‚Beginnen bei der Lösung‘ bei Designern im Gegensatz zu Kindern auf einer Wahl beruht und die Folge bewusster Entscheidungen ist, zeigt es sich doch als möglicher Weg.

Die dritte Parallele zum Design wird in der Subjektivität sichtbar, die in den Gestaltungsprozessen der Kinder zum Ausdruck kommt und ihren Blickwinkel auf Alternativen einschränkt. Diese eingrenzende Wirkung subjektiver Sichtweisen wird in Designprozessen nicht als Nachteil, sondern als Notwendigkeit angesehen, wenn es darum geht, die Komplexität von Problemstellungen zu reduzieren. Das als *framing* bezeichnete Verfahren dient dazu, dass Designschaffende eine eigene Interpretation der Problemlage und dadurch eine beabsichtigte Selektion der aus ihrer Sicht wichtigen Aspekte vornehmen (vgl. Kap 3.5.1).

Diese drei Analogien zwischen kindlichem und elaboriertem Vorgehen sind wie erwähnt äußerlicher Art und unterscheiden sich grundsätzlich darin, dass es sich bei den Kindern um Vorgehensweisen handelt, die ihren Fähigkeiten entsprechen und bei Designschaffenden um methodische Entscheidungen.

Dennoch sind die Entsprechungen eine Möglichkeit, zwischen den gestalterischen Fähigkeiten von Sechs- und Achtjährigen und designbasierten Ansätzen der Technischen Gestaltung Anknüpfungspunkte zu sehen. So kann es sinnvoll sein, beim Arrangieren und Begleiten gestalterischer Bildungsprozesse die Beziehung zu designspezifischen Konzepten nicht in den Prozessverläufen zu sehen, sondern in der Bedeutung der Subjektivität. Die Bildungsarbeit müsste dementsprechend darauf zielen, das Bewusstsein der Kinder für die Subjektivität ihrer gestalterischen Handlungen zu stärken.

In diesem Punkt zeigen sich auch die deutlichsten Unterschiede zwischen der Gruppe der Sechs- und Achtjährigen. Beurteilt man diese auf der Grundlage entwicklungspsychologischer Theorien, so ist es naheliegend, das Vermögen, von der eigenen Idee Abstand zu nehmen, auf die Fähigkeit zum

Perspektivenwechsel zurückzuführen. Mit der Egozentrik ließe sich auch erklären, dass die Sechsjährigen sich ganz auf ihre Tätigkeit konzentrieren, während die Achtjährigen den Vergleich mit anderen suchen.

Situationen, in denen deutlich wird, dass sich die jüngeren Kinder nach anfänglicher Verunsicherung durch den Dialog mit anderen von ihrer Vorstellung lösen können, zeigen, dass das Verstehen und die Akzeptanz anderer Ideen nicht unmöglich sind. Auch das geringere Interesse der Sechsjährigen, sich mit anderen zu vergleichen, ist nicht unbedingt nur auf eine größere Selbstbezogenheit zurückzuführen, sondern kann mit der Lernkultur einer Institution zusammenhängen. Im Gegensatz zu den Kindergartenkindern sind es die Zweitklässler gewohnt, dass Aufgaben bzw. deren Lösungen dazu dienen, ihr Können zu beurteilen. Sich zu vergleichen kann auch als eingeübtes Verhalten betrachtet werden. Daher lassen sich die Unterschiede zwischen den Gruppen auch auf Lern- und Sozialisierungsprozesse zurückzuführen.

9.1 Einordnung der Ergebnisse in Theorie und Forschung

Die Beobachtung, dass die Kinder gegenüber der Gestaltungsidee nicht die gleiche kritische Haltung zeigen wie gegenüber den ausführenden Tätigkeiten, kann Zeichen einer Priorisierung von Zielsetzungen sein, bei der die Idee, also das Objekt als Ganzes, oberste Priorität hat. Dies hat zur Folge, dass Hierarchiestufen gebildet und handwerkliche und konstruktive Verfahren der Gestaltungsidee untergeordnet werden. Das Korrigieren handwerklich-technischer Vorgehensweisen und das Annehmen diesbezüglicher Kritik begünstigen das Verwirklichen der Idee. Durch dieses lösungsstrategische Argument lässt sich der Stellenwert, den die Idee für das Kind hat, nur bedingt erklären. Was in Zusammenhang mit der Sensibilisierung als *Problemeinlassung* bezeichnet wurde (vgl. Kap. 8.4.1) und die Entscheidung beinhaltet, sich für das Suchen einer Lösung zu engagieren, hat zur Folge, dass die Kinder sich mit der Aufgabe persönlich identifizieren. Das persönlichste und individuellste ist ihre Idee, zu der nicht eine rein rationale, sondern eine emotionale Verbundenheit entsteht. In ihr kommt das eigene Verständnis von den Dingen zum Ausdruck. Eine Kritik an der Idee kann deshalb nicht ohne Weiteres rational aufgefasst und eingeordnet werden. Zu den elementaren Leitgedanken der ästhetischen Bildung gehört die Grundannahme, dass bildnerisch-ästhetische Prozesse es Kindern ermöglichen, sich durch gestalterischen Ausdruck mit ihrer Umwelt auseinanderzusetzen (vgl. Liebau 2013; Mollenhauer 1996). Dieser ästhetischen Produktivität, mit der sich Kinder auf die Welt beziehen, gesteht Mollenhauer „Selbst-Anteile“ zu (vgl. Mollenhauer 1996, S. 25). Die vorliegende Studie geht zwar nicht explizit auf das In-Beziehung-Setzen von Kind und Welt ein, doch in

der deutlich gewordenen Bindung, die Kinder nicht nur zu ihren Produkten, sondern vor allem zu ‚ihrer Idee‘ haben, werden diese Selbst-Anteile deutlich und bestätigen die Bedeutung der Hervorbringung als Wesenszug ästhetischen Lernens (vgl. Kap. 1.2).

Die Verbundenheit zum Selbsterschaffenen drückt sich sehr deutlich in jenen Gesten aus, die vor allem am Schluss eines Gestaltungsprozesses zu beobachten sind, wenn die Objekte, begleitet von Ausdrücken der Zufriedenheit, in die Hände genommen und begutachtet werden.

Die Beziehung zwischen Denken und Handeln, die durch das domänenspezifische Merkmal der Handwerklichkeit für die Technische Gestaltung besonders relevant ist (vgl. Kap. 1.2.1), wird von Aebli in seinem lerntheoretischen Ansatz als *verwandtschaftlich* (Aebli 1994b) und von Kimbell als *interaktiv* bezeichnet (Kimbell und Stables 2008). Die Auffassung der beiden Autoren, dass zwischen Denken und Handeln interdependente Beziehungen bestehen und Handeln nicht der exekutive Akt des Denkens ist, kann durch die Beobachtungen in der vorliegenden Studie gestützt werden. Dies zeigten die für die Kinder besonders anspruchsvollen Herausforderungen beim Konstruieren räumlicher Situationen, die dazu führen, dass mentale Prozesse aufgrund visualisierter Vorstellungen gelingen und umgekehrt. Die Untersuchung konnte zeigen, dass verbale prospektive Handlungen von Sechs- und Achtjährigen zu Beginn eines Problemlöseprozesses vorerst in einer relativ einfachen Absichtserklärung bestehen. Konkretere vorausschauende Äußerungen, die sich auf Ausführung und Zweck einer Handlung beziehen, zeigen sich erst im Laufe des Prozesses, also erst dann, wenn bereits gefertigte Teile Aufschluss geben können, was als nächstes zu tun ist. Besonders deutlich wird dies in der additiven Art der räumlichen Formenbildung. Sie erlaubt es Kindern, dass die Anfertigung von Einzelteilen dadurch gelingt, dass bereits vorhandene Teile der weiteren Orientierung dienen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung machen deutlich, dass die Kinder der Kindergarten- und Primarunterstufe beim gestalterischen Problemlösen ein großes Maß Motivation und persönliches Engagement aufbringen. Welche Bedeutung motivationale und volitionale Voraussetzungen für die Zielidentifikation der problemlösenden Person haben können, wird im Rubikonmodell von Heckhausen dargestellt (vgl. Heckhausen 2010). Darin wird den emotionalen Faktoren und ihren Wirkungen auf die Handlungsplanung ein besonderes Gewicht gegeben (vgl. 2.4.2), eine Grundannahme, die sich in den Ergebnissen der Untersuchung bestätigt. Das Prinzip der Handlungsphasen, das dem Rubikonmodell zugrunde liegt, geht davon aus, dass die handelnde Person das Beschreiten eines Lösungswegs in Erwägung ziehen oder verwerfen

kann. Im Kontext schulischer Aufgaben sind Möglichkeiten des Abwägens meist nicht gegeben, Schülerinnen und Schüler müssen sich meist auf die Aufgabe einlassen. Die prädezyonale Phase des Abwägens wird bei der Altersstufe der Sechs- und Achtjährigen allerdings nicht nur aufgrund der Aufgabenstellung wenig deutlich, sondern auch aufgrund ihrer schnellen Entschlüsse. So hüpfen sie relativ ungehemmt mit einer knappen Absichtserklärung über den Rubikon direkt in die Aktion, da sie auch die Planung nicht als geschlossene Phase organisieren. Das Rubikonmodell lässt sich daher zwar motivationspsychologisch, aber nicht handlungstheoretisch mit dem Problemlösen von Kindern in Verbindung bringen.

Der enge Zusammenhang, der zwischen technisch-konstruktiver Auseinandersetzung und bildhaftem Ausdruck besteht und aus spieltheoretischer Sicht der Eigentümlichkeit des Bauens (vgl. Einsiedler 1999; Reifel und Marks 1982; Ness und Farenga 2007) aus entwicklungsbezogener Sicht dem Alter der Kinder (vgl. Wessels 1969; Bühler 1967; Auerbach 1988) zugeschrieben wird, lässt sich auch in den untersuchten Sequenzen erkennen. Das Anfertigen von Bauteilen war bei den meisten Kindern mit darstellenden Intentionen verbunden. Aspekte der Bildhaftigkeit, die Bodo Wessels in den Gestaltungstätigkeiten der Sieben- bis Neunjährigen erkennt (vgl. Kap. 4.3), kamen allerdings bei den Achtjährigen nicht deutlicher zum Ausdruck als bei den Sechsjährigen. Ebenso kann die Gestaltungsart der Kindergartenkinder nicht unbedingt als ‚merkmalspezifisch‘ bezeichnet werden, wie Wessels dies vorschlägt (vgl. Wessels 1969, S. 154). Seiner Charakterisierung des Merkmalstadiums kann zwar nicht widersprochen werden, doch es ist zu berücksichtigen, dass sich Wessels zur Beschreibung der Alterstypen bei der Gruppe der 5- bis 7-Jährigen fast ausschließlich auf die Untersuchung von Förtsch stützt und dadurch den assoziativen Umgang von Kindern mit auffälligen Materialstücken in den Vordergrund stellt. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie beruhen auf einer anderen Ausgangslage. Sie sind nicht geeignet, Wessels Modell in diesem Punkt zu bestätigen oder zu widerlegen, sondern bieten sich an, die Beschreibung altersspezifischer Tendenzen zu ergänzen. Sie vermögen aufzuzeigen, dass die Altersgruppe der Sechsjährigen bei Gestaltungstätigkeiten nicht zwingend merkmalsbetont vorgeht, sondern in Abhängigkeit von Material und Aufgabe ihre Formen der Konstruktion und Darstellung eher auf den Inhalt der Aufgabe ausrichtet und nicht auf die markante Erscheinungsform von Materialstücken. Bei gestalterisch-konstruktiven Prozessen erweist sich das Entdecken und Nutzen von zufällig Entstandenem als wichtige Fähigkeit, die zu effizienten und originellen Ergebnissen führen kann. Das Entstehen solch ‚situativer Angebote‘ steht in enger Beziehung zur Charakteristik des Baumaterials. Der in der

Untersuchung verwendete weiße Karton bot durch die einheitliche Darbietung in Form rechteckiger Stücke, aufgrund seiner glatten Oberflächen und der neutralen Farbe diesbezüglich wenig Anreiz. Es ist nicht auszuschließen, dass diese ‚Neutralität‘ des Materials eine Auswirkung auf die stringente, lösungsorientierte Vorgehensweise der Kinder hatte. Dass keine Situationen zu beobachten waren, in denen die Kinder angeregt durch die Eigenwilligkeit von Materialstücken Einfälle hatten, die Sprünge in ganz andere Themen und zu anderen Ideen verursachten, ist möglicherweise nicht nur dem Unterrichtsformat ‚Aufgabe‘ und dem damit evozierten Pflichtgefühl zuzurechnen, sondern auch der Neutralität des Materials.

Beim Bauen mit dem weißen Karton entstanden anregende Situationen meist dadurch, dass in den montierten Bauelementen mehr als nur der anfänglich beabsichtigte Zweck erkannt wurde. Das Erkennen und Nutzen von Zufälligkeiten setzt voraus, dass die Kinder für die Angebote, die ihnen Materialstücke und die eigenen Objekte machen, empfänglich sind und daraus assoziative Verbindungen herstellen können. Inwieweit das Prinzip der Analogiebildung (vgl. Kap 3.5.2 und Kap 4.4) dabei eine Rolle spielt, kann durch die Untersuchung nicht belegt werden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass der schöpferische Umgang mit situativen Angeboten das Resultat analogischer Verbindungen ist, bei der im Zufälligen die Ähnlichkeit mit etwas Bekanntem entdeckt wird. In den analysierten Sequenzen wird ersichtlich, dass die Kinder in diesen Zufällen nicht nur etwas Bekanntes, sondern etwas zur Erreichung des Ziels Nützliches erkannten. So wurden überstehende Etagenböden zu Balkonen und Fensterläden zu Klemmvorrichtungen (vgl. Fallskizze 6).

Eine Differenz zu Wessels Modell weist die Untersuchung auch bei der Altersgruppe der Achtjährigen im Hinblick auf das Konstruieren dreidimensionaler Formen auf. In Kapitel (8.4.5) kann gezeigt werden, dass beide Altersgruppen bei der Formkonstruktion ein synthetisch-additives Verfahren anwenden, die Achtjährigen jedoch auch flexive Formenbildung für ihre Bauten nutzen. Dieses ökonomischere Vorgehen, das Wessels bezogen auf Stückrath als „geometrisches Addieren“ bezeichnet, gesteht er erst den Zehnjährigen zu (Wessels 1969, S. 156), was möglicherweise ebenfalls darauf zurückzuführen ist, dass seine Einschätzung nur auf einigen wenigen Untersuchungen beruhen. So können auch in diesem Punkt die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit als korrigierende Ergänzung zu Wessels Modell verstanden werden.

9.2 Relevanz der Studie für die Praxis

Die Beobachtung und Analyse fachrelevanter Fähigkeiten von Sechs- und Achtjährigen war das Ziel der vorliegenden Studie. Als bedeutend für die Praxis

erweisen sich die Ergebnisse in Bezug auf die nachfolgenden fachdidaktischen Punkte:

Die Komplexität von Aufgaben

Die Wichtigkeit der Passung zwischen dem Anspruchsniveau einer Aufgabe und den Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler wurde bereits mehrfach angesprochen. Die Resultate der Studie können Lehrpersonen helfen, diese Passung bei der Konzipierung von Lernanlässen zu berücksichtigen.

Konzepte aus der Problemlösetheorie eignen sich, um Beziehungen zwischen der Struktur von Aufgabenstellungen und den daraus resultierenden Anforderungen aufzuzeigen. So lässt sich konkret anhand von Merkmalen komplexer Probleme und den Eigenschaften von Handlungsoperatoren (vgl. Dörner 1976) (vgl. Kap. 2.2) näher bestimmen, wie Lernsituationen konzipiert sein könnten, damit sie dem altersspezifischen Problemlösevermögen und den Strategien der Kinder entsprechen.

Diesbezüglich bedeutsam sind die *Vernetztheit* von Problemvariablen und die Möglichkeit der *Reversibilität*. Die Reversibilität erlaubt es der problemlösenden Person, ergriffene Maßnahmen wieder rückgängig zu machen. Das additive Prinzip der Formenbildung, das Kinder der Kindergarten- und Unterstufe beim räumlichen Konstruieren meist anwenden sowie ihre Art durch Versuch-Irrtum-Strategien eine Lösung zu entwickeln, setzen reversible Handlungsmöglichkeiten voraus. Für die Konzipierung von Aufgabenstellungen bedeutet dies, dass die Kinder die Möglichkeit haben müssen, die Entwicklung von Objekten durch das sukzessive Realisieren einzelner Teile zu vollziehen. Diese Vorgehensweise ist beim Bauen und Konstruieren zwar von der Sache her gegeben und naheliegend, Kinder sind jedoch darauf angewiesen, dass es mehrere Möglichkeiten in der Abfolge der auszuführenden Schritte gibt. Aufgabenstellungen, bei denen eine starke Vernetztheit und Kausalität zwischen unterschiedlichen Faktoren bestehen und dadurch eine zwingende Reihenfolge bestimmter Handlungsschritte verlangen, erfordern das Überblicken längerer Handlungsketten und erschweren die Lösungssuche.

Die von Dörner benannte *Größe des Anwendungsbereichs*, die Aussagen darüber macht, an welche Bedingung die Ausführung eines Handlungsschrittes gebunden ist bzw. welche Umstände eine Durchführung erschweren (vgl. Dörner 1976, S. 21f.), lässt sich ebenfalls als bedeutsam für das Problemlösen erkennen. So zeigt sich im Vergleich der Sechs- und Achtjährigen, dass die Handwerklichkeit bei der Ausführung von Ideen bestimmend ist. Nimmt sie viel Zeit in Anspruch, weil die Verfahren langwierig sind und/oder hohe Anforderungen an die Motorik, die

Konzentration und die Ausdauer stellen, kann sie das sukzessive Voranbringen von Lösungen verhindern oder zum Erliegen bringen. Für die Konzipierung einer Aufgabe ist es sinnvoll, dass die zur Problemlösung zur Verfügung stehenden Materialien und Verfahren von den Kindern mit einer gewissen Geläufigkeit genutzt werden können und sie gleichzeitig geeignet sind, Handlungsspielraum bei der Formgebung zu eröffnen. Unterrichtsformen, bei denen das Erlernen und Üben handwerklicher Verfahren im Zentrum steht und von den Kindern sorgfältige, genaue und sachgerechte Ausführungen verlangt werden, lassen sich daher nur bedingt mit Aufgabenstellungen verbinden, die das Entwickeln einer Lösung durch Erproben, Tüfteln oder durch die Strategie von Versuch-Irrtum erforderlich machen.

Planen und Entwerfen fördern

Die Tatsache, dass Kinder die Umsetzung einer Idee direkt angehen, bedeutet nicht, dass sie nicht planen, sondern dass sie die Planung nicht an den Beginn des Prozesses stellen. Ihre Vorgehensart beinhaltet Planungsschritte, die sich auf den jeweils bevorstehenden nächsten Schritt beziehen. Die physische Präsenz ihrer Objekte spielt dabei eine Rolle. Die Kinder werden von dem, was bereits als Ergebnis vorhanden ist, zu weiteren Überlegungen geführt. So werden auch ihre reflexiven Entscheidungen meist durch bereits Gefertigtes angeregt. Sechs- und Achtjährige sind darauf angewiesen, dass sie ihre Gestaltungsprozesse durch sukzessive Schritte voranbringen können und dass sie für die Aneinanderreihung der Schritte eine eigene Logik der Reihenfolge haben können.

Dass Kinder ihre Ideen direkt umsetzen wollen und scheinbar nicht planen, bedeutet, dass die Fähigkeit, die eigene Idee als Möglichkeit und nicht als Gegebenheit zu erkennen, didaktische Unterstützung braucht. In der Untersuchung wurde deutlich, dass der Dialog zwischen Kindern, Gespräche über die Vorhaben und Aushandlungsprozesse bei der Realisierung von Objekten helfen, Differenzen zwischen unterschiedlichen Lösungen zu erkennen und das Verständnis davon, was eine Idee ist, zu vertiefen. Die Sechsjährigen, die den Vergleich mit anderen nicht unbedingt von sich aus suchen, aber fähig sind, Objekte und Lösungswege anderer kritisch zu beurteilen, sind besonders darauf angewiesen, dass Situationen, in denen ein Austausch stattfinden kann, durch die Lehrperson initiiert wird.

Ähnlich verhält es sich mit der Tätigkeit des Entwerfens, die von Kindern kaum in Erwägung gezogen wird. Was im Design als Varietätserzeugung bezeichnet wird und das Erarbeiten und Ausbreiten unterschiedlicher Alternativen von Ideen meint, findet bei Kindern nicht von selbst, aber durch Anregung statt. Ihre Fähigkeit, die Idee als Möglichkeit zu sehen, kann gefördert werden, wenn sie

vorhandene Varietäten nutzen können. So kann beispielsweise bereits das inszenierte und thematisierte Auswählen von Materialien für ein Vorhaben eine Form des Entwerfens sein.

Aufgabestellungen im Kindergarten

In der vorliegenden Studie wurde die Auseinandersetzung der Kinder mit einer gestalterisch-konstruktiven Situation durch die Form einer problemorientierten Aufgabe initiiert. Die Aufgabe ist traditionellerweise ein Unterrichtsformat, das eher der Primarschule und weniger dem Kindergarten zugeordnet wird. Die Untersuchung macht jedoch deutlich, dass Problemstellungen in Form von Aufgaben ein didaktisches Arrangement darstellen, das auch jüngere Kinder zu motivierten und interessierten Tätigkeiten veranlasst. Die Formulierung einer Zielsetzung und das Definieren von Mitteln stellt ein Grundprinzip problemorientierter Aufgaben dar, das viele Varianten von offenen oder weniger offenen Aktivitäten ermöglicht. Gestalterisch-konstruktive Aufgaben lassen sich daher mit den Spiel- und Lerntraditionen des Kindergartens, die eine Breite von Angeboten zwischen freien und geführten Aktivitäten anstreben, gut vereinbaren.

9.3 Grenzen der Studie und Ausblick

Für das Forschungsvorhaben erwies sich die Konzeption der Testaufgabe, die den Zweck hatte, gestalterisch-konstruktive Problemlöseprozesse zu initiieren, in ihrer Doppelstruktur von übergeordneter Ebene und zusätzlichen spezifischen konstruktiven Teilzielen als erfolgreich. Die Auseinandersetzungen der Kinder mit diesen Teilzielen ermöglichte beobachtbare Gestaltungsprozesse, welche die Merkmale von Problemlöseprozessen aufwiesen und wahrscheinlich durch die übergeordnete Aufgabe alleine nicht möglich gewesen wären. Die videobasierte Erhebung hat sich im Hinblick auf die Prozesshaftigkeit des Forschungsgegenstandes bewährt. Die Transkriptionsform ermöglichte eine fokussierte Betrachtung einzelner Prozessabschnitte und erlaubten das Zuordnen von Handlungen zu den vier aus der Theorie gewonnen Kategorien. Es ist nicht zu vermeiden und möglicherweise auch nicht notwendig, dass die Transkription nicht nur ein selektiver Akt, sondern auch ein interpretativer Akt ist. Die Umsetzung von etwas Gesehenem in etwas Geschriebenes ist subjektiven Wahrnehmungen und Urteilen unterworfen. Die Transkripte konnten bei der Analyse das Videomaterial auch nicht gänzlich ersetzen. Das Interpretieren einzelner Textstellen machte es häufig notwendig, auf das Filmmaterial zurückzugreifen.

Die Inhaltsanalyse nach Mayring ermöglichte ein systematisches Vorgehen und half, die eben beschriebenen Übergänge zwischen Filmmaterial und Transkript einerseits sowie Deskription und Interpretation andererseits nachvollziehbar zu machen. Das analytische, strukturierende Verfahren führt jedoch dazu, dass der Kontext des untersuchten Gegenstandes zergliedert und zerstückelt werden muss. Dies erwies sich beim vorliegenden Forschungsgegenstand, der prozesshaft ist, als Schwierigkeit und bedingte einen methodischen Zwischenschritt, der im Verfahren nach Mayring nicht vorgesehen ist. Die zerteilten und gesondert betrachtete Kategorien mussten bei der Interpretation wieder in einen Zusammenhang gestellt werden. Anhand der Fallskizzen, die einen starken narrativen Charakter haben, konnte das Zusammenfügen der kategorial betrachteten Einzelheiten und das Zurückführen interpretierter Textstellen in ihren ursprünglichen Kontext geleistet werden.

Die Forschungsfrage und der Entscheid der videobasierten Erhebung machten ein Forschungsdesign erforderlich, mit dem sich Problemlösesituationen gesteuert initiieren und beobachten ließen, was sich anhand einer Aufgabenstellung am besten durchführen ließ. Dadurch musste ein wichtiger Aspekt, der zur Thematik des Forschungsgegenstandes gehört, ausgeblendet werden – die Problemfindung.

Aus der Konzeption der Untersuchungsanlage ergab sich zudem eine weitere, zwar forschungsmethodisch notwendige, doch pädagogisch ungünstige Konsequenz für die Rolle der Lehrperson. Um die Lösungssuche der Kinder nicht zu beeinflussen, haben die Lehrpersonen große Zurückhaltung in der Begleitung der Kinder zeigen müssen. Dies hatte zur Folge, dass die didaktisch wichtige und interessante Form des dialogischen Lernens, die für die Kinder bei der Entwicklung eigener Lösungen sehr hilfreich sein kann, unterlassen werden musste.

In diesen beiden für die Thematik des gestalterischen Problemlösens wichtigen didaktischen Punkten lassen sich Anknüpfungspunkte für weitere Forschungen finden.

So ist es in Zusammenhang mit dem Arrangieren von Lern- und Spielsituationen in Kindergarten und Schule wichtig, Aspekte zur Problemfindung zu untersuchen. Dazu lassen sich folgende Fragen stellen:

- An welchen Gegenständen, Themen, Situationen ergeben sich für Kinder interessante Problemstellungen, wenn das Definieren eines Problems nicht im Lernarrangement einer Aufgabe enthalten ist?
- Wie lassen sich solche, von den Kindern selbst entdeckte Problemstellungen aufgreifen, beobachten und die diesbezüglichen Interessen der Kinder so unterstützen, dass sich daraus anregende und fachlich relevante Bildungsprozesse entwickeln?

In Zusammenhang mit der Rolle der Lehrperson bei der Begleitung von Problemlöseprozessen sind folgende fachdidaktischen Fragen von Bedeutung:

- Wie lassen sich durch den Dialog mit der Lehrperson Momente der Selbstreflexion initiieren, bei denen Kinder sich selbst und ihr Tun zum Gegenstand ihres Nachdenkens machen?
- Wie lassen sich im Tun der Kinder, in ihren Äußerungen oder ihren Produkten sogenannte ‚günstige Momente‘ erkennen, die geeignet sind, Reflexionen über den Gestaltungsprozess und über die Lösungsstrategie anzuregen? Wie ist es Lehrpersonen möglich, sie wahrzunehmen, zu deuten und aufzugreifen?

In Zusammenhang mit der Bedeutung der Visualisierung gestalterisch-technischer Vorstellungen beim Problemlösen wurde in dieser Arbeit mehrfach auf das Zeichnen als Form prospektiven Handelns hingewiesen. Hinsichtlich der Fähigkeiten von Kindern, das Zeichnen als Methode zu nutzen, stellen sich folgende Forschungsfragen:

- In welcher Art ist es Kindern möglich, Ideen zu einem Vorhaben zeichnerisch darzustellen? Welche Beziehung zwischen zeichnerischer Darstellung und gestalterisch-konstruktivem Vorhaben sind aus Zeichnungen lesbar?
- Welche Wirkung auf das Steuern gestalterische Prozesse oder auf die Qualität von Produkten kann das Zeichnen für Kinder haben?

Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 1	APU Design & Technology Model (aus: Kimbell und Stables 2008, S. 75)	23
Abb. 2	Kompetenzbereiche beider Fachbereiche nach dem Lehrplan 21	26
Abb. 3	Laptop aus Karton, Mädchen 5 Jahre	33
Abb. 4	Fachbereichen Kunst und Design (aus: Homberger und Meier 2007, S. 32)	44
Abb. 5	Learning by Design-Zirkel (aus: Kolodner 2003, S. 511)	46
Abb. 6	Dimensionen der Technik (aus: Ropohl 1999, S. 32).....	50
Abb. 7	Design-Decision-Pentagon (aus: Barlex 2015, S. 157)	56
Abb. 8	Barrieretypen (aus: Dörner 1987, S. 14).....	64
Abb. 9	Darstellung unterschiedlicher dualer Problemklassifikationen	68
Abb. 10	Eigene Darstellung der Problemtypen nach Jonassen	74
Abb. 11	Rubikonmodell nach Heckhausen (aus: Heckhausen 2010, S. 311).....	79
Abb. 12	Design-Squiggle (aus: Newman 2010)	94
Abb. 13	Problemlöseprozess (aus: Heufler 2004, S. 75).....	99
Abb. 14	Betonung formaler Aspekte beim Bauen (aus: Klöckner 1961, S. 130).....	127
Abb. 15	Betonung technischer Aspekte beim Bauen (aus: Kälberer 2002, S. 36) ...	127
Abb. 16	Spielaktivität nach Bühler (aus: Kauke 1992, S. 52).....	131
Abb. 17	Stufen der Bildsamkeit nach Wessels	142
Abb. 18	Raumsituation Kindergarten	177
Abb. 19	Raumsituation Werkraum	177
Abb. 20	Beschriftung der Videodateien	181
Abb. 21	Veranschaulichung Transkription	182
Abb. 22	Markierung der Gestaltungsprozesse mit der Software <i>Videograph</i>	185
Abb. 23	Ausschnitt aus erarbeiteter Merkmalliste	186
Abb. 24	Ausschnitt aus der Kodiertabelle	187
Abb. 25	Ausschnitt aus der Fundstellentabelle.....	188
Abb. 26	Verlauf des Analysevorgangs	188
Abb. 27	Additive und flexive Formenbildung	272
Abb. 28	Turmkonstruktionen der Sechsjährigen	277
Abb. 29	Turmkonstruktionen der Achtjährigen.....	277
Abb. 1-1 bis 6-12 Einzelbilder aus den Videos der Datenerhebung		

Literaturverzeichnis

- Aebli, Hans: Denken, das Ordnen des Tuns. Band 1. Kognitive Aspekte der Handlungstheorie. Stuttgart: Klett-Cotta (1994a).
- Aebli, Hans: Denken, das Ordnen des Tuns. Band 2. Denkprozesse. Stuttgart: Klett-Cotta (1994b).
- Anning, Angela: Early childhood education society and culture. London: SAGE Publications (2004).
- Anning, Angela; Ring, Kathy: Making sense of children's drawings. Maidenhead: Open University Press (2004).
- Atman, Cynthia J.; Chimka, Justin R.; et al.: A comparison of freshman and senior engineering design processes. In: Design Studies 20: (1999), S. 131-152.
- Auerbach, Konrad: Das bildnerische Bauen und seine Entwicklung in der Ontogenese. Dissertation Universität Leipzig. Leipzig: (1988).
- Ax, Christine: Das Handwerk der Zukunft. Leitbilder für nachhaltiges Wirtschaften. Basel: Birkhäuser (1997).
- Ax, Christine: Die Könnensgesellschaft. Mit guter Arbeit aus der Krise. Berlin: Rhombos (2009a).
- Ax, Christine: Gute Arbeit, gutes Leben, gute Zukunft. Handwerk zwischen Utopie und Wirklichkeit. In: Werkspuren 02: (2009b), S. 8-15.
- Ayass, Ruth: Transkription. In: Mikos, L.; Wegener C. (Hrsg.): Qualitative Medienforschung. Ein Handbuch. Konstanz: UVK Verlagsgesellschaft (2005), S. 377-386.
- Baillargeon, Rene; Hespos, Susan: Young infants' action reveal their developing knowledge of support variables. Covering evidence for violation-of-expection findings. In: Cognition 107 (2007), S. 304-316.
- Ball, Linden: Analogical reasoning and mental simulation in design. Two strategies linked to uncertainty resolution. In: Design Studies Volume 30: (2009), S. S. 169-186.
- Ball, Linden; Ormerod, Thomas: Structured and Opportunistic Processing in Design. A Critical Discussion. In: International Journal of Human-Computer Studies 43: (1995), S. 131-151.
- Ball, Linden.; Ormerod, Thomas; et al.: Spontaneous analogising in engineering design A comparative analysis of experts and novices. In: Design Studies 25: (2004), S. 495-508.
- Barlex, David: Developing a Technology Curriculum. In: Williams, P.J. (Hrsg.): The future of technology education. Singapore: Springer (2015), S. 143-167.
- Barlex, David; Trebell, Donna: Design-without-make. Challenging the conventional approach to teaching and learning in a design and technology classroom. In: International Journal of Technology and Design Education 18: (2008), S. 119-138.
- Bayazit, Nigan: Investigating Design. A Review of Forty Years of Design Research. In: Design Issues 20: (2004), S. 16-29.
- Beaudichon, Janine: Nature and Instrumental Function of Private Speech in Problem Solving Situations. In: Merrill-Palmer Quarterly-Journal of Developmental Psychology 19: (1973), S. 117-135.
- Becker, Stefan: Plastisches Gestalten von Kindern und Jugendlichen. Entwicklungsprozesse im Formen und Modellieren. Donauwörth: Auer (2003).

- Beekmann, Gabriele: Hantieren und bildhaftes Gestalten. Ein Arbeitsbuch für den Kindergarten. Weinheim: Beltz (1998).
- Beins, Hans Jürgen: Türme, Brücken, Murmelbahn bauen und konstruieren im Kindergarten. Freiburg: Herder (2005).
- Berger, Manfred: Friedrich Fröbels Konzeption einer Pädagogik der frühen Kindheit. In: Fthenakis, W.E. (Hrsg.): Pädagogische Ansätze im Kindergarten. Basel: Beltz (2000), S. 10-22.
- Berner, Nicole Elisabeth: Bildnerische Kreativität im Grundschulalter. Plastische Schülerarbeiten empirisch betrachtet. München: Kopaed (2013).
- Betsch, Tilmann; Funke, Joachim; et al.: Denken, Urteilen, Entscheiden, Problemlösen. Berlin: Springer (2011).
- Binder, Martin: Private Speech beim technischen Handeln. Eine Untersuchung zum handlungsbegleitenden Sprechen von Kindern. In: Journal of Technical Education 2: (2014), S. 70-86.
- Birri, Christian; Oberli, Martin; et al.: Lehrmittel Fachdidaktik, Technisches Gestalten/Werken. Diplomarbeit NDS Fachdidaktik Kunst und Gestaltung. Bern: Universität Bern (2003).
- Böhm, Walter: Neues Werken in der Grundschule. Ansbach: Prögel (1975).
- Bohnsack, Ralf: Vom Verhältnis der Bild- und Textinterpretation in der qualitativen Sozialforschung. In: Friebertshäuser, B. (Hrsg.): Bild und Text. Methoden und Methodologien visueller Sozialforschung in der Erziehungswissenschaft. Opladen: Budrich (2007), S. 21-45.
- Bohnsack, Ralf: Qualitative Bild- und Videointerpretation die dokumentarische Methode. Opladen: Budrich (2009).
- Bousbaci, Rabah: "Models of Man" in design thinking. The "Bounded Rationality" episode. In: Design Issues 24: (2008), S. 38-52.
- Brenneman, Kimerly; Massey, Christine; et al.: Young children's plans differ for writing and drawing. In: Cognitive Development 11: (1996), S. 397-419.
- Brooks, Margaret: Drawing, Visualisation and Young Children's Exploration of Big Ideas. In: International Journal of Science Education 31: (2009), S. 319-341.
- Brown, Ann; Kane, Mary: Preeschool children can learn to transfer. In: Cognitive Psychology 20: (1988), S. 493-523.
- Brown, David C.: A Framework for Design Problem Solving. In: Brown, D. (Hrsg.): Design Problem Solving Knowledge Structures and Control Strategies. London: Pitman (1989), S. 19-35.
- Brown, Tim; Katz, Barry: Change by design how design thinking transforms organizations and inspires innovation. New York: Harper Collins (2009).
- Brüsemeister, Thomas: Qualitative Forschung ein Überblick. (2. Aufl.). Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften (2008).
- Buchanan, Richard: Wicked Problems in Design Thinking. In: Design Issues 8: (1992), S. 5-21.
- Bühler, Charlotte: Kindheit und Jugend Genese des Bewusstseins. (4. Aufl./1. Aufl. 1928). Göttingen: Hogrefe (1967).
- Bühlman, Lukas: Beim Bauen schlau werden. In: 4bis8. Fachzeitschrift für Kindergarten und Unterstufe 2: (2014), S. 16-17.
- Bürdek, Bernhard E.: Designtheorie. In: Romero-Tejedor, F.; Boom H.v.d. (Hrsg.): Positionen zur Designwissenschaft. Kassel: Kassel University Press (2010), S. 26-31.
- Bürdek, Bernhard E.: Design-eine Disziplin? Bernhard E. Bürdek, interviewt von F. Romero-Tejedor. In: Öffnungszeiten-Papiere zur Designwissenschaft 26: (2012), S. 4-13.

- Burns, Bruce: Analoges Denken. In: Gruber, H. (Hrsg.): Wissen und Denken Beiträge aus Problemlösepsychologie und Wissenspsychologie. Wiesbaden: Dt. Universitäts-Verlag (1999), S. 75-100.
- Campbell, Coral; Jane, Beverly: Motivating children to learn. The role of technology education. In: International Journal of Technology and Design Education 22: (2012), S. 1-11.
- Casakin, Hernan: Visual analogy, visual displays, and the nature of design problems. The effect of expertise. In: Environment and Planning B-Planning & Design 37: (2010), S. 170-188.
- Casey, Beth; Andrews, Nicole: The Development of Spatial Skills Through Interventions Involving Block Building Activities. In: Cognition and Instruction 26: (2008), S. 269-309.
- Chi, Michelene: Two Approaches to the Study of Experts' Characteristics. In: Ericsson, A.; Charness N.; et al. (Hrsg.): The Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance. Cambridge: Cambridge University Press (2006), S. 21-30
- Christiaans, Henri; Venselaar, Kees: Creativity in Design Engineering and the Role of Knowledge. Modelling the Expert. In: International Journal of Technology and Design Education 15: (2005), S. 217-236.
- Crawford, Matthew B.: Ich schraube, also bin ich. Vom Glück, etwas mit den eigenen Händen zu schaffen. (3. Aufl./Originalausgabe unter dem Titel: Shop Class as Soulcraft). Berlin: List (2013).
- Cross, Nigel: Developments in design methodology. Chichester: Wiley (1984).
- Cross, Nigel: A History of Design Methodology. In: Design Methodology and Relationships with Science 71: (1993), S. 15-27.
- Cross, Nigel: Expertise in engineering design. In: Research in Engineering Design 10: (1998), S. 141-149.
- Cross, Nigel: Designerly ways of knowing. Basel: Birkhäuser (2007).
- Cross, Nigel: Design thinking understanding how designers think and work. Oxford: Berg (2011).
- Cross, Nigel; Clayburn Cross, Anita: Expertise in engineering design. In: Research in Engineering Design-Theory Applications and Concurrent Engineering 10: (1998), S. 141-149.
- D-EDK, Deutschschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz: Lehrplan 21. Luzern: D-EDK (2014a).
- D-EDK, Deutschschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz: Lehrplan 21. Gestalten. Luzern: D-EDK (2014b).
- Davis, Meredith: Making a Case for Design-based Learning. In: Arts Education Policy Review 100: (1998), S. 7-14.
- De Vries, Marc: International Handbook of Technology Education Reviewing the past twenty years. Rotterdam: Sense (2006).
- DeLoache, Judy: Early Understanding and Use of Symbols-the Model Model. In: Current Directions in Psychological Science 4: (1995), S. 109-113.
- Dinkelaker, Jörg; Herrle, Matthias: Erziehungswissenschaftliche Videographie eine Einführung. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften (2009).
- Dittli, Viktor: Material im Gestaltungsunterricht. In: Werkspuren 01: (2009), S. 34-37.
- Dixon, Raymond: Experts vs. Novices. Differences in How Mental Representations are Used in Engineering Design. In: Journal of Technology Education: (2011), S. 47-65.
- Doppelt, Yaron: Assessing creative thinking in design-based learning. In: International Journal of Technology and Design Education: (2009), S. 55-65.

- Dörner, Dietrich: Lohhausen vom Umgang mit Unbestimmtheit und Komplexität. Bern: Huber (1983).
- Dörner, Dietrich: Problemlösen als Informationsverarbeitung. (3. Aufl.). Stuttgart: Kohlhammer (1987).
- Dörner, Dietrich: Die Logik des Misslingens. Strategisches Denken in komplexen Situationen. (6. Aufl.). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt (2007).
- Dorst, Kees: Design problems and design paradoxes. In: Design Issues 22: (2006), S. 4-17.
- Dorst, Kees; Cross, Nigel: Creativity in the design process. Co-evolution of problem-solution. In: Design Studies 22: (2001), S. 425-437.
- Duderstadt, Matthias: Ästhetik und Stofflichkeit ein Beitrag zur elementaren Bildung. Weinheim: Deutscher Studien Verlag (1997).
- Duncker, Karl: Zur Psychologie des produktiven Denkens. (3. Aufl./1. Aufl. 1935). Berlin: Springer (1974).
- Duncker, Ludwig; Maurer, Friedemann; et al.: Kindliche Phantasie und ästhetische Erfahrung Wirklichkeiten zwischen Ich und Welt. (2. Aufl.). Langenau-Ulm: Vaas (1993).
- Edelmann, Walter: Lernpsychologie. (6. Aufl.). Weinheim: Beltz (2000).
- EDK: Stundentafeln der Volksschule: Primarstufe und Sekundarstufe 1. Stand Schuljahr 2015-2016. Informations- und Dokumentationszentrum Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (2015).
- Einsiedler, Wolfgang: Das Spiel der Kinder zur Pädagogik und Psychologie des Kinderspiels. (3. Aufl.). Bad Heilbrunn: Klinkhardt (1999).
- Ellis, Shari; Siegler, Robert: Development of Problemsolving. In: Sternberg, R.J. (Hrsg.): Thinking and problem solving. San Diego: Academic Press (1994), S. 333-367.
- Eucker, Johannes: Mit den Händen denken. Der Balancier zwischen Phantasie und Technik. In: Die Grundschulzeitschrift. Sammelband Ästhetische Erziehung II.: (1997), S. 107-112.
- Feigenbaum, Peter: Private Speech: Cornerstone of Vygotsky's Theory of the Development of Higher Psychological Processes. In: Robbins, D.; Stetsenko A. (Hrsg.): Voices Within Vygatsky's Non Classical Psychology : Past, Present, Future. New York: Nova Science Publishers Inc (2002), S. S. 161-174.
- Filippini, Tiziane: Hundert Sprachen hat das Kind. Das Mögliche erzählen. Kinderprojekte der städtischen Krippen und Kindergärten von Reggio Emilia. Neuweid: Luchterhand (2002).
- Flick, Uwe: Qualitative Sozialforschung. Eine Einführung. Hamburg: Rowohlt (2010).
- Forster, Edward M.: Aspects of the novel and related writings. ((1. Publ. 1928)). London: Arnold (1974).
- Frankel, Lois; Racine, Martin: The Complex Field of Research. For Design, through Design, and about Design. Montreal: Design Research Society (2010).
- Frei, Godi: Werken im Sandwich. Eingeklemmt, gehalten, versteckt und verkannt zwischen Kunst und Technik. In: Werkspuren 02: (2004), S. 20-22.
- Freitag-Schubert, Cornelia: Kunst ist schön, macht aber viel Arbeit. In: Lutz-Sterzenbach, B.; Kirschenmann J. (Hrsg.): Zeichnen als Erkenntnis München: Kopaed (2014), S. S. 377-397.
- Funke, Joachim: Problemlösendes Denken. Stuttgart: Kohlhammer (2003).
- Funke, Joachim: Denken und Problemlösen. Göttingen: Hogrefe (2006).
- Funke, Joachim: Problemlösen. Wenn nur alles so einfach wäre. In: Psychologie heute 11: (2007), S. 60 -64.

- Funke, Joachim: Problemlösen. Grundlegende Konzepte. In: Betsch, T.; Funke J.; et al. (Hrsg.): Denken, Urteilen, Entscheiden, Problemlösen. Berlin: Springer (2011), S. 137-159.
- Funke, Joachim: Einfaches und Komplexes Problemlösen. Fribourg: Psychologisches Institut der Universität Fribourg (2012).
- Gaus-Hegner, Elisabeth: Architektur von Vorschulkindern Entwicklung der Raumvorstellung im dreidimensionalen Gestalten. Nachdiplomstudium Fachdidaktik Kunst und Gestaltung. Universität Bern (2004).
- Gentner, Dedre; Gentner, Donald: Flowing Water or Teeming Crowds. Mental Models of Electricity. In: Gentner, D.; Stevens A.L. (Hrsg.): Mental models. Hillsdale, New Jersey: Erlbaum (1983), S. 99-129.
- Gfüllner, Johannes: Vom Werkstück zur selbstbestimmten Lebensgestaltung. Werken und Persönlichkeitseentwicklung. In: Werkspuren 01: (2010), S. 52-53.
- Goel, Vinod: Ill-structured Representations for Ill-structured Problems. Fourteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society. (1992).
- Goel, Vinod: Sketches of thought. Cambridge, Mass.: MIT Press (1995).
- Goldschmidt, Gabriela: The Backtalk of Self-Generated Sketches. In: Design Issues 19: (2003), S. 72-88.
- Goldschmidt, Gabriela: The design thinking approach of three different groups of designers based on self-reports. In: Design Studies 34: (2013), S. 454-471.
- Gonon, Philipp: Beleben, bilden, erfreuen. In: Werkspuren 03 3/2013: (2013), S. 19-22.
- Goswami, Usha: So denken Kinder Einführung in die Psychologie der kognitiven Entwicklung. Bern: Huber (2001).
- Gräsel, Cornelia: Problemorientiertes Lernen Strategieanwendung und Gestaltungsmöglichkeiten. Göttingen: Hogrefe (1997).
- Greca, Ileana; Moreira, Marco A.: The kinds of mental representations-models, propositions and images-used by college physics students regarding the concept of field. In: International Journal of Science Education 19: (1997), S. 711-724.
- Greiff, Samuel: Individualdiagnostik komplexer Problemlösefähigkeit. Münster: Waxmann (2012).
- Gruber, Hans: Wissen und Denken Beiträge aus Problemlösepsychologie und Wissenspsychologie. Wiesbaden: Dt. Universitäts-Verlag (1999).
- Gudjons, Herbert: Handlungsorientiert lehren und lernen Schüleraktivierung, Selbsttätigkeit, Projektarbeit. (8. Aufl.). Bad Heilbrunn: Klinkhardt (2014).
- Halford, Graeme S.: Children's understanding the development of mental models. Hillsdale, N.J. [etc.]: Erlbaum (1993).
- Hambrick, David Z.; Engle, Randall W.: The Role of Working Memory in Problem Solving. In: Davidson, J.E.; Sternberg R.J. (Hrsg.): The Psychology of Problem Solving. New York: Cambridge University Press (2003), S. 176-206.
- Hartinger, Andreas: Anspruchsvolles Lernen durch Interessenförderung. In: Götz, M.; Jung J. (Hrsg.): Anspruchsvolles Lernen in der Grundschule. Berlin: LIT Verlag (2008), S. 7-28.
- Hartinger, Andreas; Lohrmann, Katrin: Lernemotionen, Lernmotivation und Interesse. In: Einsiedler, W.; Götz M.; et al. (Hrsg.): Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik. Bad Heilbrunn: Klinkhardt (2011), S. 261-265.
- Hasenhütl, Gert: Zeichnerisches Wissen. In: Gethmann, D.; Hauser S. (Hrsg.): Kulturtechnik entwerfen Praktiken, Konzepte und Medien in Architektur und Design Science. Bielefeld: transcript (2009), S. 241-358.

- Hasselhorn, Marcus: Lernen im Altersbereich zwischen 4 und 8 Jahren. Individuelle Voraussetzungen, Entwicklung, Diagnostik und Förderung. In: Guldemann, T. (Hrsg.): Bildung 4- bis 8-jähriger Kinder. Münster: Waxmann (2005), S. 77-87.
- Heckhausen, Jutta: Motivation und Handeln. (4. Aufl.). Berlin: Springer (2010).
- Heckhausen, Jutta; Heckhausen, Heinz: Motivation und Handeln. In: Heckhausen, H. (Hrsg.): Motivation und Handeln. (4. Aufl.). Berlin: Springer (2010), S. 285-539.
- Hegedüs, Gabor: Basteln und Konstruieren mit Luft und Wasser. In: Sándor, A.; Tünde B.; et al. (Hrsg.): Natur und Technik in frühen Bildungsprozessen. Baltmannsweiler: Schneider (2010), S. 45-61.
- Heitzmann, Anni: Projekt exreTu. Expliziter, reflektierter Technikunterricht. In: Werkspuren 02: (2013), S. 24-27.
- Heitzmann, Anni; Rieder, Christine: Technikverständnis und Technikkompetenzen fördern-ein zusätzlicher Auftrag für die Schulen? In: Werkspuren 03: (2010), S. 52-53.
- Hergert, Rolf; Mätzler Binder, Regine; et al.: Ebenen und Dimensionen der gestalterischen Auseinandersetzung. In: Gaus-Hegner, E. (Hrsg.): Technisches und Textiles Gestalten Fachdiskurs um Kernkompetenzen. Zürich: Pestalozzianum (2005), S. 138-148.
- Heufler, Gerhard: Design basics. Von der Idee zum Produkt. Sulgen: Niggli (2012).
- Ho, Chun-Heng: Some Phenomena of Problem Decomposition Strategy for Design thinking. Differences between Novices and Experts. In: Design Studies 22: (2001), S. 27-45.
- Hohnsträter, Dirk: Die Attraktivität des Handwerklichen für die Konsumkritik und die Paradoxien seiner Absorption. In: Breuer, G.; Ax C. (Hrsg.): Seriell-individuell Handwerkliches im Design. Weimar: VDG (2014), S. 239-247.
- Holyoak, Keith James: Problem-solving. In: Osherson, D.N. (Hrsg.): An invitation to cognitive science. Cambridge, Mass.: MIT Press (1990), S. 267-296.
- Homberger, Ursula: Aesthetic Literacy. Referenzrahmen für Gestaltung und Kunst. In: Werkspuren 03: (2007), S. 18-23.
- Homberger, Ursula; Meier, Urs: Referenzrahmen für Gestaltung und Kunst. Zürich: Pädagogische Hochschule Zürich (2007).
- Hope, Gill: Beyond their Capability. Drawing, Designing and the young Child. In: The Journal of Design and Technology 5: (2000), S. 106-114.
- Hopf, Caroline: Die experimentelle Pädagogik. Empirische Erziehungswissenschaft in Deutschland am Anfang des 20. Jahrhunderts. Bad Heilbrunn: Klinkhardt (2004).
- Höpken, Gerd: Standards für eine allgemeine technische Bildung Inhalte technischer Bildung content for the study of technology. Villingen-Schwenningen: Neckar (2003).
- Huhn, Norbert; Dittrich, Gisela; et al.: Videografieren als Beobachtungsmethode in der Sozialforschung. In: Heinzel, F. (Hrsg.): Methoden der Kindheitsforschung: ein Überblick über Forschungszugänge zur kindlichen Perspektive. München: Juventa (2000), S. 185-202.
- Hussy, Walter: Denken und Problemlösen. (2. Aufl.). Stuttgart: Kohlhammer (1998).
- Janich, Peter: Handwerker und Mundwerker. In: Wehr, M. (Hrsg.): Die Hand Werkzeug des Geistes. Heidelberg: Spektrum (2005), S. 271-292.
- Janich, Peter: Handwerk und Mundwerk über das Herstellen von Wissen. München: C.H. Beck (2015).
- Jonas, Wolfgang: "Design Thinking" als "General Problem Solver"-der grosse Bluff? In: Öffnungszeiten-Papiere zur Designwissenschaft 26: (2012), S. 68-77.
- Jonassen, David H.: Toward a Design Theory of Problem Solving. In: Educational Technology Research and Development 48: (2000), S. 63-85.
- Jonassen, David H.: Learning to solve problems a handbook for designing problem-solving learning environments. New York: Routledge (2011).

- Jones, J. Christopher: Conference on Design Methods papers presented at the Conference on Systematic and Intuitive Methods in Engineering, Industrial Design, Architecture and Communications, London, Sept. 1962. Oxford: Pergamon Press (1963).
- Kaeser, Eduard: Der Körper im Zeitalter seiner Entbehrlichkeit Anthropologie in einer Welt der Geräte. Essays. Wien: Passagen (2008).
- Kaeser, Eduard: Kopf und Hand von der Unteilbarkeit des Menschen. Waltrop: Manuscriptum (2011).
- Kälberer, Günther; Hüttenmeister, Hilleke: Bauen, konstruieren, montieren. Leipzig: Klett (2002).
- Kalogerakis, Katharina: Innovative Analogien in der Praxis der Produktentwicklung. Wiesbaden: Gabler (2010).
- Karmiloff-Smith, Annette: Micro- and Macrodevelopmental Changes in Language Acquisition and other Representational Systems. In: Cognitive Science: (1979), S. 91-117.
- Karmiloff-Smith, Annette; Lee, Kang: The Development of External Symbol Systems. The Child as a Notator. In: Gelman, R. (Hrsg.): Perceptual and cognitive development. Handbook of perception and cognition. San Diego, California: Academic Press (1996), S. 185-212.
- Käser, Andreas; Stuber, Thomas: Technik und Design im LP 21 In: Werkspuren 2/2015; Räder in Bewegung 2/2015: (2015), S. S. 29-33.
- Kauke, Marion: Spielintelligenz spielend lernen-spielen lehren? Heidelberg: Spektrum (1992).
- Kavakli, Maolya; Masaki, Suwa; et al.: Sketching interpretation in novice and expert designers. In: Gero, J.; Tversky B. (Hrsg.): Visual and Spatial Reasoning in Design. Sydney: University of Sydney (1999), S. 209-220.
- Kim, Jieun; Ryu, Hokoyoung: A Design Thinking Rationality Framework. Framing and Solving Design Problems in Early Concept Generation. In: Human-Computer Interaction 29: (2014), S. 516-553.
- Kimbell, Richard; Stables, Kay: Researching design learning issues and findings from two decades of research and development. Dordrecht: Springer (2008).
- Kirchner, Constanze: Kinder und Kunst der Gegenwart. Zur Erfahrung mit zeitgenössischer Kunst in der Grundschule. (2. Aufl.). Seelze: Kallmeyer (2001).
- Kirchner, Constanze: Identitätsbildung durch Sammeln, Ordnen, Bauen, Basteln, Konstruieren. In: Gaus, E. (Hrsg.): Technisches und Textiles Gestalten. Fachdiskurs um Kernkompetenzen. Zürich: Pestalozzianum (2005), S. 32-49.
- Kirchner, Constanze; Miller, Monika: Neue Forschungsperspektiven auf die Entwicklung und Förderung der Bildsprache. In: Schulz, F. (Hrsg.): U20-Kindheit Jugend Bildsprache. München: Kopaed (2013), S. 332-344.
- Klahr, David: Solving Problems with Ambiguous Subgoals. Ordering: Preeschooler's Performance. In: Child Development 56: (1985), S. 940-952.
- Klauser, Fritz: Problem-based learning. Ein curricularer und didaktisch-methodischer Ansatz zur innovativen Gestaltung der kaufmännischen Ausbildung. In: Zeitschrift Fur Erziehungswissenschaft 1: (1998), S. 273-293.
- Klieme, Eckhard: Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards-eine Expertise. Bonn: BMBF (2007).
- Klößner, Karl: Werken und plastisches Gestalten. (2. Aufl./1. Aufl. 1957). Berlin: Rembrandt (1961).
- Knoblauch, Hubert; Schnettler, Bernt: Videographie. Erhebung und Analyse qualitativer Videodaten. In: Buber, R. (Hrsg.): Qualitative Marktforschung Konzepte-Methoden-Analysen. (2. Aufl.). Wiesbaden: Gabler (2008), S. 583-599.
- Köhnlein, Walter: Sachunterricht und Bildung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt (2012).

- Kolodner, Janet L.: Problem-Based Learning Meets Case-Based Reasoning in the Middle-School Science Classroom. Putting Learning by Design Into Practice. In: Journal of the Learning Sciences Volume 12: (2003), S. 495-547.
- Kotovskiy, Kenneth: Fixation or inspiration? A meta-analytic review of the role of examples on design processes. In: Design Studies 39: (2015), S. 70-99.
- Kotovskiy, Laura; Baillargeon, Rene: The development of calibration-based reasoning about collision events in young infants. In: Cognition 67: (1998), S. 311-351.
- Kränzl-Nagl, Renate; Wilk, Liselotte: Möglichkeiten und Grenzen standardisierter Befragungen unter besonderer Berücksichtigung der Faktoren soziale und personale Wünschbarkeit. In: Heinzl, F. (Hrsg.): Methoden der Kindheitsforschung: ein Überblick über Forschungszugänge zur kindlichen Perspektive. München: Juventa (2000), S. 59-75.
- Krieg, Elsbeth: Lernen von Reggio. Theorie und Praxis der Reggio-Pädagogik im Kindergarten. (2. Aufl.). Lage: Jacobs (2004).
- Krippendorff, Klaus: Die semantische Wende eine neue Grundlage für Design. ((Originalausgabe erschienen unter: The semantic turn. A new foundation for design. New York. 2006)). Basel: Birkhäuser (2013).
- Kunde, Wolfgang: Collagieren als Erkenntnisprozess. Didaktische Analyse eines ästhetischen Verfahrens-mit einem Exkurs über Basteln. In: Hartwig, H. (Hrsg.): Sehen lernen-Kritik und Weiterarbeit am Konzept, Visuelle Kommunikation. Köln: DuMont Schauberg (1982), S. 273-311.
- Kuni, Verena: Gib mir fünf. Begriffe zu Handwerk, Design und DIY. In: Breuer, G.; Ax C. (Hrsg.): Seriell-individuell Handwerkliches im Design. Weimar: VDG (2014), S. 109-121.
- Kunz, Ruth: Scribbling Notions. Pilotstudie zu bildnerischen Prozessen in der frühen Kindheit. In: PH Akzente 3: (2004), S. 23-27.
- Lawson, Bryan: How designers think the design process demystified. (4. Aufl./1. Aufl. 1980). Amsterdam: Elsevier (2006).
- Lee, Chien-Sing; Kolodner, Janet L.: Scaffolding Students' Development of Creative Design Skills. A Curriculum Reference Model. In: Educational Technology & Society 14: (2011), S. 3-15.
- Lee, Kerensa; Metzger, Roland K.: GMGM-Gleiches Material in grosser Menge. In: Sowa, H. (Hrsg.): Bildung der Imagination. Oberhausen: ATHENA-Verlag (2014), S. 545-553.
- Lehrplan-Arbeitsgruppe Technisches Gestalten, Innerschweizer Erziehungsdirektorenkonferenz IEDK: Lehrplan Werken für das 1.-9. Schuljahr. (Ausgabe Kanton Solothurn). (2004).
- Lévi-Strauss, Claude: Das wilde Denken. (16. Aufl./1. Aufl. 1968). Frankfurt a.M.: Suhrkamp (2013).
- Liebau, Eckart: Ästhetische Bildung. Eine systematische Annäherung. In: Zeitschrift Fur Erziehungswissenschaft 16: (2013), S. 27-41.
- Lugt-Tappeser, Hiltrud; Schneider, Klaus: Ängstlichkeit und das Erkunden eines neuen Objektes bei Vorschulkindern. In: Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie 19: (1987), S. 300-313.
- Malaka, Ruth: Mediale Vorlieben von Jungen und Mädchen. Münster: LIT-Verlag (2009).
- Mandl, Heinz; Krause, Ulrike-Marie: Lernkompetenz für die Wissensgesellschaft. In: Bildungsplanung, B.-L.f. (Hrsg.): Beiträge des OECD/CERI-Regionalseminars für deutschsprachige Länder. Innsbruck: (2001), S. 239-266.
- Mandl, Heinz; Reinmann, Gabi: Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In: Krapp, A. (Hrsg.): Pädagogische Psychologie ein Lehrbuch. (5. Aufl.). Weinheim: Beltz (2006), S. 613-656.

- Mareis, Claudia: Designforschung. Neue Zugänge zur Wissensproduktion im Design. In: Caduff, C.; Siegenthaler F.; et al. (Hrsg.): Kunst und künstlerische Forschung. Zürich: Scheidegger & Spiess (2010a), S. 98-107.
- Mareis, Claudia: Experimente zu einer Theorie der Praxis. Historische Etappen der Designforschung in der Nachfolge des Bauhauses. In: kunsttexte.de 1: (2010b), S. 1-14.
- Mareis, Claudia: Wissenskulturen im Design. Zwischen systematisiertem Entwurf und reflektierter Praxis. In: Moebius, S. (Hrsg.): Das Design der Gesellschaft zur Kultursoziologie des Designs. Bielefeld: Transcript (2012), S. 183-204.
- Mareis, Claudia: Theorien des Designs zur Einführung. Hamburg: Junius (2014).
- Marti, Els; Bühler, Caroline; et al.: Wann ist ein Schiff ein Schiff? Dreidimensionales funktionales Gestalten mit vier- bis achtjährigen Kindern. Bern: Schulverlag plus (2010).
- Mayer, Richard E.: Expert Problem Solving. Thinking as Influenced by Experience. In: Mayer, R. (Hrsg.): Thinking, problem solving, cognition. (2. Aufl.). New York: Freeman (1992), S. 387-414.
- Mayring, Philipp: Die Praxis der Qualitativen Inhaltsanalyse. (2. Aufl.). Weinheim: Beltz (2008).
- Mayring, Philipp: Qualitative Inhaltsanalyse Grundlagen und Techniken. (11. Aufl.). Weinheim: Beltz (2010).
- McCarthy, John: The inversion of functions defined by turing machines. In: Shannon, G.E.; McCarthy J. (Hrsg.): Automata studies. Annals of mathematics studies. Princeton: University Press (1956), S. 177-181.
- McCormick, Robert: Design Aspects. In: De Vries, M. (Hrsg.): Analyzing best practices in technology education. Rotterdam: Sense (2007), S. 169-177.
- Mollenhauer, Klaus: Umwege. Über Bildung, Kunst und Interaktion. Weinheim: Juventa (1986).
- Mollenhauer, Klaus: Grundfragen ästhetischer Bildung. Theoretische und empirische Befunde zur ästhetischen Erfahrung von Kindern. Weinheim: Juventa (1996).
- Mollenhauer, Klaus: Vergessene Zusammenhänge über Kultur und Erziehung. (7. Aufl./1. Aufl. 1983). Weinheim: Juventa (2008).
- Müller, Dagmar: Werkunterricht. Lizentiatsarbeit. Freiburg: Universität Freiburg (1996).
- Müller, Dagmar: Die wissenschaftliche Betrachtung eines handlungsorientierten Unterrichtsfachs Werkunterricht. In: Werkspuren 3: (1997), S. 29-52.
- Ness, Daniel; Farenga, Stephen J.: Knowledge under construction the importance of play in developing children's spatial and geometric thinking. Lanham, Md.: Rowman & Littlefield (2007).
- Neumann, Werner: Werken und Bildung eine Studie zur pädagogischen Bedeutung der Werkarbeit. Bad Heilbrunn/Obb.: J. Klinkhardt (1986).
- Newman, Damien: The Squiggle of Design. Available at: <http://cargocollective.com/central/The-Design-Squiggle>. / 11. 10. 2015.
- Oerter, Rolf; Montada, Leo: Entwicklungspsychologie ein Lehrbuch. (5. Aufl.). Weinheim: Beltz Psychologie-Verl.-Union (2002).
- Oswald, Hans: Was heißt qualitativ Forschen? Warnungen, Fehlerquellen, Möglichkeiten. In: Friebertshäuser, B.; Langer A.; et al. (Hrsg.): Handbuch Qualitative Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft. (3. Aufl.). Weinheim: Juventa (2010), S. 183-201.
- Otto, Gunter: Werkerziehung in technischer Wirklichkeit. In: Sellin, H. (Hrsg.): Beiträge zur Didaktik der technischen Bildung. Weinheim: Beltz (1970), S. 22-35.

- Peez, Georg: Handbuch Fallforschung in der Ästhetischen Bildung. Kunstpädagogik Qualitative Empirie für Studium, Praktikum, Referendariat und Unterricht. Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren (2007).
- Pretz, Jean E.; Naples, Adam J.; et al.: Recognizing, Defining, and Representing Problems. In: Davidson, J.E.; Sternberg R.J. (Hrsg.): The Psychology of Problem Solving. New York: Cambridge University Press (2003), S. 3-30.
- Purcell, Terry; Gero, John: Drawings and the design process: A review of protocol studies in design and other disciplines and related research in cognitive psychology. In: Design Studies 19: (1998), S. 389-430.
- Purcell, Terry; Gero, John: Design and other types of fixation. In: Design Studies 17: (1996), S. 363-383.
- Reifel, Stuart; Marks Greenfield, Patricia: Structural Development in a Symbolic Medium. The Representatioal Use of Block Constructions. In: Forman, G.E. (Hrsg.): Action and Thought. From Sensorimotor Schemes to Symbolic Operations. London: Academic Press (1982), S. 203-233.
- Reusser, Kurt: Problemorientiertes Lernen-Tiefenstruktur, Gestaltungsformen und Wirkung. In: Beiträge zur Lehrerbildung 2: (2005), S. 161-182.
- Reuter, Oliver M.: Experimentieren ästhetisches Verhalten von Grundschulkindern. München: Kopaed (2007).
- Reuter, Oliver M.: Videografie in der ästhetischen Bildungsforschung. München: Kopaed (2012).
- Reuter, Oliver M.: Konsequenzen für ästhetische Bildung empirische Studien und ihre Folgen für den Unterricht. München: Kopaed (2013).
- Rheinberg, Falko: Motivation. Stuttgart: Kohlhammer (2012).
- Rittel, Horst W. J.: Planen-Entwerfen-Design ausgewählte Schriften zu Theorie und Methodik. Stuttgart: Kohlhammer (1992).
- Rittel, Horst W. J.: Thinking design Transdisziplinäre Konzepte für Planer und Entwerfer. Basel: Birkhäuser (2013).
- Rittel, Horst W.J.; Webber, Melvin M.: Dilemmas in einer Allgemeinen Theorie der Planung (1973). In: Edelman, K.T.; Terstiege G. (Hrsg.): Gestaltung denken. Grundlagentexte zu Design und Architektur. Basel: Birkhäuser (1992), S. 275-282.
- Romero-Tejedor, Felicidad; Boom, Holger van den: Positionen zur Designwissenschaft. Kassel: Kassel University Press (2010).
- Ropohl, Günter: Allgemeine Technologie eine Systemtheorie der Technik. (2. Aufl.). München: Hanser (1999).
- Roth, Wolff-Michael; Bowen, Michael: Knowing and interaction: A Study of Culture, Practices, and Recources in a Grade 8 Open-Inquiry Science Classroom Guided by a Cognitive Apprenticeship Metaphor. In: Cognition and Instruction 13: (1995), S. 73-128.
- Sachs, Burkhard: Ansatzes allgemeiner technischer Bildung in Deutschland. Fachdidaktik. Allgemeine Probleme. In: Zeitschrift für Technik im Unterricht: (1992), S. 5-14.
- Sachs, Burkhard: Zur musisch-kunsterzieherischen Zwischenphase der Fachentwicklung vom Werken zum Technikunterricht. In: Zeitschrift für Technik im Unterricht 21: (1996), S. 15-21.
- Sachs, Burkhard: Technikunterricht. Bedingungen und Perspektiven. In: Zeitschrift für Technik im Unterricht 26: (2001), S. 5-12.
- Saxe, R.; Carey, S.: The perception of causality in infancy. In: Acta Psychologica 123: (2006), S. 144-165.

- Schäfer, Gerd E.: Universen des Bastlens-Gebastelte Universen. In: Schäfer, G.; Duncker L.; et al. (Hrsg.): Kindliche Phantasie und ästhetische Erfahrung. Langenau-Ulm: Armin Vaas (1993), S. 136-161.
- Schäfer, Gerd E.; von der Beek, Angelika: Didaktik in der frühen Kindheit. Von Reggio lernen und weiterdenken. Weimar: Verlag Das Netz (2013).
- Schenk-Danzinger, Lotte: Entwicklung, Sozialisation, Erziehung. (Versch. Aufl./1. Aufl. 1984-88). Stuttgart: Klett-Cotta (1996).
- Schlagenhauf, Wilfried: Technikdidaktik und Technikwissenschaft. Überlegungen zu einer fachlichen Bezugsdisziplin der Technikdidaktik. Teil 1. In: Zeitschrift für Technik im Unterricht 26: (2000), S. 16-20.
- Schmayl, Winfried: Vom Aufbau und von den Inhalten des Technikunterrichts. Die Inhaltlichkeit des Technikunterrichts. Teil 2. In: Zeitschrift für Technik im Unterricht 28: (2003), S. 7-15.
- Schmayl, Winfried: Kompetenz oder Bildung? Die Leitidee des Technikunterrichts im Umbruch der Schulpolitik. In: Zeitschrift für Technik im Unterricht 32: (2007), S. 5-17.
- Schmayl, Winfried: Didaktik allgemeinbildenden Technikunterrichts. (2. Aufl.). Baltmannsweiler: Schneider (2013).
- Scholz, Gerold: Die Konstruktion des Kindes über Kinder und Kindheit. Opladen: Westdeutscher Verlag (1994).
- Schön, Donald Alan: The reflective practitioner how professionals think in action. (5. Aufl.). New York: Basic Books (1983).
- Schuster, Martin: Psychologie der Kinderzeichnung. (3. Aufl.). Göttingen: Hogrefe (2000).
- Seelinger, Anette: Ästhetische Konstellationen neue Medien, Kunst und Bildung. München: Kopaed (2003).
- Seidel, Christa: Leitlinien zur Interpretation der Kinderzeichnung. Lienz i. Ostt.: Journal Verlag (2007).
- Sellin, Hartmut: Beiträge zur Didaktik der technischen Bildung. Weinheim: Beltz (1970).
- Sennett, Richard: Handwerk. (4. Aufl./Originalausgabe erschienen unter dem Titel: The craftsman 2008). Berlin: Berliner Taschenbuch Verlag (2009).
- Sidawi, Mai M.: Teaching science through designing technology. In: International Journal of Technology and Design Education 19: (2009), S. 269-287.
- Siegler, Robert S.: Das Denken von Kindern. (3. Aufl./Originalausgabe erschienen unter dem Titel: Children's Thinking. What develops? 1977). München: Oldenbourg (2001).
- Sigrist, Petra: Die Anfänge. Interview mit Albert Wartenweiler und Verena Gloor. In: Werkspuren 2/97: (1997), S. 77-79.
- Simon, Herbert A.: Structure of Ill Structured Problems. In: Artificial Intelligence 4: (1973), S. 181-201.
- Simon, Herbert A.: Die Wissenschaften vom Künstlichen. (2. Aufl.). Wien: Springer (1994).
- Slusarek, Michael: Neugier und Problemlösen zum Einfluss motivationaler Faktoren auf kognitive Fertigkeiten bei Vorschulkindern. Münster: Waxmann (1995).
- Smith, Mike U.: A View from Biology. In: Society, A.E.R.A.I.C.S. (Hrsg.): Toward a unified theory of problem solving views from the content domains. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers (1991), S. 1-19.
- Sodian, Beate: Theory of Mind. The Case for Conceptual Development. In: Schneider, W. (Hrsg.): Young children's cognitive development interrelationships among executive functioning, working memory, verbal ability, and theory of mind. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates (2005), S. 95-130.

- Staudte, Adelheid: Finden und Erfinden-didaktisches Plädoyer für das Basteln. In: Die Grundschulzeitschrift. Sammelband Ästhetische Erziehung II: (1997), S. 113-116.
- Steiner, Evelyn: Baukastensysteme in Architektur, Kunst, Möbeldesign und Bauspielen. In: Werkspuren 01: (2011), S. 6-11.
- Stettler, Andreas: Untersuchungen zur Selbstwirksamkeit im Technischen Gestalten. In: Werkspuren 02: (2009), S. 52-53.
- Stettler, Andreas: Selbstkonzept und kreativer Prozess. In: 4bis8. Fachzeitschrift für Kindergarten und Unterstufe: (2011), S. 25-27.
- Tarr, Patricia: Aesthetic Codes in Early Childhood Classrooms: What Art Educators Can Learn from Reggio Emilia. In: Art Education 54: (2001), S. 33-39.
- Theuerkauf, Walter E.: Prozessorientierte technische Bildung ein transdisziplinäres Konzept. Frankfurt am Main: Peter Lang (2013).
- Tramm, Tade: Die Überwindung des Dualismus von Denken und Handeln als Leitidee einer handlungsorientierten Didaktik. In: Wirtschaft und Erziehung: (1994), S. 39-48.
- Tudge, Jonathan R. H.: Processes and Consequences of Peer Collaboration. A Vygotskian Analysis. In: Child Development 63: (1992), S. 1364-1379.
- Uhlig, Bettina: Imagination und Imaginationsfähigkeit in der frühen Kindheit. In: Sowa, H. (Hrsg.): Bildung der Imagination. Oberhausen: Athena (2012), S. 114-129.
- Uhlig, Bettina: Zeichnenwollen und Zeichnenkönnen. Zeichendidaktische Notate. In: Lutz-Sterzenbach, B.; Kirschenmann J. (Hrsg.): Zeichnen als Erkenntnis. Beiträge aus Kunst, Kunstwissenschaft und Kunstpädagogik. München: Kopead (2014), S. 421-451.
- Visser, Willemien: More or less following a plan during design. Opportunistic deviations in specification. In: International Journal of Man-Machine Studies 33: (1990), S. 247-278.
- Vosniadou, Stella; Skopeliti, Irini: Conceptual Change from the Framework Theory Side of the Fence. In: Science & Education 23: (2014), S. 1427-1445.
- Waldis Weber, Monika; Gautschi, Peter; et al.: Die Erfassung von Sichtstrukturen und Qualitätsmerkmalen im Geschichtsunterricht. Methodologische Überlegungen am Beispiel der Videostudie «Geschichte und Politik im Unterricht. In: Günther-Arndt, H.; Sauer M. (Hrsg.): Geschichtsdidaktik empirisch. Untersuchungen zum historischen Denken und Lernen. Berlin: Lit (2006), S. 155-188.
- Wannack, Evelyne: Kindergarten und Grundschule zwischen Annäherung und Abgrenzung. Münster: Waxmann (2004).
- Weber, Agnes: Problem-Based-Learning. Ansatz zur Verknüpfung von Theorie und Praxis. In: Beiträge zur Lehrerbildung 23: (2005), S. 94-104.
- Weber, Karolin: Werkweiser 1 für technisches und textiles Gestalten. Handbuch für Lehrkräfte Kindergarten bis 2. Schuljahr. Bern: blmv (2001).
- Weber, Susanne Maria: Change by Design!? Wissenskulturen des ‚Design‘ und organisationale Strategien der Gestaltung. In: Weber, S.; Göhlich M.; et al. (Hrsg.): Organisation und das Neue. Beiträge der Kommission Organisationspädagogik. Wiesbaden: Springer (2014), S. 27-48.
- Wessels, Bodo: Die Werkerziehung. (2. Aufl.). Bad Heilbrunn: Klinkhardt (1969).
- Wessels, Bodo: Über die Zukunft des sogenannten 'Musisch-Technischen'. In: Sellin, H. (Hrsg.): Beiträge zur Didaktik der technischen Bildung. Weinheim: Beltz (1970), S. 71-88.
- Wiesmüller, Christian: Die Ästhetik in der Perspektive technischer Bildung. In: Zeitschrift für Technik im Unterricht 33: (2008), S. 5-10.

- Wild, Elke; Hofer, Manfred; et al.: Psychologie des Lernens. In: Krapp, A. (Hrsg.): Pädagogische Psychologie ein Lehrbuch. (5. Aufl.). Weinheim: Beltz (2006), S. 203-267.
- Wilkening, Fritz: Zur Aesthetischen Dimension von Technik und Technikunterricht. In: Zeitschrift für Technik im Unterricht 28: (2004), S. 5-6.
- Williams, P. John: The Future of Technology Education. Singapore: Springer (2015).
- Wyss, Barbara: Fördern Gestaltungsprozesse das Problemlöseverhalten? Forschungsprojekt zu den gestalterisch-konstruktiven Kompetenzen von Sechs- bis Achtjährigen. In: Schulz, F. (Hrsg.): U20-Kindheit Jugend Bildsprache. München: Kopaed (2013), S. 361-367.
- Yilmaz, Seda; Daly, Shanna; et al.: How do designers generate new ideas? Design heuristics across two disciplines. In: Design Science 1: (2015), S. 1-29.
- Zeh, Nicolas: Erfolgsfaktor Produktdesign. Köln: Fördergesellschaft CBS (2010).
- Zimmerman, Barry J.; Campillo, Magda: Motivating Self-Regulated Problem Solvers. In: Davidson, J.E.; Sternberg R.J. (Hrsg.): The Psychology of Problem Solving. New York: Cambridge University Press (2003), S. 233-262.
- Zumbach, Jörg: Problembasiertes Lernen. Münster: Waxmann (2003).

Anhang