

# Modell zur Beschreibung der kreativen Prozesse im Design unter Berücksichtigung der ingenieurtechnischen Semantik

Ein Beitrag zur Förderung der interdisziplinären  
Kooperation zwischen Designern und Ingenieuren

Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades  
Dr. phil. (Designwissenschaften)

Fachbereich 4 „Gestaltung und Kunsterziehung“ der Universität Duisburg-Essen

vorgelegt von  
Dipl.-Ing. BA Sascha Peters  
aus Simmerath

Referent: Univ.-Prof. Dr. Ralph Bruder  
Korreferentin: Univ.-Prof. Dr. Cordula Meier

Tag der mündlichen Prüfung: 29. Juli 2004

## Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand neben meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter des Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT in Aachen als externe Arbeit an der Universität Duisburg-Essen.

Herrn Univ.-Prof. Ralph Bruder, dem Leiter des Instituts für Ergonomie und Designforschung der Universität Duisburg-Essen und Gründungspräsident der Designschool Zollverein, bin ich für seine fachliche Unterstützung und in jeder Hinsicht großzügige Förderung zu besonderem Dank verpflichtet. Darüber hinaus möchte ich Frau Univ.-Prof. Cordula Meier für die Co-Betreuung der Dissertation danken. Durch ihre Hinweise konnte die wissenschaftliche Qualität der vorliegenden Arbeit erheblich gesteigert werden.

Den vielen aktiven und ehemaligen Kolleginnen und Kollegen danke ich für die stets hilfsbereite und freundschaftliche Zusammenarbeit, ohne die das Erstellen dieser Dissertation nicht möglich gewesen wäre. Christian Wagner und Christoph Ader garantierten mir stets eine kreative und innovationsfreundliche Büro- und Arbeitsatmosphäre. Mein besonderer Dank gilt dem Doktorandenkolloquium der designrelevanten Fachbereiche der Universitäten Essen und Wuppertal, in dem ich meine Ideen vorbringen konnte und einige inhaltlich sehr interessante Anregungen erhielt. Anna-Maria Wiede und Daniel Windheuser unterzogen mein Manuskript einer kritischen, bisweilen akribischen Prüfung. Michael Lammel, Alex Freese, Bernd Heidemann, Christian Heßling, Michael Kirsch, Myriam Scheelen, Fabian Seibert und den Studenten der Fachhochschule Osnabrück danke ich für die Bereitstellung notwendiger Informationen. Mit diesen konnte ich meine Theorie in die Praxis umsetzen. Vor allem Boris Gebhardt trug durch seinen unermüdlchen Einsatz wesentlich zum Gelingen der Arbeit bei.

Ganz besonders danke ich Anna. Ihre liebevolle Unterstützung und Geduld waren wesentliche Voraussetzungen für das Entstehen dieser Arbeit. Mit ihrer Nachsicht und ihrem Verständnis schaffte sie die notwendigen zeitlichen Freiräume.

Bremen, im September 2004



»Die Entwicklung von Sprache und Schrift, von Kultur, Wissenschaft und Technik haben die biologisch ausgebildeten Formen der Informationsspeicherung beansprucht, sie aber auch neuen Aufgaben bei der Gestaltung von Sozialbeziehungen und der kooperativen Tätigkeit dienstbar gemacht und wahrscheinlich auch vervollkommnet bezüglich ihrer Spezifik zur Erfüllung damit verbundener Anforderungen. Jedenfalls ist die Funktionsweise des menschlichen Gedächtnisses in diesem Prozess eine wesentliche Voraussetzung geistiger, insbesondere intellektueller Leistungsfähigkeit des heutigen Menschen geworden.« /KLI84, S.9/

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. EINLEITUNG</b>	<b>8</b>
1.1 Ausgangssituation und Problemstellung	8
1.2 Zielsetzungen	11
1.3 Forschungsstrategie und Aufbau	12
<b>2. KENNZEICHNUNG DER AKTUELLEN SITUATION UND ABGRENZUNG DES UNTERSUCHUNGSBEREICHES</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Analyse zur Kommunikationsproblematik zwischen Designern und Ingenieuren</b>	<b>14</b>
2.1.1 Wissensvermittlung als Ergebnis menschlicher Kommunikation	14
2.1.2 Modellvorstellung der Kommunikation	16
2.1.3 Störungen in der Kommunikation	17
2.1.4 Das Kommunikationsphänomen an der Schnittstelle zwischen Design & Engineering	18
2.1.5 Konkretisierung der Zielsetzung	21
<b>2.2 Stand der Forschung und Analyse bestehender Ansätze im Untersuchungsbereich</b>	<b>22</b>
2.2.1 Stand der Designprozessforschung	23
2.2.2 Stand der Kreativitätsforschung und Analyse adaptierbarer Erkenntnisse	25
2.2.2.1 Bestimmung kreativer Persönlichkeitseigenschaften	26
2.2.2.2 Kreativitätsförderung	27
2.2.2.3 Erklärungsversuche zum kreativen Prozess	29
2.2.2.4 Psychologische Sichtweisen zum Thema Kreativität	31
2.2.2.5 Zwischenfazit: Objektivierung und Visualisierung des kreativen Prozesses	33
2.2.3 Adaptierbare Erkenntnisse der Wahrnehmungs- und Bewusstseinsforschung	34
2.2.3.1 Erkenntnisse auf neurobiologischer Ebene	35
2.2.3.2 Erkenntnisse auf neurophysiologischer Ebene	36
2.2.3.3 Erkenntnisse auf der Ebene der Informationsverarbeitung	38
2.2.3.4 Zwischenfazit: Wissensrepräsentation innerhalb neuronaler Gehirnstrukturen	40
2.2.4 Adaptierbare Ansätze methodischen Vorgehens	41
2.2.4.1 Trendstrukturanalyse	41
2.2.4.2 Mind-Map Methode	42
2.2.4.3 Ishikawa-Diagramm	44
2.2.4.4 Zwischenfazit: Drei Arten der Abbildung gedanklicher Vorgänge	44
<b>2.3 Bedeutung relevanter Begriffe und Eingrenzung des Untersuchungsbereichs</b>	<b>45</b>
2.3.1 Objektbezogene Definitionen	46
2.3.2 Prozessbezogene Definitionen	47
2.3.3 Subjektbezogene Definitionen	49
2.3.4 Zwischenfazit: Definition für den Begriff der Kreativität	49
<b>2.4 Fazit: Ableitung der Ansätze für das Modellkonzept</b>	<b>50</b>

<b>3. KONZEPTION EINES MODELLS ZUR BESCHREIBUNG DER KREATIVEN PROZESSE IM DESIGN</b>	<b>51</b>
<b>3.1 Anforderungen an die Modellentwicklung</b>	<b>51</b>
3.1.1 Subjektspezifische Anforderungen an die Modellbildung	52
3.1.2 Prozessspezifische Anforderungen an die Modellbildung	53
3.1.3 Objektspezifische Anforderungen an die Modellbildung	54
3.1.4 Zwischenfazit: Ableitung der Anforderungen an die Modellentwicklung	55
<b>3.2 Konzeption der Modellvorstellung</b>	<b>55</b>
3.2.1 Aspekte der Modelltheorie	56
3.2.2 Aufbaustruktur des Modells	57
3.2.3 Ablaufstruktur des Modells	58
<b>3.3 Modellierung der Modellvorstellung</b>	<b>59</b>
3.3.1 Detaillierung des Mikromodells	59
3.3.2 Wahl der Modellierungsmethode	63
3.3.3 Detaillierung der Teilmodelle	64
3.3.3.1 Identifikationsmodell	64
3.3.3.2 Ursprungsmodell	65
3.3.3.3 Bewertungsmodell	66
<b>3.4 Detaillierung des Bewertungsmodells und Grundregeln bei der Anwendung</b>	<b>67</b>
3.4.1 Allgemeine Bewertungsmöglichkeiten und Herleitung von Kriterien	67
3.4.2 Grundregeln bei der Anwendung der Modellvorstellung	69
<b>3.5 Fazit: Vorgehensweise zur Anwendung</b>	<b>70</b>
<b>4. THEORETISCHE EVALUIERUNG DER ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN DES MODELLS</b>	<b>71</b>
<b>4.1 Nachträgliche Darstellung und Bewertung einer kreativen Leistung im Design</b>	<b>71</b>
4.1.1 Untersuchungsobjekt Produktdesign: Examensarbeit »Traumspiele«	72
4.1.2 Darstellung aller relevanten Eingangsinformationen	72
4.1.2.1 Historischer und kultureller Kontext	72
4.1.2.2 Designhistorischer Kontext	73
4.1.2.3 Autobiografischer Hintergrund	75
4.1.2.4 Werkbeschreibung: »Traumspiele«	75
4.1.3 Modellanwendung	77
4.1.3.1 Anwendung des Identifikationsmodells	77
4.1.3.2 Anwendung des Ursprungsmodells	77
4.1.3.3 Anwendung des Bewertungsmodells	78
4.1.4 Zwischenfazit: Darstellung einer kreativen Leistung im Design	80
<b>4.2 Prozessparallele Darstellung eines kreativen Prozesses im Design</b>	<b>80</b>
4.2.1 Anwendung des Identifikationsmodells	81
4.2.2 Anwendung des Ursprungsmodells	82
4.2.3 Anwendung des Bewertungsmodells	85
4.2.4 Zwischenfazit: Prozessparallele Darstellung eines kreativen Prozesses im Design	88

<b>4.3 Darstellung von Konfliktsituationen im Produktentwicklungsprozess an der Schnittstelle zwischen Design und Engineering</b>	<b>88</b>
4.3.1 Ableitung theoretischer Erkenntnisse aus der Anwendung des Modells	89
4.3.2 Charakterisierung einer Konfliktsituation am Beispiel einer Bürostuhlentwicklung	90
4.3.2.1 Anwendung des Identifikationsmodells	92
4.3.2.2 Anwendung des Ursprungsmodells	93
4.3.2.3 Anwendung des Bewertungsmodells	95
4.3.3 Charakterisierung einer Konfliktsituation am Beispiel der Entwicklung eines Liegetandems	97
4.3.3.1 Anwendung des Identifikationsmodells	98
4.3.3.2 Anwendung des Ursprungsmodells	98
4.3.3.3 Anwendung des Bewertungsmodells	100
4.3.4 Zwischenfazit: Darstellung von Konfliktsituationen in Produktentwicklungen zwischen Design und Engineering	103
<b>4.4 Fazit: Bewertung der theoretischen Evaluierung</b>	<b>103</b>
<b>5. EMPIRISCHE EVALUIERUNG DER FUNKTIONSTAUGLICHKEIT DES MODELLS ZUR FÖRDERUNG DES INGENIEURTECHNISCHEN VERSTÄNDNISSES FÜR DEN DESIGNPROZESS</b>	<b>105</b>
5.1 Vorgehensweise und Bedingungen der Studie	105
5.2 Ergebnisse der empirischen Evaluierung	107
5.2.1 Ergebnisse des ersten Teils der Studie	107
5.2.1.1 Anwendung des Identifikationsmodells	108
5.2.1.2 Anwendung des Ursprungs- und Bewertungsmodells	109
5.2.2 Ergebnisse des zweiten Teils der Praxisstudie	111
5.2.2.1 Anwendung des Bewertungsmodells zur Durchführung einer Sinnprüfung	111
5.2.2.2 Anwendung des Bewertungsmodells zur Durchführung einer Komplexitätsprüfung	113
5.3 Erfahrungen der Probanden mit der Modellanwendung	115
<b>6. DISKUSSION DER ERMITTELTEN ERGEBNISSE UND AUSBLICK</b>	<b>117</b>
6.1 Kritische Reflexion der ermittelten Ergebnisse	117
6.2 Ausblick	119
6.2.1 Ausbildung und Schulung	119
6.2.2 Wissensmanagement	120
6.2.3 Optimierung methodischen Vorgehens	120
6.2.4 Übertragung des Modells in andere Bereiche	121
<b>7. ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>122</b>
<b>8. SCHRIFTENTUM</b>	<b>125</b>
8.1 Literatur	125

8.2 Relevante Studien- und Diplomarbeiten	140
8.3 Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen	141
ANHANG	142
A1 Umfrageergebnisse Design/Engineering (Frühjahr 2002)	142
A2 Fragebogen	148
A3 Ergebnisse der Studie an der Fachhochschule Osnabrück	154
A4 Praxisbeispiel an der Academie voor Beeldende Kunsten Maastricht	170
Lebenslauf	172

# 1. Einleitung

»Das interdisziplinäre Gespräch kann erst dann beginnen, wenn jede der beteiligten Wissenschaften ihre eigenen [...] Erkenntnisgrundsätze [...] reflektiert.« /ALT02, S.24/

In der jüngeren Vergangenheit haben sich die Wettbewerbsbedingungen vieler Unternehmen stark gewandelt und stetig verschärft. Vor allem in den hochindustrialisierten Ländern sind alle Rationalisierungspotenziale mittlerweile weitestgehend ausgeschöpft /BOU97, S.15/. In Folge dessen wird der Identifizierung von Produktinnovationen zur Sicherung des wirtschaftlichen Erfolgs eine hohe Bedeutung beigemessen /GUN00, S.25; WIL96, S.16/. Dabei entscheidet insbesondere die Qualität der Zusammenarbeit und des gedanklichen Austauschs in den frühen Phasen des Innovationsprozesses über den späteren Produkterfolg /BON96, S.47; EVE00, S.18; GEB00, S.8ff; GUN94, S.92/. Interdisziplinarität in Entwicklungsteams wird angestrebt, um über die Verknüpfung unterschiedlicher Wissensbereiche Innovationspotenziale freizusetzen, die Entwicklungskosten zu minimieren sowie die Produktqualität zu steigern (vgl. /GEY87, S.24; KIN02, S.9/).

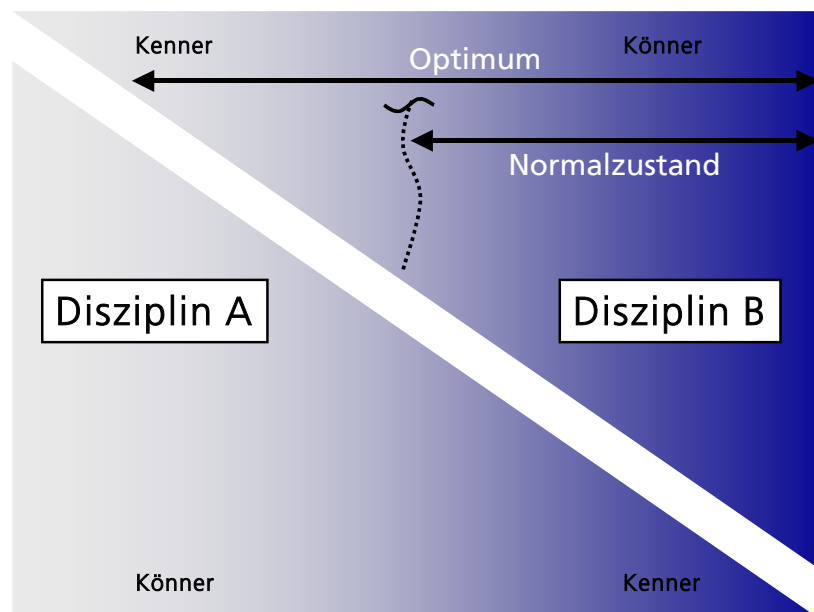
**Bild 1.1.1:** Interdisziplinarität – Eine Gradwanderung zwischen »Kennen« & »Können« /CZI02/

## Normalzustand

»Können« der Fertigkeiten der eigenen Disziplin sowie unzureichendes »Kennen« der Denk- und Arbeitsweisen fachfremder Disziplinen

## Voraussetzung für Interdisziplinarität

Erzielen eines optimalen Zustandes zwischen »Kenner« und »Köner« zur Förderung einer Interdisziplinarität im Entwicklungsprozess.



## 1.1 Ausgangssituation und Problemstellung

Die Realisierung einer funktionstüchtigen Interdisziplinarität im Entwicklungsprozess wird durch unterschiedliche Denk- und Sichtweisen sowie die Verschiedenartigkeit der Kompetenzen behindert. Es sollte daher gewährleistet sein, dass Vertreter einer Disziplin nicht nur als »Köner«

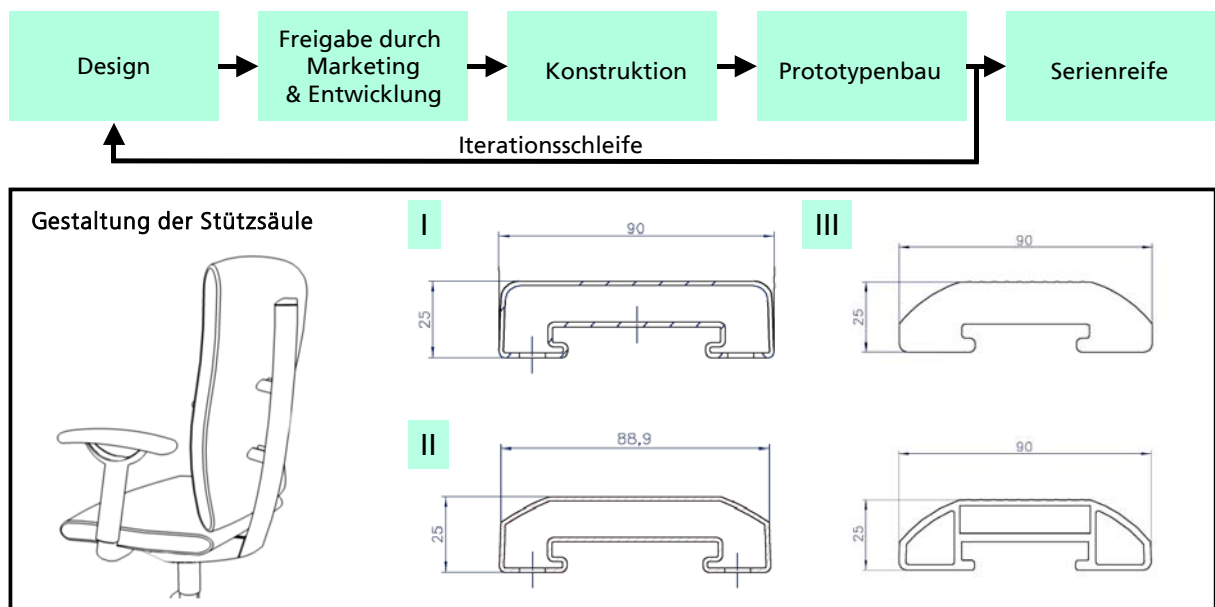


des eigenen Wissensbereichs gelten, sondern ebenfalls Kenntnisse in fachfremden Bereichen aufweisen (siehe Bild 1.1.1).

Da dieser Zustand nur in seltenen Fällen während eines Entwicklungsprozesses erreicht wird, kommt es oft zu Konfliktsituationen, die einen optimal ablaufenden Wissensaustausch verhindern (vgl. /GUN94, S.92/). Vor allem an der Schnittstelle zwischen Designern und Ingenieuren ist das beschriebene Phänomen einer nicht optimalen Zusammenarbeit häufig zu erkennen (vgl. /BON96, S.18f/).

Ein prägnantes Beispiel zeigt die Entwicklung eines neuen Drehstuhlkonzepts, das von einem Designbüro in Zusammenarbeit mit einem Hersteller entwickelt wurde. Es verdeutlicht die Problematik und zeigt, dass vor allem eine gestörte Kommunikation Innovationsprozesse behindert. Ziel des Entwicklungsvorhabens war es, durch Verlagerung der Kraftaufnahme von der Rückenlehne in eine Stützsäule, die Möglichkeiten einer individuellen Anpassung der Lehnenform bei Bürostühlen zu vergrößern (siehe Bild 1.1.2). Nachdem das Design ein schlankes Säulenprofil ausgewählt hatte und dieses durch das Marketing sowie durch die Entwicklungsabteilung freigegeben wurde, vergrößerte die Konstruktion aus Festigkeitsgründen und ohne Kenntnis der ästhetischen Wirkung die Abmaße (Breite) des Profils um 30%. Schlankheit und Offenheit waren jedoch Eigenheiten, die das Design aufweisen sollte, wodurch die Iterationsschritte I-III notwendig wurden, um eine Versteifung über eine Verrippung im Innern des Profils in Abstimmung beider Disziplinen zu erzielen. Die Serienreife des Drehstuhls verzögerte sich um mehrere Monate.

**Bild 1.1.2:** Beispiel für ein Kooperationsdefizit im Entwicklungsprozess



Obwohl die beiden Disziplinen »Design« und »Engineering« durch die steigende Bedeutung des Faktors »Design« /BÜR91, S.10/ in den letzten Jahren immer stärker kooperieren mussten, sind bislang keine funktionstüchtigen Mechanismen und Methoden entwickelt worden, die eine fachübergreifende Ausnutzung der unterschiedlichen Innovationspotenziale gewährleisten würden. Zwar sind in beiden Bereichen Insellösungen zur Steigerung der Innovationsfähigkeit entstanden (z.B. Konstruktionsmethodik /BIR80; EHR95; PAH97; ROD91; ROT94; KOL94/ oder

Moodboard /KÜT95/), doch unterstützen diese lediglich die einzelnen spezifischen Prozesse und Denkweisen /FIN02, S.4; VAL00, S.47/. Der kommunikative Austausch an der Schnittstelle wird nicht geeignet gefördert /PET00, S.72/. Auch Analysearbeiten zur Zusammenarbeit im Entwicklungsteam /ADE99; CRA97; PEN94/ haben bislang nur wenig Aufschluss dazu erbracht, wie Kommunikationskonflikte in interdisziplinären Entwicklungsteams reduziert werden können. Die Supervision wird in diesem Zusammenhang als Lösungsansatz zwar häufig genannt (vgl./EHR97, S.68f/); doch wie gedankliche Austauschprozesse unterstützt und vor allem auch soziale Aspekte berücksichtigt werden können, wurde bislang nur unzureichend untersucht. Obwohl klar ist, dass über eine optimale Kombination von kommunikativen, ästhetischen Qualitäten eines Produktes mit seinen funktionalen Aspekten Innovationen provoziert werden können (vgl. /WEL99, S.229/), werden die Potenziale die sich aus einer »unorthodoxen Verknüpfung« /BUL97, S.8/ der beiden originär unterschiedlichen Wissensbereiche ergäben, daher zur Zeit nicht optimal ausgenutzt. Die häufig auftretenden Konflikte in der Zusammenarbeit führen des Weiteren zu erheblichen Verzögerungen von Entwicklungsprozessen sowie zu Qualitätseinbußen.

Die fehlende Transparenz und ein unklares Verständnis über die gedanklichen Entscheidungsprozesse der Vertreter fachfremder Disziplinen werden häufig als Gründe für Verzögerungen und Konfliktsituationen genannt (siehe Umfrageergebnisse im Anhang). Darüber hinaus wird ein kreativitätsförderlicher Wissensaustausch zwischen Experten durch ihr eigenes Systemverständnis verhindert, die in ihrem Wissen als Komponente eines Systems ihr eigentliches Kapital sehen /BUL97, S.9/. Unterstützt wird dieser Missstand durch die Tatsache, dass die »Technische Rationalität« nach wie vor als das dominierende Entscheidungskriterium im Entwicklungsprozess gilt /CHI00, S.332ff; SCH83, S.39/. Der Zusammenhang zwischen individuellem Wissen, Erfahrung und Kommunikation bleibt dadurch häufig unberücksichtigt, was die Entscheidungsfindung in Entwicklungsgruppen mit Designern und Ingenieuren enorm erschwert /VAL00, S.38/.

Das Thema »Kreativität« erhält in diesem Kontext eine ganz besondere Bedeutung (vgl. /GUN94, S.12; HER98, S.2/). Dies ist darauf zurück zu führen, dass der Kreativitätsbegriff auf Grund seiner häufig mystischen und beliebigen Verwendung /SCH98, S.22/ fast vollkommen aus der wissenschaftlichen Diskussion verschwunden ist. Es besteht vielfach kein klares Verständnis darüber, was Kreativität bedeutet und wie man eine kreative Leistung bewerten kann. Dieser Sachverhalt hat vor allem für Vertreter von Disziplinen negative Auswirkungen, von denen kreative Leistungen erwartet und verlangt werden, was dann in der interdisziplinären Kooperation zu Problemen führen kann. Gerade an der Schnittstelle zwischen Design und Engineering ist das beschriebene Phänomen häufig vorzufinden. Vom Designer werden ausgeprägte kreative Fähigkeiten verlangt, der Ingenieur kann diesen auf Grund fehlender Präzision meist nicht den nötigen Respekt entgegen bringen /PET03a, S.8; vgl. auch BON96, S.32/. Der unpräzise Gebrauch des Kreativitätsbegriffes wirkt sich folglich negativ auf den Willen sowie die Fähigkeit zur Kommunikation und Kooperation aus.

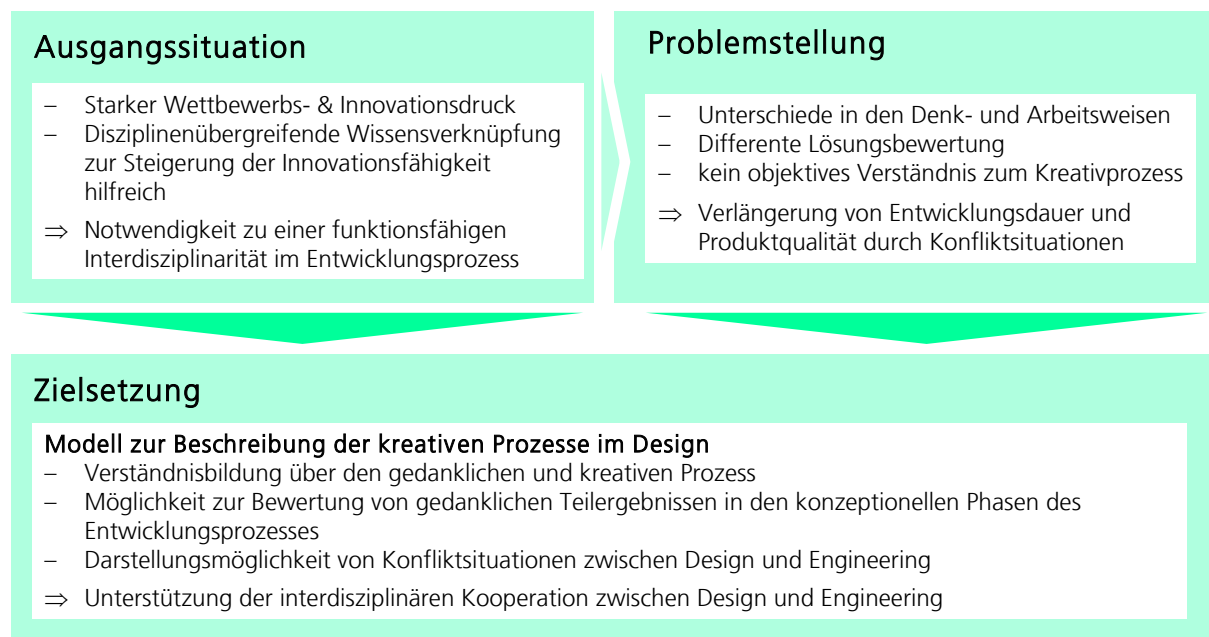
Es lässt sich folgern, dass erst dann, wenn das gedankliche, kreative Vorgehen von Designern annähernd sachlich beschrieben sowie transparent dargestellt werden kann, die unterschiedlichen Wissensbereiche zwischen Design und Engineering im Entwicklungsprozess produktiv miteinander verknüpfbar sind (vgl. /SCH87, S.28; VAL00, S.218/). In diesem Zusammenhang wurde die prozessparallele Reflexion über entstandene Ergebnisse bereits als bedeutendes Mittel zur Förderung der Kooperation innerhalb von Entwicklungsteams identifiziert /VAL98, S.270;

VAL00, S.213/. Ein Instrument zur Unterstützung von Reflexionsprozessen über die Beschreibung von gedanklichen Vorgängen wurde jedoch noch nicht entwickelt.

## 1.2 Zielsetzungen

Die Förderung des Umgangs mit gedanklichen und kreativen Prozessen bildet die Voraussetzung für die Ausbildung einer produktiven Interdisziplinarität im Entwicklungsprozess. Der gedankliche Austausch auch über Bereichsgrenzen hinweg sollte unterstützt werden, um Probleme, die auf Grund unterschiedlicher Denkweisen an Schnittstellen entstehen, beseitigen und Konfliktsituationen präventiv vermeiden zu können. Vor allem an der Schnittstelle zwischen Design und Engineering zeigen Ergebnisse einer aktuellen Umfrage (siehe Anhang A1), dass zur Bereinigung der Schwierigkeiten zwischen Designern und Ingenieuren die kreativen Prozesse im Design unter Berücksichtigung der speziellen ingenieurtechnischen Sichtweise beschrieben werden sollten, damit alle vorhandenen Entwicklungspotenziale optimal ausgeschöpft werden können (siehe Bild 1.2.1). Im Sinne Simons /SIM90/ wäre ein solcher Beschreibungsversuch der kreativen Vorgänge im Design ein weiterer Baustein zu einer »Wissenschaft des Künstlichen«. Erklärungen zum Designprozess können darüber hinaus der kritisch diskutierten Auseinandersetzung mit der Designtheorie /MEI02, S.74/ eine neue Sinnhaftigkeit verleihen.

**Bild 1.2.1:** Problemsituation und Zielsetzung der Arbeit



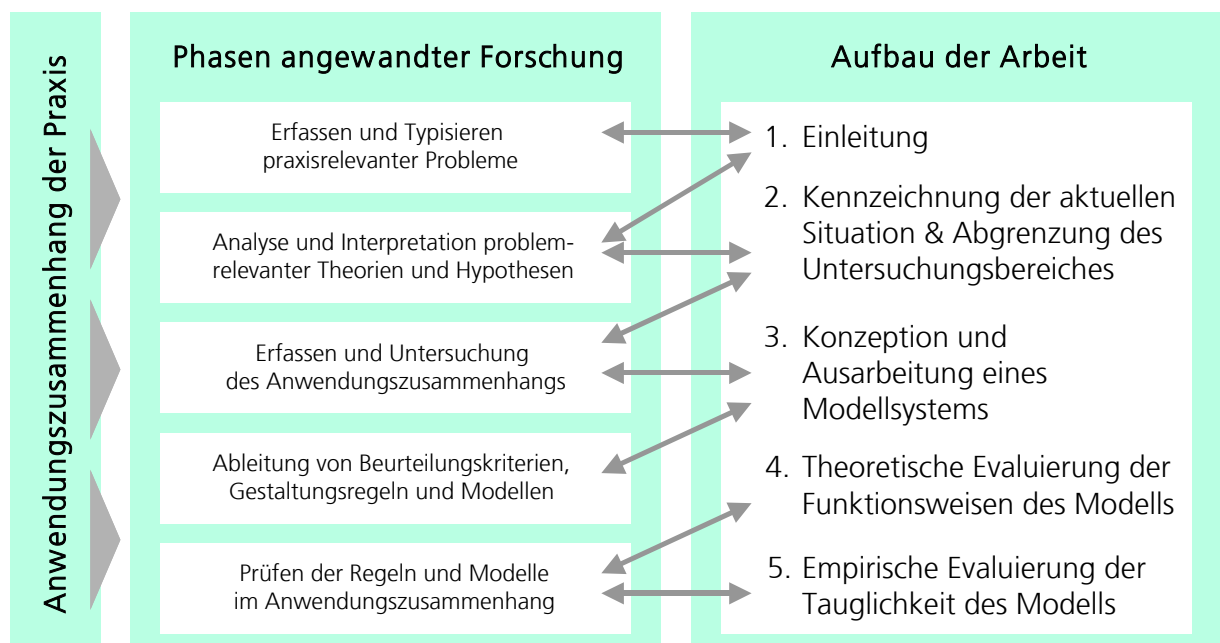
Mit der vorliegenden Arbeit wird daher das Ziel verfolgt, ein Modell zu entwickeln, mit dem die kreativen Prozesse im Design für Ingenieure verständlich und nachvollziehbar beschrieben und dokumentiert werden können. Vor allem die Reflexion über das konzeptionelle Arbeiten in den frühen Phasen des Produktentwicklungsprozesses soll gefördert werden. Folgende Teilziele werden angestrebt:

- Zur Erklärung der kreativen Vorgänge im Design soll ein objektives Verständnis zum gedanklichen Prozess entwickelt werden, das darüber hinaus zu einer Präzisierung des Kreativitätsbegriffes beitragen kann.
- Vor allem soll das Ergebnis der Arbeit als Grundlage zur Intensivierung der Kommunikation zwischen Designern und Ingenieuren dienen und den gegenseitigen Respekt vor der Leistung des Einzelnen fördern.
- Zur Unterstützung der Kommunikation und mit dem Ziel einer Reflexionsunterstützung ist eine Dokumentation kreativer Prozesse unabdingbar, was mit Hilfe des zu entwickelnden Modells ermöglicht werden soll.
- In der Modellanwendung soll zudem eine individuelle Bewertungshilfe die Reflexion über den individuellen gedanklichen Prozess fördern und darauf aufbauend die gruppendynamische Kooperation in Entwicklungsteams mit Designern und Ingenieuren unterstützen.
- Des Weiteren sollen Kooperationsdefizite an Schnittstellen beschrieben und dargestellt werden können, um zum einen Konfliktsituationen frühzeitig zu beheben und zum anderen das Erschließen bislang ungenutzter Innovationspotenziale zu unterstützen.

### 1.3 Forschungsstrategie und Aufbau

Auf Grund des starken Praxisbezugs mit der Entwicklung eines Modells zur Beschreibung der kreativen Prozesse im Design lässt sich die vorliegende Arbeit dem Bereich angewandter Wissenschaften zuordnen. Mit dem Modell soll dem Anwender ein wissenschaftlich fundiertes Handeln in der Praxis ermöglicht /ULR76, S.305/ und ihm sollen Kriterien für die Bewertung gedanklicher Prozesse gegeben werden. Die gewählte Forschungsstrategie sowie die Abhängigkeiten der unterschiedlichen Aufgabenstellungen sind daher stark an die Phasen angewandter Forschung angelehnt (siehe Bild 1.3.1).

**Bild 1.3.1:** Forschungsstrategie und Aufbau der Arbeit (vgl. /ULR76, S.347ff/)



Mit Hinblick auf die skizzierte Zielsetzung der Arbeit wird in Kapitel 2 die derzeitige Situation im Anwendungszusammenhang terminologisch-deskriptiv gekennzeichnet. Nach einer detaillierten Betrachtung des Kommunikationsphänomens an der Schnittstelle zwischen Design und Engineering wird die Zielsetzung der Arbeit präzisiert. Die letztendliche Eingrenzung des Untersuchungsbereichs erfolgt über Begriffsdefinitionen, in denen vor allem Unterschiede in der Bedeutung des Kreativitäts- und Innovationsbegriffs verdeutlicht werden. Die Definitionen basieren auf einer Darstellung der aktuellen Forschungsergebnisse aus den Bereichen der Designprozess-, der Kreativitäts- und Bewusstseinsforschung sowie einer Anschauung adaptierbarer Methoden und Vorgehensweisen. Abschließend wird empirisch-induktiv ein erster Konzeptansatz zur Erstellung des Modells aufgestellt.

Im nun präzisierten Untersuchungsbereich werden in Kapitel 3 zunächst die inhaltlichen und formalen Anforderungen an das Modell abgeleitet. Anhand modelltheoretischer Überlegungen werden sowohl die Aufbau- als auch die Ablaufstruktur in Form eines Grundkonzepts entwickelt. Die Aufbaustruktur beinhaltet dabei die einzelnen Teilmodelle und deren inhärente Relationen. Mit der Ablaufstruktur ist das prinzipielle Vorgehen bei der Nutzung des Modells im kreativen Prozess gemeint. Anhand des entstandenen Konzepts wird das Modell in Kapitel 3.3 aus individueller und gruppenspezifischer Sicht analytisch-deduktiv detailliert und es werden Lösungsbausteine für die skizzierte Problemstellung entwickelt. Hierzu wird ein Mikromodell des kreativen Entwicklungsprozesses aufgestellt sowie eine Modellierungssprache gewählt, um die einzelnen Teilmodelle zu detaillieren. Kriterien werden hergeleitet, die die Nutzung des Modells innerhalb von Produktentwicklungsprozessen vorgeben und erleichtern werden.

Eine ausführliche theoretische Validierung der Funktionsfähigkeit des ermittelten Modells im Anwendungszusammenhang erfolgt in Kapitel 4. Vor allem wird Wert darauf gelegt zu untersuchen, ob es mit dem Modell gelingt, die kreativen Prozesse im Design objektiv und verständlich für fachfremde Disziplinen wie dem Engineering zu beschreiben. Dies geschieht zunächst auf Basis der nachträglichen Darstellung und Grobbewertung einer individuellen Designleistung. Darauf aufbauend wird die Anwendbarkeit des Modells zur prozessparallelen Darstellung der gedanklichen Konzeption einer kreativen Leistung im Design theoretisch evaluiert. Im Anschluss werden Schnittstellenkonfliktsituationen zwischen Design und Engineering mit dem Modell dargestellt und analysiert.

In Kapitel 5 erfolgt eine empirische Validierung der Tauglichkeit des Modells als Mittel zur Erläuterung des kreativen Vorgehens im Design für ingenieurtechnisch ausgebildete Personen in Form einer Praxisstudie. Diese wird an einer Gruppe von Maschinenbaustudenten mit Studienschwerpunkt »Integrierte Produktentwicklung« an der Fachhochschule Osnabrück im Fach »Industriedesign für Ingenieure« durchgeführt.

Über eine kritische Diskussion der ermittelten Ergebnisse in Kapitel 6 und eine Zusammenfassung in Kapitel 7 wird die Arbeit abgeschlossen. Außerdem wird ein ausführlicher Ausblick zu Ansätzen der Weiterentwicklung des Modells und zu weiteren Anwendungsmöglichkeiten der ermittelten Ergebnisse gegeben. In einem Anhang werden Ergebnisse zu einer Befragung an der Schnittstelle zwischen Design und Engineering, die im Frühjahr 2002 durchgeführt wurde, zusammengefasst und die Ergebnisse der Studie an der FH Osnabrück ausführlich dargestellt.

## 2. Kennzeichnung der aktuellen Situation und Abgrenzung des Untersuchungsbereichs

»Das Ingenieurwesen, Medizin, Handel und Gewerbe, Architektur und Malerei befassen sich nicht mit dem Notwendigen, sondern mit einem Freiheitsspielraum: nicht damit, wie die Dinge sind, sondern damit wie sie sein könnten [...]« /SIM90, S.VIII/

Zur Detaillierung der Aufgabenstellung und Zielsetzung sowie zur Vorbereitung der Modellentwicklung werden in diesem Kapitel zunächst die grundlegenden Mechanismen eines Kommunikationsprozesses beschrieben, die einen interdisziplinären und kreativitätsförderlichen Austausch von Informationen und mentalen Strukturen in den frühen Phasen des Produktentwicklungsprozesses ermöglichen können. Darüber hinaus wird die spezielle Kommunikationsproblematik zwischen Designern und Ingenieuren diskutiert (Kapitel 2.1). Anschließend wird der Stand der Forschung bezüglich des Themas »Designprozess« aufgezeigt (Kapitel 2.2). Mit der Darstellung der aktuellen Ergebnisse der Kreativitäts- und Bewusstseinsforschung sowie von methodischen Vorgehensweisen, die innerhalb dieses Kontextes einzuordnen sind, werden daraufhin Ansätze ermittelt und Eingangsinformationen für die Modellentwicklung abgeleitet (Kapitel 2.3). Die eigentliche Lösungsentwicklung wird mit der Definition relevanter Begriffe und einer Abgrenzung des Untersuchungsbereiches eingeleitet (Kapitel 2.4). Abschließend werden erste Ansätze für ein Modellkonzept abgeleitet (Kapitel 2.5).

### 2.1 Analyse zur Kommunikationsproblematik zwischen Designern und Ingenieuren

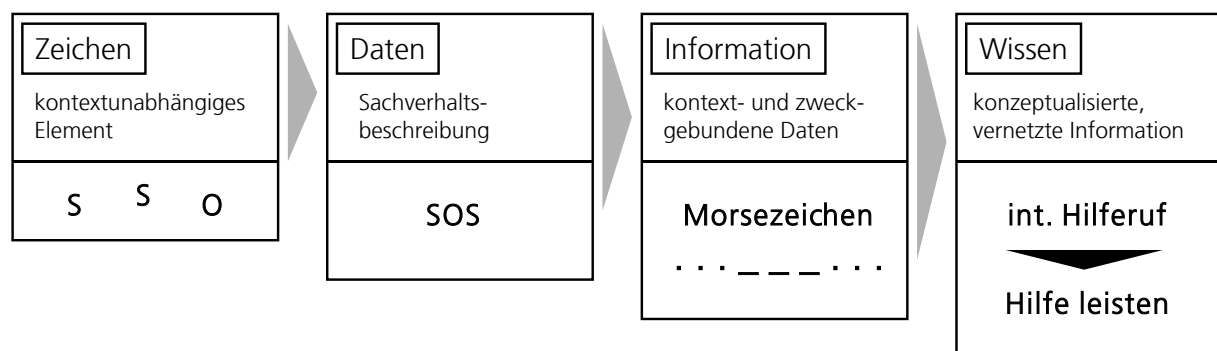
Mit dem Begriff der »Kommunikation« werden im Zusammenhang mit der Aufgabenstellung alle Prozesse verstanden, »durch die gedankliche Vorstellungen einander beeinflussen« /SHA76, S.11f/ und somit inspirieren können. Das Verständnis über die Funktion von Kommunikationsprozessen und möglicher Erscheinungsbilder von Kommunikationsproblemen bildet die Voraussetzung zur Beschreibung von Defiziten in der Ausbildung von Schnittstellenfunktionen und zur Ableitung von Lösungsmöglichkeiten, die eine verbesserte Kooperation bewirken.

#### 2.1.1 Wissensvermittlung als Ergebnis menschlicher Kommunikation

Der Mensch verfügt im Gegensatz zu Tieren über einen komplexen Gedächtnisapparat, mit dem er denken sowie ein Bewusstsein bilden kann. Über Sprache in Wort und Schrift sowie artikulierende Verhaltensweisen hinaus, ist er dazu in der Lage, mit anderen Menschen zu kommunizieren und dies mit dem Ziel, Wissen auszutauschen und zu speichern /ZIM99, S.276f/. Zur Erklä-

rung der Mechanismen, die eine Wissensvermittlung ermöglichen, ist es erforderlich, den Begriff »Wissen« näher zu erläutern und klar zu definieren. Hierzu wird eine Begriffseinteilung (siehe Bild 2.1.1.1) verwendet, in der zwischen Zeichen, Daten, Informationen und Wissen unterschieden wird /GEH01, S.19/. Unter einem Zeichen wird in diesem Zusammenhang das kleinste zur Verfügung stehende Element (z.B. Buchstaben, Ziffern, Sonderzeichen) verstanden /HAN96, S.479/, das zusammenhanglos und alleinstehend einem Zeichenbestand entnommen werden kann /HIL97, S.17/. Mit einem entsprechenden Sachverhaltsbezug (Syntax) werden Zeichen in einen sinnvollen Zusammenhang (Kode) gesetzt, wonach sie dann als Daten bezeichnet werden. Eine Aussage über die Verwendung der Daten kann jedoch noch nicht getroffen werden /REH96, S.4/. Mit Informationen werden dann Daten bezeichnet, die einem Problemzusammenhang (Kontext) zugeordnet wurden. Sie dienen einer bestimmten Zielverfolgung und vermitteln die Kenntnis über Sachverhalte /HIL97, S.19/. Durch eine zweckorientierte Vernetzung von Informationen entsteht Wissen. Es ist »mehrdimensional, strukturiert und hierarchisch aufgebaut« /ALB92, S.44f/. Als Ergebnis einer Verarbeitung durch das Bewusstsein kann Handlungsvermögen aufgebaut und eingeleitet werden /HIL97, S.20f/

**Bild 2.1.1.1:** Hierarchische Einteilung von Zeichen, Daten, Information und Wissen  
 (vgl. /HIL97, S.17-21; REH96, S.3/)



Durch den stark subjektiven Charakter ist Wissen nicht formal exakt und absolut zu bestimmen. Vielmehr ist der Wissensauf- und -abbau als dynamischer Prozess zu verstehen, der durch einen impliziten und einen expliziten Anteil beschrieben werden kann /GAS97, S.27, KIN02, S.5/. Das implizite Wissen basiert meist auf Erfahrungen und »drückt sich in Überzeugungen und Einstellungen aus«. Es befindet sich in den Köpfen von Menschen und lässt sich selten aus seinem Kontextbezug herauslösen, was eine Nutzung erschwert /GEH01, S.21/. Der Kontextbezug ist folglich zum Wissenstransfer impliziter Inhalte unbedingt notwendig. Explizites Wissen kann in Form von Schrift und Daten dargestellt werden und ist daher extern des menschlichen Gedächtnisses vorhanden. Die Verarbeitung, Übertragung und Speicherung wird auf diese Weise möglich /REH96, S.7/.

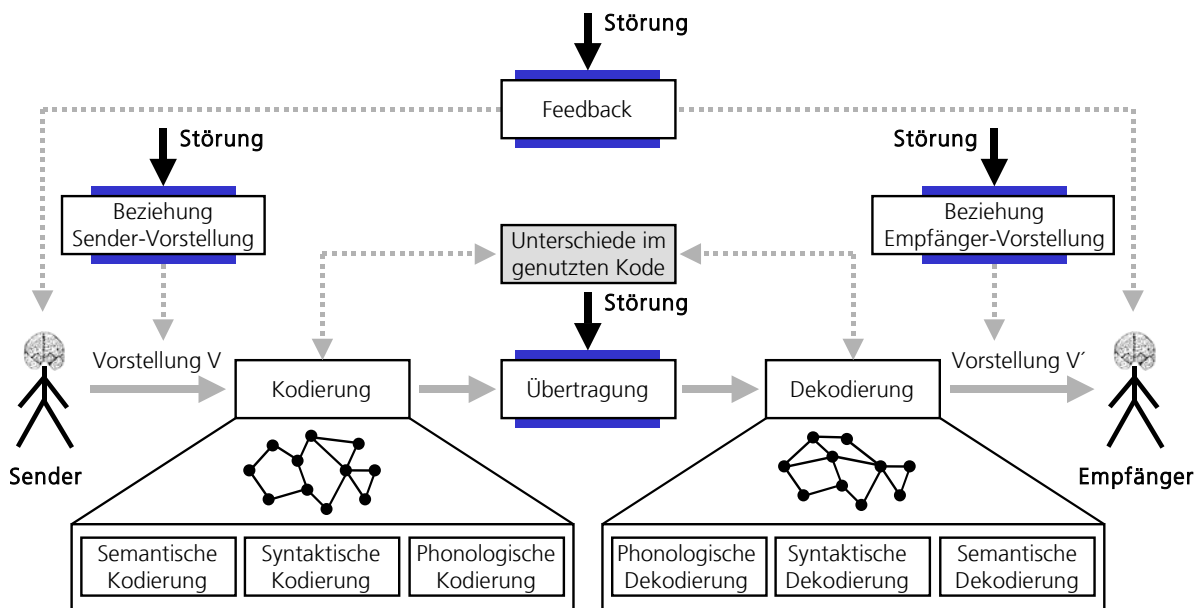
Um eine funktionierende, fehlerfreie sowie vollständige Wissensvermittlung zu gewährleisten, müssen beteiligte Personen ein gemeinsames Kommunikationsmittel (z.B. Sprache) benutzen. Es wird in übereinstimmender Art und Weise angewendet, um sowohl implizites als auch explizites Wissen austauschen zu können. Da dies auf Grund von kulturellen Unterschieden, differenten Motivationen und individuellen Eigenheiten in den seltensten Fällen optimal gelingt, sollen mit einer modellhaften Beschreibung des Kommunikationsprozesses mögliche Schwierigkeiten sys-

tematisch identifiziert werden. In dieser Beschreibung werden alle notwendigen Komponenten eines Kommunikationsvorgangs sowie grundlegende Einflussfaktoren erschlossen.

### 2.1.2 Modellvorstellung der Kommunikation

Das in dieser Arbeit genutzte Kommunikationsmodell (vgl. /SHA76, S.16f; STR01, S.9/) reduziert den Verständigungsprozess auf den Austausch einer Vorstellung  $V$  (z.B. mentale Struktur) zwischen einer Person als Sender und einer anderen Person als Empfänger. Zur Übertragung kodiert der Sender seine Vorstellung mit einem nach einer Konvention festliegenden Kode (z.B. Lautfolge, Zeichenkette, Bilderfolge), welcher den Sinn seiner Vorstellung repräsentiert. Nach physikalischem Transport über ein wahrnehmbares Medium (z.B. Schallwellen beim Sprechen) zum Empfänger muss dieser die Mitteilung mit dem ihm vorliegenden Kode dekodieren, was idealerweise die gleiche Vorstellung  $V'$  bei ihm hervorrufen sollte. Damit Sender und Empfänger über den Empfang und die Nutzung von Vorstellungen informiert sind, sollten Feedbackschleifen den Prozess unterstützen. Im einfachsten Fall wird darunter eine Benachrichtigung verstanden, dass eine Information empfangen und verarbeitet wurde (siehe Bild 2.1.2.1).

**Bild 2.1.2.1:** Modellvorstellung des Kommunikationsprozesses (in Anlehnung an: /PÄT96, S.47f; SEI89, S.154; SHA76, S.16; STR01, S.9f/)



**Bild 2.1.2.2:** Phasen der Ko- und Dekodierung /HEI01, S.27/

<b>Kodierung</b>	
■ semantisch	Subjektive Vorstellung in sprachlichen Inhalt (semantische Einheit) überführen. Semantik stellt Zusammenhang zwischen Wortbedeutung und Verwendbarkeit in einem Satz dar.
■ syntaktisch	Semantische Einheiten mit Kombinationsregeln (Grammatik) in Beziehung setzen.
■ phonologisch	Lautvorstellung in Lautfluss (Aussprache) umsetzen.
<b>Dekodierung</b>	
■ phonologisch	Lautfluss in konventionelle Lautvorstellung zurückwandeln.
■ syntaktisch	Lautvorstellungen in syntaktische Einheiten und ihre Kombinationen umsetzen. Einheiten zueinander in Beziehung setzen (Grammatik) und in semantische Einheiten umsetzen.
■ semantisch	Semantische Einheiten nach Beendigung des Kontextes in eine Vorstellung $V'$ überführen.



Sowohl die Kodierung als auch die Dekodierung erfolgen nach einem bestimmten Muster in drei seriellen Phasen, die in Bild 2.1.2.2 am Beispiel der sprachlichen Übertragung mittels Schallwellen dargestellt sind.

### 2.1.3 Störungen in der Kommunikation

Störungen beim Kommunikationsvorgang können auf drei Ebenen auftreten:

1. Sender und Empfänger benutzen keinen identischen und vollständig bekannten Code. Das Resultat eines solchen Unterschiedes drückt sich in einer Differenz der empfangenen Vorstellung  $V'$  von der ursprünglich gesendeten Vorstellung  $V$  aus: ( $V \neq V'$ ) (vgl. /LEN91, S.18; SEI89, S.154ff/).
2. Die sich positiv auf den Kommunikationsprozess auswirkenden Feedbackschleifen zwischen Sender und Empfänger werden nicht in ausreichendem Maße durchgeführt.
3. Sender oder Empfänger stehen aus ihrem subjektiven Verständnis heraus den übertragenen Vorstellungen negativ gegenüber, so dass sie von einer hinreichenden Informationsweitergabe sowie -nutzung absehen. Die negative Einstellung kann zum einen aus subjektiven Erlebnissen und daraus resultierenden Empfindungen, zum anderen aus zwischenmenschlichen Diskrepanzen resultieren.

Da die beiden letztgenannten Defizite lediglich auf psychologischer Ebene gelöst werden können, soll die Problematik unterschiedlicher Kodierung als Ausgangspunkt zur Entwicklung von Verbesserungsmaßnahmen genutzt werden. Dabei ist zu erwarten, dass eine Lösung für die Unterschiedlichkeit in der Kodierung bezüglich der Häufigkeit von Feedbackschleifen und der Verhältnisse von Sender und Empfänger zur übertragenen Information positive Effekte haben wird. Auf diese Weise werden in der Anwendung der Lösung die zwischenmenschlichen Aspekte berücksichtigt.

Mit Bezug auf das Kodierungsproblem lassen sich Kommunikationsdefizite in 3 Bereichen ausmachen /SHA76, S.12ff/:

- Mit dem technischen Problem wird die Genauigkeit abgedeckt, mit der Zeichen der Kommunikation übertragen werden können.
- Als semantisches Problem bezeichnet man hingegen die Genauigkeit, mit der die übertragenen Zeichen tatsächlich der gewünschten Vorstellung entsprechen.
- Die Effektivität, mit der die empfangene Vorstellung das Verhalten des Empfängers in der Absicht des Senders beeinflusst, wird mit dem Effektivitätsproblem beschrieben.

Im Produktentwicklungsprozess kann das technische Fehlverständnis als Quelle für Kommunikationsprobleme ausgeschlossen werden, da man davon ausgehen kann, dass sowohl der Syntaktische Kode (z.B. Grammatik) als auch der Phonologische Kode (z.B. Aussprache, Rechtschreibung) vom Sender und Empfänger vollständig beherrscht werden /HEI01, S.29/. Die Ursachen für Kommunikationsstörungen sind vielmehr auf Unzulänglichkeiten beim Gebrauch des Semantischen Kodes zurückzuführen. Diese lassen sich auf zwei Ebenen reduzieren:

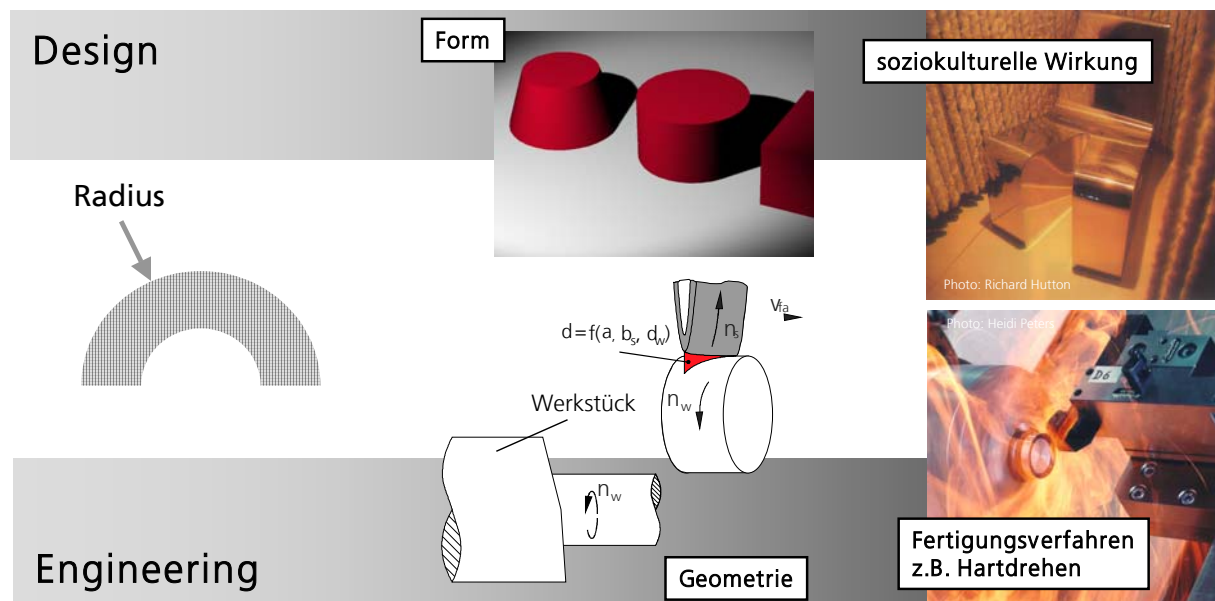
- Die Komplexität des gemeinsam genutzten Codes reicht nicht aus, um eine subjektive Vorstellung präzise abzubilden.
- Die Nutzung eines dem Empfänger bekannten Codes bei der Umwandlung der Vorstellung durch den Sender bewirkt beim Empfänger kontextabhängig eine ganz andere Vorstellung.

Biologisch betrachtet, sind die Differenzen auf Unterschiede in den Strukturen des menschlichen Gehirns zurückzuführen, welche sich in einer different ausgeprägten Wahrnehmung etablieren. Diese strukturellen Begebenheiten des Gehirns gehen auf lebensgeschichtliche Erfahrungen (z.B. Art der Ausbildung) zurück, was in Kapitel 2.2.2 näher erläutert wird.

#### 2.1.4 Das Kommunikationsphänomen an der Schnittstelle zwischen Design & Engineering

Zur Förderung der kommunikativen Austauschprozesse zwischen Design und Engineering muss sowohl explizites als auch implizites Wissen ausgetauscht werden. Dabei ist vor allem die Übertragung des impliziten Wissens in den meisten Fällen ungenügend ausgeprägt /KIS98, S.102/, was auf Differenzen in der semantischen Kodierung zurückgeführt werden kann. Häufig werden zwar ähnliche Begrifflichkeiten verwendet, die jedoch kontextabhängig differente Vorstellungen hervorrufen (vgl. /VAL00, S.23/). In Bild 2.1.4.1 ist beispielhaft ein möglicher Verständnisunterschied zwischen Design und Technik aufgeführt, der aus semantisch vollkommen verschiedenen Definitionen des Begriffs »Radius« resultiert. Ein Designer assoziiert mit dem Begriff tendenziell eine Form und versucht dieser einen Sinn in einem gesellschaftlichen Kontext zu geben. Er fokussiert folglich auf die soziokulturelle Wirkung eines Produktes, während ein Ingenieur in »Sorge um die physikalischen Eigenschaften« /BON96, S.33/ eher fertigungstechnische Verarbeitungsmöglichkeiten einer geometrischen Form und somit die technische Machbarkeit mit dem Begriff in Verbindung bringt. Kommunikationskonflikte in Diskussionen sind vorprogrammiert (vgl. /CRO96, S.307/).

**Bild 2.1.4.1:** Beispiel für kontextabhängige Differenzen in der Vorstellung bei Designern und Ingenieuren



Die genutzte Semantik der »Ingenieurwissenschaften« ist dabei von den Zielen der Disziplin geprägt, zum einen die Verfügbarkeit von Methoden rationellen, insbesondere industriellen Produzierens sicherzustellen und zum anderen die Erweiterung der Aktionsmöglichkeiten des Menschen durch planmäßige Ausnutzung der durch die Naturgesetze beschriebenen Begebenheiten zu unterstützen. Ingenieure fokussieren dabei in Ihrem Handeln nicht auf den Gebrauch sondern auf »die physikalische Effizienz« /BON96, S.27/. Wird die Ingenieurwissenschaft der Naturwissenschaft zugeordnet, so gilt dies auch für die genutzte Semantik. Gegenstände der Natur und die sich an ihnen vollziehenden Vorgänge, die Naturerscheinungen, sollen exakt beschrieben und geordnet werden. Weiterhin sollen die zwischen ihnen bestehenden Beziehungen ermittelt werden, um daraus Regeln und Gesetzmäßigkeiten ableiten zu können /BRO00, S.3213/. Der Ingenieur orientiert sich somit an Fakten und weniger an Meinungen /DUD99, S.8/, kommt auf induktive Weise zu neuen Lösungen und ist in seinem gedanklichen Prozess ergebnisorientiert. Sein Denken ist auf das Finden von Problemlösungen und deren Verhalten nach ihrer Realisierung ausgerichtet /SIE99, S.83/. Er ist auf Sicherung physikalischer Funktionen bedacht und legitimiert lediglich einen Erkenntniszugewinn auf Basis eines rational nachvollziehbaren Prozesses (vgl. /BON96, S.46; CHI00, S.332f/). Daher ist seine Ausdrucksweise geprägt durch mathematische Beschreibungen (z.B. Formeln) und theoretische Begriffe (z.B. Radius, Drehmoment), was in aller Regel durch Zeichnungen (z.B. Konstruktionszeichnungen) unterstützt wird /ROP99, S.20/, die kodierte Instruktionen und Anweisungen beeinhaltet /BON96, S.46/. Die eigentlichen Denkvorgänge werden selten dargestellt /DUD99, S.8/, was in Kombination mit der Benutzung einer besonders rationalen Fachsprache ein Nachvollziehen durch Fachfremde erschwert /DUD99, S.1f/. »Die normierte Objektivität seiner Sprache [...] verleitet den Ingenieur zu einer Ideologie der Sachlichkeit, die jede subjektive oder soziokulturelle Sinnfärbung verdrängt und den sachtechnischen Lösungen [...] die Aura einer gesetzmäßigen Notwendigkeit verleiht.« /ROP99, S.22/.

Die Beschreibung der verwendeten Semantik im Design erweist sich im Vergleich zu denen bei der Gruppe der Ingenieure als wesentlich schwieriger. Dies liegt in der Tatsache begründet, dass es für die Funktion des Designs ganz unterschiedliche Erklärungsversuche gibt. Eine weit verbreitete, jedoch nicht den komplexen Wirkungsbereich von Designern beschreibende Meinung, bemüht die oberflächliche Verschönerung »ästhetisch defizitärer Entwürfe aus der Industrie« /BON96, 32/ zur Beschreibung der Funktion der Disziplin. Auf dieses Verständnis gehen vor allem Definitionen aus dem betriebswirtschaftlichen Sektor zurück, die unter dem Begriff »Design« die Zusammenfassung aller Bemühungen verstehen, die darauf gerichtet sind, industrielle Erzeugnisse nicht nur technisch zweckmäßig, sondern auch ästhetisch sowie künstlerisch vollendet zu gestalten /GAB97/. Ein auf die Managementebene orientierter Erklärungsversuch greift weiter und interpretiert Design als »Bemühen, die Befriedigung des Kunden mit dem Gewinn der Firma zu vereinen, wobei auf innovative Weise die fünf Hauptkomponenten des Design – Leistung, Qualität, Haltbarkeit, Aussehen und Kosten – ins Spiel gebracht werden. Der Bereich des Design beschränkt sich (dabei) nicht auf Produkte, sondern schließt auch Systeme ein, mittels derer die öffentliche Identität der Firma [...] geprägt wird« /KOT89, S.28-31 in BON96, S.35/.

Mittlerweile hat das Design eine starke Bedeutung für den unternehmerischen Erfolg erhalten, was darauf zurückzuführen ist, dass Designer sich mit den Phänomenen des Gebrauchs beschäftigen und dabei auf die »soziokulturelle Effizienz« fokussieren /BON96, S.27/. Designer hinterfragen den Sinn eines Produktes im Kontext der Lebensweise einer Zielgruppe /BON96, S.33/

und schaffen eine Beziehung zwischen dem »Artefakt« und seinem Benutzer /BON96, S.47/. Sprachgeschichtlich gesehen (engl.: design = Entwicklung, Entwurf) wird der Entstehungsprozess und nicht das materielle Ergebnis betont /RUM95, S.4/. Die berufliche Disziplin wird den Geisteswissenschaften /BÜR91, S.169; SAM01, S.4/, also der Wissenschaft der geschichtlich gesellschaftlichen Wirklichkeit, zugeordnet, die im Gegensatz zu den Naturwissenschaften sinnverstehend und nacherlebend auf das einmalige Ereignis ausgerichtet ist /BRO00, S.1552/. Dabei bleibt der Sinn per Definition vom subjektiven Erfahrungshorizont geprägt und gibt den Zweck sowie die Bedeutung sprachlicher Wendungen und geistiger Gebilde wieder /BRO00, S.4269/. Der Designer orientiert sich an Meinungen und begründet sein Vorgehen mit Erfahrungswerten aus seinem subjektiven Umgang mit Produkterscheinung und Wahrnehmung. Seine Denkweise ist deduktiv geprägt /SIE99, S.83/. Eine Eigenheit des Designprozesses ist seine natürliche Unbegrenztheit. Durch die fehlende Präzision sind meist Zeitdruck oder zu große Detaillierung die einzigen Ursachen für das Ende des Prozesses /LAW90, S.40/. Die Ausdrucksweise von Designern basiert nicht auf definierten Begriffen sondern auf beschreibenden Darstellungen wie Skizzen und Collagen (vgl. /KÜT95, S.17ff/) unter Verwendung von Erklärungen in Sinnzusammenhängen, welche die umfassenden Wirkungsweisen eines Produktes, die auf objektiven wie subjektiven, funktionalen wie symbolisch-kommunikativen Wirkmechanismen beruhen, darlegen. Im Gegensatz zur Sprache des Ingenieurs ist die des Designers »die Sprache der Urteile« /BON96, S.47/, wodurch das Bestimmen einer objektiven Richtigkeit im Design erschwert wird. Darüber hinaus werden seine mentalen Prozesse durch die jeweiligen soziokulturelle Einflüsse geprägt, wodurch sich eine Nachvollziehbarkeit erst über die Darstellung von gedanklichen Vorgängen im Kontextbezug ergeben kann /LIE99, S.3f/. Die Sprache dient hierbei nicht nur als Mittel zur Kommunikation und als reflektierendes Medium sondern als konstitutives Element. Im Entwurfsprozess werden also über die Sprache die »gesellschaftlichen und technischen Netzwerke« in Relation zueinander gesetzt /BON96, S.183/.

Ein Ingenieur erwartet folglich Präzision und Anweisungen auf Basis von Regeln innerhalb festgelegter Prozesse während Designer nach dem Sinn eines Produktes und dessen gesellschaftlicher Relevanz und soziokulturellen Effizienz suchen. Erhebliche und sich gegenseitig negativ beeinflussende Differenzen in den verwendeten Kodierungen sind die Folge. Daraus resultierende unterschiedliche Wahrnehmungen (Zielkonflikt) stören den kommunikativen und den darauf aufbauenden kooperativen Prozess vor allem in den frühen Phasen des Produktentwicklungsprozesses. Folgende Muster bei Defiziten in der Informationsverarbeitung können nachvollzogen werden:

- Informationen werden nicht wahrgenommen.
- Informationen werden falsch eingeordnet und nicht optimal oder sogar dem Ergebnis nicht zugute kommend genutzt.
- Informationen werden zwar wahrgenommen aber nicht genutzt.
- Informationen werden zu früh oder zu spät weitergegeben.

Diese Mängel gehen mit den Ergebnissen einer Umfrage einher, die im Frühjahr 2002 bei 150 Unternehmen (Designbüros, Unternehmen der Produktentwicklung, Design- und Engineeringdienstleister) durchgeführt wurde (siehe Anhang A1). Es sollte geprüft werden, welchen Stellenwert Vertreter der Industrie der Schnittstelle zwischen Design und Engineering beimessen, wie hoch die Bereitschaft zur Verbesserung der Kooperationsbereitschaft sei, welche Umstände

am häufigsten als Gründe für die einzelnen Konflikte angesehen und welche Vorschläge zur Verbesserung der Zusammenarbeit gemacht werden (siehe Anhang A2). Folgende Erkenntnisse können abgeleitet werden:

- Grundsätzlich wurde von den befragten Unternehmen bestätigt, dass eine Kooperationslücke zwischen Designern und Ingenieuren vorliege und dass somit eine Notwendigkeit zum Handeln bestünde.
- Die Beantwortung der Frage nach den Gründen für die Ausbildung von Konfliktsituationen lässt eine ausgeprägte Vielfalt erkennen, wodurch kein eindeutiges Verständnis der kommunikativen Abläufe auszumachen ist. Neben Kompetenz- bzw. Wissensunterschieden, einer mangelhaften Kommunikation sowie einem fehlerhaften Verständnis über die Prozesse der jeweils anderen Disziplin werden vor allem Unterschiede in der Beurteilung von Teil- und Zwischenergebnissen als Ursache für Kooperationsdefizite ausgemacht.
- Zudem ist eine mangelhafte Bereitschaft zur Leistungsanerkennung gegenüber Vertretern der jeweils anderen Disziplin festzustellen, was vor allem auf die Unterschiedlichkeit der »Sprachen« zurückgeführt wird.
- Das Bewusstsein für die innovationsförderlichen Effekte einer optimierten Schnittstellenausbildung ist bei Vertretern technischer Disziplinen erst in den letzten Jahren mit steigender Bedeutung des Faktors »Design« gereift. Jedoch ist Ingenieuren in aller Regel unklar, welche Maßnahmen einzusetzen sind. Im Sinne der gedanklichen Ausrichtung des Engineeringprozesses ist ein deutlicher Wunsch nach Präzisierung des Designprozesses zu erkennen.
- Von nahezu allen Befragten wird für die Zukunft eine enge Zusammenarbeit der beiden Disziplinen erhofft und teilweise sogar gefordert. Jedoch findet die Frage nach anvisierten kurzfristigen Aktionen lediglich in der Einstellung neuer Mitarbeiter, die über die Kenntnis beider Wissensbereiche und Denkweisen verfügen, eine Antwort. Wie die Situation mit den vorhandenen Mitarbeitern zu verbessern ist, bleibt unbeantwortet.

### 2.1.5 Konkretisierung der Zielsetzung

Aus den bisher ermittelten Erkenntnissen lassen sich folgende Ansätze ableiten, die eine verbesserte interdisziplinäre Kommunikation an der Schnittstelle zwischen Design und Engineering im Produktentwicklungsprozess ermöglichen:

1. Die negativen Auswirkungen eines auf Differenzen im genutzten Code basierenden Kommunikationsprozesses können mit einer Übersetzungshilfe beseitigt werden. Zum einen kann diese Hilfe ein Schnittstellenmanager (Dolmetscher) darstellen, der über die Kenntnis der beiden verwendeten Kodierungen im Bereich des Design und des Engineering verfügt und zwischen Designern und Ingenieuren vermittelt. Zum anderen kann auch eine modellhafte Erläuterung des einen Codes auf Basis der jeweils anderen Kommunikationskodierung ein Kooperationsproblem entschärfen.
2. Es wird sichergestellt, dass Vertreter verschiedener Disziplinen entweder den Code des einen oder des anderen Bereichs verwenden, was eine nachträgliche Ausbildung in den Sicht- und Arbeitsweisen der jeweils anderen Disziplin notwendig macht.
3. Die Problemstellung kann des Weiteren durch die Verwendung einer allgemeingültigen Kommunikationskodierung gelöst werden.

Als Zielsetzung für diese Arbeit wird die Entwicklung einer Übersetzungshilfe in Form einer modellhaften Beschreibung der kreativen Prozesse im Design für die spezielle Semantik der Ingenieure angestrebt. Um den Austausch mentaler Strukturen und die interdisziplinäre Reflexion über gedankliche Ergebnisse zu fördern, soll der Designprozess verständlich für naturwissenschaftlich sowie technisch ausgebildete Personen abgebildet werden. Der Wille zur Kooperation und die Akzeptanz für eine Designleistung sollen über diesen Weg bei Ingenieuren gesteigert werden.

Mit Blick auf die verwendete Semantik innerhalb der Ingenieurwissenschaften können schon an dieser Stelle Anforderungen an das Modell abgeleitet werden:

- Innerhalb des Modells muss der Orientierung an Prozessen und Strukturen innerhalb der technischen Disziplinen Rechnung getragen werden.
- Darüber hinaus muss eine objektive Basis zur Beschreibung des kreativen Vorgehens gefunden werden.
- Diese objektive Basis sollte Bewertungsregeln einschließen.

Als Konsequenz aus der Diskussion der Kommunikationstheorie lässt sich für die Entwicklung des Modells schon an dieser Stelle Folgendes ableiten:

- Eine Informationsübertragung muss immer mit Kontextbezug geschehen. Die Explikation des Kontextes steigert das Verständnis deutlich /HAN01, S.23/, da Deutungsschemata und Interpretationsmöglichkeiten zur Förderung der Interaktionsprozesse mit übertragen werden /HAN96, S.142/.
- Um nach Möglichkeit identische Vorstellungen ( $V=V'$ ) bei Sender und Empfänger zu gewährleisten ist der Kontextbezug abzugleichen.
- Einzelinformationen sollen im Sinne eines Wissenstransfers untereinander vernetzt werden.
- Die Komplexität einer Vernetzung ist der entsprechenden Aufgabenstellung anzupassen.

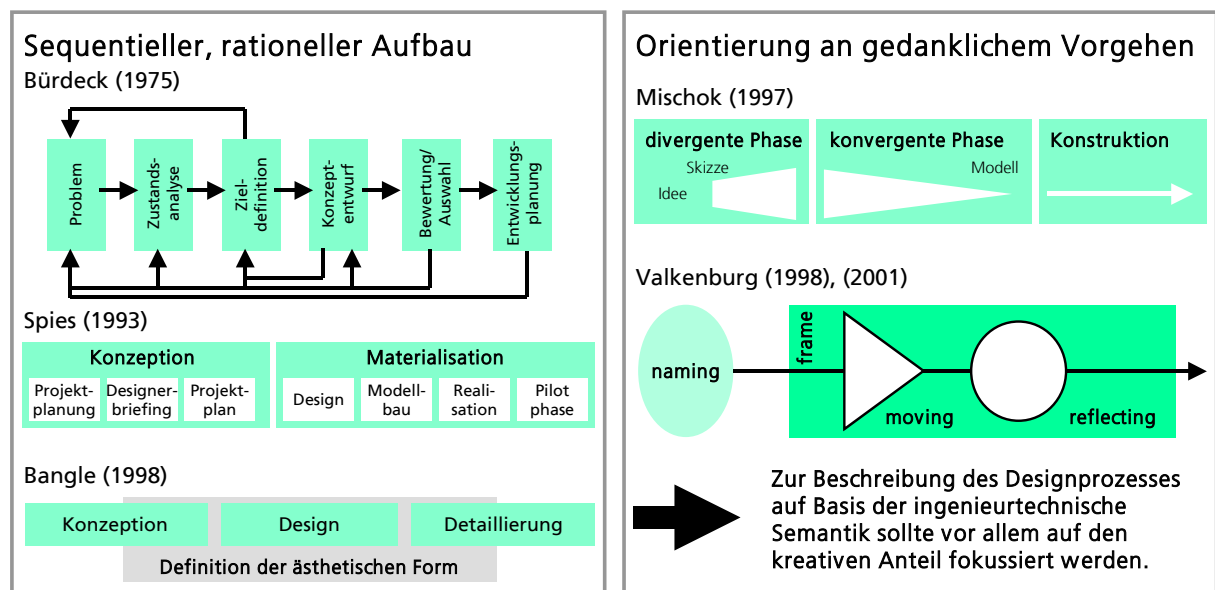
## **2.2 Stand der Forschung und Analyse bestehender Ansätze im Untersuchungsbereich**

Mit Blick auf die Zielsetzung der Arbeit wird im Folgenden der Stand der Forschung in Bezug auf die modellhafte Darstellbarkeit des Designprozesses erläutert. Da bei den technischen Disziplinen häufig das Vorurteil vorzufinden ist, der Entwurfsprozess sei mit der »geheimnisvollen Welt der Kreativität verbunden« /BON96, S.32/ und nur einer Minderheit vorbehalten, wird der Kreativitätsbegriff näher untersucht. Daran anschließend werden adaptierbare Erkenntnisse aus den Bereichen der Kreativitäts- und Bewusstseinsforschung (Kapitel 2.2.2 und 2.2.3) zusammengetragen. Darüber hinaus werden für die Aufgabenstellung relevante Ansätze methodischen Vorgehens in Kapitel 2.2.4 diskutiert, um eine Grundlage für das weitere Vorgehen zu schaffen.

## 2.2.1 Stand der Designprozessforschung

Wie bereits in Kapitel 2.1.4 erläutert, wird sprachgeschichtlich gesehen mit dem Begriff »Design« sowohl das Endprodukt als auch der kreative Prozess der Formerstellung verstanden /GEN01, S.39/. Die ersten Versuche, den Designprozess objektiv erfassbar zu beschreiben und somit für fachfremde Disziplinen bewertbar zu machen, stammen aus den sechziger Jahren. In dieser Zeit wurde das Vorgehen im Design noch als ein »entscheidungstheoretisch untermauerter Prozess des Problemlösens« verstanden /BON96, S.182/. Analog der Überzeugungen und Vorgehensweisen aus dem Bereich der Ingenieurwissenschaften wurden dann in den siebziger Jahren Prozessmodelle entwickelt, die sich an den systematischen Denkprozess anlehnten. Einzelne Aktivitäten wurden identifiziert und sequentiell aneinandergereiht. Um die Modellvorstellungen für die Praxis anwendbar werden zu lassen, wurden zudem Iterationsschleifen vorgesehen /BÜR75, S.18ff/. Hingegen fand man für die eigentliche Lösungsfindung noch keine wissenschaftlich begründbare Erklärung und beschrieb diese nur sehr grob mit einem »kreativen Sprung« /JON70, S.52/.

**Bild 2.2.1.1:** Auswahl von Ansätzen zur Beschreibung des Designprozesses (/BAN98, S.15; BÜR75, S.20; GES01, S.41f; SPI93, S.174; VAL00, S.72ff/)



Anders als zunächst angenommen, stellte man im Laufe der achtziger Jahre fest, dass die Lösung von Designproblemen nicht über die systematische Abhandlung von Teilaktivitäten zu realisieren sei. In /RIT84/ wird zum ersten Mal von der Notwendigkeit der Beschreibung des Designprozesses über ein argumentatives Modell gesprochen, wobei die logisch rationellen Ansätze bis heute nicht vollständig verschwunden sind. Beispiele hierzu sind in Bild 2.2.1.1 zu finden. Spies Ansatz /SPI93, S.173/ zur Prozessbeschreibung weist beispielsweise eine starke Projekt- und Marketingorientierung auf. Er teilt das Vorgehen in eine Phase für die Konzeption und eine für die Materialisation auf, wobei eingeräumt wurde, dass sich das Prozessverständnis lediglich für relativ einfach strukturierte Produkte eigne. In einem späteren Ansatz wird der Prozess in ein vor allem in der Automobilindustrie weitverbreitetes Drei-Phasen-Modell mit den Teilbereichen Konzeption, Design und Detaillierung gegliedert. Die Definition der ästhetischen Form erfolgt parallel dazu innerhalb einer zweiten Ebene. Sie wird allerdings nur recht unpräzise beschrieben

/BAN98, S.15/. In den neunziger Jahren wurden dann die ersten Versuche unternommen, den Designprozess anhand der tatsächlich ablaufenden gedanklichen Prozesse zu erklären. So nutzte beispielsweise Mischok /GEN01; S.42/ Begriffe aus der Kreativitätsforschung und unterteilte den Designprozess analog der Drei-Phasen-Idee in eine divergente, konvergente und konstruktive Phase. In der divergenten Phase nutzt der Designer große Freiräume zur Entwicklung neuer Ideen und Konzepte, die in der konvergenten Phase in ein Modell überführt und konstruktiv präzisiert werden. Selbst aus den Ingenieurwissenschaften erscheinen Publikationen, welche die an Rationalität und Logik orientierten Konstruktionsprozesse aus den späten siebziger und achtziger Jahren /PAH86, S.16; VDI1977, VDI1985/ kritisch hinterfragen. Man ist mittlerweile zu der Überzeugung gelangt, dass sich mit den bislang vorhandenen rationellen Modellen nicht alle Probleme, die in der Praxis eines Konstrukteurs auftreten, beschreiben und lösen lassen /EHR99, S.726; LIN99, S.760/.

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wurde an der TU-Delft ein Modell zur Beschreibung von Design- und Entwicklungsprozessen entwickelt und als Analysewerkzeug in der Praxis getestet /VAL98, VAL00/ (siehe Bild 2.2.1.1 rechts), das auf der Theorie des »reflective practitioner« /SCH83; SCH84; SCH87; SCH92/ aufbaut. Diese besagt, dass entgegen der Tradition der technischen Rationalität der Designprozess auf einer ständigen Interaktion zwischen Wissen und Erfahrung basiert. Dabei nutzt der »practitioner« Methoden und Werkzeuge, die ihm in einer gewissen Situation zur Problemlösung als sinnvoll erscheinen. Es handelt sich dabei meist nicht um das Ergebnis eines logischen Gedankengangs, sondern der Praktiker handelt meist intuitiv auf Basis seiner Erfahrungen /SCH87, S.6/. Innerhalb des Prozesses findet eine kontinuierliche Reflexion über das Ergebnis seines gedanklichen Fortschreitens statt, die ihn dazu bewegt, die Rahmenbedingungen seiner Situation laufend zu aktualisieren. »...This process spirals through stages of appreciation, action and reappraisal. The unique and uncertain situation comes to be understood through the attempt to change it, and changed through the attempt to understand it...« /SCH87, S.132/. Innerhalb des entwickelten Modells wird der Designprozess als kreisender Prozess einzelner Aktivitäten verstanden, wobei der Designer über die Nennung (naming) der relevanten Faktoren für eine spezielle Situation arbeitet, den Problembereich eingrenzt (frame), gedanklich eine gewisse Lösung anvisiert, sich ihr nähert (moving) und über die gemachten Erfahrungen reflektiert (reflecting) /VAL00, S.58/. Um interdisziplinäres Handeln zu fördern, wird folglich kein Unterschied mehr gemacht zwischen der gedanklichen Vorgehensweise eines Designers und eines Ingenieurs, wobei der gemeinsame Reflexionsprozess als kooperationsförderlich identifiziert werden konnte /VAL00, S.231/.

Es ist klar festzustellen, dass sich die Forschungsaktivitäten bezüglich der modellhaften Abbildung und Darstellung des Designprozesses in Richtung der realen gedanklichen und mentalen Prozesse hin orientieren. Bislang fehlen jedoch Aussagen zum gedanklichen und kreativen Vorgehen im Design. Zwar wurden Untersuchungen zur Kreativität im Design durchgeführt, doch dienen diese Resultate lediglich der individuellen Förderung persönlicher Fähigkeiten /CHR92; SCH98/. Darüber hinaus sind Methodiken zur Unterstützung von Reflexionsprozessen vor dem Hintergrund einer disziplinenübergreifenden Anwendbarkeit und vor dem Hintergrund der Anwendbarkeit für die Ingenieurwissenschaften noch nicht entwickelt worden. Das von Valkenburg entwickelte Prozessverständnis leitet keine klaren Bewertungsregeln für Designprozess und für Designleistung ab, was den Austausch vor allem von implizitem Wissen und gedanklichen Prozessen zwischen Designern und Ingenieuren erschwert.



## 2.2.2 Stand der Kreativitätsforschung und Analyse adaptierbarer Erkenntnisse

Damit der für die Aufgabenstellung relevante Erkenntnisstand aus dem Bereich der Kreativitätsforschung aufbereitet werden kann, ist es zunächst erforderlich, Aussagen zum Kreativitätsbegriff zu analysieren. Ursprünglich aus dem Lateinischen abgeleitet und nach der biblischen Schöpfungstheologie dem Göttlichen vorbehalten /PET00, S.110/, versteht man unter »Kreativität« bereits seit dem 16. Jahrhundert den Erzeuger- oder Schöpferdrang des Menschen /KRA96, S.128/. Im 18. Jahrhundert wurde die Fähigkeit zu kreativem Handeln zunächst als die zentrale Eigenschaft der Kunst angesehen und somit den Künstlern zugewiesen, wodurch intellektuelle und manuelle Tätigkeiten miteinander in Beziehung gesetzt wurden. Mit Aufkommen der kapitalistischen Gesellschaftsform ordnete man die Verbindung zwischen Eignung und Eigentum dem »genialen Ausnahmesubjekt« /OST03, S.1ff/ und folglich dem Kreativen zu, wodurch die Begriffsbedeutung um eine ökonomische Dimension erweitert wurde.

Die eigentliche Kreativitätsforschung begann gegen Ende des 19. Jahrhunderts (1864) mit der Veröffentlichung von »Genie und Irrsinn« durch Lombroso, worin er die menschliche Kreativität als Resultat eines degenerierten Hirnprozesses ansah /GUN91, S.27/. Erst durch die Anstrengungen der Amerikaner als Folge des Sputnikeffektes wurde eine wissenschaftlich fundierte Kreativitätsforschung betrieben /FUN00, S.285/ und seit den sechziger Jahren des 20. Jahrhunderts der Begriff der Kreativität mit Methoden der Ideenfindung in Verbindung gebracht /HOC00, S.136/. Guilford stellte bereits 1950 dem einfachen linearen Denken zur Feststellung einer kreativen Eignung das divergente Denken gegenüber /HEN00, S.12/, während de Bono diese Art des gedanklichen Prozesses als lateral bezeichnete /BON71/. Seit dieser Zeit sind auf Grund der Vielzahl der nutzbaren Bedeutungsebenen des Kreativitätsbegriffes vor allem in Bereichen, die allgemein mit Design oder Kunst assoziiert werden, eine inflationäre Zahl von Bedeutungen und Definitionen aufgetaucht /HEN00; S.9; SCH98, S.6/. Die »schöpferische Leistung« wird mit Originalität und Neuartigkeit, die Befähigung dazu mit Begriffen wie Phantasie, Intuition, Improvisation, Begabung, Inspiration, Verspieltheit, Offenheit und Flexibilität in Verbindung gebracht /PFE00, S.128/.

Kreativität ist:

- alles Ungewöhnliche, aus dem Rahmen Fallende, Bizarre, Originelle und Phantastische.
- alles, was Spaß macht, was uns verwandelt, ekstatisch stimmt und Gefühle der Selbstverwirklichung auslöst.
- alles, was nicht auf solidem Wissen gründet, die Regeln der Logik links liegen lässt, Normen überwindet, Konventionen sprengt und angeblich aus der rechten Hirnhälfte stammt /MIT00, S.5/.

Dass hierunter in der Allgemeinheit alles abgeleitet werden kann (vgl. /MIT00, S.4; THI85, S.12/) ist verständlich und verdeutlicht, dass dem Begriff bislang eine hinreichende Prägnanz fehlt /SCH98, S.6/. Dieses unpräzise Verständnis (vgl. auch /BUL00b, S.22ff/) kann als eine Begründung dafür herangezogen werden, dass Designer häufig Kooperationsdefizite an der Schnittstelle zwischen Design und Engineering auf ein falsches Verständnis und eine Minderbewertung ihres eigenen gedanklichen Designprozesses zurückführen /PET03a, S.8/. Auch der bislang letzte Versuch den Begriff hinreichend genau zu definieren:

»Kreativität bezieht sich auf die menschliche Fähigkeit, Neues zustande zu bringen. Ihre Grundlage ist die Vorstellungskraft als Vermögen zur Vergegenwärtigung des Abwesenden und, darauf aufbauend, die Phantasie als Vermögen zur Vergegenwärtigung des (Noch-)Nicht-Existenten.« /OST03, S.26/

liefert keine für die Semantik der Natur- und Ingenieurwissenschaften, in der vor allem Präzision, eine Möglichkeit zur prozesshaften Darstellbarkeit und Bewertungsregeln erwartet werden, ausreichende Erklärung. Dies stimmt mit der Erkenntnis überein, dass zwar in den letzten 20 Jahren die Aktivitäten seitens der Kreativitätsforschung enorm verstärkt wurden, bislang jedoch die Resultate keine objektive und präzise Beschreibung des Phänomens zulassen /FEL99, S.169f/. Vor allem der Wunsch nach einer klaren Definition von Kreativitätsbegriff und Kreativitätsprozess ist zu erkennen /MAY99, S.459/. Mit den Ergebnissen dieser Arbeit soll folglich neben einer für Ingenieure verständlichen Beschreibung der kreativen Phasen im Design auch ein objektiver Gebrauch des Begriffs »Kreativität« gewährleistet werden.

Um adaptierbare Erkenntnisse für das weitere Vorgehen ableiten zu können, wird im Folgenden der Forschungsstand der Kreativitätsforschung erläutert. Das Gebiet wird allgemein in die 4 Bereiche:

1. Bestimmung kreativer Persönlichkeitseigenschaften,
2. Kreativitätsförderung,
3. Erklärungsversuche zum kreativen Prozess und
4. Untersuchungen zum kreativitätsförderlichen Umfeld

unterteilt. Doch nur in den drei erstgenannten Bereichen sind Ansätze zu finden, die zur Objektivierung des Kreativitätsbegriffes und Beschreibung des Kreativprozesses im Sinne der Aufgabenstellung beitragen können. Darüber hinaus existieren verschiedene psychologische Theorien zur Kreativität, deren Relevanz für die Zielsetzung dieser Arbeit diskutiert wird.

#### 2.2.2.1 Bestimmung kreativer Persönlichkeitseigenschaften

Auf Basis von Autobiografien und Analysen zu »besonders kreativen« Persönlichkeiten haben Forscher in der Vergangenheit versucht, Merkmale zu entdecken, auf die kreative Leistungen zurückzuführen seien (z.B. /COX26; NAI31; SAI00/). Es konnten jedoch nur bedingt gültige Eigenschaften identifiziert werden, die auf eine besondere Ausbildung kreativer Fähigkeiten schließen lassen /HEN00, S.21f; WEI89, S.189/. Bei Kreativität handelt es sich also nicht nur um seltene, überragende schöpferische Leistungen von Künstlern und Wissenschaftlern, die den Begriff der Genialität rechtfertigen würden /FAC85, S.2f; PRE76, S.14; WAR99, S.190/. Dass Menschen genetisch bedingt und auf Grund ihrer frühen Prägung eine unterschiedlich starke Eignung (Talent) zur Ausbildung von Kreativität aufweisen, ist weitestgehend erwiesen /EIG00, S.44/. Jedoch wird in unserer postindustriellen Wissensgesellschaft mittlerweile jedem die Fähigkeit zur Kreativität zugesprochen und sogar die Entfaltung kreativer Potenziale abverlangt /OST03, S.3f/.

Neben den ökonomischen Effekten des Faktors »Kreativität« wurden auf psychologischer Ebene Bedingungen ermittelt, die zur Ausbildung kreativer Vorgänge benötigt werden. Vor allem das Vorhandensein von Wissen ist dabei ebenso als Notwendigkeit anzusehen /CAK73, S.284; SCH98, S.102; TOR73, S.124; WEI99, S.226/ wie der Antrieb sowie die Motivation (intrinsische Leidenschaft /GOL99, S.35/) zur Entdeckung neuer Erkenntnisse /COL99, S.297/ und die Fähigkeit zur »unorthodoxen Verknüpfung« von Wissensbausteinen /BUL00a, S.13/. Nach Steinberg müssen zur Ausbildung kreativer Höchstleistungen sogar alle Faktoren wie Intelligenz, Wissen, ein individueller Denkstil, Persönlichkeit, Motivation und eine förderliche Umgebung zusammenkommen /STE95, S.363f/. Die persönlichen Eigenschaften zur Förderung von Kreativität sind in Grenzen erlernbar /PFE00, S.128/ und können, wie zahlreiche Seminarprogramme zeigen, trainiert werden /BIN89, S.134; LAN84, S.94f; OST03, S.20; SEL01, S.17; WEI89, S.29/. Die beim Menschen tatsächlich ablaufenden geistigen Prozesse, die eine besondere kreative Persönlichkeitsausprägung begründen, konnten allerdings immer noch nicht exakt definiert werden /HEN00, S.27f/.

Eine Minimierung der Defizite im kooperativen Austausch kreativer Leistungen innerhalb von Entwicklungsvorhaben kann folglich nicht mit dem Einsatz einzelner Personen erreicht werden, die, oberflächlich betrachtet, kreativitätsförderliche Persönlichkeitsmerkmale aufweisen. Vielmehr wird ein Zusammenlegen und die Kommunikation aller kreativen Potenziale für die Zukunft im Sinne der Optimierung einer Unternehmenskreativität gefordert /OST03, S.3f; SEG00, S.105f/.

#### 2.2.2.2 Kreativitätsförderung

Das Teilgebiet der »Kreativitätsförderung« lässt sich in zwei Schwerpunkte aufteilen. Zum einen sollen mit geeigneten Maßnahmen und Schulungen die individuellen Eigenschaften zum Vollziehen kreativer Prozesse gefördert, zum anderen soll die Ideenfindung über den Einsatz sogenannter Kreativitätstechniken (siehe /HÜR81/) vor allem gruppenspezifisch optimiert werden /CZI93, S.296/. Die große Anzahl existierender Vorgehensweisen reicht von Formen für die tagtägliche Ideenfindung (z.B. Mindmapping /REI01/, Brain-Tools /PRI01/) bis hin zu professionell in Unternehmen etablierten Strategien zum Innovationsmanagement (z.B. W-Modell des Innovationsprozesses /EVE02/ oder TRIZ-Methode /HER00/). Gemeines Ziel der Techniken, die jedoch hinsichtlich ihrer Effizienz immer noch kontrovers diskutiert werden, ist es, eine Hilfestellung bei der Simulation und Stimulation des kreativen Prozesses zu leisten. Sie werden als nicht aufgabenspezifische Methoden zur Ideenfindung verstanden, die unabhängig jeglicher Disziplin /EHR95, S.350; PRI01, S.32-39; SCH98, S.11/ zu einer Erhöhung der Kreativität führen und bei der Entscheidungsfindung sowie bei der Problemlösung helfen können /KRA96, S.146/. Dabei wird der Visualisierung gedanklicher Arbeit eine hohe Bedeutung zur Förderung individueller und gruppenspezifischer kreativer Prozesse beigemessen /OST03, S.4; SEL01, S.60/. Neue Techniken und Programme nutzen multimediale Möglichkeiten in verstärktem Maße, wobei diese neuen Formen auf den weitgehend bekannten Konzepten beruhen /HEN00, S.28/.

Mit einer kurzen Darstellung des allgemeinen Aufbaus und der Vorgehensweise von Kreativitätstechniken sollen im Folgenden die für die Entwicklung eines Modells zur Beschreibung und Darstellung des kreativen Designprozesses relevanten Faktoren identifiziert werden. Hinsichtlich des

Vorgehens und der Verfahrensmerkmale lässt sich die Vielzahl der bekannten Techniken nach Bild 2.2.2.2 klassifizieren.

**Bild 2.2.2.2:** Einordnung der Methoden zur Ideenfindung nach Vorgehen bzw. Verfahrensmerkmalen (vgl. /BER86, S.108f; SCH99, S.61; SCHR98, S.47; VDI83, S.86ff/)

METHODENGRUPPE	VERFAHRENSMERKMALE	REPRÄSENTANTEN
<b>A. Intuitive Methoden</b>		
1. Brainstorming und seine Abwandlungen	Visionäre Einfälle und spontane Assoziationen sollen innerhalb einer ungehemmten Diskussion (keine Kritik) geäußert werden.	- Diskussion 66 - Brainstorming - Imaginäres Brainstorming
2. Brainwriting-Methoden	Spontanes Niederschreiben von Ideen auf Formular oder Zettel; Umlauf von Formularen	- Methode 635 - Brainwriting-Pool - Ideen-Delphi
3. Intuitive Orientierung und Konfrontation	Stimulierung der Lösungsfindung durch Suchen in problemfremden Bereichen und Auseinandersetzen mit fremden Bedeutungsinhalten	- Bionik - Synektik - Reizwort-Analyse - TILMAG-Methode - Semantische Intuition
<b>B. Systematische Methoden</b>		
1. Systematisch-analytische Assoziation und Konfrontation	Gesamtheit in Teilprobleme aufteilen; Lösen der Teilprobleme und Zusammenfügen zu einer Gesamtlösung durch Variation, Kombination und Analogiebildung	- Morphologischer Kasten - Morphologische Matrix - Sequentielle Morphologie - Problemlösungsbaum
2. Systematisch-analytische Problemspezifizierung	Aufdeckung der Kernfragen eines Problems oder Problembereichs durch systematisches und hierarchisch-strukturiertes Vorgehen	- Progressive Abstraktion - KJ-Methode - Hypothesen-Matrix - Relevanzbaum

Trotz der unterschiedlichen Ausprägungen ist allen Methoden zur Ideenfindung gemein, dass sie das bewusste Nachvollziehen gedanklicher Prozesse und das Verknüpfen unterschiedlicher Wissensbereiche meist in der Gruppe fördern. Die Neuorientierung mentaler Strukturen soll angestoßen werden. Die Förderung des Bewusstwerdens über die gedanklichen Prozesse im Design durch die visuelle Darstellung des einzelnen kreativen Vorgehens ist folglich für die Entwicklung des in dieser Arbeit anvisierten Modells zur Förderung der interdisziplinären Kooperation als besonders wichtig anzusehen (vgl. /BRO96, S.101; MET96, S.641ff/).

### 2.2.2.3 Erklärungsversuche zum kreativen Prozess

Eine Vielzahl von Versuchen wurde unternommen, den kreativen Prozess zu beschreiben und Aussagen zur Psychologie des produktiven Denkprozesses zu treffen (z.B. /DUN74; WER57/). Da meist nur traditionelle psychologische Ansätze Verwendung fanden, tragen die Fortschritte auf dem Gebiet bislang jedoch nur wenig zu einer Präzisierung des Kreativitätsprozesses bei /BEI96, S.72/ und begünstigen Mythen über die Rolle von Intuition, Inspiration und Unterbewusstsein /WEI89, S.15ff/.

**Bild 2.2.2.1:** Phasen des Problemlösungsprozesses in vergleichender Gegenüberstellung (nach /BEI96, S. 258f/)

Modellansatz		Autor
Vorschlag möglicher Lösungsvorschläge Rationale Durcharbeitung/ Analyse der Konsequenzen	Illumination	Dewey 1910 Bemerken einer Schwierigkeit
		Poincaré 1913 Bemerken von Bedürfnis oder Problem
		Rossmann 1931 Problem formulieren
Elaboration: Masculine Phase	Produktion	Kris 1952 Beobachtung
		Skinner 1953 Vorbereitung: Gewählt werden und Orientierung
		Johnson 1955 Produktion
Produktion/ Synthese	Vorstellen von Lösungen	Arnold 1959 Vorbereitung/ Analyse
		Harris 1959 Bemerken von Problemen
		Gagné 1959 Wahrnehmung von Stimuli
Operation: Einfall/ Synthese	Bestimmung des Handlungsbereichs Entscheidung Verifikation	Miller 1960 Test: Soll-Ist-Differenz? Operation: Problemdefinition Test: Problem richtig definiert?
		Osborn 1962 Orientierung
		Torrance 1966 Bemerken von Problemen Identifizierung mit dem Problem
Überprüfung und Modifikation der Hypothesen	Überprüfung	de Groot 1968 Beobachtung
		de Groot 1968 Induktion
		Torrance 1966 Formulierung von Hypothesen Deduktion
Ausarbeitung Kommunikation der Ergebnisse	Evaluation und Kommunikation	Miller 1960 Test: Akzeptierung? Exit-Verwirklichung
		Osborn 1962 Verifikation
		Torrance 1966 Kommunikation der Ergebnisse
Akzeptierung einer Lösung	Verifikation	Arnold 1959 Entscheidung/ Evaluation
		Harris 1959 Verifikation
		Gagné 1959 Bestimmung des Handlungsbereichs Entscheidung Verifikation

Definitionen wie im Brockhaus /BRO96a, S.476/, in der der kreative Prozess in die Phasen:

1. Auseinandersetzung mit der Natur,
2. Problemwahrnehmung,
3. Informationssammlung,
4. Systematische oder unbewusste Hypothesenbildung,
5. Einfall, Gedankenblitz, Idee, Erleuchtung,
6. Überprüfung und Ausarbeitung,
7. Mitteilung, Kommunikation und
8. Durchsetzung, Realisierung

gegliedert wird, zeigen, dass nach weitläufiger Annahme der kreative Prozess mit dem Problemlösungsprozess gleichzusetzen sei. Eine Durchmischung bei der modellhaften Beschreibung beider Typen ist die Folge /BOL78, S.10/ (siehe Bild 2.2.2.1). Um dieser zu entgehen, wird im Folgenden das Erklärungsmodell von Poincaré als relevant für diese Arbeit gewählt. Dieses gilt als Basis für die meisten aktuellen modellhaften Beschreibungen (siehe /GUN91, S.60/) und fundiert auf der Auswertung autobiografischer Berichte bedeutender Wissenschaftler und Künstler. Innerhalb eines 4-Phasen Modells wird der Ablauf produktiven Denkens schon seit 1913 /GOL99, S.17-24; HIN97, S.72f; KRA97, S.132; MIT99, S.5f; PAT82, S.116; SCHL98, S.39; vgl. auch YOU03/, in die Phasen:

1. Präparation,
2. Inkubation,
3. Illumination und
4. Verifikation

aufgeteilt. Diese Einteilung unterstreicht jedoch lediglich den »prozessualen Charakter« des Generierungsprozesses /MEI92, S.367/. Die ursprünglich erläuterten Inhalte können nach dem heutigen Wissensstand nicht mehr ohne Einschränkungen übernommen werden. Wird im 4-Phasen Modell eine Gedankenbildung als zumeist unbewusst ablaufender Prozess verstanden, so weisen aktuelle Ergebnisse /WEI89, S.29/ darauf hin, dass kreative Prozesse häufig bewusst wahrgenommen stattfinden und vielmehr unbewusst vorbereitet werden. Der unbewusste Anteil ist daher in der Präparations- und Inkubationsphase am größten ausgeprägt /HIN97, S.73/. Alle Phasen unterliegen nichtlinearen Abläufen, bauen sich langsam und schrittweise auf und basieren auf strukturierten /SAM01, S.6/ sowie vernetzten Denkprozessen /SEL01, S.34/, die der Denkende bewusst beeinflussen kann (vgl. auch /HAN02/).

Die folgende inhaltliche Belegung der einzelnen Phasen soll in den weiteren Ausführungen als Basisverständnis des kreativen Prozesses genutzt werden. Aktuelle Forschungsergebnisse der Neurowissenschaften sowie der Kognitionspsychologie, mit denen der kreative Denkprozess auf eine Umstrukturierung von Wissensbeständen /DÖR79, S.116; KLI84, S.68/ zurückgeführt werden kann, gehen in die späteren Überlegungen mit ein.

Mit der **Präparation** wird der gedankliche Abschnitt der Vorbereitung beschrieben. Nach Bewusstwerden einer Problemstellung umfasst sie sowohl die psychologische Vorbereitung des Denkenden als auch die unzensierte Sammlung und Aufbereitung des zur Problemfindung rele-

vanten Wissens. Erste Lösungsansätze werden formuliert. Unterbricht der Kreative die Präparationsphase bewusst, beginnt die Phase der Inkubation /GUN91, S.63/.

Die **Inkubation** bezeichnet den Reifeprozess eines Gedankengangs zwischen dem Aufstellen der ersten Hypothese und dem Finden einer Lösung. Problembezogene Informationen werden innerhalb eines Verrechnungs- und Verknüpfungsvorgangs mit anderem Erfahrungsmaterial sowohl unbewusst als auch bewusst in Relation gesetzt und zu vielen Konstellationen kombiniert (vgl. /HIN97, S.73/).

In der **Illuminations-** oder Lösungsphase werden die entstandenen Konstellationen und Verknüpfungen hinterfragt und eine Lösung in Form eines vollendeten Gedankens beschrieben. Die Lösung ist häufig mit dem Gefühl der Gewissheit verbunden, dass sie dem Problem in hinreichender Form gerecht wird. Das kreative Produkt wird dabei nicht als Resultat einer plötzlichen Eingebung verstanden (vgl. /MEI92, S.367/).

In der Phase der **Verifikation** wird die Lösung den Gegebenheiten und Anforderungen der Problemsituation gegenüber gestellt und in eine entsprechende Umsetzungsform überführt.

Bewertungsmaßstäbe zum kreativen Prozess und Produkt sind nach /SCH98, S.7ff/ für den Designbereich nur am individuellen gestalterischen Expertenwissen festzumachen, was sich durchaus auf andere Bereiche übertragen lässt (vgl. /FUN00, S.293/). Ein verlässlicher und allgemeingültiger Bewertungsansatz wurde auf Grund der individuellen Komponente bislang nicht ermittelt, da zur Einschätzung des individuell Neuen und persönlich Bedeutsamen, also dem Originellen /GUN91, S.37/, lediglich der subjektive Anspruch zur Verfügung steht. Vor allem auch die Vermittlung der Entstehungsgeschichte einer kreativen Leistung hat einen positiven Einfluss auf die wahrgenommene Qualität /FUN00, 293/. Das Fehlen objektiver Darstellungsmöglichkeiten des kreativen Prozesses und von Bewertungsmaßstäben zum kreativen Produkt läuft auf Grund der beschriebenen Differenzen in den Arbeitsauffassungen speziell der Ausbildung kooperativer Schnittstellen zwischen geistes- und naturwissenschaftlich orientierten Disziplinen zuwider.

Bemerkenswert erscheint an dieser Stelle, dass die Ausbildung kreativer Prozesse vor allem zwischen Wissenschaft und angewandter Kunst auf unterschiedlich starken restriktiven Bedingungen beruht. Ist für die Formulierung einer kreativen Leistung auf dem Gebiet der Wissenschaft meist ein solides Wissen über die komplexen Zusammenhänge innerhalb eines Fachgebiets notwendig, wobei sich die Naturgesetze restringierend auf den kreativen Prozess auswirken, so fasst sich der Spielraum im Bereich einer künstlerischen Arbeit viel weiter. Kreative Ansätze in der Wissenschaft finden daher meist in einem späteren Lebensalter statt /KRA00, S.23/

#### 2.2.2.4 Psychologische Sichtweisen zum Thema Kreativität

Neben den schon erläuterten Erklärungsversuchen zur Kreativität existieren auf dem Gebiet der Psychologie einige Ansätze, deren Inhalt und Relevanz für die in dieser Arbeit formulierte Zielsetzung im Folgenden analysiert wird.

Die psychoanalytischen Theorien gehen allesamt auf das von Freud formulierte Konzept eines triebverdrängenden Abwehr- und Schutzmechanismus zurück. Höhere geistige Vorgänge, die beispielsweise zu einer kreativen Betätigung führen, werden als Ausgleich einer fehlenden Erfüllung des primären Sexualtriebs angesehen und einer kleiner Minderheit zugewiesen (vgl. /MAT79, S.132; VER89, S.96/). Während Freud auf Basis dieses Ansatzes das Unterbewusstsein als Quelle für Kreativität ausmachte, gehen andere Wissenschaftler von einem teilbewussten oder »bewusstseinsfreien« Zustand aus. Phantasien und Assoziationen werden dabei vom kreativen Individuum zugelassen und verarbeitet; nichtkreative Individuen verdrängen diese jedoch /LAN84, S.40-44/.

Basis für die gestaltpsychologischen Ansätze bildete die kritische Auseinandersetzung mit dem traditionellen logischen Denkprozess. Vor allem Wertheimer beschreibt das kreative Produkt als Resultat einer Umgruppierung, Reorganisation und Strukturierung von einzelnen Elementen, wobei der gedankliche Prozess auf ein »ganzheitliches« System als Lösung für ein bestimmtes Problem fokussiert. In der Gestaltpsychologie wird folglich der kreative Denkvorgang als formierender Prozess verstanden /LAN84, S.45/. Besondere den mentalen Strukturierungsvorgang auslösende und antreibende Mechanismen konnten die Gestaltpsychologen nicht identifizieren /DUN73, S.348/.

Innerhalb der assoziationspsychologischen Kreativitätstheorien wird das Phänomen der Kreativität mit einer Umformierung assoziativer Elemente zu neuen nützlichen Verknüpfungen begründet. Das Maß für die kreative Qualität bildet in diesem Zusammenhang die Entfernung der Elemente einer neuen Formierung zueinander /MED73, S.288/. Regeln für den Restrukturierungsprozess konnten jedoch bislang nicht ermittelt werden /BRO89, S.19f/.

Guilford geht in seiner Übertragungstheorie davon aus, dass das menschliche Bewusstsein einen mehrdimensionalen Intellekt darstellt und erklärt somit Intelligenz als Voraussetzung für Kreativität innerhalb einer dreidimensionalen Struktur. Das kreative Produkt bezeichnet er als System, das sich über Schemata, Themata oder Motive äußert. Als unabdingbar sieht Guilford für einen erfolgreichen Kreativitätsprozess das Zusammenspiel zwischen konvergentem und divergentem Denken an. Dabei versteht er unter Divergenz die restriktionsfreie Suche nach einer Vielzahl von Lösungsmöglichkeiten, während Konvergenz die Fixierung einer Lösung aus dem Repertoire aller Möglichkeiten über Ordnen, Strukturieren und Bewerten bezeichnet /OER77, S.215f/. Neben den erforderlichen Denkweisen erachtet Guilford als Voraussetzung für Kreativität vor allem das Vorhandensein einer hinsichtlich Menge und Vielseitigkeit breiten Wissensbasis /CAK73, S.284; TOR73, S.124/, womit er Kreativität als Moment des Lernens versteht. Alte Informationen werden innerhalb des Prozesses in einen neuen Kontext gesetzt /PRE76, S.28/. Des Weiteren sieht er den Lösungsprozess auf der Bewusstseinssebene ablaufen. Wie es jedoch zum Erkennen der Beziehungen zwischen den einzelnen Informationen innerhalb eines Systems und somit zu einem Abschluss des Denkvorgangs kommt, beantwortet er nicht /LAN84, S.30/. Es wird allerdings betont, dass kreativitätsförderliche Persönlichkeitsmerkmale erlernbar seien und sich Kreativität daher nicht disziplinspezifisch ausbildet /LAN84, S.94f/. Eine Nähe zur assoziationspsychologischen Theorie ist klar zu erkennen.

Als Auslöser für einen kreativen Vorgang sehen die Anhänger einer existentialistischen Kreativitätstheorie die Auseinandersetzung mit der Umwelt an, wobei das kreative Produkt als Lösung



für eine optimale menschliche Existenz verstanden wird /MAY87, S.36/. Der gedankliche Prozess findet nach Ansicht der Forscher auf Basis der Willenstärke sowohl bewusst als auch unbewusst statt /MAY87, S.40/. Dabei wird die Qualität der gedanklichen Arbeit und ihr Einfluss auf die Umwelt nicht disziplinspezifisch bewertet /MAY87, S.35/. Kreativität wird sogar als Erfüllung eines Kommunikationsbedürfnisses angesehen, wodurch sich die Theorie klar von den psychoanalytischen Ansätzen abgrenzt /LAN84, S.47/. Außerdem wird als Effekt eines kreativen Prozesses auf den Menschen eine neurologische Veränderung im Gehirn betont /MAY87, S.41/.

Interpersonelle oder kulturtheoretische Ansätze heben die Rolle der Persönlichkeit in ihrer Abhängigkeit von der Umwelt und den Mitmenschen für das Ermöglichen kreativer Prozesse hervor /PRE76, S.27/. Einige Vertreter definieren Kreativität als höchste Zweckmäßigkeit des Menschen, deren sich alle anderen Persönlichkeitsmerkmale unterordnen, um für sich selbst und die Gesellschaft einen Mehrwert zu schaffen. Andere sehen den Mut, sich von der Allgemeinheit zu unterscheiden, als herausragende Basis für kreatives Handeln /LAN84, S.48ff/. Zudem werden in den kulturtheoretischen Ansätzen Merkmale untersucht, die sich förderlich und hemmend auf die Ausbildung kreativer Prozesse auswirken.

Abschließend soll das Phänomen der Kreativität in seiner Relation zur Hemisphären- und Bewusstseinsforschung dargestellt werden. Seit den sechziger Jahren gingen Forscher von der Annahme aus, dass bestimmte Gehirnareale für die Ausbildung kreativer Prozesse verantwortlich seien. Die Theorie einer Unterschiedlichkeit zwischen linker und rechter Hemisphäre wurde aufgestellt, wobei die Aktivierung einer Funktion aus der einen Hälfte einen bewusstlosigkeitsähnlichen Zustand bei der anderen Hälfte bewirken sollte. Diese Theorie konnte allerdings in den achtziger Jahren widerlegt werden. Seitdem wird die Meinung vertreten, dass sich zwar Hirnregionen voneinander unterscheiden, diese Differenzierung jedoch eine Abstimmung der Einzelprozesse bewirkt, woraus sich komplexe Hirntätigkeiten wie beispielsweise bei kognitiven Vorgängen (z.B. Kreativität) erklären lassen /EIG00, S.35; LEV86, S.34f; LEV89, S.32/. Die Hirnforschung kann bislang nicht die Wirkmechanismen erklären, die kreative Prozesse beim Menschen bewirken.

Zwar wird mit großen Anstrengungen an den biochemischen Hintergründen und Gesetzmäßigkeiten der Abläufe von Denkprozessen geforscht (vgl. /WAR99, S.191f/), bislang wurden jedoch keine hinreichenden Ergebnisse erzielt, womit sich kreatives Vorgehen erklären ließe /EIG00, S.32; VES01a, S.92-99; ZOG98, S.11/. Die bisher entwickelten Modelle sehen den kreativen Prozess auf einem komplexen Zusammenhang zwischen neurophysiologischen Strukturen des Gedächtnisses, einer mentalen Synthese neuer Formationen, einer Transformation existierender Strukturen in neue Formen und einer kategorischen Reduktion, worin existierende Strukturen konzeptionell in primitivere Bestandteile überführt werden, ablaufen /GUN95, S.57f; WAR99, S.191f/.

#### 2.2.2.5 Zwischenfazit: Objektivierung und Visualisierung des kreativen Prozesses

Aus den Erkenntnissen zur Kreativitätsforschung lässt sich folgern, dass vor allem für die Ausbildung einer funktionierenden Interdisziplinarität im Entwicklungsprozess ein eindeutiges Ver-

ständnis zum kreativen Prozess im Design und eine Entmystifizierung sowie Objektivierung des Kreativitätsbegriffes unerlässlich ist.

Folgende Aussagen lassen sich darüber hinaus für das weitere Vorgehen ableiten:

- Für den Bereich der Ingenieurwissenschaften nachvollziehbare und nutzbare Bewertungskriterien zum kreativen Vorgehen im Designprozess liegen bislang lediglich aus einem subjektiven Empfinden vor, was der kooperativen Zusammenarbeit zwischen Design und Engineering zuwiderläuft.
- Die Annahme, Kreativität sei eine Eigenschaft, die nur wenigen »genialen« Personen zugeordnet werden könne, konnte wissenschaftlich widerlegt werden. Es wurden jedoch Persönlichkeitsmerkmale identifiziert, die in ihrer Kombination das Hervorbringen kreativer Produkte positiv beeinflussen.
- Disziplinspezifische Unterschiede in der Ausbildung kreativer Fähigkeiten konnten nicht festgestellt werden (vgl. existentialistische Theorien und Übertragungstheorie).
- Eine Möglichkeit zur Optimierung einer »Unternehmenskreativität« wird im Training kreativitätsförderlicher Persönlichkeitsmerkmale und in der grafischen Aufbereitung und Darstellung gedanklicher und kreativer Prozesse zu Kommunikationszwecken gesehen.
- Eine unorthodoxe Wissensverknüpfung sowie ein Bewusstwerden der individuellen gedanklichen Prozesse sind der Ausbildung der Kreativität förderlich, was die Entwicklung eines Modells auf Basis der das Bewusstsein bildenden Funktionen des menschlichen Gehirns bedingt (vgl. existentialistische Theorien). Vor allem auch in den psychoanalytischen Theorien zur Kreativität ist eine Orientierung hin zur bewussten Wahrnehmbarkeit kreativer Prozesse zu erkennen.
- Der kreative Prozess entsteht nicht aus einem »chaotischen Nichts« sondern ist als Umstrukturierung und Neuordnung von Wissensbausteinen zu verstehen (vgl. assoziationspsychologische Theorien). Er benötigt daher einen gewissen strukturierten und abgegrenzten Rahmen (vgl. /BRO96, S.111/), wobei das kreative Produkt als Ganzes in Form eines Systems verstanden werden kann (vgl. Gestalt- und Übertragungstheorie, /GUN95, S.57f/). Als ein Maß für die kreative Qualität wird nach der assoziations-theoretischen Kreativitätstheorie die Entfernung der Elemente oder die Schrittweite zueinander innerhalb eines Systems gesehen.

Da sich im Bereich der Hemisphären- und Bewusstseinsforschung die meisten Potenziale zur »Entmystifizierung« des Kreativitätsbegriffes und darauf aufbauend zur Erklärung des gedanklichen Vorgehens im Designprozess befinden (vgl. auch /OST03, S.14/), werden im Folgenden die neurophysiologischen Voraussetzungen des Gehirns als Basis zur Modellbildung zusammengefasst.

### 2.2.3 Adaptierbare Erkenntnisse der Wahrnehmungs- und Bewusstseinsforschung

Wie bereits mit dem Mikromodell zum Kommunikationsprozess angedeutet, finden in der Informationsübertragung zwischen Individuen auf Grund von Differenzen in der Wahrnehmung Störprozesse statt. Diese führen dazu, dass Wissen nicht auf die gleiche Art und Weise verstanden und fälschlich interpretiert wird. Kreative Prozesse werden behindert. Jedoch sind die biolo-

gischen Mechanismen, die die Wahrnehmung und darauf aufbauend eine Bewusstseinsbildung beim Menschen bewirken, bei jedem gleich ausgeprägt, so dass diese als Basis für eine Modellentwicklung in Betracht kommen (vgl. Kapitel 2.2.1 und /HAN02/).

Mit Bewusstsein wird zum einen das Wissen von und über die äußere Wahrnehmung, zum anderen das Wissen über die inneren geistigen Prozesse verstanden. In der traditionellen Philosophie wird als Grenze des Bewusstseins die Begrenztheit der Wahrnehmung angesehen und das Unterbewusstsein als Randbegriff formuliert /BRO00, S.453/.

Im menschlichen Gehirn lassen sich Mechanismen auf den Ebenen der Neurobiologie, der Neuropsychologie und der die Wahrnehmung beeinflussenden Art der menschlichen Informationsverarbeitung (z.B. Gedächtnisbildung) finden, die in Ihrer Gesamtheit das aktuelle Verständnis des menschlichen Bewusstseins abbilden. Die Neurobiologie befasst sich dabei mit dem grundlegenden Aufbau des Nervensystems, während in der Neuropsychologie die informationsverarbeitenden Prozesse in ihrer neurologischen Feinstruktur beschrieben werden. Die resultierende Gesamtheit aus funktionalem Aufbau und neurologischen Mechanismen bildet die Grundlage zur Beschreibung der die Wahrnehmung und das Bewusstsein beeinflussenden Informationsverarbeitung.

### 2.2.3.1 Erkenntnisse auf neurobiologischer Ebene

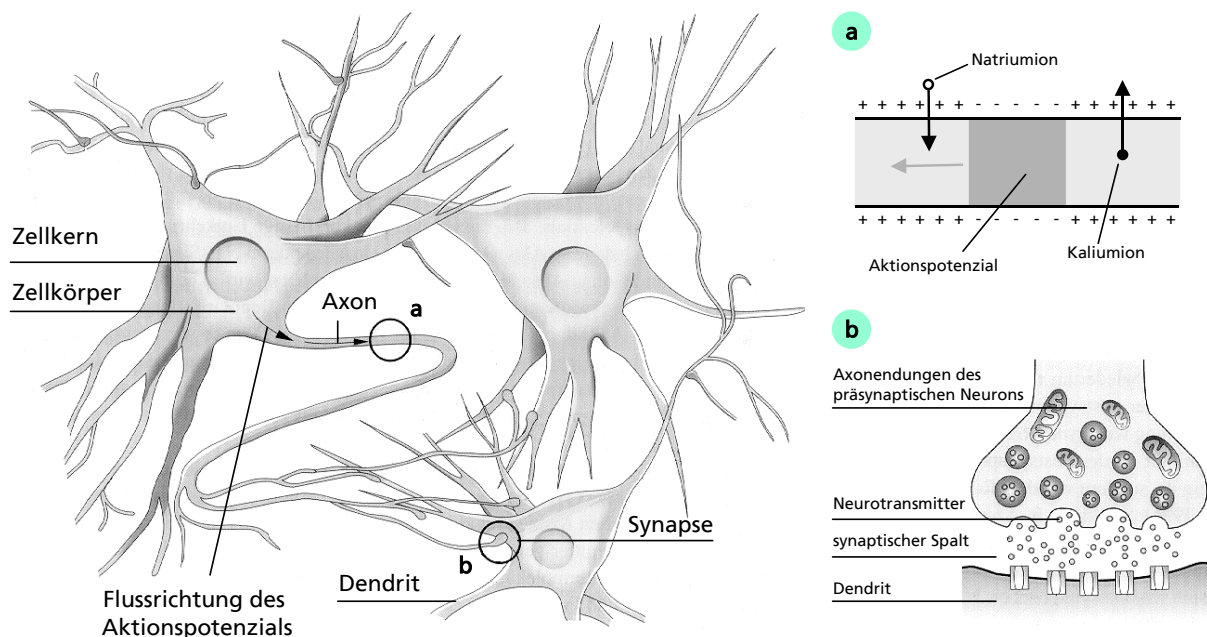
In der Geschichte der Hirnforschung wurden zwei Modellvorstellungen entwickelt /DEN99, S.38/, mit denen man die Funktionsweise des Gehirns zu erklären versucht und welche somit Einfluss auf das Verständnis der Bewusstseinsbildung haben. In der Lokalisationstheorie werden einzelne charakterologische Eigenschaften von Menschen verschiedenen Gehirnorganen zugeordnet /GOL97, S.11; ROT02, S.39/, während beim holistischen Ansatz davon ausgegangen wird, dass bei der Bereitstellung jeglicher Hirnleistung immer mehrere Hirnareale beteiligt sind /KAN96a, S.8/. Die Gültigkeit einer der beiden Theorien konnte bislang nicht absolut eruiert werden. In dieser Arbeit wird daher angenommen, dass komplexe gedankliche Prozesse letztendlich erst unter Anwendung beider Theorien zu verstehen sind (vgl. /LEV86, S.34f; LEV89, S.32/).

Werden im Allgemeinen alle Arten der Bewusstseinsbildung sowie kreative Vorgänge mit den Aktivitäten der assoziativen Großhirnrinde (Neo- oder Isocortex; im Folgenden als Cortex bezeichnet) in Verbindung gebracht /GAD96, S.141; ROT01, S.91ff /, konnte jedoch der assoziative Cortex von der Wissenschaft bisher nicht als alleiniger Produzent des Bewusstseins identifiziert werden. Subcorticale Bereiche sind an der Entstehung von Kreativität und Bewusstsein in ganz erheblichem Maße beteiligt /LIN00, S.35/. Hier sind vor allem die limbischen Systeme zu nennen, die wichtige Funktionen zur Realisierung komplexer Bewusstseinszustände wie z.B. der Motivationsbildung beitragen /GOL93, S.64; JES96a, S.86; LIN00, S.35/. Demnach gilt erst die wechselseitige Verknüpfung und Vernetzung von Teilleistungen, die in bestimmten Gehirnarealen entstehen, als Grundlage für jeglichen mentalen Prozess /CAL98, S.48; DEN99, S.39; MEC90, S.118/. Die Vernetzung resultiert aus der neurologischen Feinstruktur des Gehirns, was im Folgenden erläutert wird.

### 2.2.3.2 Erkenntnisse auf neurophysiologischer Ebene

Die elementaren Verarbeitungseinheiten des Nervensystems sind Neuronen, welche auf elektrochemischem Weg Signale austauschen und einander gegenseitig erregen können /GAD96, S.136; KAN93, S.36/. Der Mensch besitzt etwa 100 Milliarden Neuronen, die über 10.000 Verbindungen (Dendriten) mit benachbarten Zellen verfügen /GUN95, S.51; HAK92, S.52/. Ein Neuron besteht aus einem Zellkörper mit einem Zellkern. Der Zellfortsatz leitet Erregungen (Axone) weiter. Über Kontaktstellen, sogenannte Synapsen, können Signale von anderen Nervenzellen empfangen werden /GOL97, S.6ff; KAN96b, S.22; NEU02, S.45/. Auf Grund des elektrischen Impulses schüttet der vordere Teil der Synapse chemische Substanzen (Neurotransmitter) aus /NEU02, S.45; SPI00, S.21/, die bei Erreichen eines bestimmten Schwellenwertes den synaptischen Spalt überwinden können. Das benachbarte Neuron wird aktiv und sendet Signale (Axone) über dessen Ausgabeleitungen aus /KEB94, S.23f; ROT01, S.107/. Dieses Axon spaltet sich in viele Zweige und gelangt über Dendriten zu weiteren nachgelagerten Neuronen, wodurch eine Informationsweiterleitung realisiert wird /HAK92, S.55f; ZIM99, S.78f/ (siehe Bild 2.3.2.1).

**Bild 2.2.3.1:** Signalfortleitung in und -übertragung zwischen Neuronen (vgl. /BET02, S.83; GOL97, S.10; HAK92, S.57-62; KEB94, S.23f; ZIM99, S.78-84/)



Signale von mehreren Tausend Neuronen kann ein einzelnes Neuron im menschlichen Gehirn empfangen und seinerseits an mehrere Hundert Nervenzellen weiterleiten, worauf die hohe Komplexität der neuronalen Vernetzung zurückzuführen ist /SHA93, S.18ff; BIR96, S.101f/. Hat man früher angenommen, dass die neuronale Vernetzung einem genetischen Programm folgt und entsprechend dieser Vorstellung der Verschaltungsprozess bei der Geburt abgeschlossen ist, wird die hochgradige Komplexität der neuronalen Struktur heute mit sich ständig verändernden Verbindungen erklärt /DEN99, S.65/. Dass Synapsen ihre Wirkung mit der Zeit ändern, konnte visuell erfasst und somit bewiesen werden /SAS99/. Die Gründe für diesen Sachverhalt stehen jedoch noch nicht endgültig fest. In der Theorie ändert sich die synaptische Eigenschaft proportional zum Produkt von prä- und postsynaptischer Aktivität. Was bedeutet: Je häufiger vor- und nachgelagerte Neuronen gemeinsam aktiv werden, desto verstärkender ist die Wirkung der Sy-

napse und umgekehrt /KAN93, S.36/. Aus Kombination mit der Tatsache, dass lediglich bei der Geburt Neuronen gebildet werden /VES01, S.38ff/, lässt sich folgern, dass Lernprozesse, kreative Vorgänge sowie die Bewusstseinsbildung von den Veränderungen der synaptischen Kopplungen abhängen /GAD96, S.137/.

**Bild 2.2.3.2:** Selektion neuronaler Gruppen /EDE95, S.126/

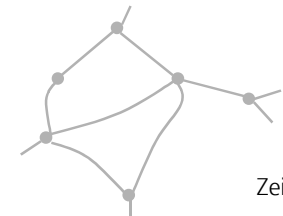
### Entwicklungsselektion

(führt zur Bildung des primären Repertoires)



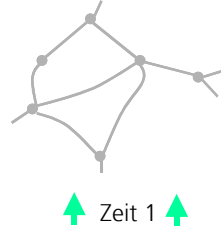
Zellteilung  
Zelltod

Verlängerung und  
Rückbildung von  
Zellfortsätzen

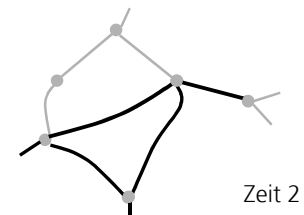


### Erfahrungsselektion

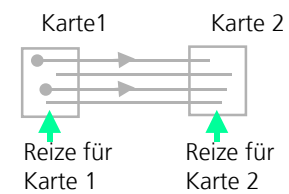
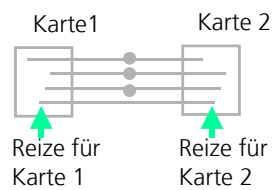
(führt zur Bildung des sekundären Repertoires)



Veränderung  
der Stärken  
in der Synapsen-  
population



### Reziproke Kopplung



Der Prozess zur Veränderung der beschriebenen Kopplungen lässt sich als Selektionsvorgang beschreiben (siehe Bild 2.2.3.2). In der embryonalen Phase (Entwicklungsselektion) bilden sich zwischen Neuronen synaptische Verbindungen aus. Da wesentlich mehr Neuronen gebildet werden, als schließlich im ausgereiften Gehirn zur Verfügung stehen, befinden sich diese im Wettbewerb um synaptische Verbindungen mit Zielneuronen. Zellen, die keine Verbindungen eingehen, sterben ab /JES96b, S.112/. Die überlebenden Neuronen, das »primäre Repertoire«, bilden schließlich das neuronale Netzwerk. Die Erfahrungsselektion beschreibt die Veränderung der Synapsenstärken durch lebensgeschichtliche Erfahrungen, die ein Individuum mit seiner Umgebung macht. Aus diesem Prozess resultierende neuronale Strukturen werden als »sekundäres Repertoire« bezeichnet. Besondere Fähigkeiten sowie Spezialisierungen, die erlernt wurden, haben im Gehirn den Zusammenschluss von Zellverbänden mit bis zu 10.000 Einzelneuronen zu sogenannten »neuronalen Karten« zur Folge /EDE95, S.125; GUN95, S.54/. Wie bereits beschrieben, wird davon ausgegangen, dass nicht einzelne Neuronen komplexe Hirnleistungen hervorbringen, sondern erst der wechselseitige Signalaustausch zwischen Zellverbänden in bestimmten Gehirnarealen psychische Vorgänge wie die Bewusstseinsbildung ermöglichen. Auf Grund der sehr engen Verbindungscharakteristik zwischen den Neuronen einer Gruppe werden die Nervenzellen bei entsprechender Reizung gleichzeitig aktiviert /BIR96, S.119; LIN00, S.75ff; MEC90, S.118/, was eine zuverlässige und effektive Informationsübertragung realisierbar werden lässt /FIS93, S.118; SHA93, S.16ff/.

Der Selektionsprozess beschreibt die Mechanismen, die im Gehirn Eigenheiten und charakteristische Merkmale auf Basis individueller Erfahrungen entstehen lassen. Die unterschiedlichen Ver-

schaltungen von Neuronen innerhalb des neuronalen Netzwerkes kommen zwangsläufig zustande, da das Gehirn genetisch determiniert ist und verschiedene Reizgebiete unterschiedlich stark bearbeitet. Sollten sich Reizbegebenheiten während einer Lebensperiode ändern, so modifiziert sich auch die lebenslänglich flexible, neuronale Kopplungsstruktur. Die beschriebenen Vernetzungsmechanismen sind die Basis der Assoziationsfähigkeit des menschlichen Gehirns und begründen den individuellen, weil auf lebensgeschichtlichen Erfahrungen beruhenden Charakter von Gedächtnis- und Bewusstseinsfunktionen.

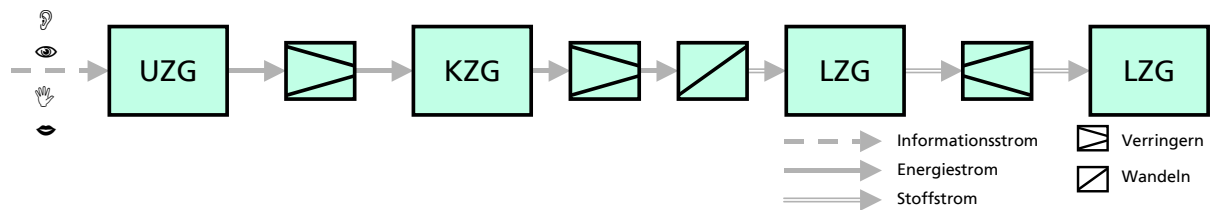
### 2.2.3.3 Erkenntnisse auf der Ebene der Informationsverarbeitung

Nach Betrachtung der Ebenen der Neurophysiologie und Neurobiologie wird im Folgenden die Art der Informationsaufnahme, -speicherung sowie -verarbeitung betrachtet. Die Mechanismen haben Einfluss auf das Bewusstsein und somit auch auf den kreativen Prozess /GUN94, S.90/. Sieht man einen kreativen Gedankengang als Neuordnung von Wissensbausteinen an /DÖR79, S.116; KLI84, S.68/, kommt dies auf neurologischer Ebene einer Umstrukturierung eines Teils des neuronalen Netzwerkes gleich. In aller Regel bestehen Verbindungen zwischen präsynaptischem und postsynaptischem Neuron schon vor dem eigentlichen Kreativprozess und werden vom Unterbewusstsein lediglich ins Bewusstsein gehoben /ROT02, S.41/. Bereits bestehende Netze werden in ihrer synaptischen Kopplungsstärke verändert oder neu gebildet /SCH00a, S.154ff/. Die beschriebene Vernetzung, die gleichbedeutend ist mit der Speicherung einer Information, findet im Cortex des menschlichen Gehirns statt /SCH00a, S.128ff/.

Mit Wahrnehmung wird in diesem Zusammenhang die Informationsaufnahme über Sinnesorgane und der Transfer dieser Informationen in eine individuelle Vorstellung von der Umwelt bezeichnet /BRO00, S.4980/. Hierzu sind im Gehirn Neuronen vorhanden, die über eine spezielle Struktur der Rezeptoren Signale aus der Umwelt empfangen und wandeln können /GOL97, S.6/. Die Art der Speicherung und des Abrufs von Informationen, die dem Menschen in Form seines Gedächtnisses zur Verfügung steht /SCH00a, S.160/, beeinflusst dabei die Wahrnehmung. Informationen werden während der Ablage und des Abrufes auf Basis der individuellen Relevanz sortiert, bewertet sowie gebündelt und hinsichtlich ihrer Wichtigkeit in entsprechenden Strukturen abgelegt /MAR01, S.54; SPI00, S.39/. Das Gedächtnis wird dabei innerhalb der Instanzen: Ultrakurzzeitgedächtnis (UZG), Kurzzeitgedächtnis (KZG) und Langzeitgedächtnis (LZG) betrachtet, welche untereinander in Beziehung stehen /BRO00, S.1538/.

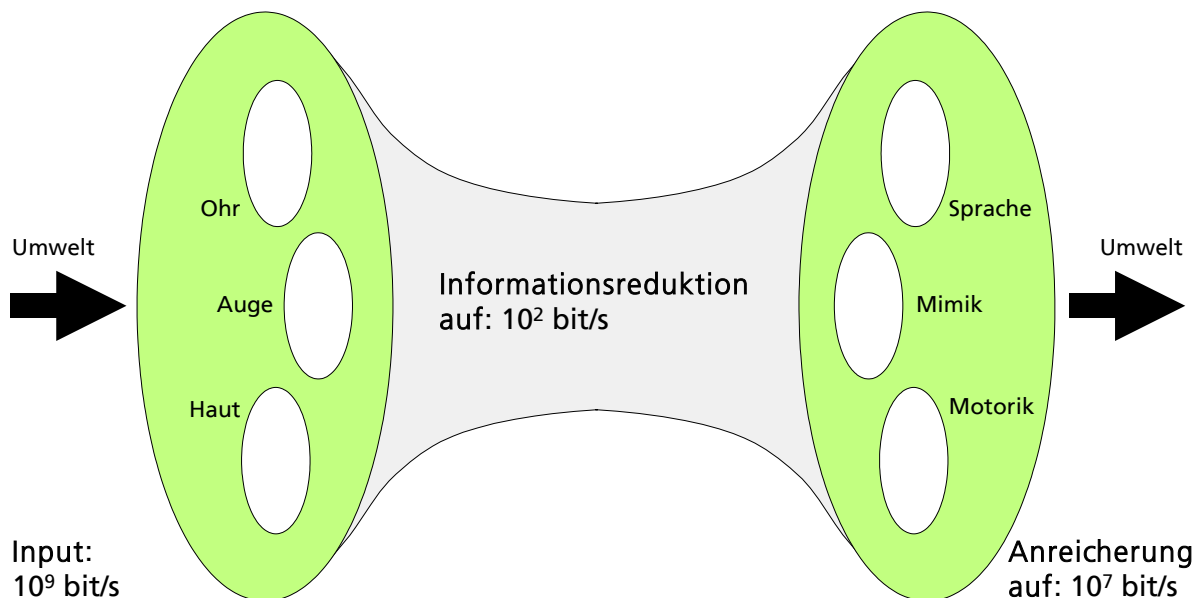
Die Bündelung und Strukturierung von Informationen ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass das Gehirn mit der Eigenschaft, nur eine limitierte Datenmenge in kurzer Zeit aufnehmen zu können, dennoch in der Lage ist, komplexe Datenströme zu regeln. Somit kommt der Informationsverarbeitung nicht die Erfassung möglichst vieler über die Sinnesorgane eintreffenden Daten zu, sondern deren drastische Reduktion /BIR96, S.515f/.

**Bild 2.2.3.3:** Regelkreis der Informationsverarbeitung unter Verwendung der Symbolik der Konstruktionsmethodik nach /KOL94/



Durch Auswahl und Vorverarbeitung im UZG und KZG werden die ankommenden Informationen in Form elektrischer Ströme zunächst auf ungefähr ein Millionstel der Menge reduziert. Nach Wandlung dieser Ströme in eine stoffliche Form (sogenannte RNA-Matrizen auf Eiweißbasis) werden dann Daten über Syntheseprozesse im LZG eingelagert, mit gehirneigenen Informationen verknüpft und somit der Informationsgehalt wieder gesteigert (siehe Bild 2.2.3.3). Sollten keine unnatürlichen chemischen Prozesse (z.B. Alkohol) sowie Einwirkungen von Außen (z.B. Unfall) stattfinden, bleiben die Stoffeinlagerungen lebenslang vorhanden und werden über assoziative Vorgänge aktiviert /KAN93, S.36ff/. Was sich nach dieser Ablage jedoch ändern kann, ist zum einen der Kontext, also die Eigenheit neuronaler Verknüpfung, in der gespeicherte Informationen genutzt werden, zum anderen die Art der Zusammenstellung derselben Information bei Speicherung einer neuen /GUN95, S.54/. Auf diese Weise ist das Phänomen des »Vergessens« zu erklären /MEC90, S.121/.

**Bild 2.2.3.4:** Flaschenhals der Datenreduktion /VES01; S.23/



Die Minimierung der Datenmenge und anschließende Wiederaufstockung des Informationsgehaltes wird in der Informationsverarbeitung als Flaschenhals der Datenreduktion (siehe Bild 2.2.3.4) bezeichnet. Ursprünglich zielte sie darauf ab, die Wirklichkeit in ihrer Gesamtheit mit wenigen Ordnungsparametern erfassbar werden zu lassen, um für das Überleben wichtige Entscheidungen und Reaktionen schnell hervorzurufen /VES01, S.23f/.

Die Individualität kreativer Prozesse basiert auf den Eigenheiten entstehender Denkstrukturen /GUN95, S.58/. Auf Grund der Unterschiedlichkeit der Denkmuster werden dieselben Informationen durch verschiedene Personen auf unterschiedliche Art und Weise verarbeitet (z.B. Designer/Ingenieur). Vor allem der emotionale Kontext, in dem der Informationsverarbeitungsprozess abläuft, ist von entscheidender Bedeutung für eine dauerhafte Speicherung von Daten im LZG und damit deren Nutzbarkeit im kreativen Prozess. Besondere Vorlieben, Wünsche oder angenehme Gefühle können sich positiv; Stress, mangelndes Interesse und Zwang negativ auf die Einlagerung auswirken /BIR96, S.513; LIN00, S.7; VES01, S.57/. Der Kontext, in dem eine Informationsaufnahme erfolgt, muss folglich immer die objektive Wichtigkeit einer Information widerspiegeln und genügend Zeit zur Verständnisbildung voraussetzen.

#### 2.2.3.4 Zwischenfazit: Wissensrepräsentation innerhalb neuronaler Gehirnstrukturen

Neben neurobiologischer und -physiologischer Mechanismen haben vor allem die Art der im Gedächtnis gespeicherten Informationen und die besondere Ausprägung von Denkstrukturen und -mustern Einfluss auf die Ausbildung von Kreativität. Die mit kognitiven Funktionen beschriebenen, eine Handlung oder einen Denkvorgang beeinflussenden Vorgänge sind folglich von großer Bedeutung für die Aufstellung des in der Arbeit angestrebten Modells.

Aus den Betrachtungen zur Neurophysiologie des Menschen können für die Modellbildung in Kapitel 3 folgende Eingangsinformationen gefolgert werden:

- Bewusste und kreative Vorgänge entstehen durch eine Vernetzung unterschiedlicher Hirnareale, die sich jedoch nur bedingt steuern und beeinflussen lassen.
- Durch die Möglichkeit lokaler Zuordnung bestimmter Funktionen ist auf ein geordnetes Ablaufen gedanklicher Prozesse zu schließen.
- Die Form der menschlichen Wahrnehmung und der gedankliche Prozess richten sich individuell nach der Art neuronaler Vernetzung, also der Anzahl der Neuronen und ihrer Verknüpfungen untereinander, wonach die Autobiografie für den kreativen Prozess eine entscheidende Bedeutung erhält.
- Diese Vernetzung ist lebenslänglich flexibel gestaltet und wird durch lebensgeschichtliche Erfahrungen verändert und geprägt.
- Neue Vernetzungen geschehen auf Grund von Assoziationen, was durch den assoziativen Cortex gesteuert wird.
- Die Repräsentation von Informationen und darauf aufbauend die von Wissen erfolgt innerhalb von Neuronengruppen, womit sich die assoziative Fähigkeit des Gehirns begründen lässt.
- Die Informationsverarbeitung läuft nach einem hierarchischen und geordneten Prinzip ab. Der Gehalt einer Information wird zunächst reduziert, um ihn dann im Langzeitgedächtnis über die Verknüpfung in Zellverbänden wieder zu vergrößern. Das Prinzip der Reduktion und Strukturierung ist folglich von entscheidender Bedeutung.
- Lediglich die Informationen, die in den Langzeitspeicher des Gedächtnisses aufgenommen wurden, können für kreative Vorgänge nutzbar gemacht werden.



- Bei der Lösungssuche werden meist unterbewusst schon vorliegende Verknüpfungen gezielt ins Bewusstsein gehoben, wodurch sich die frühere Erkenntnis hinsichtlich eines »plötzlichen Geistesblitzes« in der Illuminationsphase erklären lässt.

## 2.2.4 Adaptierbare Ansätze methodischen Vorgehens

In diesem Abschnitt sollen die Methoden der Trendstrukturanalyse, des Mind-Mappings und des Ishikawa-Diagramms erläutert werden. Obwohl nicht direkt zur Kreativitätsförderung entwickelt, werden sie jedoch häufig in diesem Kontext genannt. Ihre Funktionsweise und ihr Aufbau lassen sich leicht mit den Ergebnissen zur Struktur der Informationsverarbeitung im menschlichen Gehirn in Verbindung bringen, woraus sich ihre Bedeutung für die Stimulierung mentaler Prozesse und somit für eine Modellentwicklung erklären lässt. Für das weitere Vorgehen nutzbare Erkenntnisse werden abgeleitet.

### 2.2.4.1 Trendstrukturanalyse

Mit stärker werdendem Wettbewerbsdruck entstand in der Mitte der neunziger Jahre das Bedürfnis, immer schneller aufkommende gesellschaftliche Trends systematisch zu erfassen, um Produkte mit hohen Umsatzerwartungen voraussehen und entwickeln zu können. Zu diesem Zweck wurde die Methode zur Tiefenanalyse von Trendstrukturen entwickelt /LIE96, S.175ff/, um die hinter einem Trend verborgenen Phänomene und deren Verknüpfungsmuster zu analysieren und für den kreativen Produktfindungsprozess zu erschließen. Auskünfte über Entwicklungen im sozio-kulturellen Bereich sollen nutzbar gemacht werden /LIE00, S.77/.

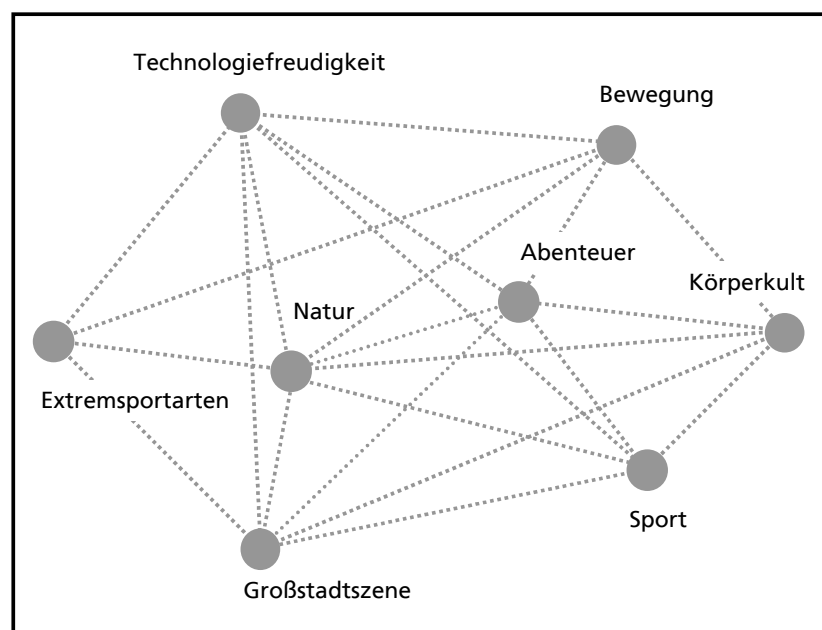
**Bild 2.2.4.1:** Trendstrukturanalyse am Beispiel des Mountain-Bike-Booms /HER96, S.48-55; LIE99, S.6; LIE00, S.78; BUC98, S.65; vgl. auch PET99, S.8/

#### Vorgehensweise

1. Definition des Untersuchungsgegenstandes
2. Analyse relevanter Themen
3. Ermittlung der inneren Verknüpfungsstruktur
4. Formulieren zukünftiger Möglichkeitsräume

#### Anwendungsgebiete

- Trendanalyse
- Produktfindung
- Produktdefinition



Mit dieser Intention wird ein Trend als »noch nicht da gewesene Assoziation von zwei oder mehr bislang kontextfremden Bezugsobjekten« definiert /BUC98, S.58/. Querverbindungen zu einer Vielzahl gesellschaftlicher Themen sollen aufgedeckt werden, um auf eine breite Basis ausgerichtete Möglichkeitsräume zu schaffen, aus denen sich Strategien zur Entwicklung neuer und erfolgreicher Produkte ableiten lassen. Die Methode dient folglich neben der objektiven Analyse eines Trendphänomens auch der kreativen Innovationsfindung, da sich Neuverknüpfungen auf Basis einer ermittelten Trendstruktur leicht vollziehen lassen /LIE99, S.1-6/.

Am Beispiel des Trends zum sogenannten »Mountain-Bike« soll die Trendstrukturanalyse kurz erläutert werden (siehe Bild 2.2.4.1). Die Beliebtheit des Produkts mit der Verbindung der elementaren Bezugsgrößen wie Natur, Sport und Fahrrad zu erklären, ist nicht ausreichend. Diese Konstellation ist auch schon im Rennrad-Boom der 70er und dem Erfolg des BMX-Rades zu erkennen. Erweitert man die elementaren Größen um Themen wie Körperkult, großstädtische Szene oder Extremsportarten gewinnt man erst Klarheit über die den Trend letztendlich bewirkenden gesellschaftlichen Verknüpfungen /LIE00, S.78/. Mit der Zahl der Anknüpfungspunkte und Querverbindungen zwischen unterschiedlichen Kontexten steigt die Produktrelevanz in der Gesellschaft und somit die Möglichkeit zu einem Produkterfolg /LIE99, S.5; BUC98, S.65f/.

Die Funktion der Methode im Bereich der strategischen Planung neuer Produkte für das Marketing ist klar erkenntlich. Es werden Anhaltspunkte zur Grobbewertung von Produkten und Produktideen auf Basis ihrer gesellschaftlichen Relevanz gegeben. Eine Übertragbarkeit der Prinzipien auf die in dieser Arbeit formulierte Zielsetzung, gerade in Bezug auf die Bewertbarkeit kreativer Leistungen, ist daher als sinnvoll einzustufen.

#### 2.2.4.2 Mind-Map Methode

Ausgangspunkt zur Entwicklung der Mind-Map Methode /BUZ74; BUZ77/ war die Fragestellung, wie man durch eine dem Aufbau und der Funktionsweise des Gehirns entsprechende Darstellungsweise von Wissen die Lernfähigkeit steigern und somit die Potenziale des Gedächtnisses erweitern kann. Die üblich verwendeten Notizformen unterstützen die assoziativen Fähigkeiten des neuronalen Netzwerkes nicht in angemessenem Maße. Informationen werden hier nur monoton und mit gleichbleibendem Schriftbild in der Reihenfolge ihres Eintreffens aufgezeichnet. Schlüsselwörter sowie deren Verknüpfungen untereinander werden nicht speziell gekennzeichnet. Dies hat zur Folge, dass in den meisten Fällen Notizen nicht schnell zu erfassen sind und einer Aufarbeitung bedürfen. Sie erschweren das Erinnern. Die lineare, aufzählende Form verhindert zudem die Bildung neuer Assoziationen und hemmt die Kreativität /BUZ99, S.43-52; SEL01, S.34/.

Bei der Verwendung der Mind-Map Methode wird davon ausgegangen, dass Notizen grundsätzlich zu einer zentralen Thematik angefertigt werden und daher alle Assoziationen und Unterthemen sich wie beim Aufbau des menschlichen Gehirns um ein Zentrum anordnen sollten. Die Unterstützung durch eine zeichnerische Bildsprache unterstützt dabei das menschliche Erinnerungsvermögen /HAB70, KOM01, S.81ff/. Ideen und Notizen werden sinnvoll innerhalb einer Struktur geordnet und Assoziationen zwischen sprachlichem und bildhaftem Denken gefördert /BUL96, S 243; SEL01, S.62/.

**Bild 2.2.4.2:** Funktionsweise der Mind-Map Methode am Beispiel einer Darstellung zum Einsatz von Bildern, Formen und Mehrdimensionalität (vgl. /BUZ99, S.106/)

### Vorgehensweise

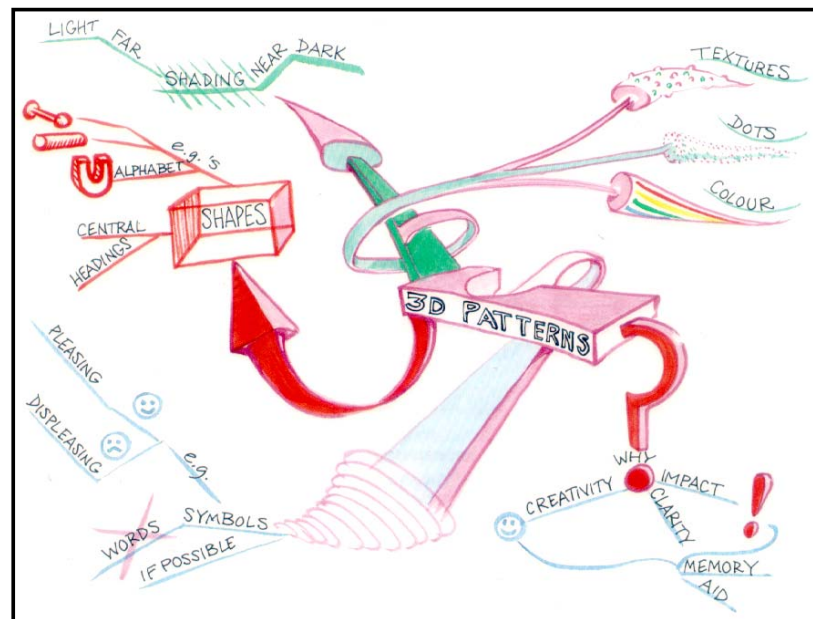
1. Ausgangspunkt in Mitte
2. Assoziationsketten bilden
3. Gliederung hinsichtlich Bedeutungsebenen
4. Grafische Unterstützung
5. Korrekturen darstellen

### Darstellungsweise

- Substantive
- Blockbuchstaben
- Symbole und Bilder

### Anwendungsgebiete

- Notizen
- Dokumentation
- Entscheidungsfindung



In Bild 2.2.4.2 wird anhand eines Beispiels über die Einsatzmöglichkeiten von Bildern, Formen und Mehrdimensionalitäten die Vorgehensweise bei der Erstellung eines Mind-Maps gezeigt. Die ein Problem tangierenden Themen umkreisen visuell ein Zentrum. Von den Ästen der Hauptthemen gehen wiederum Zweige ab, auf denen Unterpunkte notiert werden können. Auf diese Weise entsteht ein Gedankenbaum, dessen Stränge umgeordnet werden können /CAP00, S.18; HOC00, S.137/.

Eine Analyse der Informationen erfolgt über die der Aufzeichnung zugrundeliegende Struktur, wobei gut strukturierte Mind-Maps auch als Wegbereiter für kreative Gedanken dienen. Die rasche Erkundung aller Möglichkeiten eines Themas und folglich auch das Ordnen der eigenen Gedanken werden möglich. Mit der Befreiung von herkömmlichen Annahmen und dem Hervorbringen von Einfällen werden neue Begriffsrahmen geschaffen, die die Erfassung und Weiterentwicklung von Einsichten fördern und einen kreativen Prozess ermöglichen /BUZ99, S.63-69; KOM01, S.77; SVA95, S.45-55/.

Die Methode wird mittlerweile auch als Mittel zur Förderung von unternehmensinternen Kommunikationsprozessen (vgl. /CAP00, S.33; HER01, S.161; KOM01, S.31; REI01, S.246/) unter Verwendung softwarebasierter Unterstützungen (z.B. MindManager /MIN03a/, MindMapper /MIN03b/, MindGenius /MIN03c/) genutzt, was ihre Bedeutung für die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit zeigt. Jedoch werden kreative Prozesse über die Methode lediglich angeregt. Für die ingenieurtechnische Semantik notwendige Aussagen über Bewertung und Qualität kreativer Produkte werden nicht gegeben.

### 2.2.4.3 Ishikawa-Diagramm

Mit dem Ziel, auf einfache Weise Ursache und Wirkungen eines Problems analysieren zu können, wurde das nach seinem Entwickler benannte Ishikawa-Diagramm (auch Ursache-Wirkungs- oder Fischgrättdiagramm) bereits in den 50er Jahren für die Unterstützung der Gruppenarbeit in sogenannten Qualitätszirkeln konzipiert. Vor allem im Qualitätsmanagement angewendet, kann es jedoch auch bei der Planung neuer Produkte eingesetzt werden /ISH85, S.63f; STA94, S.703/. Um einen gedanklichen Prozess zu aktivieren und ihn bewusst nachzuvollziehen, lassen sich mit Hilfe des Diagramms komplexe Probleme strukturieren und somit in Einzelprobleme gliedern /DEP86, S.64/.

Die Erstellung des Diagramms startet mit der Problemdefinition, an die sich die Festlegung möglicher Hauptursachenfelder für dieses anschließt. Die Suche und Einordnung sowie Strukturierung von Einzelursachen in den Hauptfeldern erleichtert letztendlich die Auswahl wahrscheinlicher Ursachen und hilft bei der Lösungssuche /BER86, S.101/. Ein Beispiel ist in Bild 2.2.4.3 dargestellt.

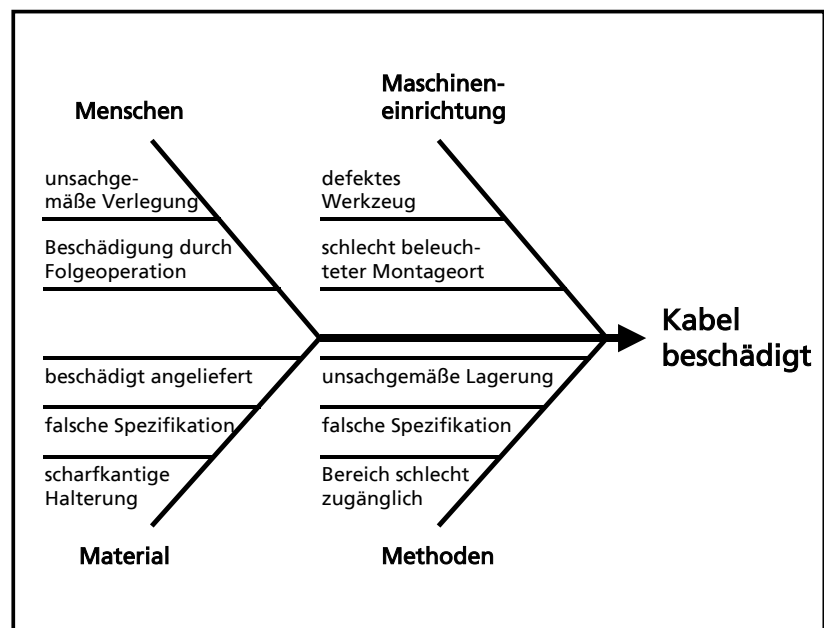
**Bild 2.2.4.3:** Beispiel eines Ishikawa-Diagramms (vgl. /DEP86, S.65; BER86, S.101f/)

#### Vorgehensweise

1. Problemdefinition
2. Festlegen der Problemhauptursachen
3. Brainstorming zu möglichen Einzelursachen
4. Auswahl wahrscheinlicher Ursachen
5. Überprüfung und Lösungssuche

#### Anwendungsgebiete

- Qualitätsmanagement
- Planung neuer Produkte



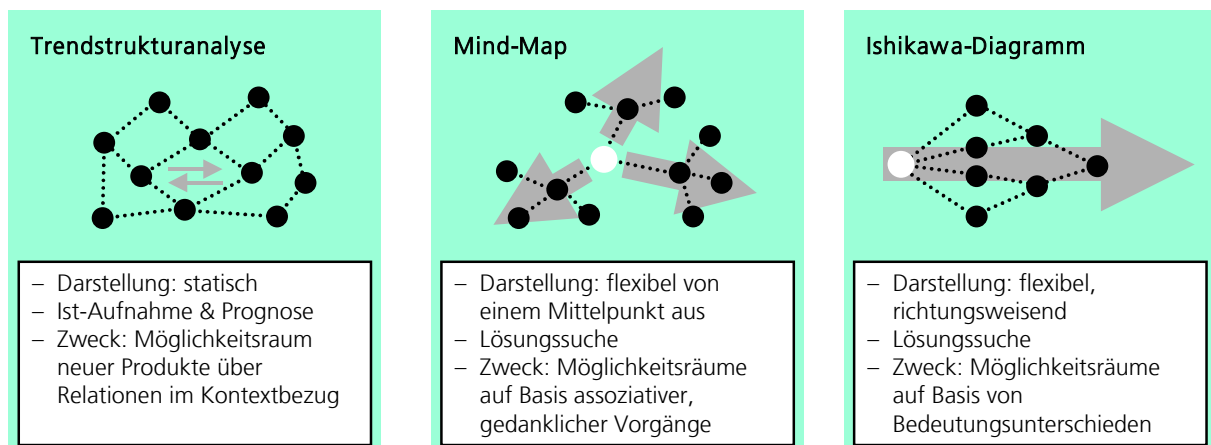
Vor dem Hintergrund der Notwendigkeit zur Strukturierung kreativer Entstehungsgeschichten über einen prozessualen Charakter, bietet das Ishikawa-Diagramm Anknüpfungspunkte, die im weiteren Vorgehen berücksichtigt werden.

### 2.2.4.4 Zwischenfazit: Drei Arten der Abbildung gedanklicher Vorgänge

Lassen sich die drei vorgestellten Methoden mit dem strukturellen neurologischen Aufbau des Gehirns in Verbindung bringen, so steht das einzelne Vorgehen doch für verschiedene Darstellungsweisen zur Abbildung gedanklicher Prozesse (siehe Bild 2.2.3.4).

Mit der Trendstrukturanalyse wird eine Ist-Analyse relevanter Themen vorgenommen sowie eine Verknüpfungsstruktur erstellt, wobei die Darstellung statisch erscheint. Die Relationen innerhalb der Themen sind jedoch modifizierbar zu gestalten. Die Lösungssuche mit Hilfe der Mind-Map Methode findet ausgehend von einem Mittelpunkt statt. Die grafischen Elemente suggerieren eine gewisse Flexibilität. Das Ishikawa-Diagramm ist in seiner Struktur richtungsgebend und weist die Möglichkeit zur Veränderung in der Auswahl der Themen bei festgelegter Struktur auf.

**Bild 2.2.4.4:** Ableiten möglichen Vorgehens bei der Darstellung gedanklicher Prozesse



Allen Methoden ist gemein, dass sie im Sinne des Kreativitätsverständnisses das bewusste Umstrukturieren von Wissenskomponenten fördern. Des Weiteren lässt sich ableiten, dass Flexibilität in der Darstellung gedanklicher Vorgänge kreative Prozesse unterstützt (vgl. /BIR96, S.574f; III02, S.65; VES01b, S.155-234/). Somit werden die dargestellten Vorgehensweisen in der Modellbildung in Kapitel 3 berücksichtigt.

## 2.3 Bedeutung relevanter Begriffe und Eingrenzung des Untersuchungsbereichs

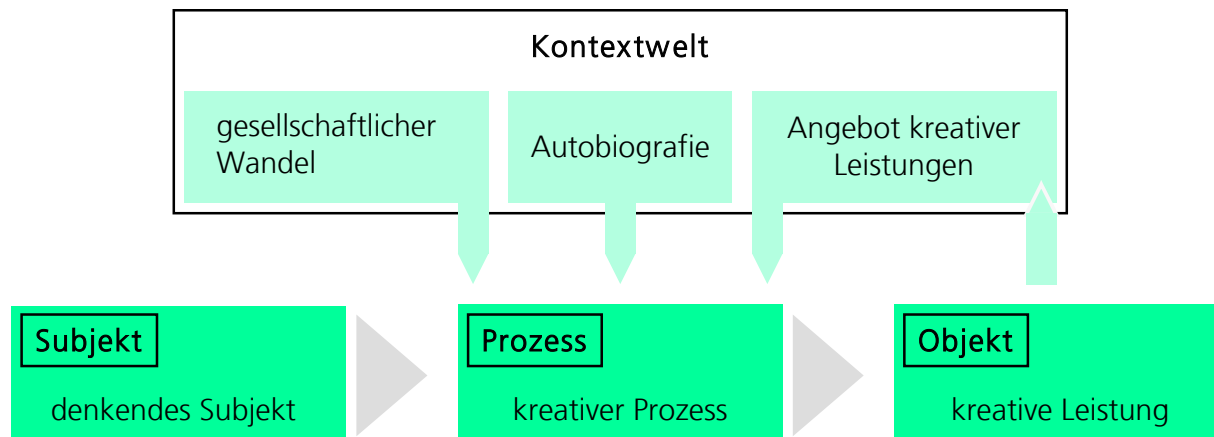
Im Sinne einer wissenschaftlichen Modellbildung müssen die verwendeten und im Bezugskontext relevanten Begriffe hinreichend genau definiert werden. Der Aufbau eines präzisen Begriffssystems als Abbild der Realität ist notwendig, um zutreffende, nachvollziehbare Aussagen für das Verständnis der Realität mit einem Modell abzuleiten. Zur Gestaltung des Systems wird eine terminologisch-deskriptive Vorgehensweise gewählt.

Da mit einer Modellbildung das Ziel verfolgt wird, das kreative Vorgehen im Designprozess aus Ingenieursicht zu beschreiben, erfolgt nun eine Strukturierung auf einer Makroebene (siehe Bild 2.3.1), um einen Anwendungszusammenhang ableiten zu können.

Ausgangspunkt eines jeden kreativen Prozesses ist das denkende Subjekt, das mit seinen Kenntnissen und Erfahrungen sowie mit seinem Wissen über das Anfertigen neuer gedanklicher Verknüpfungen erst in der Lage ist, die Gesellschaft mit dem Wunsch nach »Neuem« zu befriedigen. Einflussfaktoren auf den kreativen Prozess eines Subjektes können allgemein in seiner Kontextwelt (Summe aller Faktoren, welche die individuelle Wahrnehmung sowie das Denken beeinflussen) identifiziert werden. Diese wird durch die Autobiografie des denkenden Subjekts sowie

durch den gesellschaftlichen Wertewandel bestimmt. Zum Abschluss des kreativen Prozesses wird die kreative Leistung einer speziellen Öffentlichkeit zugänglich gemacht, wodurch andere Denkende wiederum beeinflusst werden können. Das Angebot kreativer Leistungen wird demzufolge als externer Einfluss wahrgenommen, wodurch die Summe der die Kontextwelt beeinflussenden Faktoren vervollständigt wird.

**Bild 2.3.1:** Makromodell des kreativen Prozesses



Bezugnehmend auf das skizzierte Makromodell des kreativen Prozesses erfolgt die Definition relevanter Begriffe auf einer objekt-, prozess- und subjektbezogenen Ebene.

### 2.3.1 Objektbezogene Definitionen

Als Ergebnis oder Erzeugnis eines Produktionsprozesses stellen Produkte Güter dar, die mit der Absicht entwickelt wurden, durch eine Funktion ein gewisses Bedürfnis eines Nutzers zu befriedigen /ZEL99, S.62/. Bezeichnet »Kreativität« ursprünglich den Erzeuger- oder Schöpferdrang des Menschen /PET00, S.110/, kann die Befriedigung dieses Bedürfnisses als Ergebnis eines kreativen Prozesses demzufolge als »kreatives Produkt« bezeichnet werden. Es muss für das denkende Subjekt im Wesentlichen neu und ihm vorher unbekannt sein /ROT01, S.181f/ und stellt somit für das Individuum einen geistigen Wertzuwachs mit einer für ihn angemessenen und nützlichen Qualität dar /FUN00; S.292f/. Als Ergebnis einer Umstrukturierung und Neuordnung von im Gehirn gespeicherten Informationen und Wissensbausteinen /BIN89, S.40/ gilt das kreative Produkt als ein sich im Bewusstsein konkret abbildbares, neuronales Einzelnetzwerk /PET03b, S.592/.

Die Designleistung stellt in diesem Zusammenhang eine Transformierung eines kreativen Produktes in eine für den Menschen nützliche Form auf Basis eines neuronalen Netzwerkes dar.

»Mentale Strukturen« sowie »Gedanken« sind als Vorstufen zur Vollendung kreativer Produkte zu verstehen. Ein Gedanke bezeichnet einen formulierten Denkinhalt, der sich aus dem Prozess des Denkens so weit heraushebt, dass er als objektiviert erscheint /BRO00, S.1539/. Er braucht dabei nicht logisch richtig zu sein. Mentale Strukturen sollen als Unterteile bewusster gedanklicher Vorstellungen verstanden werden. Im Zusammenhang mit den neurologischen Voraussetzungen des Gehirns sind sie als Anhäufung neuronaler Verknüpfungen anzusehen. Erst das Kri-

terium der Neuheit macht über die Bildung mentaler Strukturen aus einem Gedanken eine kreative Leistung oder ein kreatives Produkt.

Das Ergebnis eines gruppenspezifischen kreativen Prozesses kann hinsichtlich des Neuheitsgrades in Bezug auf das Individuum als kreatives Produkt bezeichnet werden, wenn das gemeinsam erarbeitete gedankliche Ergebnis jedem Gruppenmitglied als neu und die Gesamtheit der gedanklichen Verknüpfungen nachvollziehbar erscheint.

Häufig werden die Begriffe »Innovation« und »Kreativität« in einem gemeinsamen Bedeutungszusammenhang verwendet. Um zu einer klaren Kreativitätsdefinition zu gelangen, muss daher an dieser Stelle der Innovationsbegriff gegenüber dem verwendeten Verständnis zum kreativen Produkt abgegrenzt werden.

Mit »Innovationen« werden im Allgemeinen in ihrer technischen Lösung oder in ihrer Verwendung neuartige Produkte sowie modifizierte technische oder organisatorische Prozesse bezeichnet /COR89, S.2/. Die Neuheit einer Innovation kann dabei eine soziale, funktionale oder technologische Dimension einnehmen und ist stets darauf ausgerichtet, über die Erschließung neuer Märkte eine Steigerung der wirtschaftlichen Entwicklung herbeizuführen /SCH64, S.100ff/. Im Gegensatz zur Orientierung des Begriffes der Kreativität am Individuum wird folglich unter dem Begriff Innovation eine neuartige Lösung verstanden, der von der Gesellschaft eine gewisse Akzeptanz entgegen gebracht wird und die nicht unbedingt aus einem für ein Individuum neuartigen geistigen Prozess resultiert (vgl. /MAJ93, S.6f; ZAH91, S.121f/).

### 2.3.2 Prozessbezogene Definitionen

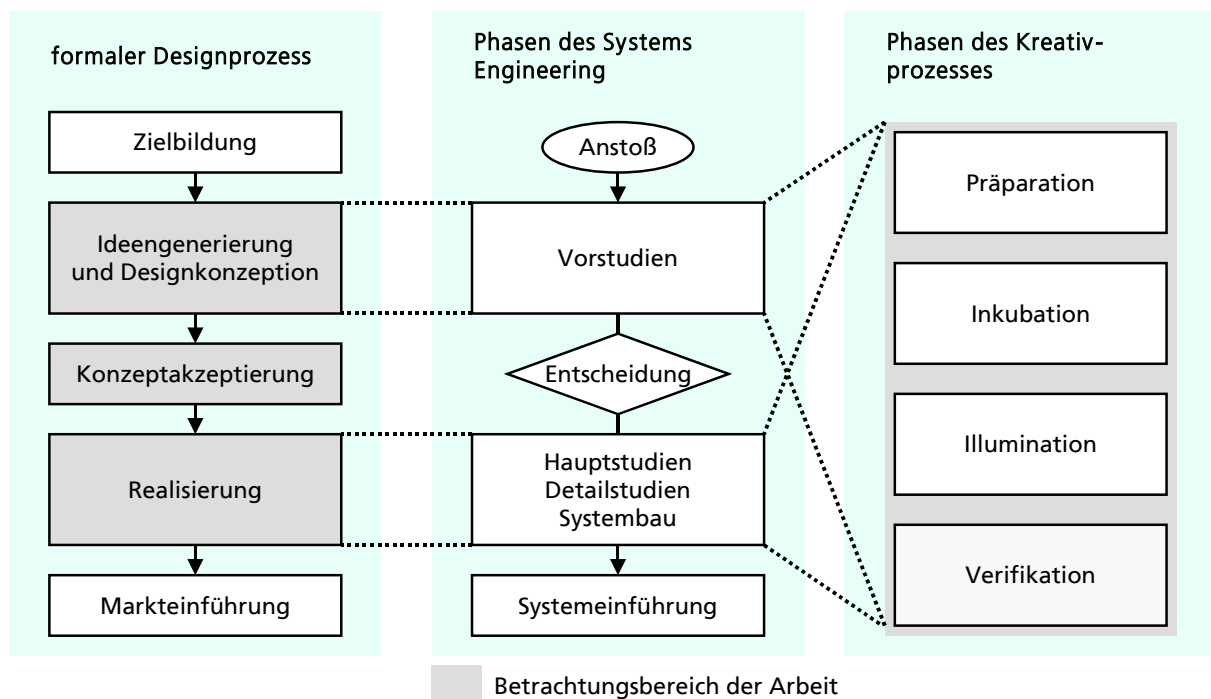
Innerhalb eines prozessorientierten Verständnisses von Kreativität umfasst der »kreative Prozess« alle Phasen, angefangen mit der Präparation, über die Inkubation sowie Illumination und die abschließende Verifikation. Die einzelnen Phasen (siehe Kapitel 2.2.2.3) bewirken in ihrer Abfolge auf Basis einer Umstrukturierung und Neuorientierung von Wissensbausteinen das kreative Produkt.

Ein »Gedankengang« wird in diesem Kontext als Prozess zur Vollendung eines Gedankens interpretiert, der über das Nachvollziehen von Assoziationsketten zu einem gedanklichen Netzwerk führt. Eine Assoziation soll dabei als gesetzmäßige Verknüpfung von Bewusstseinsinhalten (z.B. Vorstellung, Begriff usw.) in der Weise verstanden werden, dass das Auftreten einer Vorstellung oder Begrifflichkeit im Bewusstsein ein sich wechselseitig bedingendes Erscheinen der damit assoziierten Vorstellung oder Begrifflichkeit hervorruft. Erst das Kriterium der Neuheit und Originalität macht aus einem Gedankengang einen kreativen Prozess, wobei der Vermittlung der Entstehungshistorie ein positiver Effekt auf die Bewertung der Qualität einer kreativen Leistung nachgesagt wird /FUN00; S.293/.

Innerhalb einer sequentiellen und formalen Einteilung wird der Designprozess als spezielle Form eines Innovationsprozesses (vgl. Bild 2.3.2.1) verstanden, der neue Produkte mit einer hohen Relevanz für den soziokulturellen Kontext einer Gesellschaft hervorbringt. Dieser wird im Unternehmen durch definierte Innovationsziele angestoßen, die zunächst nicht auf einer für ein Indi-

viduum oder eine Gruppe neuartigen gedanklichen Struktur sondern auf Analysen zum gesellschaftlichen und technologischen Umfeld sowie zu aktuellen Marktentwicklungen basieren. Die Phase der Ideengenerierung und Designkonzeption beschreibt dabei die Suche nach Produktideen mit der abschließenden Aufstellung eines Designkonzepts. Mögliche Alternativen werden im Rahmen der Konzeptakzeptierung geprüft, bewertet und in eine für die Aufgabenstellung optimale Lösung überführt. Die eigentliche operative Produkt- und Designentwicklung findet in der Phase der Realisierung statt. Die Ausarbeitung hinsichtlich der funktionalen und ästhetischen Anforderungen des Marktes wird vollzogen, der angestrebte Markt vorbereitet und ein Produkttest durchgeführt. Eine erfolgreiche Markteinführung (gesellschaftliche Akzeptanz) bildet den Abschluss eines Design- und Innovationsprozesses /HER91, S.24; PLE96, S.24ff; TEB90, S.16ff; THO80, S.45ff/.

**Bild 2.3.2.1:** Gliederung eines formalen Designprozesses und Eingrenzung des Betrachtungsbereiches (nach /HAB99, S.38; SCH72, S.53; SCHL98, S.39/)



Die Konkretisierung des Prozesses seitens der Ingenieurwissenschaften innerhalb des Phasenmodells des Systems Engineering, das einige Parallelen zu einem sequentiell ablaufenden Designprozess aufweist (siehe Bild 2.3.2.1), kann genutzt werden, um das Verständnis zum nichtlinearen kreativen Prozess im Design im Rahmen der Aufgabenstellung zu vertiefen und den Betrachtungsbereich abzugrenzen. Zudem werden die semantischen Unterschiede in den speziellen Prozessüberzeugungen angenähert. Beim Systems Engineering wird davon ausgegangen, dass nach Anstoß eines Entwicklungsvorhabens in der Regel bei der Durchführung von Vor- und Hauptstudien kreative Prozesse stattfinden, bei denen zum Beispiel eine enge Zusammenarbeit zwischen Design und Technik gefordert und erwünscht wäre. Vorstudien tragen im übertragenen Verständnis zur Ideengenerierung und Designkonzeption bei, während Haupt- und Detailstudien die Realisierungsphase begleiten. Das zu entwickelnde Modell soll daher in diesen beiden Phasen eine verstärkte Kooperation zwischen Designern und Ingenieuren bewirken und zudem den Entscheidungsprozess zur Konzeptakzeptierung unterstützen.



### 2.3.3 Subjektbezogene Definitionen

Aus subjektbezogener Sicht wird das kreative Vorgehen im Design und letztendlich das kreative Produkt beeinflusst durch die Denkstrukturen und das gedankliche Vorgehen eines Denkenden oder einer denkenden Gruppe. Fähigkeitsspezifische Merkmale wie relativ stabile Persönlichkeitsmerkmale und Einstellungen, kognitive Fähigkeiten und Denkstile sind prinzipiell bei jedem Menschen, wenn auch in unterschiedlichem Ausprägungsgrad, beobachtbar. Kreative Leistungen können daher praktisch in allen Tätigkeitsbereichen erbracht werden und sind nicht wenigen schöpferisch überragenden Menschen vorbehalten /FAC85, S.2f/. Die notwendigen mentalen Fähigkeiten können trainiert werden /BIN89, S.134/, wobei spezialisiertes und systematisches Denken nicht ausgeschlossen wird /SCH98, S.30/.

Mit Bezug auf das objektbezogene Verständnis des kreativen Produktes im Design als finale Umstrukturierung von Wissensbausteinen können folgende Voraussetzungen zur Ausbildung eines kreativen Prozesses formuliert werden:

- Absolute Notwendigkeit zur Ausbildung von Gedanken ist das Vorhandensein von Wissen beim denkenden Subjekt /SCH98, S.102/.
- Der Denkende muss über Fähigkeiten zur Verarbeitung von Informationen und zur Neuordnung bekannten Wissens verfügen, um Denkergebnisse und gedanklich Neues beliebiger Art hervorzubringen.
- Des Weiteren muss ein gewisser Drang zum Betreten gedanklich neuer Gebiete vorhanden sein. Woraus die Motivation zum Schaffen entsteht, ist dabei zweitrangig und wahrscheinlich nur auf philosophischer Ebene zu klären.

### 2.3.4 Zwischenfazit: Definition für den Begriff der Kreativität

Nach der Definition und klaren Abgrenzung aller für diese Arbeit relevanten Begrifflichkeiten auf einer objekt-, prozess- und subjektbezogenen Ebene in den Kapitel 2.3.1–2.3.3 lässt sich zur Präzisierung des Kreativitätsbegriffes folgende Definition ableiten:

Der Begriff der Kreativität soll als das Maß für die Fähigkeit verstanden werden, die geistigen Optionen, also das im Gedächtnis enthaltene explizite und implizite Wissen sowie die kontextabhängigen Verknüpfungen des neuronalen Netzwerkes unter Nutzung der assoziativen Funktionen des Gehirns so auszuschöpfen, dass der Denkende auf der Basis einer Umstrukturierung des bekannten Wissens Neues und aus seinem subjektiven Verständnis heraus Originelles hervorbringt (vgl. /PET01, S.16/).

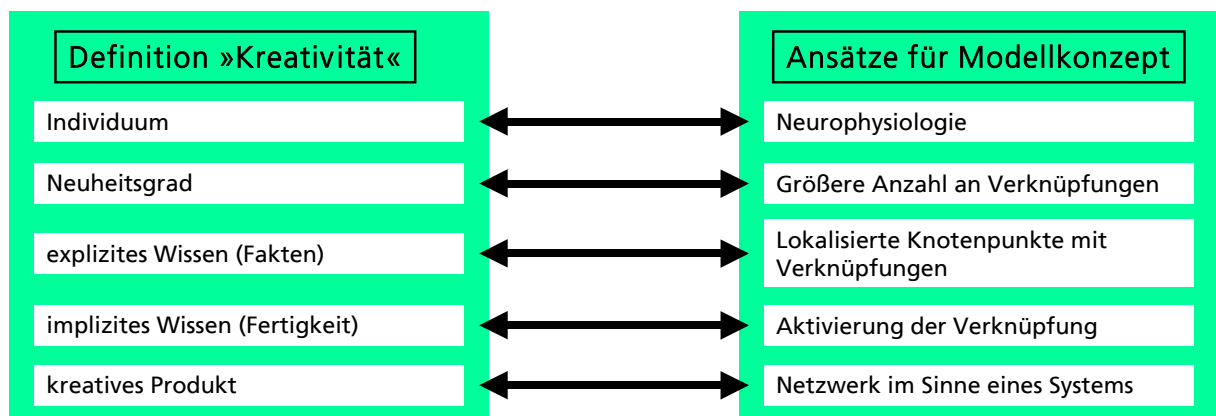
Diese Definition stellt ein Novum dar und soll zur Entmystifizierung der Diskussion über das Thema »Kreativität« beitragen. In dieser Arbeit wird sie im Folgenden zur Ableitung eines Modellansatzes genutzt.

## 2.4 Fazit: Ableitung der Ansätze für das Modellkonzept

Mit Blick auf die Schaffung einer funktionierenden Interdisziplinarität als Zielsetzung der vorliegenden Arbeit, liegt der Untersuchungsbereich in der objektiven Beschreibung der kreativen Phasen im Design unter Berücksichtigung der speziellen ingenieurtechnischen Semantik. Es soll ein Erklärungsmodell gestaltet werden, welches:

- die grundlegenden kreativen Denkmechanismen unterstützt und
- die Reflexion über gedankliche Ergebnisse erleichtert,
- um somit das Verständnis für das gedankliche und kreative Vorgehen innerhalb des Designprozesses aus Sicht des Engineering zu steigern und
- einen Akzeptanzgewinn bezüglich der Leistungen im Design bei naturwissenschaftlich ausgebildeten Personen zu bewirken.

**Bild 2.4.1:** Ableitung des Ansatzes für das Modellkonzept auf Mikroebene



Das Modell soll auf der Definition des Kreativitätsbegriffes aus Kapitel 2.3.4 basieren, wonach sich für das Modellkonzept auf Mikroebene folgende Ansätze ableiten lassen (siehe Bild 2.4.1):

- Das denkende Individuum wird über die Ausrichtung an den neurophysiologischen Voraussetzungen in das Modellkonzept übersetzt.
- Der Neuheitsgrad wird über eine größere Anzahl an Verknüpfungen berücksichtigt.
- Die Nutzung expliziten Wissens wird über die Lokalisierung von Knotenpunkten, der Gebrauch impliziten Wissens über die Aktivierung von Verknüpfungen unter den Knotenpunkten sichergestellt.
- Das kreative Produkt wird im Sinne des Systembegriffs als Netzwerk verstanden.

### 3. Konzeption eines Modells zur Beschreibung der kreativen Prozesse im Design

»Begriffe sind [...] Wahrnehmungsvorstellungen, und Denkprozesse bestehen im Verarbeiten solcher Vorstellungen.« /GRO87, S.7/

Mit Analysen zum aktuellen Stand der Erkenntnisse der Designprozess-, Kreativitäts- und Bewusstseinsforschung, der Definition relevanter Begriffe und der Eingrenzung des Untersuchungsbereichs wurden die Grundlagen geschaffen, um ein Modell zur Beschreibung der kreativen Prozesse im Design auf Basis der ingenieurtechnischen Semantik zu entwickeln. Das Modell soll sowohl individuelle als auch gruppendynamische Kreativprozesse im Design beschreiben können. Im Folgenden wird basierend auf den abgeleiteten Konzeptansätzen aus Kapitel 2.4 die Vorgehensweise zur Modellierung definiert (Bild 3.1). Das Modell baut zum einen auf dem Anforderungszusammenhang auf, der sich aus dem Makromodell ableitet, und basiert zum anderen auf modelltheoretisch hergeleiteten Teilmodellen. Die Modellierung der einzelnen Teilmodelle führt in der Gesamtheit zu einem Gesamtmodell, das zudem eine Aufbau- und Ablaufstruktur aufweist. Abschließend werden für die Nutzung notwendige Bewertungskriterien abgeleitet sowie Hinweise zur Anwendung gegeben.

**Bild 3.1:** Vorgehensweise bei der Modellentwicklung

<b>3.1</b> Anforderungen an das Modell	3.1.1 subjektspezifische Anforderungen	3.1.2 prozessspezifische Anforderungen	3.1.3 objektspezifische Anforderungen
<b>3.2</b> Konzeption des Modells	3.2.1 Aspekte der Modelltheorie	3.2.2 Aufbaustruktur des Modells	3.2.3 Ablaufstruktur des Modells
<b>3.3</b> Modellierung des Modells	3.3.1 Detaillierung des Mikromodells	3.3.2 Wahl der Modellierungsmethode	3.3.3 Modellierung der Teilmodelle
<b>3.4</b> Bewertungsmodell und Bewertungskriterien	3.4.1 Kriterien zur Nutzung des Bewertungsmodells	3.4.2 Hinweise zur Darstellung kreativer Prozesse	

#### 3.1 Anforderungen an die Modellentwicklung

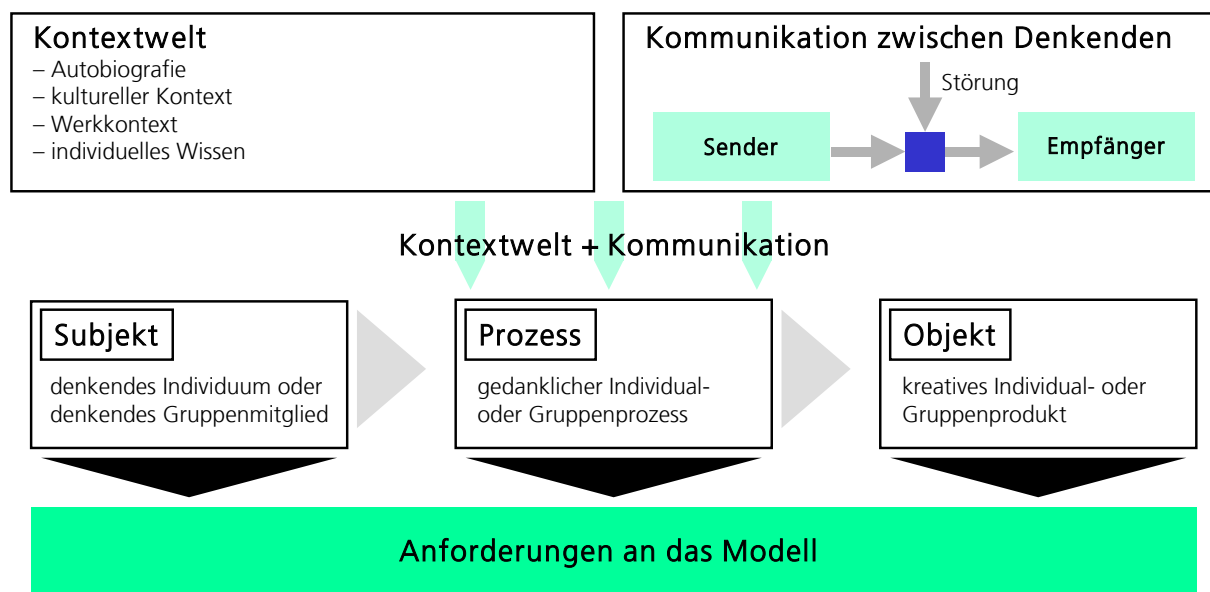
Zur Vorbereitung der Konzeption des Modells müssen alle notwendigen und relevanten Anforderungen identifiziert und beschrieben werden. Als Ausgangspunkt dient das in Kapitel 2.3 genutzte Makromodell des kreativen Prozesses. Es verhilft, den Prozess unter Subjekt-, Prozess-

und Objektbezug zu analysieren, womit eine Strukturierung der einzelnen Anforderungen erleichtert wird (siehe Bild 3.1.1). Zudem wird die Anwendbarkeit des Modells zur Darstellung von Konfliktsituationen an der Schnittstelle zwischen Design und Engineering im Produktentwicklungsprozess (Kapitel 4.3) vorbereitet.

In der Anwendungsebene des Makromodells wird unter dem denkenden Subjekt der Anwender des Modells als eigenständiges denkendes Individuum oder als Denker in einer Gruppe; unter dem kreativen Prozess das einzelne gedankliche Vorgehen im Design und mit der kreativen Leistung das abgeschlossene kreative Individual- oder Gruppenprodukt verstanden. Neben der in Kapitel 2.3 beschriebenen Kontextwelt hat vor allem die Qualität der gedanklichen Kommunikation Einfluss auf die Ausgestaltung eines gruppenspezifischen Kreativprozesses.

Terminologisch-deskriptiv werden die Eigenschaften dieser einzelnen Faktoren beschrieben, um dann empirisch-induktiv die Mängel und Defizite im Praxiszusammenhang mit kreativen Prozessen aufzuzeigen. Mit einer Zusammenfassung der Anforderungen in einem Zwischenfazit (Kapitel 3.1.4) wird die Vorbereitungsphase der Modellentwicklung abgeschlossen.

**Bild 3.1.1:** Identifikation der Anforderungen aus der Anwendungsebene des Makromodells



### 3.1.1 Subjektspezifische Anforderungen an die Modellbildung

Das Modell soll vom Subjekt parallel zum individuellen gedanklichen Prozess und nach Abschluss eines Gedankengangs angewendet werden können, um auf die Qualität der eigenen kreativen Leistung und darauf aufbauend auf die Qualität des kreativen Prozesses einer Gruppe positiv einwirken zu können.

Beeinflusst wird der individuelle gedankliche Prozess im Design dabei durch explizites sowie implizites Wissen des denkenden Subjekts. Unter explizitem Wissen wird dabei das Wissen über gedankliche Leistungen anderer verstanden. Des Weiteren zählen das nutzbare individuelle Wissen sowie das Detailwissen aller Gruppenteilnehmer dazu. Das implizite Wissen beschreibt die

Kenntnisse über die Nutzung und die Abläufe des eigenen kreativen Prozesses. Es verhilft dazu, ihn effizient einzusetzen. Das implizite Wissen einer Gruppe basiert auf den unterschiedlichen Erfahrungen aller Teilnehmer und gibt deren Einstellungen wieder.

Das individuelle Wissen von Designer und Ingenieur sowie das sequentielle Vorgehen in den frühen Phasen der Produktentwicklung verhindert bislang den gedanklichen Austausch innerhalb kreativer Prozesse und darauf aufbauend ein kooperatives Zusammenarbeiten. Vor allem ist naturwissenschaftlich gebildeten Personen unklar, wie der kreative Prozess von Designern abläuft und wie man ihn und die kreative Designleistung bewerten und einschätzen kann. Der unpräzise Gebrauch des Kreativitätsbegriffes führt darüber hinaus zu einer Abgrenzung kreativer Gruppen im gesellschaftlichen Leben. Neben einem allgemeinen Verständnis ist auch ein subjektives Verstehen der individuellen gedanklichen Prozesse bei Designern meist nicht gegeben, was die Mängelerscheinungen noch verstärkt. Dies kann im Extremfall zur Willkür führen, was negative Auswirkungen auf die Qualität des letztendlichen Produkts haben kann. Vorbehalte gegenüber einer Dokumentation gedanklichen Vorgehens bei Designern verstärken diesen Effekt und verhindern zudem eine objektive Bewertungsmöglichkeit zum einen durch den Designer selber und zum anderen durch außenstehende Ingenieure in Entwicklungsteams. Hier werden die Vorbehalte dadurch verstärkt, dass Wissen bewusst zurückgehalten wird oder ein den kreativen Prozess negativ beeinflussender verspäteter Wissensaustausch stattfindet /PET03a, S.8/.

Aus diesen Überlegungen lassen sich folgende subjektspezifische Anforderungen an die Modellbildung ableiten:

- Es soll eine Möglichkeit zur Abbildung des genutzten impliziten und expliziten Wissens in den kreativen Prozessen im Design geschaffen werden.
- Des Weiteren soll eine prozessparallele Darstellung kreativen Vorgehens mit dem Ziel ermöglicht werden, den kreativen Prozess im Design transparent für Ingenieure abbilden zu können.
- Zudem soll ein Hilfsmittel entstehen, mit dem Designer den eigenen kreativen Vorgang reflektieren können, um diesen in Entwicklungsteams dann besser an die gedankliche Arbeit anderer (z.B. Ingenieure) zu koppeln.

### 3.1.2 Prozessspezifische Anforderungen an die Modellbildung

Zur Identifizierung der prozessspezifischen Anforderungen können anerkannte Erklärungsmodelle genutzt werden, die die Abläufe kreativer Prozesse gliedern und beschreiben. Hierzu wird das 4-Phasen Modell des produktiven Denkens aus Kapitel 2.2.1.4 verwendet, dessen Aufteilung im Folgenden als Mikrostruktur des kreativen Prozesses zu verstehen ist. Im Hinblick auf die biologischen Voraussetzungen des menschlichen Gehirns basiert produktives gedankliches Vorgehen auf den assoziativen Fähigkeiten und Funktionsweisen. Die Eigenschaft kreativer Prozesse zur Variantenbildung von Lösungskonzepten ist dabei auf die Neurophysiologie des Gehirns zurückzuführen. Im Falle eines gruppenspezifischen Prozesses muss das Mikromodell um die kommunikativen Austauschvorgänge erweitert werden, die erheblichen Einfluss auf die individuellen Informationsverarbeitungsvorgänge haben können.

Die Suche nach Lösungen kann zwar durch Kreativitätstechniken /EHR95, S.350ff; VDI83, S.82/ unterstützt werden, jedoch existiert kein Modell zur methodischen Bewertung gedanklicher Teilprozesse. Ebenso wenig ist eine modellhafte Beschreibung des kreativen Prozesses im Design unter Berücksichtigung der neurologischen Voraussetzungen vorhanden. Die Folge ist vor allem für das gruppenspezifische und kooperative kreative Vorgehen zwischen Design und Engineering das Fehlen der für eine Nachvollziehbarkeit notwendigen Transparenz in der gedanklichen Arbeit. Ein in der Hauptsache für die Identifikation von Verknüpfungspotenzialen notwendiges, objektives Prozessverständnis unter Berücksichtigung der ingenieurtechnischen Semantik wurde auf Grund der beschriebenen Mängel bislang nicht entwickelt.

Daher werden folgende prozessspezifische Anforderungen zur Modellbildung abgeleitet:

- Die Einbindung des Modells in die Mikrostruktur des kreativen Prozesses im Design soll das Prozessverständnis im Sinne der ingenieurtechnischen Semantik verbessern.
- Außerdem soll über Bewertungsregeln eine objektive Grob- und Teilbewertung der einzelnen Prozessschritte ermöglicht werden, um einen Akzeptanzgewinn bei Ingenieuren für die Designleistung herbeizuführen.
- Innerhalb gruppenspezifischer Kreativprozesse in Entwicklungsteams mit Designern und Ingenieuren soll mit dem Modell eine Identifikationsmöglichkeit von Verknüpfungs- und Konfliktpotenzialen geschaffen werden.

### 3.1.3 Objektspezifische Anforderungen an die Modellbildung

Die zentrale Zielsetzung für die Entwicklung des Modells bildet die Möglichkeit zur Bewertung von kreativen Leistungen im Design aus Sicht der Ingenieurwissenschaften. Ein Gedankengang ist durch die Vielzahl der bestimmenden Elemente und Relationen als komplexes System zu verstehen /PAT82, S.19/, wobei immer alternative Konzepte entwickelt werden können und auch existieren. Die Problemstellungen sind entweder offen und erfordern ein von divergentem Denken geprägtes Vorgehen oder sind abgeschlossen.

Eine nicht vorhandene Möglichkeit zur Dokumentation des kreativen Prozesses im Design führt dazu, dass eine objektive Bewertung aus Sicht der ingenieurtechnischen Semantik nicht möglich erscheint. »Kriterien zur Beförderung und Identifikation kreativer Leistungen existieren« /SCH98, S.6/ weder für gedankliche Individual- noch für Gruppenprozesse im Design.

Abhilfe kann eine Möglichkeit zur Dokumentation des gesamten gedanklichen Ablaufs wie die Erfassung der Zusammenhänge einer gedanklichen Leistung im Design erbringen. Kriterien zur Identifizierung kreativer Leistungen sollen ermittelt sowie beschrieben und in das Modell eingebunden werden. Zur Komplettierung des Anforderungsprofils der Modellentwicklung ist vor allem die objektive Bewertung einer kreativen Leistung im Design unter Berücksichtigung der ingenieurtechnischen Semantik als Forderung zu nennen.

### 3.1.4 Zwischenfazit: Ableitung der Anforderungen an die Modellentwicklung

Basierend auf Betrachtungen zu den Erfordernissen des Anwenders, des gedanklichen Vorgehens und des abgeschlossenen Gedankengangs als Objekt des kreativen Prozesses im Design wurden Mängel im Praxiszusammenhang kreativer Prozesse ermittelt. In Bild 3.1.4.1 sind die gesamten aus dieser Betrachtungsweise hergeleiteten Anforderungen zusammengefasst.

Mit Hilfe der Modellentwicklung soll vor allem die Möglichkeit zur objektiven Bewertung von kreativen Teil- und Gesamtprozessen im Design aus Sicht der ingenieurtechnischen Semantik geschaffen werden, was nebenbei zu einer Präzisierung des Kreativitätsbegriffes und zu einer Verbesserung des Prozessverständnisses führen wird. Die Abbildung der Mikrostruktur produktiven Denkens ermöglicht dabei auf Basis der biologischen Voraussetzungen des menschlichen Denkapparats eine prozessparallele Abbildung, die ebenfalls für naturwissenschaftlich ausgebildete Personen unabdingbar ist. Die Dokumentation kreativer Prozesse im Design erscheint auf diese Weise modellhaft möglich. Vor allem die Möglichkeit zur Überprüfung des eigenen Gedankengangs auf Schlüssigkeit und Sinn wird positiven Einfluss auf eine kooperative Zusammenarbeit an der Schnittstelle zwischen Design und Engineering haben.

**Bild 3.1.4.1:** Zusammenfassung der Anforderungen an die Modellentwicklung

	<b>Subjekt</b>	<b>Prozess</b>	<b>Objekt</b>
	denkendes Individuum oder denkendes Gruppenmitglied	gedanklicher Individual- oder Gruppenprozess	kreatives Individual- oder Gruppenprodukt
<b>Eigenschaften</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explizites Wissen über kreative Leistungen und Detailwissen der Gruppe</li> <li>• Implizites Wissen über die Fähigkeit zum kreativen Schaffen und über Gruppenfertigkeiten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikrostruktur des kreativen Prozesses</li> <li>• assoziatives Vorgehen</li> <li>• Variantenbildung bei Lösungskonzepten</li> <li>• Abhängigkeiten innerhalb einer Gruppe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• komplexe Systeme</li> <li>• alternative Konzepte</li> <li>• abgeschlossene sowie offene Problemstellungen</li> </ul>
<b>Mängel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Individuelles Wissen und Vorgehen</li> <li>• Vorbehalte gegenüber Dokumentation sowie Zurückhalten von Wissen</li> <li>• später Wissensaustausch</li> <li>• fehlendes Verständnis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilbewertung nicht unterstützt</li> <li>• keine modellhafte Beschreibung</li> <li>• fehlende Transparenz</li> <li>• Modell zu Verknüpfungsmöglichkeiten fehlt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kreativer Prozess im Design undokumentiert</li> <li>• objektive Bewertung aus Sicht von Ingenieuren nicht unterstützt</li> </ul>
<b>Anforderungen an das Modellsystem</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abbildung impliziten und expliziten Wissens</li> <li>• Effiziente, prozessparallele Dokumentation</li> <li>• Erkenntnisbildung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einbindung des Modells in Mikrostruktur kreativen Prozesses</li> <li>• Bewertungsansätze</li> <li>• Identifikation von Verknüpfungs- und Konfliktpotenzial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dokumentation des kreativen Prozesses im Design</li> <li>• objektive Bewertung gedanklicher Leistung</li> </ul>

### 3.2 Konzeption der Modellvorstellung

Die für die Modellentwicklung notwendigen Anforderungen wurden in Kapitel 2 hergeleitet und beschrieben. Dabei gelten die Eigenschaften des Anwendungszusammenhangs als Basis zur

Anwendung der Grundbegriffe der Modelltheorie und der sich daran anschließenden Konzeption der notwendigen Teilmodelle.

### 3.2.1 Aspekte der Modelltheorie

Unter dem Begriff »System« wird eine Menge von Elementen verstanden, welche Eigenschaften besitzen und zwischen denen Beziehungen (Relationen) bestehen bzw. hergestellt werden können (vgl. /BRU91, S.31; PAT82, S.19; ULR68, S.105; VOW84, S.156/). Elemente sind dabei die Teile des Systems, die nicht weiter aufgeteilt werden können. Sie bilden die kleinste Verständniseinheit des Systems /ULR68, S.107f/. Systeme können in Teilsysteme (Subsysteme) untergliedert werden, die eine Anzahl von Elementen enthalten, welche eine engere innere Bindung zueinander aufweisen als nach außen. Systeme und Subsysteme liegen folglich dann vor, wenn innerhalb einer Gesamtheit von Elementen ein Übergewicht innerer Relationen vorherrscht /HAB68, S.6/.

Wird ein Teil der Realität als komplexe Erscheinung wahrgenommen und kann diese Erscheinung als System bezeichnet und beschrieben werden, so verhilft systemorientiertes Denken dazu, die realen Prozesse zu vereinfachen und verständlich aufzubereiten /HAB99, S.25/. Die in dieser Arbeit beschriebene Problemstellung ist anhand der Definition als komplexes System zu verstehen, das mit der Bildung von Modellen zielgerichtet unterstützt werden kann /BRU91, S.1f; HAB99, S.25; PAT82, S.14f/. Modelle haben die Funktion, Ausschnitte der Realität abzubilden, um Rückschlüsse für die Gestaltung der Realität ziehen zu können /WOE96, S.36ff/. Die als unwesentlich erachteten Eigenschaften werden dabei abstrahiert, so dass die Realität vereinfacht dargestellt werden kann /HIL76, S.348f/.

Bezugnehmend auf die Wissenschaftstheorie ist das zu entwickelnde Modell der Realwissenschaft und im Speziellen der angewandten Wissenschaft zuzuordnen (vgl. Kapitel 1.3). Die Aufgabe dieses Wissenschaftsbereiches liegt in der Beschreibung, Erklärung und Gestaltung eines wahrnehmbaren Teils der Realität /HIL76, S.305/. Die Modellentwicklung soll auf modelltheoretischen Erkenntnissen basieren, die eine Einteilung von Modellen in vier Typen je nach ihrem Verwendungszweck vorsieht /PAT82, S.313f/:

- **Beschreibungsmodelle** (deskriptive Modelle) führen zu einer Antwort auf die Frage »Was ist?«. Sie bilden vorgefertigte Zustände empirisch ab, ohne dass diese analysiert und erläutert werden.
- **Erklärungsmodelle** (explikative Modelle) führen zu einer Antwort auf die Frage »Warum ist etwas so?«. Es werden Wirkzusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten hypothetisch ermittelt, die Erklärungen für das Auftreten bestimmter Zustände liefern.
- **Vorhersagemodelle** (prognostische Modelle) beantworten die Frage »Wie wird etwas sein?«. Aufbauend auf Erklärungsmodellen werden Vorhersagen zukünftiger Zustände gegeben.
- **Entscheidungsmodelle** (preskriptiv-normative Modelle) geben Antwort auf die Frage »Was soll sein?«. Handlungsalternativen werden bestimmt, womit Erkenntnisse aus Erklärungs- und Vorhersagemodellen in einen Anwendungskontext gebracht werden.

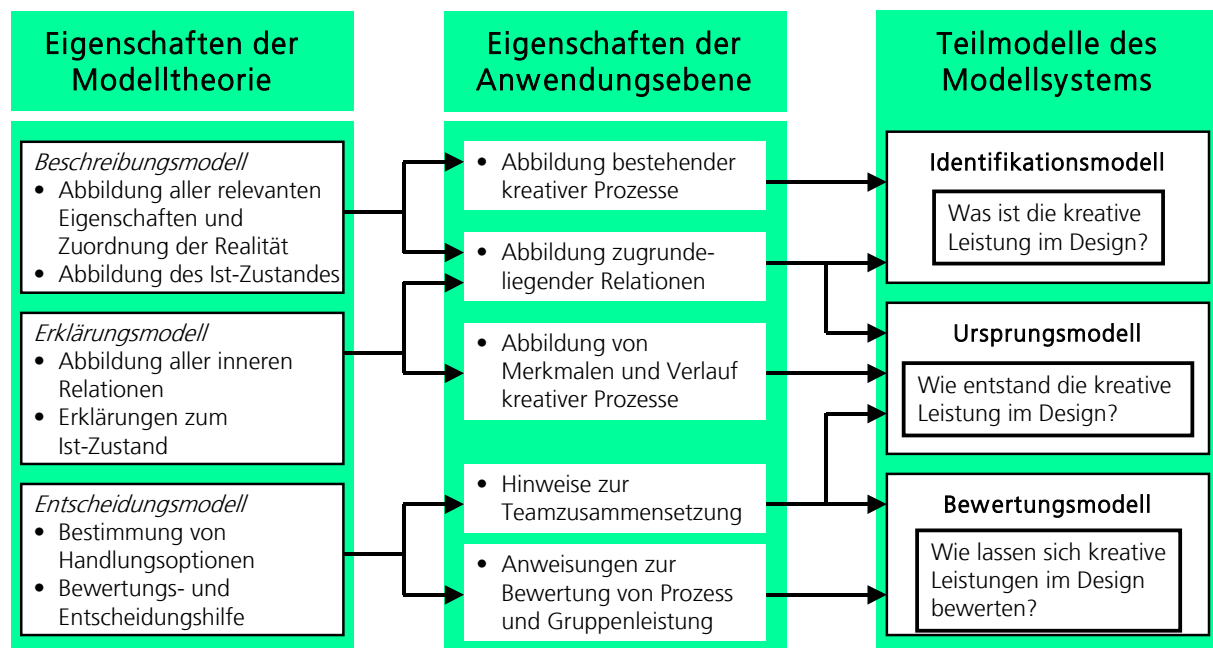


Auf Basis dieser Grundlagen der Modelltheorie soll im Folgenden die Struktur des Modells ermittelt werden. Die Menge und Art der zwischen den Elementen und Subsystemen herrschenden Beziehungen wird dabei als Struktur bezeichnet /BRU91, S.46/. Grundsätzlich wird zwischen einer Aufbau- und einer Ablaufstruktur unterschieden. Die Aufbaustruktur beschreibt die inhaltliche Ordnung, die Ablaufstruktur die funktionalen Zusammenhänge der Modellbausteine /PAT82, S.40/.

### 3.2.2 Aufbaustruktur des Modells

Unter Beachtung der ermittelten Anforderungen wird ersichtlich, dass für die Modellentwicklung die Nutzung des Entscheidungsmodells im Vordergrund steht. Zur Verständniserweiterung für kreative Prozesse im Design ist es darüber hinaus notwendig, ein Beschreibungs- und Erklärungsmodell zu konzipieren. Diese Modelle sind als Teilmodelle zu verstehen, deren Eigenschaften in einem Gesamtmodell zusammenfließen. Auf ein Prognosemodell kann im skizzierten Forschungsansatz verzichtet werden, da der auf das Individuum oder eine Gruppe gerichtete kreative Prozess zunächst keine Zukunftsorientierung aufweisen muss, sondern lediglich etwas für das denkende Subjekt »Neues« hervorbringt. Die notwendigen Modelltypen sind in abstrakter Form in Bild 3.2.2.1 erläutert, und deren Herleitung wird dargestellt.

**Bild 3.2.2.1:** Herleitung der Teilmodelle

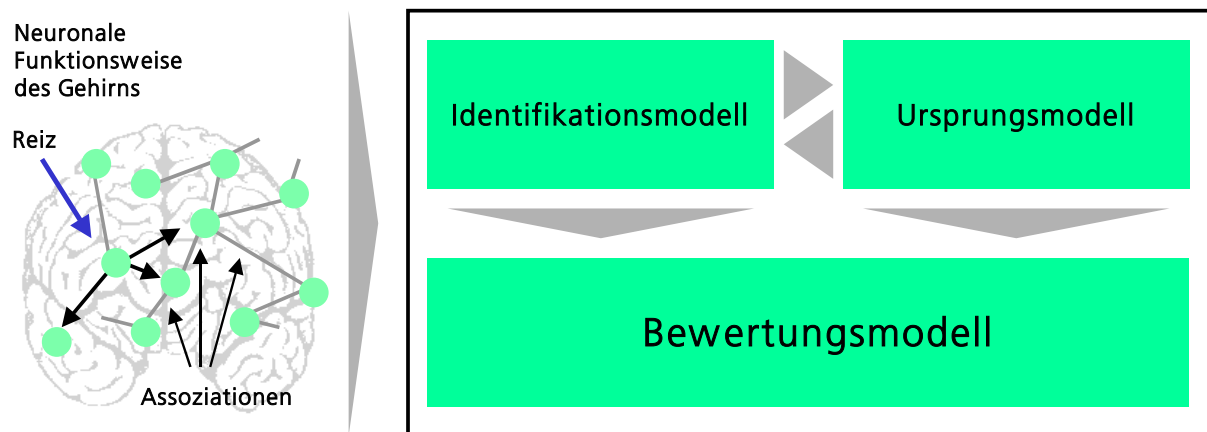


Auf Basis der modelltheoretischen Aspekte sowie der im Anwendungszusammenhang notwendigen Eigenschaften können für die Entwicklung des Modells die Teilmodelle Identifikationsmodell, Ursprungsmodell und Bewertungsmodell abgeleitet werden. Mit dem Identifikationsmodell soll das Wesen einer kreativen Leistung analysiert werden, um den kreativen Prozess im Design sowie die zugrundeliegenden Relationen abzubilden. Mit dem Ursprungsmodell wird durch die zusätzliche Abbildung von Merkmalen und dem Verlauf des kreativen Prozesses die Frage beantwortet, wie die Leistung entstanden ist. Anweisungen zur Bewertung von kreativem Prozess und kreativer Leistung im Design können mit Hilfe des Bewertungsmodells gegeben werden.

Eine objektive Nachvollziehbarkeit aus Sicht von Ingenieuren soll auf diese Weise gewährleistet werden.

Basierend auf den Erkenntnissen zum Aufbau und der neuronalen Funktionsweise des menschlichen Gehirns können die Teilmodelle innerhalb der in Bild 3.2.2.2 dargestellten Aufbaustruktur untereinander in Beziehung gestellt werden. Die Ergebnisse des Identifikations- und Ursprungsmodells werden parallel und in Relation zueinander ermittelt, strukturiert und zur Durchführung des Bewertungsmodells bereitgestellt.

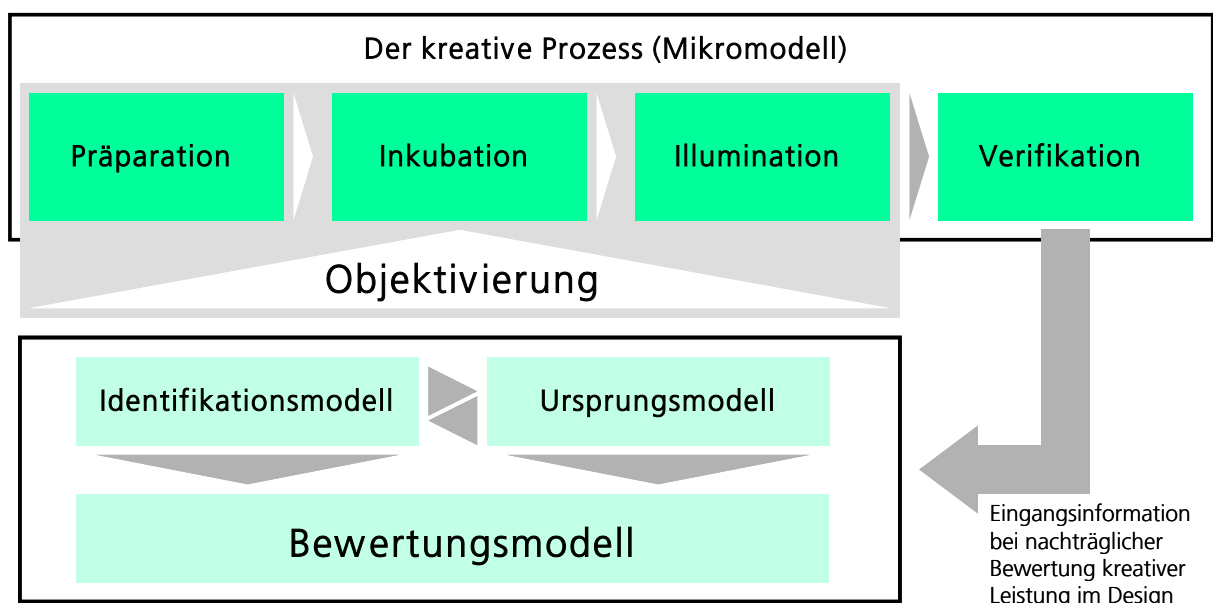
**Bild 3.2.2.2:** Aufbaustruktur der Modellvorstellung



### 3.2.3 Ablaufstruktur des Modells

Die Ablaufstruktur basiert auf der in Kapitel 2.2.1.4 und 3.1.2 beschriebenen Mikrostruktur eines kreativen Prozesses in Anlehnung an das 4-Phasen Modell nach Poincaré.

**Bild 3.2.3.1:** Ablaufstruktur des Modells



Es sieht eine Einteilung in die Phasen Präparation, Inkubation, Illumination und Verifikation vor. Diese wird bei der Durchführung des Identifikations- und Ursprungsmodells die Strukturierung der ermittelten Erkenntnisse über den kreativen Prozess im Design vereinfachen und somit die Bewertung vorbereiten. Die Verifikation wird als Resultat eines kreativen Prozesses betrachtet und somit aus der Betrachtung ausgeschlossen. In aller Regel werden in dieser Phase erworbene Fertigkeiten (z.B. Skizziertechnik, Ästhetik) genutzt, um die Ergebnisse in Form eines schlüssigen Designkonzepts nach der Phase der Illumination umzusetzen. Die konzeptionellen gedanklichen Verknüpfungen sind bereits abgeschlossen und werden nicht mehr vollzogen. Die Verifikation eines gedanklichen Prozesses im Design wird jedoch als Ausgangspunkt genutzt, um eine vorliegende Leistung hinsichtlich der inneren thematischen Verknüpfungen zu untersuchen. Die Ablaufstruktur ist in Bild 3.2.3.1 dargestellt.

Die skizzierte Grobkonzeption der Teilmodelle, sowie die Aufbau- und Ablaufstruktur des Modells wird in Kapitel 3.3 detailliert.

### 3.3 Modellierung der Modellvorstellung

Um das Verständnis für kreative Prozesse im Design zu verbessern und eine Diskussionsgrundlage zur Bewertung einer kreativen Leistung für Ingenieure zu schaffen, dienen Identifikations- und Ursprungsmodell der Repräsentation von Leistungen, ihrer inhärenten Relationen und des Verlaufes ihrer Entstehung. Zur Erfüllung der beschriebenen Aufgabe sollten die Submodelle geeignete Strukturen aufweisen. Basierend auf der Neurophysiologie des menschlichen Gehirns kann die Sprache der Mengenlehre in Form von Elementen und deren Relationen untereinander dazu dienen, kreative Prozesse im Design auf Basis einer ingenieurtechnischen Semantik abzubilden. Eine kreative Leistung  $K$  setzt sich dabei allgemein betrachtet aus Elementen  $E$  und Relationen  $R$  zwischen den Elementen zusammen:

$$K = \{E, R\} \text{ mit } R \subseteq E \times E$$

Die Elemente stammen aus unterschiedlichen Klassen. In Bezug auf eine freie, individuelle kreative Tätigkeit im Design kann z.B. die Klasse der geschichtlichen und politischen Einflüsse, die Klasse des fachspezifischen Umfeldes sowie die Klasse des individuellen Bezuges benannt werden. Eine Konkretisierung dieser Annahmen erfolgt mit den folgenden Modellentwicklungen und muss im Anwendungsbezug entsprechend angepasst werden. Zunächst jedoch ist eine Detaillierung des Mikromodells auf Basis der in Kapitel 2.2 ermittelten biologischen Voraussetzungen notwendig.

#### 3.3.1 Detaillierung des Mikromodells

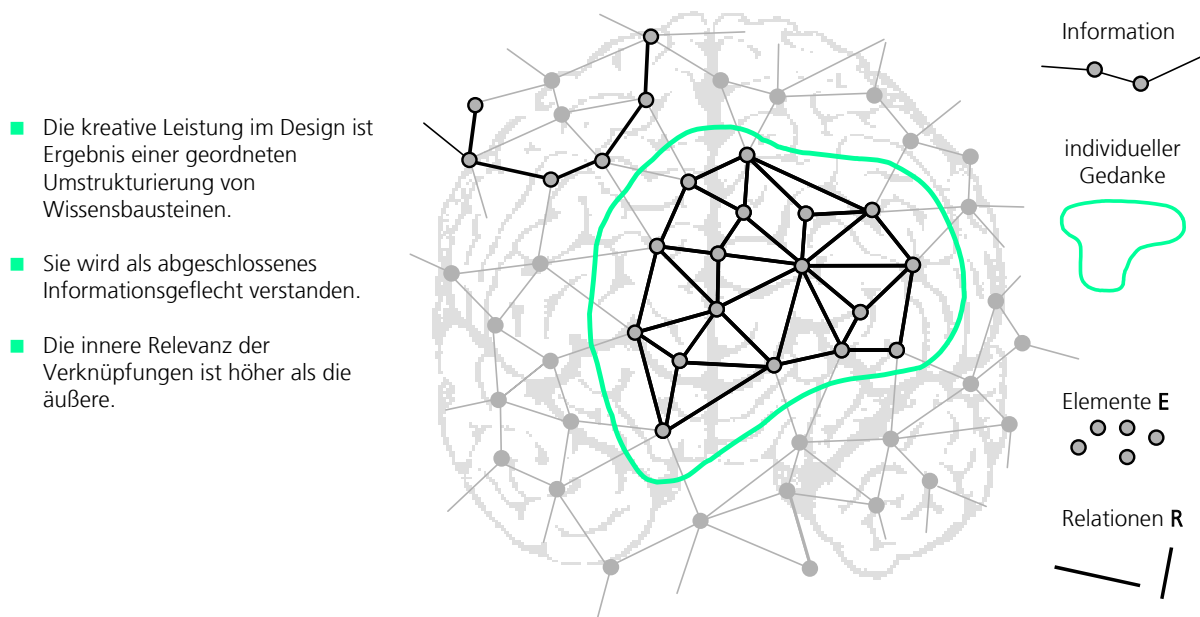
Das Produkt eines kreativen Prozesses wird von Außenstehenden als Eindruck wahrgenommen, der über das menschliche Gehirn erfasst und abgebildet wird. Ein wahrgenommener Eindruck eines Menschen ist dabei Resultat eines komplexen Gehirnvorgangs. Dieser basiert auf Erinnerungen oder Informationen, die als strukturelle und funktionelle Veränderungen im Gehirn ge-

speichert sind. Umgekehrt betrachtet, nutzt ein Denker diese strukturellen Begebenheiten des Gehirns, um einen Gedanken zu bilden. Daraus folgt, dass die theoretischen Vorstellungen von seelisch-geistigen (also auch von kreativen) Prozessen mit den neurologischen Erkenntnissen und Modellannahmen (siehe Kapitel 2.2.3) kompatibel sein müssen.

Die Detaillierung des Mikromodells zur vereinfachten Darstellung der komplexen Abläufe kreativer Prozesse setzt die experimentell belegten Annahmen um, Informationen und Wissen (z.B. Begriffe oder Zusammenhänge) seien in Gruppen von Neuronen abgelegt, die durch Synapsen miteinander verbunden sind (siehe Kapitel 2.2.3.4). Dabei ist die Verschaltung durch lebensgeschichtliche Erfahrungen flexibel gestaltet (siehe Kap. 2.2.3.2), was infolgedessen auch die Veränderlichkeit kreativer Abläufe beim Menschen erklärt.

Die regionalen Spezialisierungen des Gehirns sowie Kopplungen von Gruppierungen untereinander bewirken die gleichzeitige Anregung von Neuronengruppen (siehe Kap.2.2.3.2), wodurch die assoziative Funktionsweise des menschlichen Gehirns erklärbar wird. Verwandte Begriffe wie z.B. Blitz und Donner werden gegenseitig aktiviert, was als Voraussetzung kreativer Prozesse angesehen werden kann.

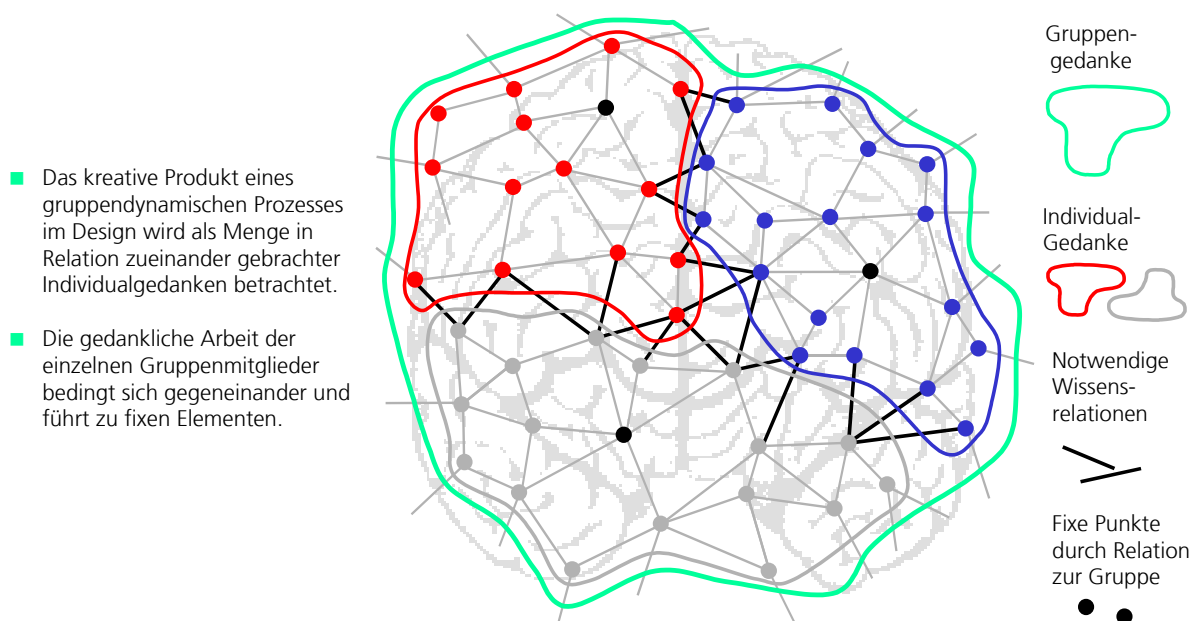
**Bild 3.3.1.1:** Konzeptansatz für Individualgedanken



Ausgehend von diesen Überlegungen wird angenommen, dass sich eine individuelle kreative Leistung im Design aus einer Vielzahl miteinander verknüpfter Informationen, abgebildet in neuronalen Gruppen, zusammensetzt. Im Sinne der Systemdefinition (vgl. Kapitel 3.2.1), kann eine kreative Leistung als System und somit als abgeschlossenes Informationsgeflecht betrachtet werden. Die innewohnenden Elemente müssen dabei eine engere innere Bindung zueinander aufweisen als die äußere Relevanz. Ein Gedanke oder eine kreative Leistung wird folglich als objektiv positiv wahrgenommen, wenn sich ein abgeschlossenes Netzgebilde darstellen lässt (Bild 3.3.1.1).

Betrachtet man einen gruppendynamischen Kreativprozess, muss berücksichtigt werden, dass sich zum einen kreative Prozesse nur im Gehirn von Individuen selbst abspielen und zum anderen sich diese durch die Anforderungen sowie die gedankliche Arbeit der Gruppenmitglieder untereinander beeinflussen. Der Gruppengedanke setzt sich also aus in Relation gebrachter Individualgedanken zusammen. Idealerweise führt eine intakte Kommunikation (siehe Kapitel 2.1) zwischen den einzelnen Gruppenteilnehmern zur Beachtung fixer Elemente, die sich durch die Teilergebnisse der einzelnen gedanklichen Prozesse ergeben. Verknüpfungen zwischen den genutzten Elementen der Individualgedanken müssen hergestellt werden, damit im Sinne des Ansatzes aus Bild 3.3.1.1 ein Gruppengedanke als kreative Leistung positiv wahrgenommen und bewertet werden kann (siehe Bild 3.3.1.2).

**Bild 3.3.1.2:** Konzepterweiterung für den Gruppengedanken



Nach der Skizzierung der Modellansätze wird im Folgenden das Mikromodell in Anlehnung an das Vier-Phasen Modell produktiven Denkens detailliert. Den Ausgangspunkt zur modellhaften Beschreibung der kreativen Gedankenbildung im Design (siehe Bild 3.3.1.3) bildet die Anregung des neuronalen Netzes durch eine zu lösende Problemstellung, die eine Information oder eine Emotion in Form einer Wahrnehmung hervorruft. Die Anregung löst die Phase der Präparation aus. Zum einen werden eine oder mehrere auf lebensgeschichtlichen Erfahrungen basierende Neuronengruppen aktiviert (A). Zum anderen beginnt der motivierte Denkende damit, für ihn zur Problemstellung relevante Elemente (B) und Relationen (C) zu sammeln. Der gedankliche Prozess in Form der Inkubationsphase startet, wenn der Mensch den synaptischen Zusammenhängen (Relation) einer Neuronengruppe folgt (D). Assoziationen zum Gegenstand der Anregung kommen an Gedankenkreuzungen zum Vorschein (E), womit weitere Neuronengruppen aktiviert werden. Wird eine aktivierte Gruppe als relevant für den gedanklichen Prozess in die Lösungsfindung einbezogen, regen die synaptischen Verbindungen neuer Gruppen wiederum Assoziationen an, wodurch Gedanken in ganz neue, individuell beeinflusste Bereiche vordringen können (F). Das ständige Kreuzen von Neuronengruppen bei der Verfolgung der Assoziationsketten eröffnet dem gedanklichen Prozess immer neue Informationen und verhilft, die in B und C als relevant für die Problemstellung befundenen Elemente und Relationen in ein Netzwerk zu

integrieren und es somit zu erweitern. Das Potenzial des menschlichen Gehirns für die konkrete Lösungsfindung wird erschlossen.

**Bild 3.3.1.3:** Detaillierung des Mikromodells

**Präparation**

- A Anregung durch Problem
- B Suche relevanter Objekte
- C Suche relevanter Verknüpfungen

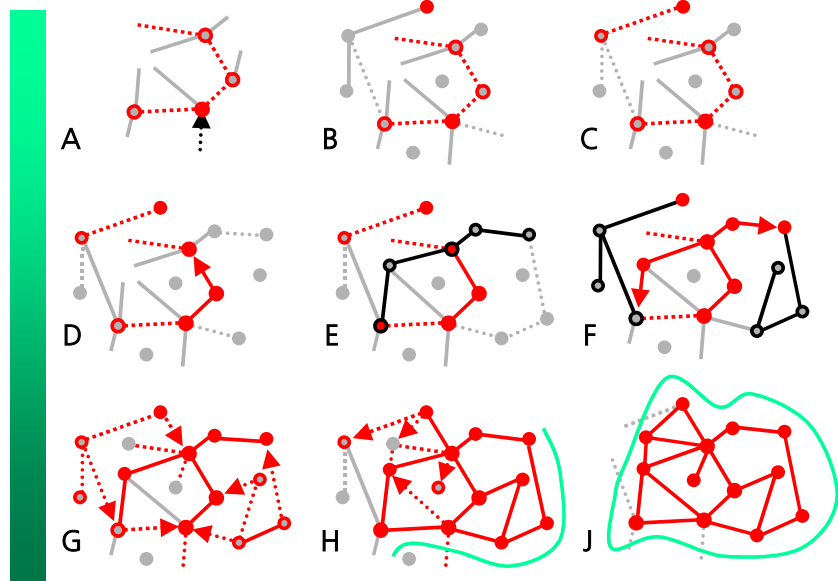
**Inkubation**

- D Gedankengang
- E Gedankenkreuzung
- F Assoziationsbildung

**Illumination**

- G Hinterfragen
- H Netzwerkbildung
- J Gedankenvollendung

**Verifikation**



Zur Bildung eines Gedankens ist jedoch nach Erschließung vorhandener Möglichkeiten die Rückführung aller nachvollzogenen Relationen und der damit einhergehenden, gespeicherten Assoziationen auf die Ausgangsproblemstellung notwendig (G). Der Abschnitt der Illumination setzt ein. Da der Mensch Ideen, Gedanken oder Lösungen immer als komplexes Gebilde wahrnimmt, wird ein individuell und für andere nachvollziehbarer Gedanke erst dann vollzogen, wenn ein Netz aus mit der Lösung in Verbindung stehenden Assoziationen vollständig gebildet wurde. Offene Teilaspekte oder unter gewissen Umständen wichtige Verknüpfungen müssen zur Vollendung der Netzwerkbildung (H) durch die Verknüpfung anderer im Netz vorhandener gedanklicher Prozesse ausgeschlossen oder als irrelevant für die betrachtete Problemstellung geäußert werden. Der vollendete Gedanke sieht ein Netz vor, das keine offenen Enden mehr bereithält (J). In der Phase der Verifikation wird der in Form eines Konzepts ermittelte Gedankengang zur Lösung der Problemstellung umgesetzt.

Alle vier Phasen, insbesondere die Phasen der Illumination und Inkubation, benötigen zur Dokumentation des Problemlösefortschritts eine eindeutige Sprache in mündlicher und schriftlicher Form. Diese Dokumentation muss ständig aktualisiert werden und den entsprechend am Lösungsprozess beteiligten Personen zugänglich gemacht werden. Um über Änderungen in Kenntnis gesetzt zu werden, sind Feedbackschleifen unerlässlich.

Grundsätzlich gilt die beschriebene Detaillierung sowohl für individuelle als auch für gruppenspezifische kreative Prozesse im Design. Bei der Beschreibung von Gruppengedanken müssen jedoch die Auswirkungen und Anforderungen kommunikativer Vorgänge (siehe Kap. 2.1.2) berücksichtigt werden. Vor allem das gedankliche Kreuzen, das Hinterfragen getroffener Verknüpfungen und die endgültige Netzwerkbildung wird in der Gruppe durch den Faktor »Kommunikation« und die möglichen Störungen erschwert. Eine genaue Betrachtung der Möglichkeit zur

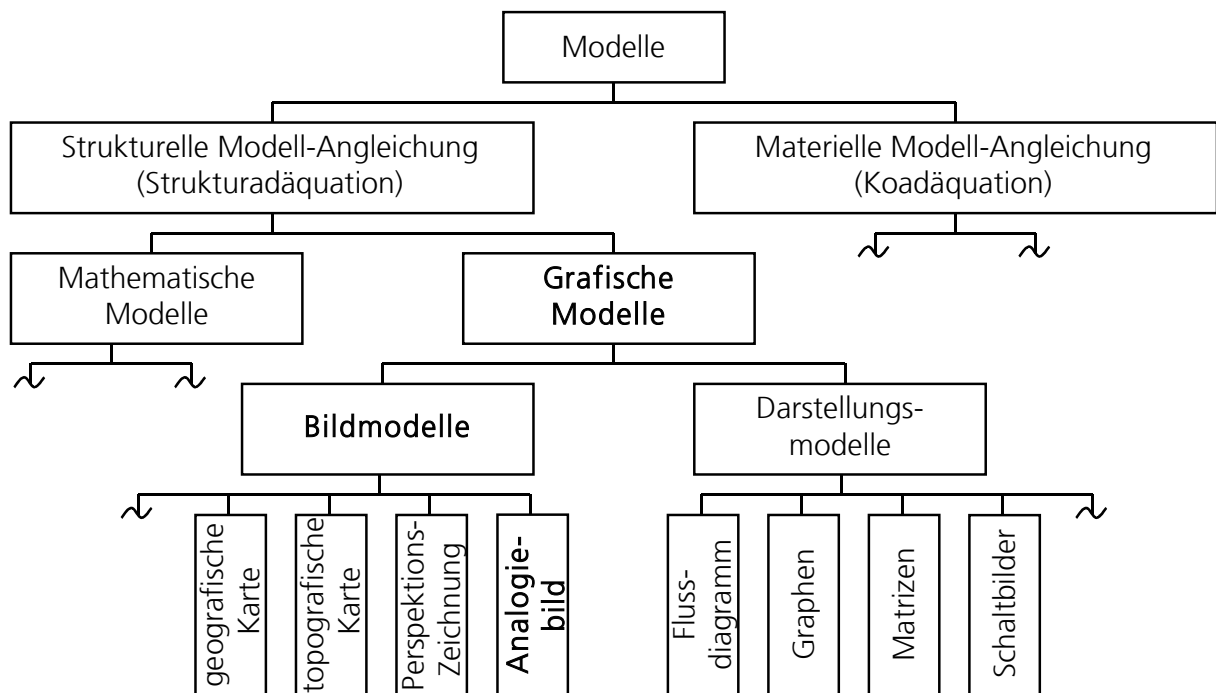
Darstellung dieser Mängelercheinungen mit Hilfe der einzelnen Teilmodelle des Prozessmodells erfolgt in Kapitel 4.3.1.

Das mit dem Mikromodell beschriebene Vorgehen dient als Eingangsinformation zur Entwicklung dieser Teilmodelle, die in Kapitel 3.3.3 hergeleitet und aufgestellt werden. Für die Modellierung werden im Folgenden mögliche Modellierungsmethoden dargestellt und eine geeignete ausgewählt.

### 3.3.2 Wahl der Modellierungsmethode

Damit der Anwender einen guten Überblick bei der Anwendung der Modellkomponenten erhält, ist es notwendig, durch die Form der Darstellung entsprechende Interpretationsmöglichkeiten eindeutig zu unterstützen. Die Auswahl der Darstellungsmethode erfolgt vor der eigentlichen Modellierung anhand von modelltheoretischen Klassifizierungen (siehe Bild 3.3.2.1).

**Bild 3.3.2.1:** Klassifizierung von Modellen (vgl. /HAI91, S.184ff, STA73, S.159ff, WEN95, S.46/)



Die Repräsentation gedanklicher Prozesse wird in einer Art und Weise erfolgen, die eine prozessbegleitende Dokumentation sowie entsprechende Bewertungen ermöglichen soll. Daher ist eine Orientierung auf strukturelle Aspekte erforderlich. Die Modellierung wird sich folglich an der Strukturadäquation auf einer gedanklichen, nicht-materiellen Ebene orientieren, wobei die theoretischen Vorstellungen von seelisch-geistigen Prozessen mit den neurologischen Erkenntnissen kompatibel sein müssen (vgl. /GRO02, S.190ff/). Mathematische Modelle eignen sich auf Grund ihrer quantitativen Darstellung für die beschriebene Aufgabe nur bedingt. Aus diesem Grund werden auch wegen der einfachen Handhabung und der Möglichkeit zur visuellen Veranschaulichung grafische Modelle ausgewählt, die eine Abbildung des kreativen Prozesses in qualitativer Form ermöglichen. Hierfür sind wiederum Bildmodelle gegenüber Darstellungsmodellen in besonderem Maße geeignet, da sie eine naturalistische Anlehnung an ein Originalbild

ermöglichen und somit die Realität bis zu einem gewissen Grad abbilden können. Typische Beispiele sind geografische und topografische Karten oder Grundrisse sowie perspektivische Zeichnungen in Architektur und Technik.

Zur Modellierung der Teilmodelle wird die Modellklasse des Analogiebildes gewählt, womit die Abbildung einer der Realität entsprechenden Struktur in einer einfachen, sich auf besondere Merkmale reduzierenden Form möglich wird. Hinweise zur Erstellung der Darstellungsformen werden in Kapitel 3.4.2 gegeben.

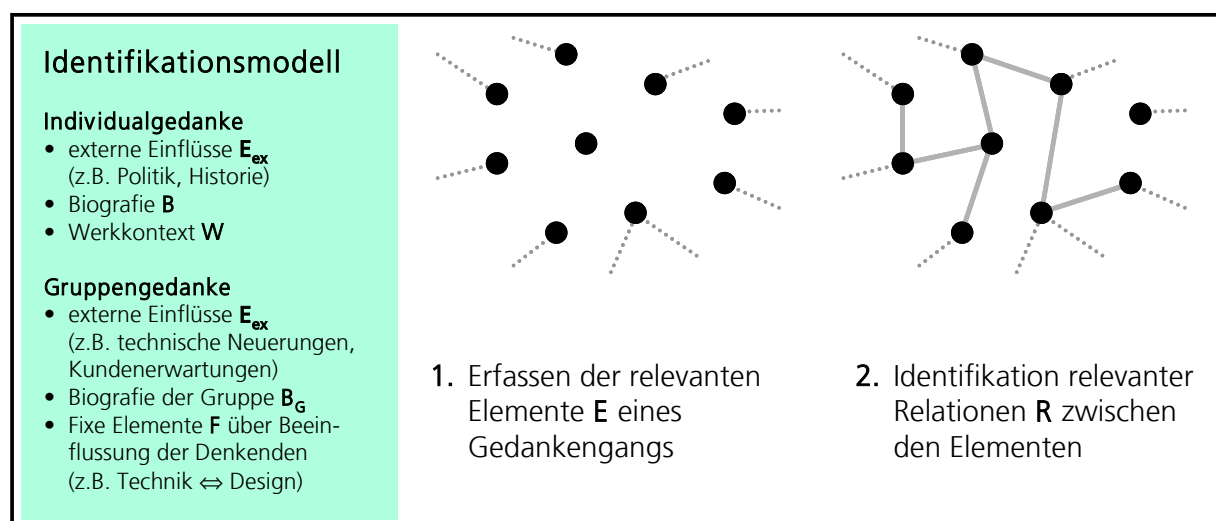
### 3.3.3 Detaillierung der Teilmodelle

Basierend auf den in Kapitel 3.1 ermittelten Anforderungen zur Entwicklung des Modells und der Aufbau- und Ablaufstruktur aus Kapitel 3.2.2 und 3.2.3 werden im Folgenden die Teilmodelle Identifikations-, Ursprungs- und Bewertungsmodell im Detail entwickelt.

#### 3.3.3.1 Identifikationsmodell

Das Identifikationsmodell dient zur Analyse des Wesens eines kreatives Produkts im Design und bildet die kreative Leistung ab. Hierzu ist es notwendig, alle relevanten Elemente sowie die zugrundeliegenden Relationen darzustellen und entsprechend zu ordnen. Als Eingangsinformationen individueller Gedankengänge dienen externe Einflüsse ( $E_{ex}$ ) auf den kreativen Prozess, die Biografie ( $B$ ) des Denkenden sowie der allgemeine Werkkontext ( $W$ ) einer angestrebten kreativen Leistung. Für gruppensdynamische Kreativprozesse können darüber hinaus die Biografien der gesamten Gruppe ( $B_G$ ) Einfluss auf den kreativen Prozess haben. Zudem müssen die gegenseitigen Einflüsse der gedanklichen Prozesse der einzelnen Gruppenteilnehmer und die sich aus den Relationen ergebenden fixen Elemente ( $F$ ) berücksichtigt werden.

**Bild 3.3.3.1:** Darstellung und Prinzip des Identifikationsmodells



Bei der Anwendung des Identifikationsmodells werden zunächst alle relevante Elemente ( $E$ ) identifiziert und mit potenziell möglichen Relationen ( $R$ ) abgebildet. An diesen ersten Schritt schließt



sich eine Erfassung aller zwischen den Elementen relevanten Relationen an. Sowohl die Elemente als auch die Relationen sind in der Menge der Eingangsdaten zu finden:

$E, R \subseteq E_{ex} \cup B \cup W$  Individualgedanke

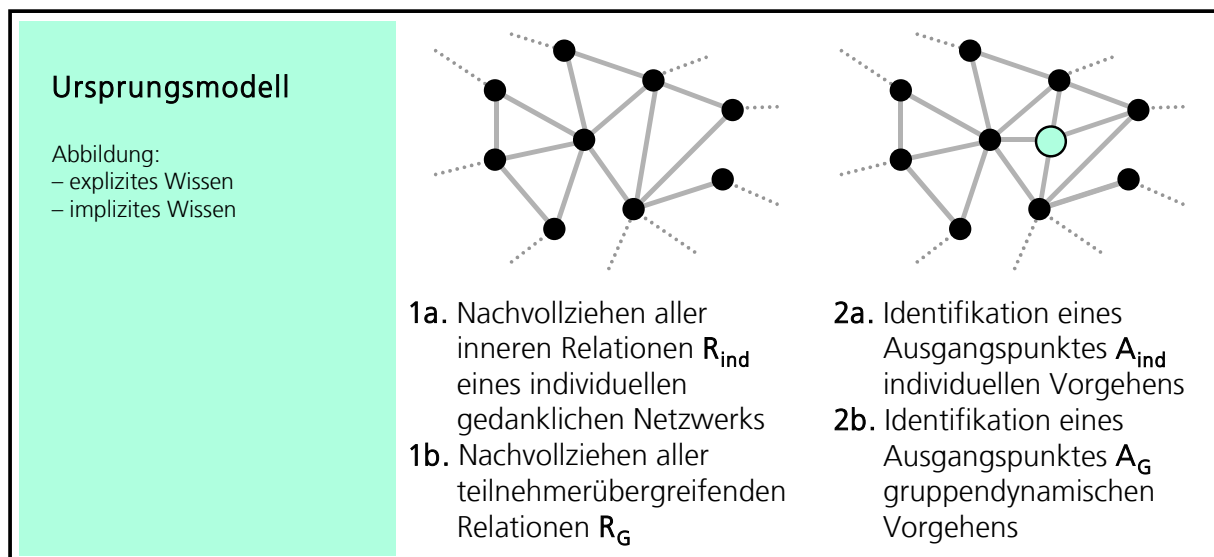
$E, R \subseteq E_{ex} \cup B \cup B_G \cup F$  Gruppendanke

Die Ergebnisse werden in grafischer Form (Analogiebild) dargestellt. Die Vorgehensweise ist sowohl bei einer prozessbegleitenden Dokumentation, bei nachträglicher Bewertung eines kreativen Prozesses im Design sowie bei der Suche nach Kooperationslücken im gruppenspezifischen Kreativprozess zwischen Designern und Ingenieuren anzuwenden.

### 3.3.3.2 Ursprungsmodell

Mit der Nutzung des Ursprungsmodells wird der Verlauf des kreativen Prozesses im Design abgebildet, um das Entstehen einer kreativen Leistung nachvollziehen und dokumentieren zu können. Nicht nur das für einen Gedankengang explizite Wissen wird identifiziert sondern auch das implizite, welches sich als Wissen über die Anwendung der subjektiven kreativen Prozesse darstellt. Nachdem im Identifikationsmodell alle für einen kreativen Prozess notwendigen relevanten Elemente und Relationen zwischen den Elementen identifiziert wurden, werden nun alle erst bei intensiver Beschäftigung mit dem Gedankengang offensichtlichen innewohnenden Relationen eines Netzwerkes erfasst. Beim Individualgedanken ist dies auf das Subjekt beschränkt, während in der Gruppe auf die teilnehmerübergreifenden Relationen und Verknüpfungen eingegangen werden muss.

**Bild 3.3.3.2:** Darstellung und Prinzip des Ursprungsmodells



In einem zweiten Schritt wird ein Ausgangspunkt (A) aller Überlegungen für das entstandene Gedankengeflecht identifiziert, wobei im gruppenspezifischen Prozess zunächst die individuellen Ausgangspunkte betrachtet werden müssen, woraus sich ein gesamtheitlicher Ansatz ergibt. Dieser wird im Bewertungsmodell dazu verwendet, das entstandene Netzwerk auf Lücken zu überprüfen. Denn für einen Betrachter erscheint ein Gedankengang erst dann schlüssig, wenn er

die Assoziationsketten bis zu einem Ausgangspunkt zurückverfolgen kann. Der Ausgangspunkt ist als Element wiederum in der Menge der Eingangsinformationen zu finden:

$$A_{\text{ind}} \subseteq E_{\text{ex}} \cup B \cup W \quad \text{Individualgedanke}$$

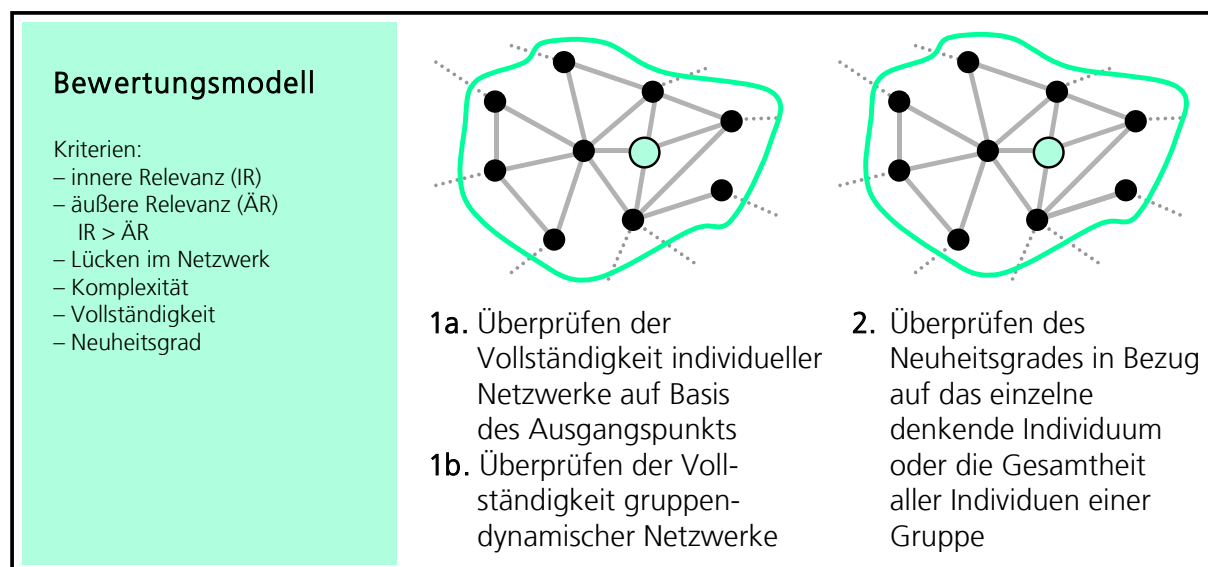
$$A_{\text{G}} \subseteq E_{\text{ex}} \cup B \cup F_{\text{G}} \cup F \quad \text{Gruppendenke}$$

Die Vorgehensweise ist sowohl bei einer prozessbegleitenden Dokumentation, bei nachträglicher Bewertung eines kreativen Prozesses im Design sowie auch bei der Suche nach Kooperationslücken im gruppendynamischen Kreativprozess zwischen Designern und Ingenieuren anzuwenden.

### 3.3.3.3 Bewertungsmodell

Anweisungen zur Grob-, Teil- und Endbewertung von kreativen Prozessen im Design zu geben und kreative Leistung nachträglich und mit Blick auf die Semantik von Ingenieuren prozessparallel bewerten zu können, sind die Ziele bei der Anwendung des Bewertungsmodells. Es wird geprüft, ob der subjektive Gedankengang sowie der aus individuellen Teilprozessen resultierende Gruppendenke bezugnehmend auf die Grenzen des Netzwerkes als vollständig zu bewerten ist und lückenlos auf einen Ausgangspunkt generiert wurde sowie eine ausreichende Komplexität aufweist. Die Grenzen entstehen aus dem Ungleichgewicht zwischen äußerer (ÄR) und innerer Relevanz (IR), wobei für ein positives Ergebnis die innere überwiegt. Wird dieses Ungleichgewicht nicht über das komplette Netzwerk erreicht, so kann eine Systemgrenze nicht geschlossen abgebildet werden. In Anlehnung an die allgemeine Definition von »Kreativität« (siehe Kap. 2.3.4) muss mit Bezug auf das subjektive Wissen der Neuheitsgrad für den Denkenden überprüft werden.

**Bild 3.3.3.3:** Darstellung und Prinzip des Bewertungsmodells



Die skizzierte Vorgehensweise ist bei nachträglicher Bewertung eines kreativen Prozesses anzuwenden. Jedoch können auch Grob- und Teilbewertungen prozessbegleitend vorgenommen werden, wodurch sich Handlungsanweisungen zur Verbesserung der Qualität des kreativen Prozesses im Design ableiten lassen. Auch zur Identifikation von Kooperationslücken in einer Grup-

pe kann das Bewertungsmodell Verwendung finden. Die beschriebenen Kriterien sowie die Vorgehensweise zur Nutzung des Bewertungsmodells werden in Kapitel 3.4 dargestellt.

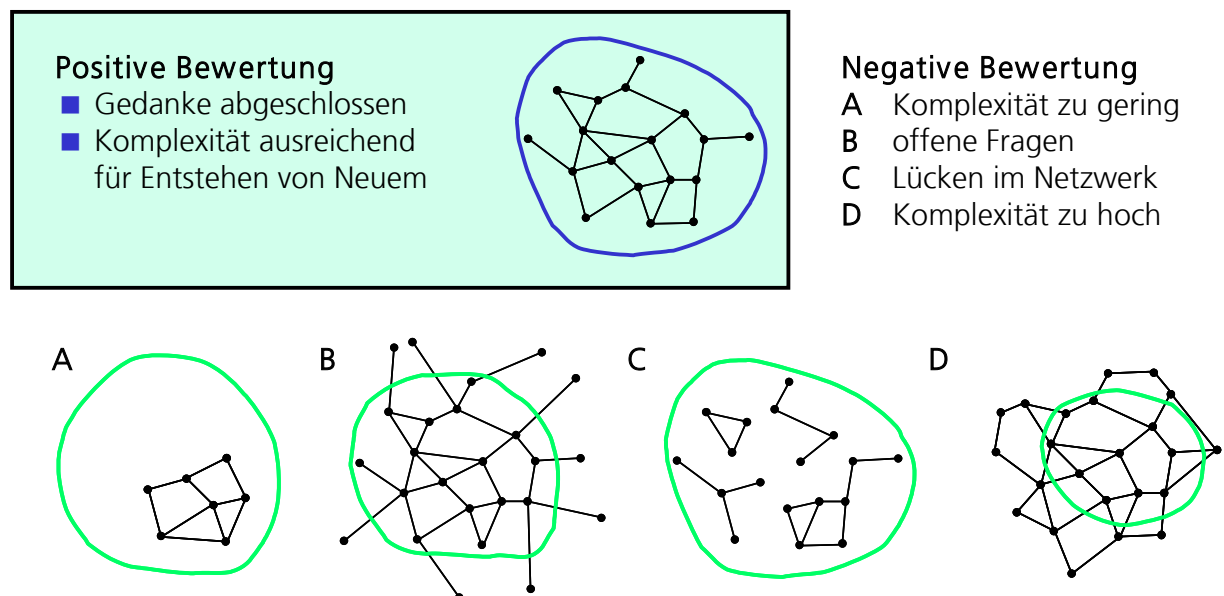
### 3.4 Detaillierung des Bewertungsmodells und Grundregeln bei der Anwendung

Aufbauend auf der groben Beschreibung des Bewertungsmodells wird im Folgenden eine Detaillierung des Bewertungsprozesses vorgenommen. Hierzu werden zunächst allgemeine Effekte beschrieben, die über die Wahrnehmung einer Leistung durch Außenstehende bei der Bewertung kreativer Prozesse auftreten können. Auf Basis der Effekte werden Kriterien hergeleitet, die für die Evaluierung des Modells genutzt werden. Darüber hinaus werden Grundregeln bei der Anwendung des Modells gegeben.

#### 3.4.1 Allgemeine Bewertungsmöglichkeiten und Herleitung von Kriterien

Mit Hilfe des entwickelten Modells lassen sich Aussagen über die Qualität eines Gedankengangs und einer kreativen Leistung in Bezug auf das denkende Subjekt treffen. Grundsätzlich wird ein Gedankengang als positiv bewertet, wenn ein abgeschlossener Gedankengang vorliegt, also keine offenen Fragen vorherrschen und der Gedanke eine der Aufgabenstellung genügende Komplexität aufweist, so dass Neues entsteht (siehe Bild 3.4.1.1). Mit Bezug auf eine Gruppe als denkendem Subjekt bedeutet dieser Sachverhalt, dass für eine positive Bewertung die gedanklichen Netzwerke der beteiligten Denkenden auf ideale Weise miteinander verknüpft sein müssen.

**Bild 3.4.1.1:** Effekte bei der Bewertung gedanklicher Leistungen

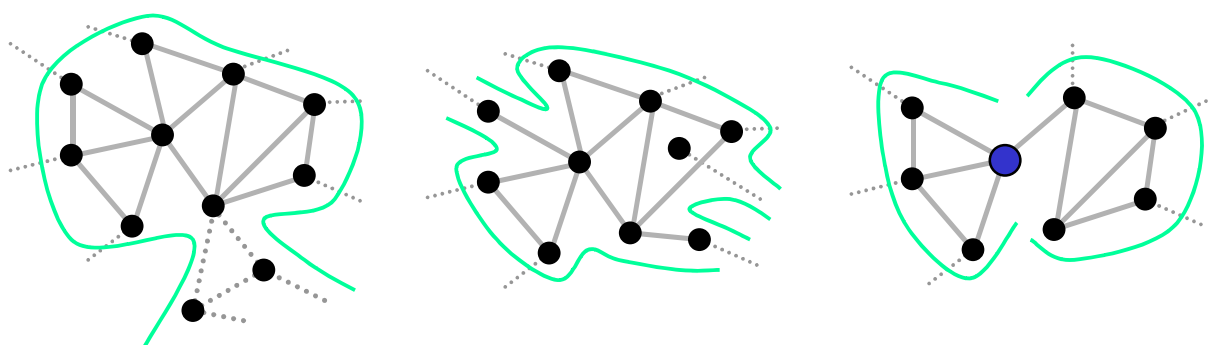


Mit Blick auf die wissenschaftliche Prüfbarkeit der Modellvorstellung des kreativen Prozesses im Design werden im Sinne der Theorie des Falsifikationismus /POP96, S.13ff/, wonach Theorien

niemals sicher als wahr sondern nur als falsch erwiesen werden können, Kriterien aufgestellt, die eine negative Bewertung einer kreativen Leistung im Design bewirken.

Da eine kreative Leistung immer auf Basis des subjektiven Erfahrungsschatzes einer Person entsteht, kommt es auf Grund der lebensgeschichtlichen Differenzen zum Teil zu stark abweichenden Ergebnissen. Negativ (siehe Bild 3.4.1.1) kann eine Idee oder ein Gedanke auf Grund einer zu geringen Komplexität bewertet werden (A). Dieses Phänomen ist beispielsweise festzustellen, wenn ein Erwachsener den Gedanken eines Kindes aus Sicht seiner Erfahrungen qualifiziert. Er kommt immer zu dem Schluss, dass das Kind mit seinen Möglichkeiten nicht in der Lage ist, Problemstellungen von Erwachsenen aufzugreifen und zu lösen. Des Weiteren wird ein Spezialist eines Themengebietes in einem Unternehmen die Komplexität eines Gedankens differenzierter einschätzen als ein Fachfremder. Offene Fragen (C) bzw. Verknüpfungen mit Themen (B), die ein Gedanke nicht in ausreichender Form beantwortet, können darüber hinaus zu einer negativen Bewertung führen. Zum einen kann dieses Phänomen damit begründet werden, dass bei der Gedankenbildung nicht alle Fragestellungen erfasst und geeignet beantwortet wurden. Zum anderen können unter Zuhilfenahme einer veränderten Wissensbasis (komplexeres Netzwerk) neue Fragestellungen aufgeworfen werden, die dann einen zunächst abgeschlossenen Gedankengang als unvollkommen disqualifizieren. Die äußere Relevanz (ÄR) würde in diesem Fall die innere Relevanz (IR) übersteigen, so dass keine klaren Systemgrenzen der kreativen Leistung ermittelt werden können. Liegt die Komplexität des gedanklichen Netzwerkes über der Aufnahmefähigkeit eines eine kreative Leistung Bewertenden, erfolgt ebenfalls eine negative Einschätzung (D). Der abgeschlossene Zustand eines Gedankens wird durch die Unfähigkeit zur Nachvollziehung in Frage gestellt. Das Phänomen ist beispielsweise festzustellen, wenn Besucher einer Designausstellung sich nicht in geeigneter Weise mit dem Designer, seiner Geschichte, seinen Motivationen und seinen Werken auseinander gesetzt haben. Der Zugang zum Werk ist daraufhin unzureichend. Das Netzwerk, dessen sich der Designer bediente, wird nicht erschlossen. Systemgrenzen können nicht erkannt werden, was eine Enttäuschung beim Besucher bewirkt.

**Bild 3.4.1.2:** Möglichkeiten einer Negativbewertung



Äußere Relevanz der Verknüpfungen **ÄR** erscheint im Kontext wichtig: **ÄR > IR**

Einzelne Elemente sind nur lose, d.h. über nur eine Verknüpfung, oder gar nicht ins Netzwerk integriert.

Elemente können nicht auf einen Ausgangspunkt ausgerichtet über **ein** Netzwerk miteinander verknüpft werden.

Verwendet man die möglichen Effekte als Basis zur Bewertung des kreativen Gehaltes von Gedankengängen, so können folgende gedankliche Zustände (siehe Bild 3.4.1.2) eine positive Bewertung unterwandern:

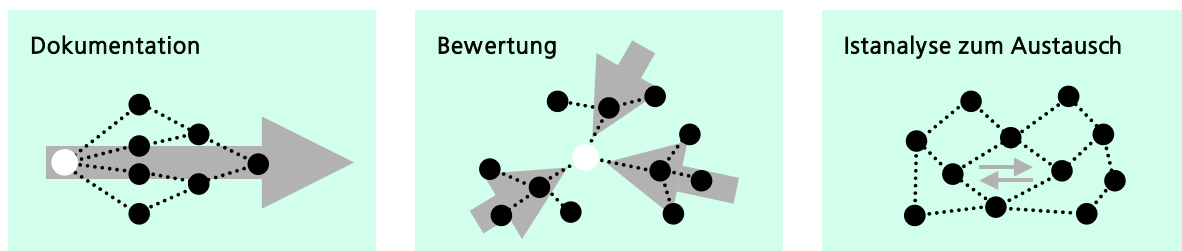
- Die Relevanz der Verknüpfungen von Elementen außerhalb des Netzes erscheint für das gedankliche Netzwerk als wichtig. Die äußere Relevanz übersteigt die innere ( $\ddot{A}R > IR$ ).
- Ein Thema wird innerhalb eines Gedankens angesprochen, ist aber nur über eine Verknüpfung, sehr lose oder gar nicht in das Netzwerk integriert.
- Bezugnehmend auf einen ermittelten Ausgangspunkt wurden wichtige Elemente nicht in das Netzwerk integriert oder es können nicht alle Verknüpfungen auf ihn zurückgeführt werden.

**Bild 3.4.2.1:** Empfehlungen zur Darstellung kreativer Prozesse

### Darstellung

- Hauptwörter verwenden
- Den zeitlichen Prozess sowie Änderungen in den Analogiebildern vermerken
- Eine datentechnische Aufbereitung der einzelnen mentalen Strukturen erst dann vornehmen, wenn eine schriftliche Ausarbeitung (z.B. Skizzen) vorliegt.

### Vorgehen



### 3.4.2 Grundregeln bei der Anwendung der Modellvorstellung

Bei der Anwendung des Modells sind für die Darstellung gedanklichen und kreativen Vorgehens einige Grundregeln zu beachten (siehe Bild 3.4.2.1), die zum einen das allgemeine Verständnis und die Nachvollziehbarkeit fördern und zum anderen die Nutzbarkeit einer Dokumentation im kreativen Prozess im Design gewährleisten:

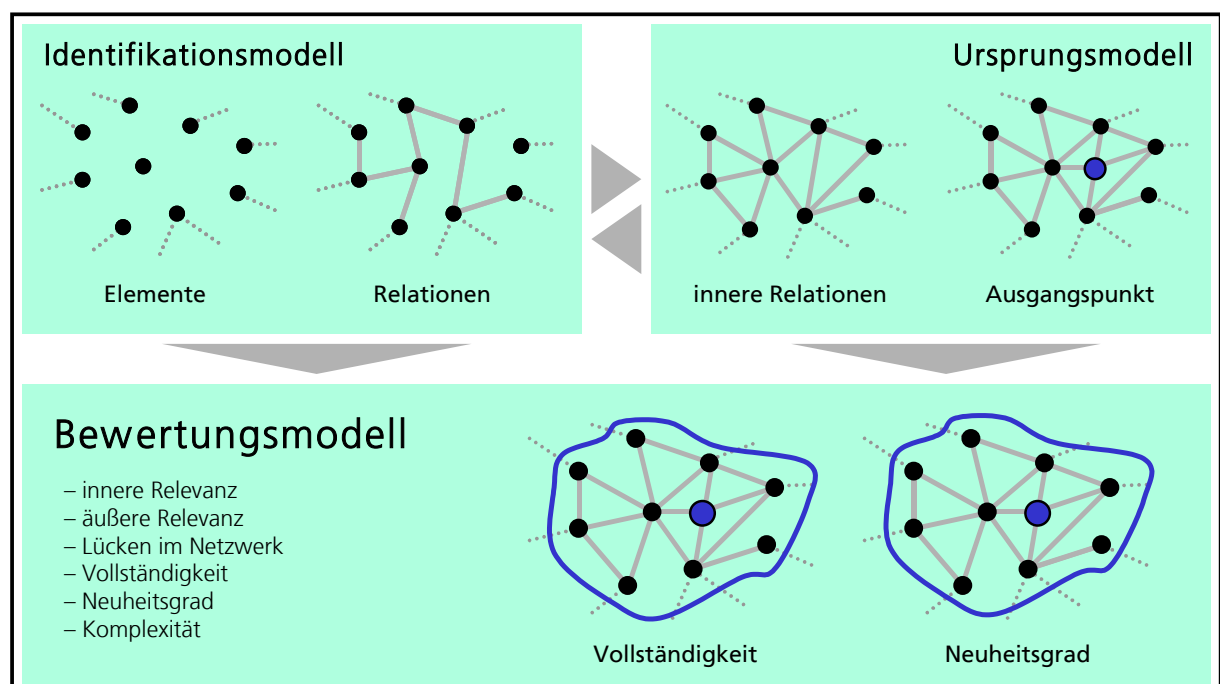
1. Aus Gründen der Klarheit und der Prägnanz werden nur Substantive in Verbindung mit das Substantiv beschreibenden Adjektiven zugelassen. Sie dienen der Übersichtlichkeit und wirken animierend, da der innewohnende Bedeutungsinhalt von Substantiven wesentlich größer ausfällt als der von Verben, Sätzen oder Zeichnungen. Skizzen haben darüber hinaus meist den Nachteil, dass Vorstellungen schon eine geistige Übersetzung durchwandert haben und somit nicht die ursprünglichen gedanklichen Strukturen widerspiegeln. Außerdem dient im Design die Sprache als konstitutives Element, wonach über die Verwendung Bedeutungsinhalte miteinander in Relation gesetzt werden (BON96, S.183/).
2. Die Nutzung des Modells wird als Interaktionshilfe im Design empfohlen, wenn Änderungen sowie das Verwerfen von alten und das Aufnehmen neuer Gedanken in der Dokumentation klar ersichtlich gemacht werden sollen. In Analogie zur Gestalt des Ishikawa-Diagramms wird vor allem die Richtung kreativen Vorgehens dargestellt.

3. Für die nachträgliche Bewertung kreativer Leistungen im Design wird in Analogie zur Mind-Map Methode eine Darstellungsform gewählt, mit der von den offensichtlich zu erkennen- den, einen Gedankengang beeinflussenden Themen auf den Ausgangspunkt geschlossen werden kann. Die Prüfung der Vollständigkeit und Schlüssigkeit des entstandenen gedanklichen Netzwerkes wird auf diese Weise vereinfacht.
4. Als Hilfsmittel zur Identifizierung von Schnittstellenkonflikten zwischen Design und Engineering kann das Modell dann fungieren, wenn eine Istanalyse gedanklichen Austausches und der sich ergebenden Verflechtungen vorgenommen wird. Hierzu wird die Analogie zur Trendstrukturanalyse als Darstellungsform gewählt.
5. Es ist zu empfehlen, eine datentechnische Aufbereitung der Dokumentation mentaler Prozesse erst dann vorzunehmen, wenn diese schriftlich bereits vollzogen wurde.

### 3.5 Fazit: Vorgehensweise zur Anwendung

In Kapitel 3.3.3 wurden basierend auf der ermittelten Aufbau- und Ablaufstruktur die einzelnen Teilmodelle des Modells zur Darstellung kreativer Prozesse im Design hergeleitet, beschrieben und ihre Funktionsweise erläutert. Bezugnehmend auf die Aufbaustruktur müssen bei der Anwendung des Modells die einzelnen Teilmodelle in einem bestimmten Muster durchlaufen werden (siehe Bild 3.5.1). Im Identifikationsmodell werden zunächst alle relevanten Elemente und Relationen zwischen den betreffenden Elementen ermittelt, um daran anschließend im Ursprungsmodell alle inneren Relationen und einen Ausgangspunkt aller Überlegungen identifizieren zu können. Dies geschieht in einem dynamischen Reflexionsprozess, wobei die Ergebnisse strukturiert und zur Durchführung des Bewertungsmodells bereitgestellt werden. In diesem erfolgt abschließend die eigentliche Bewertung der kreativen Leistung im Design.

Bild 3.5.1: Reflexionsprozess über die Modellanwendung



## 4. Theoretische Evaluierung der Anwendungsmöglichkeiten des Modells

»Unsere reine Sinneserfahrung ist bereits ein Prozeß der Formulierung [...], ein Objekt [...] eine durch das sensitive und intelligente Organ ge-deutete Form.« /LAN65, S.95/

In Kapitel 3 wurde auf Basis des in Kapitel 2.4 ermittelten Konzeptansatzes ein Modell zur Beschreibung kreativer Prozesse im Design auf Basis der ingenieurtechnischen Semantik entwickelt, mit dem es möglich ist:

1. Gedankengänge bzw. kreative Leistungen im Design darzustellen und objektiv auf ihre innewohnende kreative Leistung hin zu prüfen,
2. kreatives Vorgehen im Design, für Ingenieure verständlich, prozessparallel abzubilden und Teilbewertungen auf Basis von Bewertungsregeln qualitativ durchzuführen sowie
3. Konfliktsituationen im kreativen Prozess zwischen Design und Engineering darzustellen, um ungenutzte Innovationspotenziale erschließen zu können.

Mit Blick auf diese Zielsetzungen wird in Kapitel 4 die Tauglichkeit des Modells mit Bezug auf die Erklärbarkeit der kreativen Prozesse im Design für naturwissenschaftlich ausgebildete Personen evaluiert. Zunächst wird in Kapitel 4.1 das Modell zur nachträglichen Darstellung und Bewertung eines kreativen Prozesses und einer kreativen Leistung im Design theoretisch erprobt. Um das Anwendungsspektrum der Modellvorstellung zu erweitern und dies auch zu validieren, wird in Kapitel 4.2 eine prozessparallele Dokumentation eines kreativen Prozesses im Design beispielhaft exerziert. Die theoretische Überprüfung der Nutzungsmöglichkeiten wird in Kapitel 4.3 über die Beschreibung von Konfliktsituationen in der Zusammenarbeit zwischen Design und Engineering in zwei Fällen abgeschlossen.

### 4.1 Nachträgliche Darstellung und Bewertung einer kreativen Leistung im Design

Zur nachträglichen Darstellung und Bewertung einer kreativen Leistung im Design ist es vor der Anwendung der einzelnen Teilmodelle unerlässlich zu analysieren, welche Eindrücke und Informationen die Wahrnehmung des Designers innerhalb seines kreativen Vorgehens beeinflussten. Sie bilden die Basis jedes gedanklichen Prozesses. Daher wird im Folgenden eine Vorgehensweise gewählt (Bild 4.1.1), bei der der Darstellungs- und Bewertungsprozess mit der Generierung einer dem Designer zur Zeit des gedanklichen Vorgehens zur Verfügung stehenden Kontextwelt vorbereitet wird. Diese setzt sich dabei sowohl aus politisch/historischen als auch aus kulturellen Aspekten zusammen. Zudem werden bisherige Designentwürfe in ihrer Relevanz für das gedankliche Vorgehen untersucht. Eine Recherche aller autobiografischen Einflüsse auf den gedanklichen Prozess sowie eine genaue Werkbeschreibung schließen die Vorarbeiten zur Anwendung des Modells ab. Die einzelnen Eigenschaften der kreativen Designleistung werden als Umsetzungsformen und somit als Resultat der gedanklichen Konzeption verstanden. Sie dienen als

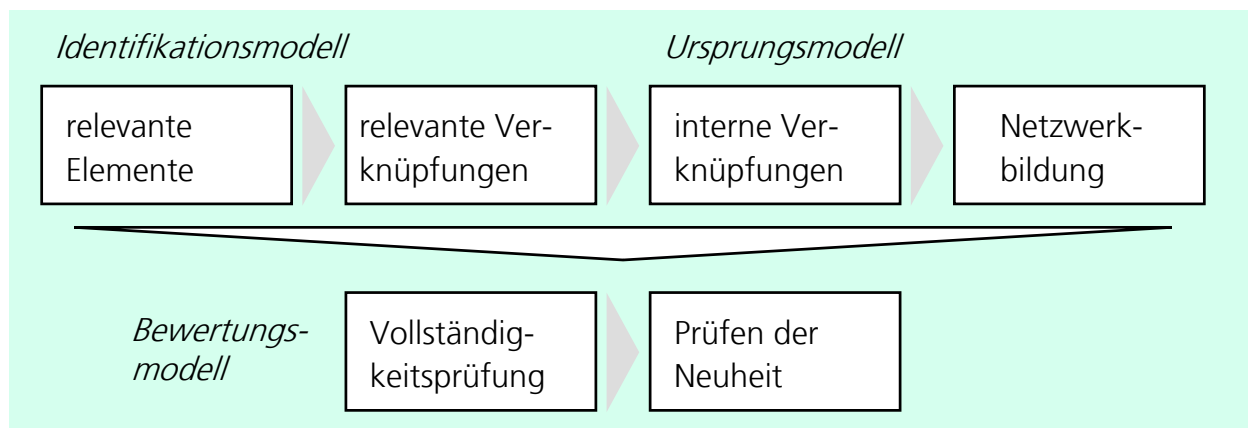
Einstieg zum Verständnis der kreativen Konzeption und werden nicht in das gedankliche Netzwerk aufgenommen (vgl. Kap. 3.2.3).

**Bild 4.1.1:** Vorgehensweise bei nachträglicher Bewertung und Dokumentation einer kreativen Leistung im Design

### 1. Darstellung aller relevanten Eingangsinformationen



### 2. Anwendung des Modells



#### 4.1.1 Untersuchungsobjekt Produktdesign: Examensarbeit »Traumspiele«

Im Folgenden wird die Examensarbeit »Traumspiele« als Anwendungsbeispiel zur theoretischen Evaluierung der Anwendung des entwickelten Modells zur nachträglichen Darstellung und Bewertung einer kreativen Leistung im Design gewählt. Bei dem gewählten Projekt handelt es sich um eine Examensarbeit des Bereichs »Produktdesign« der Academie voor beeldende Kunsten (Maastricht) aus dem Jahre 2001.

#### 4.1.2 Darstellung aller relevanten Eingangsinformationen

Zur Vorbereitung der Modellanwendung werden, wie bereits beschrieben, nachfolgend alle für die Darstellung und Bewertung der kreativen Leistung notwendigen Eingangsinformationen zusammengetragen.

##### 4.1.2.1 Historischer und kultureller Kontext

Der historische und kulturelle Kontext, in dem die »Traumspiele« entstanden sind, ist geprägt durch die gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und strukturellen Veränderungen der 90er Jahre des 20. Jahrhunderts.



Auf politischer Ebene war das letzte Jahrzehnt geprägt durch den europäischen Einigungsprozess und eine seit nunmehr 50 Jahren anhaltende Friedensperiode in den industrialisierten Ländern der westlichen Welt /GUN00, S.9/. Die zunehmende Internationalisierung der Märkte führte zu steigendem Wettbewerbsdruck, der in kurzen Produktlebenszyklen und in einen steigenden Innovationsdruck mündete (vgl. /PET03c, S.5; SCH00b, S.2/). Zur Bewältigung der Aufgaben in einer Gesellschaft, in der das Wissen exponentiell anstieg, war die Ausbildung von Spezialisten unerlässlich. Nach weitverbreiteter Meinung können Aufgaben im Unternehmen nur noch im Team effektiv bewältigt werden /PET03b, S.591/. Zu diesen Veränderungen im wirtschaftlichen Gefüge sind auf dem Gebiet des gesellschaftlichen Zusammenlebens Entwicklungen zu erkennen, die als Folge einer multimedialen Informations- und Konsumgesellschaft anzusehen sind /GUN00, S.71f/. Schnellebigkeit, Hektik und Stress sind zur Normalität geworden /GUN00, S.135/. Zudem kann eine starke Orientierung vieler gesellschaftlicher Gruppen an materiellen Werten festgestellt werden, die gepaart ist mit einer häufigen Übersättigung dieser Bedürfnisse.

Aus dem beschriebenen Kontext können Themen identifiziert werden, die auf die Gestaltung der »Traumspiele« und somit auf den gedanklichen Prozess Einfluss genommen haben. Überlegungen zu der Frage, wie Spezialisten aus verschiedenen Disziplinen zusammen im Team arbeiten können, um dem Innovationsdruck zu begegnen, bilden hierbei eine zentrale Stellung. Des Weiteren ist eine kritische Auseinandersetzung mit der Orientierung an materiellen Werten im kreativen Prozess auszumachen. Emotionalen Werten soll eine stärkere Rolle im gesellschaftlichen Leben beigemessen werden, um den negativen Auswirkungen der von Schnellebigkeit geprägten Informationsgesellschaft entgegenzuwirken. Der bewusste Genuss von Ruhephasen war ein weiteres wichtiges Thema innerhalb der gedanklichen Konzeption des Designers.

#### 4.1.2.2 Designhistorischer Kontext

Die 90er Jahre und der Beginn des neuen Jahrhunderts waren von einer unglaublich großen Vielfalt an Formelementen und Stilausprägungen gekennzeichnet. Somit orientiert sich der Entwurf »Traumspiele« an keinem speziellen Stil und kann nicht in einen Kontext zu anderen Arbeiten ähnlichen Themas gebracht werden. Lediglich aus dem individuellen Werkkontext des Designers heraus können Einflüsse auf den kreativen Prozess identifiziert werden. Der Kontext umfasst Arbeiten, die in den zwei Jahren vor Fertigstellung der »Traumspiele« realisiert wurden.

Zu diesen Arbeiten zählt beispielsweise der »Traumfänger«. Als Souvenir für das Dalimuseum in Figueras (Spanien) wurde er mit dem Ziel gestaltet, die im Surrealismus verankerten Gedankengänge Salvador Dalis (1904-1989) bei Betrachtung eines Werks erschließen zu können. »Der Surrealismus beruht auf dem Glauben an die höhere Wirklichkeit gewisser bis heute vernachlässigter Assoziationsformen, an die Allgewalt des Traumes, an das absichtsfreie Spiel der Gedanken.« /HOL97, S.720/. Die Konzepte der Kunstwerke des Malers und Bildhauers basierten auf den, Anfang des 20. Jahrhunderts erschienenen, Arbeiten Sigmund Freuds zur Psychoanalyse /RUH98, S.138/. Dieser ging davon aus, dass die ursprünglichen Triebe des Menschen (ES) durch einen von gesellschaftlichen Konventionen geprägten Mechanismus (ÜBER-ICH) überwacht werden. Letztendlich führe dies zu den ersichtlichen Verhaltensweisen und Äußerungen eines Menschen, dem ICH /SPE00, S.84-91/. Dali wollte bisher verdrängte Gefühle und Phantasien sichtbar werden lassen, und damit die »Ganzheit der menschlichen Existenz« ohne Rücksicht auf gesell-

schaftliche Konventionen darstellen. Das ÜBER-ICH sollte im Traum oder Rausch ausgeschaltet werden, um an Informationen über die Ursprünglichkeit der Triebe, dem ES, zu gelangen. Die Motive und Themen seiner Werke lassen sich auf dieser Basis erklären /RUH98, S.138/. Der »Traumfänger« wurde in Anlehnung an die Funktionsweise des Traumfängers der indianischen Kultur gestaltet, der während des Schlafes die schlechten Träume auffängt, um Alpträume zu verhindern. Die Formensprache Dalis wurde angedeutet (siehe Bild 4.1.2.1 links). In Form einer symbolischen Funktion soll während des Besuchs ein Blick durch die Öffnung des Objekts den gedanklichen Prozess hinter jedem Werk freilegen und Dalis Träume verständlich werden lassen.

**Bild 4.1.2.1:** Werkkontext



Mit der Neugestaltung und Umorientierung des klassischen Schachspiels in die Form eines »Emotionenschachspiels« wurde bei einem anderen Entwurf das Ziel verfolgt, rational denkenden Menschen die emotionalen Seiten ihres Geistes näher zu bringen. Ausgangspunkt war die Annahme, dass über die Verknüpfung von Vernunft und Phantasie qualitativ höherwertigere geistige Leistungen hervorgebracht werden können, als dies bei einer Beschränkung auf die Fähigkeiten der Rationalität der Fall wäre. Auf spielerische Art und Weise sollen Spezialisten die Vor- und Nachteile von Emotionen kennen lernen. Das Schachspiel eignet sich für diese Aufgabe in besonderem Maße, da es rein rationale Gedankengänge beim Spieler ausnutzt. Der traditionelle Aufbau wurde durch die Integration von 8 Emotionenfeldern in der Mitte des Spielfelds verändert. Bei Betreten eines solchen Feldes verwandelt sich die Spielfigur in die jeweilige Emotion und erhält eine neue Regel, die zufällig ermittelt wird und sich sowohl positiv als auch negativ auf die Spielsituation auswirken kann. Emotionen bekommen somit Einflüsse auf den rationalen Gedankengang der Spieler; die Kreativität zur Erzielung eines siegreichen Spielendes wird durch plötzlich eintretende unvorhergesehene Spielsituationen enorm angeregt. Die Gestaltung der rationalen Spielfiguren basiert auf der konstruierten Form des Quadrats oder des Würfels. Als Material wurde Metall gewählt. Die Emotionenfiguren und Felder sind hingegen aus weichem, farbigem Kunststoff in Freiformen gestaltet, was den Charakter von Emotionalität fördern soll (siehe Bild 4.1.2.1 Mitte).

Als drittem Entwurf innerhalb des relevanten Werkkontextes liegt dem »Creativitypen« die Überlegung zugrunde, unbewusste Bewegungen (z.B. Spielen mit dem Kugelschreiber) beim Nachdenken im Büro nutzbar werden zu lassen, um kreative Prozesse zu fördern. Dies soll durch das Spiel mit dem Pen und der daraus resultierenden Massagemöglichkeit der Handinnenfläche ermöglicht werden. In der chinesischen Medizin /KUN99, S.15f/ wird angenommen, dass positive Einflüsse auf Körperfunktionen durch die Beeinflussung von äußeren Körperstellen erzielt wer-

den können. Den Hand- und Fußflächen wird in diesem Zusammenhang eine große Bedeutung beigemessen. Hier verlaufen die Hauptmeridiane, deren Massage auch zu einer Verbesserung der Hirnfunktionen führen kann /KUN99, S.31f/. In Anlehnung an Ying-Yang Kugeln wurde der Stift als schlichtes Schreibgerät mit eingebrachten Massagekugeln entworfen (siehe Bild 4.1.2.1 rechts). Eine Kombination aus Drehen und Überstreichen der Handinnenfläche mit dem kugeligen Ende bewirkt den kreativitätsförderlichen Effekt.

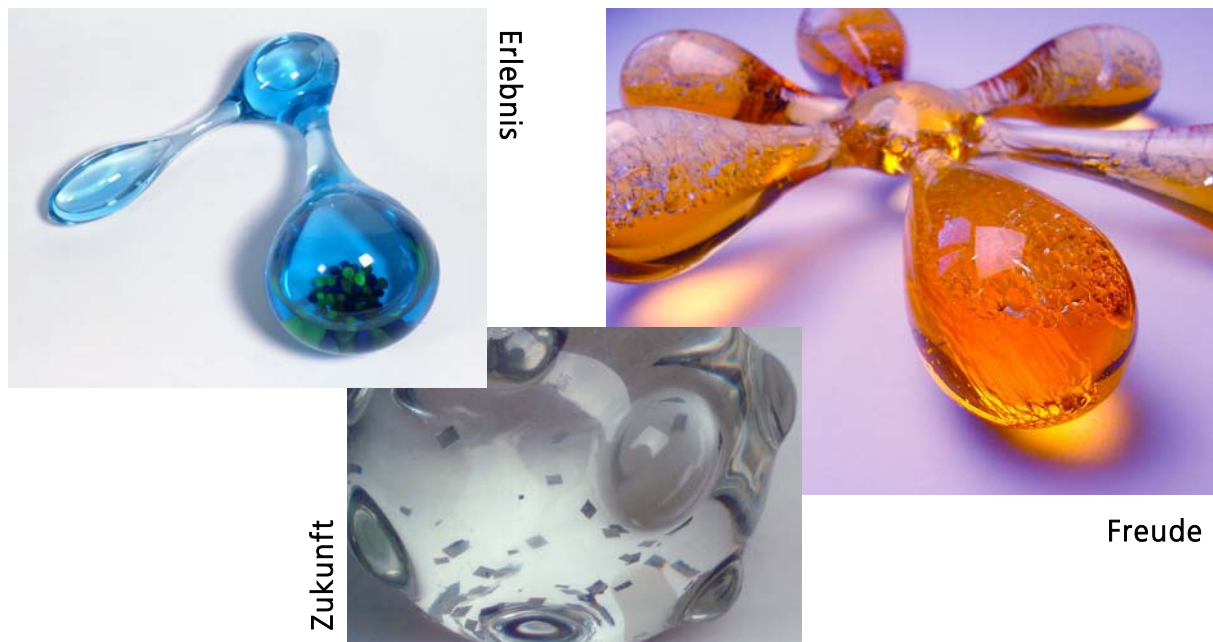
#### 4.1.2.3 Autobiografischer Hintergrund

Die Autobiografie des Designers ist geprägt durch die frühe Trennung der beiden Eltern und die daraus resultierende Alleinerziehung durch die Mutter. Die unkonventionellen Erziehungsmethoden können als Begründung dienen, warum sich während der Ausbildung vielfältige Interessensgebiete entwickelten. Sie lagen vor allem auf den mathematisch-naturwissenschaftlichen Gebieten und im künstlerischen Bereich. Die Auseinandersetzung mit dem Dualismus zwischen Vernunft und Phantasie wurde jedoch erst durch die Spezialisierung auf einen Bereich, dem mathematisch-naturwissenschaftlichen, entfacht. Seine schulische Laufbahn beendete er mit Leistungskursen in Physik und Mathematik, woran sich ein Maschinenbaustudium anschloss. Die einseitige Nutzung des Gedächtnisapparates führte zum Wunsch nach einem Ausgleich des entstandenen Ungleichgewichts, womit sich der Entschluss zu einem Studium des Produktdesigns an einer Kunsthochschule erklären lässt. Die Ausübung einer beruflichen Tätigkeit als Ingenieur und Designer in der Produktentwicklung neben seinem Studium war ebenfalls von dem beschriebenen Dualismus geprägt. Erfahrungen mit Konflikten, die auf eine Spezialisierung des Wissens zurückzuführen sind, konnte der Designer in der Bearbeitung von frühen Phasen im Produktentwicklungsprozess sammeln. In vielen interdisziplinären Produktentwicklungsprozessen wurde der kreative Prozess erheblich gehemmt. Diese Erfahrung prägte die Konzeption der entstandenen Objekte.

#### 4.1.2.4 Werkbeschreibung: »Traumspiele«

Die kreativen Potenziale des Unterbewusstseins für Problemstellungen und Lösungsfindungen nutzbar werden zu lassen, war der Ausgangspunkt für die Gestaltung sogenannter »Traumspiele« (siehe auch /TRE01, S.81/). Der Traum hat, so haben Ergebnisse der Bewusstseinsforschung gezeigt, die Aufgabe, das Kurzzeitgedächtnis für den neuen Tag zu leeren. Dies geschieht auf eine Weise, in der Erlebnisse des vorangegangenen Tages und neu gemachte Erfahrungen mit den im Langzeitgedächtnis und somit auch im Unterbewusstsein vorhandenen Daten verglichen und nach entsprechender Bedeutung für spätere Aufgaben aufbereitet und neue Verknüpfungen zwischen Neuronen im Gedächtnis angelegt werden /BEC77, S.28ff; LAV99, S.173f/. Das Konzept der Traumspiele basiert auf Ergebnissen moderner Traumforschung, die beinhalten, dass Träume sowohl Inspirationsquelle für die künstlerische Kreativität sein als auch zur Lösungsfindung von wissenschaftlichen Problemen beitragen können /BAR99, S.49/. Freud unterschied in seiner Traumforschung verschiedene Arten: den Erlebnis-, Glücks-, Körper-, Warn-, Zukunfts-, Wunsch- und Angsttraum. Diese Einteilung bildete die Grundlage der Gestaltung der Spiele.

**Bild 4.1.2.2:** Design und Funktion des Entwurfs »Traumspiele« (2001)



Es entstand eine Kollektion verschiedener Glasobjekte (siehe Bild 4.1.2.2), welche bei bewusster Nutzung kurz vor dem Einschlafen die Traumphasen beeinflussen sollen und zudem beruhigend sowie inspirierend auf den Nutzer wirken. Glas diente als Material, um einerseits den unkonkreten aber auch konkreten Eigenschaften von Träumen Rechnung zu tragen. Die entstandenen Formen sind nicht konstruiert, sind Freiformen, die den irrationalen Charakter von Träumen widerspiegeln. Das Zusammenspiel des optischen Eindrucks von Glasform und Füllung wurde bei den Traumspielen in einer Art gewählt, die den Nutzer in einen Traumzustand versetzen soll. Die Traum- und Kreativitätsforschung fand heraus, dass optische Effekte das Gehirn auf vielfältige Weise anregen /MAC99, S.44/ und in Kombination mit anderen Sinnesempfindungen einen solchen Zustand provozieren können. Unbewusst ablaufende Bilderströme sollen aktiv genutzt werden. Auch wenn unser Geist mit Sprechen, Arbeiten, Denken oder anderen Tätigkeiten beschäftigt ist, erzeugen die Sensoren unseres Gehirns fortwährend imaginäre Bilder, Klänge, Gerüche, Geschmacksempfindungen und Gefühle. Es wird angenommen, dass dieser Bilderstrom praktisch nie aufhört, jedoch durch unser Bewusstsein ständig mit Erfolg unterdrückt wird /WEN97, S.35f/. Diese Unterdrückung wird durch das Spiel mit den Formen aufgehoben, Assoziationen und Bilder werden miteinander verknüpft. Traumzustände werden eingeleitet, die das kreative geistige Potenzial immens steigern können und den Sinneskontakt zu den eigenen unbewussten Bilderströmen erweitern /WEN97, S.56/.

Das schnelle Wechseln von optischen Zuständen, zwischen konkreter Assoziation und unkonkretem Suchen nach Konkretem, sind die Änderungen, die bei Verwendung der »Traumspiele« ausgenutzt werden. Nach Meinung der Wissenschaft erlauben sie es dem Gehirn, Muster für neue Gedanken zu produzieren /WEN97, S.133/. Das Phänomen des unkonkreten optischen Eindrucks ist auch bei der Nutzung von Schneekugeln, sogenannter Traumkugeln (wie von der Firma Koziol benannt), festzustellen, deren Funktionsweise in den Traumspielen umgesetzt wurde. Schon der Glaube an das Kreativpotenzial von Träumen und die aktive Nutzung der Traumspiele widerlegt die Auffassung, eine aktive Traumbeeinflussung sei Illusion und öffnet die un-

bewussten Prozesse zur Unterstützung bewusst ablaufender. Die Vernunft soll im kreativen Traumprozess ausgeschlossen werden.

#### 4.1.3 Modellanwendung

Im Folgenden wird das Modell zur Tauglichkeitsprüfung auf die Examensarbeit »Traumspiele« angewendet. Das Ergebnis ist in Bild 4.1.3.1 dargestellt.

##### 4.1.3.1 Anwendung des Identifikationsmodells

###### **Erfassen der wahrzunehmenden Themen**

Die nach außen ersichtlichen und vom Betrachter wahrzunehmenden Informationen eines dreidimensionalen, funktionalen Produkts sind die Form, das verwendete Material und die Funktion. Der Ausgangspunkt zur Analyse des kreativen Gehalts des Designs wird durch diese Merkmale gebildet, wobei sie außerhalb des gedanklichen Prozesses betrachtet werden. Sie beschreiben die letztendliche Umsetzung und nicht den kreativen, gedanklichen Prozess.

###### **Suche nach Verknüpfungen und den Gedankengang beeinflussenden Themen**

Die Formensprache in Kombination mit dem Material öffnet eine Verknüpfung mit dem Produkt »Schneekugel« und weist auf die eigentliche Funktion des Produkts, welche in der bewussten Traumbeeinflussung über das Spiel zu finden ist. Diese soll wiederum einen positiven Effekt auf die kreativen Prozesse haben, was jedoch aus der Gestaltung und der Funktion nicht direkt ersichtlich wird. Hier ist folglich ein erstes Defizit im kreativen Prozess zu erkennen. Die Verbindung zwischen Funktion und Kreativitätsbeeinflussung ist nur mit Einschränkungen nachvollziehbar und wird erst deutlich, wenn man den gesamten Kontext des Werkes kennt. Des Weiteren ist dem Charakter der Formen eine irrationale, nicht konstruktive, Emotionen folgende Gestaltung abzulesen, was eine Verknüpfung zum Dualismus Vernunft und Emotion aufwirft. Das Thema »Spiel« steht in enger Verbindung zum Werkkontext des Designers und somit zu seinen Entwürfen »Emotionenschachspiel«, »Creativtypen« und »Dalis Traumfänger«. Des Weiteren kann über das Spiel das Entstehen kreativer Prozesse gefördert werden und somit zu einer positiven Beeinflussung führen. Diese Verknüpfung ist auch aus der Verbindung mit dem »Creativtypen« zu ziehen, dessen Entwurf auf der Auseinandersetzung des Designers mit der Fragestellung basiert, wie kreative Prozesse entstehen und wie man diese positiv beeinflussen kann. Die Formensprache der »Traumspiele« lässt außerdem auf die Formensprache von »Dalis Traumfänger« schließen, was den thematischen Bezug beider Werke zum Unterbewusstsein und zur Identifizierung unterbewusster Prozesse deutlich werden lässt.

##### 4.1.3.2 Anwendung des Ursprungsmodells

###### **Nachvollziehen aller inneren Verbindungen**

Zu Vervollständigung aller inneren Verknüpfungen des Netzwerkes müssen die Autobiographie des Designers und der kulturelle und geschichtliche Kontext, indem das Werk entstand, hinzugezogen werden. Außerdem sind Ergebnisse der Traumforschung zum Gesamtverständnis in die

Analyse einzubeziehen. Danach sollen nach Aussagen des Designers die Formen der »Traumspiele« auf den Ergebnissen von Freuds Traumforschung basieren und der darin enthaltenen Einteilung verschiedener Traumarten. An dieser Stelle ist ein weiterer Mangel im kreativen Prozess zu erkennen. Die auf einer emotionalen Gestaltung basierenden Formen können nur mit Einschränkungen mit der genannten Einteilung in Verbindung gebracht werden. Neben dieser Verbindung steht das Thema Traum/Traumarten mit dem aus der gesellschaftlichen Entwicklung der 90er Jahre resultierenden Wunsch nach bewusstem Genuss und Beeinflussung von Ruhephasen in Verbindung. Der Schlaf erhält in der Gesellschaft eine enorm wichtige Funktion. Neben dem Wunsch nach Ruhe tendieren einige Gruppierungen wieder dazu, emotionalen Werten eine starke Bedeutung im gesellschaftlichen Leben beikommen zu lassen. Diese Überlegungen stehen sehr nahe zur Konzeption des »Emotionenschachspiels«, was zudem den Dualismus zwischen Vernunft und Phantasie aufwirft.

### **Vervollständigen eines lückenlosen Netzwerkes durch Identifizierung eines Basisansatzes**

Der alles beherrschende Konzeptansatz, der zu der Gestaltung der »Traumspiele« führte, entspringt aus der Fragestellung, wieso es nur mit Einschränkungen gelingt, Produkte im interdisziplinären Team unter Mitarbeit von Designern und Ingenieuren zu entwickeln. Der Ansatz ist aus dem kulturellen und autobiografischen Kontext des Designers abzuleiten. Einerseits erkannte er in der gesellschaftlichen Entwicklung eine Tendenz zum Spezialistentum, was andererseits zu einem Problem in teamorientierten kreativen Prozessen führt. In seiner eigenen Ausbildung lernte der Designer die negativen Auswirkungen einer Spezialisierung nach einer extremen Nutzung der Vernunft oder andererseits der emotionalen Seiten kennen. Der Konzeptansatz ist somit als Netzwerk aus der starken Verknüpfung der Kreativitätsbeeinflussung über eine bewusste Traumbeeinflussung und Ausnutzung sowohl emotionaler als auch rationaler gedanklicher Prozesse zu verstehen. Die in der Ausbildung entwickelten Spezialisierungen sollen durch die Ausnutzung unterbewusster Prozesse im Traum beseitigt werden.

#### 4.1.3.3 Anwendung des Bewertungsmodells

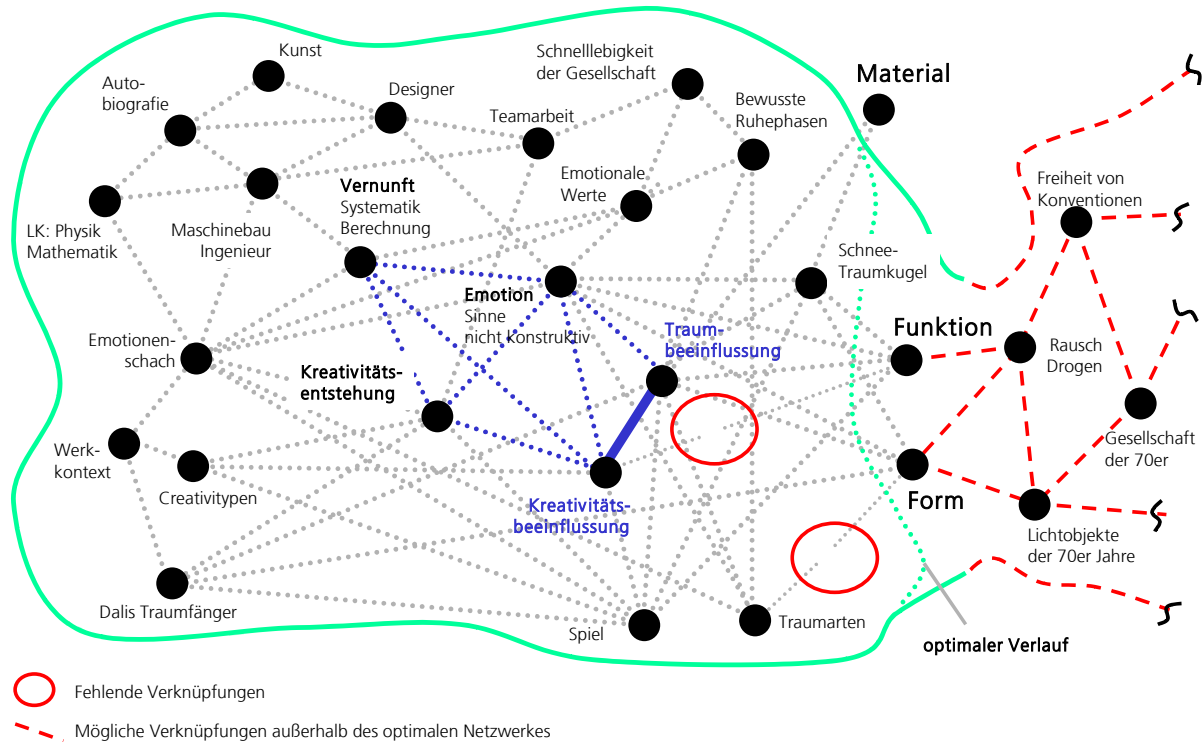
### **Vollständigkeitsprüfung auf Basis des ermittelten Ansatzes**

Betrachtet man den gedanklichen Prozess mit Blick auf den ermittelten Ansatz und versucht die beschriebenen Verknüpfungen nachzuvollziehen, lassen sich zwei weitere Mängel im kreativen Prozess identifizieren. Zum einen kann eine Traumbeeinflussung oder eine Ausnutzung des Unterbewusstseins auch unter Einnahme bewusstseinsweiternder Substanzen erzielt werden. Das Design der Glasobjekte schließt diese mögliche Schlussfolgerung des Betrachters nicht vollkommen aus, was die Relevanz eines Themengebietes, das außerhalb des betrachteten Netzwerkes liegt und ganz andere Intentionen offenbart, verdeutlicht. Zudem bringt Reinewald den Entwurf mit New Age und Lavalampen der siebziger Jahre in Verbindung /REI01/. Der sich erschließende Kontext steht mit dem Erlangen einer Freiheit von Konventionen durch den Genuss von rauschfördernden Drogen in Verbindung. Offenbar gelingt es der Formensprache nicht, diese nicht bezweckten Assoziationsketten auszuschließen. Somit kann das Netzwerk als nicht komplett abgeschlossen angesehen werden, was den Kriterien zur positiven Bewertung eines kreativen Gedankengangs entgegenwirkt.

## Prüfen des Neuheitsgrades für den Denkenden

Trotz der identifizierten Mängel des kreativen Prozesses muss dem Designkonzept in Bezug auf den Designer ein Neuheitsgrad bescheinigt werden. Der Ansatz, die Kreativität über eine aktive und bewusste Traumbeeinflussung auf positive Weise zu fördern, stellt eine vollkommene Neuheit dar.

Bild 4.1.3.1: Modellanwendung am Beispiel der Arbeit »Traumspiele«



Die identifizierten Mängel des kreativen Prozesses der »Traumspiele« (siehe Bild 4.1.3.1) sind folgend noch einmal aufgelistet:

1. Die Verknüpfung **Kreativitätsbeeinflussung – Funktion** kann nur sehr vage und nur unter Kenntnis des gesamten gedanklichen Prozesses erkannt werden.
2. Die Verknüpfung **Traumarten – Formen** ist nur mit Einschränkungen nachzuvollziehen.
3. Neben der gewünschten Verknüpfung **Funktion - Traumbeeinflussung** kann für den Betrachter auch die Assoziation ausgelöst werden, eine Beeinflussung des Unterbewusstseins oder Traumes könne auch über rauschfördernde Drogen erzielt werden. Da diese Verknüpfung eine Relevanz zu einer vollkommen anderen Kontextwelt besitzt, erscheint der gedankliche Prozess nicht vollkommen abgeschlossen.
4. Die Formen erinnern an Lichtobjekte aus den siebziger Jahren, was eine neue Verknüpfung mit Relevanz in einer nicht betrachteten Kontextwelt eröffnet.



#### 4.1.4 Zwischenfazit: Darstellung einer kreativen Leistung im Design

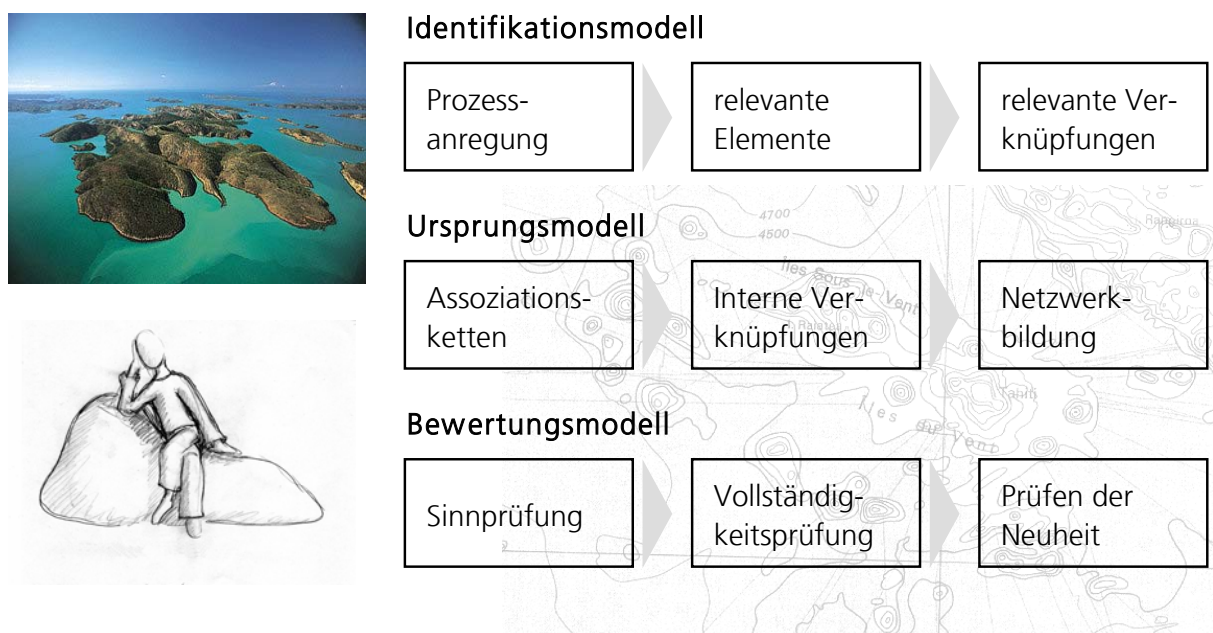
Mit Blick auf das Nutzenpotenzial des entwickelten Modells zur Darstellung kreativer Leistungen im Design konnte die Designkonzeption zur Examensarbeit »Traumspiele« innerhalb einer für die Semantik der Ingenieurwissenschaften als notwendig benötigte Struktur dargestellt werden. Über die ermittelten Bewertungsregeln konnte der zugrundeliegende, gedankliche Prozess auf Grund seiner Komplexität und dem Neuheitsgrad der Überlegung zu einer bewussten Beeinflussung der Kreativität über die Nutzung eines Produktes als nur bedingt kreativ eingestuft werden. Die Nachvollziehbarkeit der Designleistung für naturwissenschaftlich ausgebildete Personen ist daher nur bedingt gegeben.

Mit der Darstellung einer Designleistung innerhalb einer gedanklichen Struktur und der Anwendbarkeit der entwickelten Bewertungsregeln konnte die Funktionstauglichkeit des Modells im Sinne der Zielsetzung theoretisch evaluiert werden. Kriterien zur Relevanz, Vollständigkeit, Sinnhaftigkeit und Neuheit gedanklicher Leistungen wurden genutzt.

## 4.2 Prozessparallele Darstellung eines kreativen Prozesses im Design

Nachdem die Tauglichkeit des Modells zur nachträglichen Darstellung und Bewertung einer kreativen Leistung im Design theoretisch ermittelt werden konnte, sollen in diesem Kapitel eine Darstellung eines gedanklichen Vorgangs sowie Teilbewertungen anhand der Examensarbeit »Wohnfühlen« (Acadmie voor Beeldende Kunsten in Maastricht) von Myriam Scheelen aus dem Jahr 2002 durchgeführt werden.

**Bild 4.2.1:** Vorgehensweise bei der prozessparallelen Darstellung der Examensarbeit »Wohnfühlen«





Hierzu wird die in Bild 4.2.1 dargestellte Vorgehensweise gewählt. Diese unterscheidet sich insofern von der in 4.1 gewählten, als dass die Ermittlung des relevanten Kontextbezuges im Vorhinein entfällt und erst prozessparallel entsteht. Dies liegt in der Tatsache begründet, dass vor allem die Erfassung des relevanten kulturellen und historischen Kontextes einer noch zu entstehenden kreativen Leistung im Vorhinein schwierig erscheint. Es wird daher innerhalb des Identifikationsmodells zunächst die Anregung des gedanklichen Vorgangs ermittelt, um davon ausgehend relevante Elemente sowie deren Verknüpfungen untereinander darzustellen. Mit Hilfe des Ursprungsmodells werden vollzogene Assoziationsketten dokumentiert, um Verknüpfungen zwischen den einzelnen Themen der gedanklichen Ketten zu finden und somit den Aufbau des endgültigen Netzwerkes nachvollziehbar skizzieren zu können. Teilbewertungen in Form von Sinnprüfungen der einzelnen Assoziationsketten führen zum Hinterfragen gedanklicher Teilprozesse und helfen dazu, das eigentliche Netzwerk abzurunden. Unter Anwendung des Bewertungsmodells wird abschließend eine Vollständigkeitsprüfung des Netzwerkes sowie eine Prüfung des Neuheitsgrades des gedanklichen Ergebnisses basierend auf dem Wissensstand des denkenden Subjekts durchgeführt.

#### 4.2.1 Anwendung des Identifikationsmodells

Die Prozessanregung erfolgt über das Bewusstwerden der gedanklichen Konzeption zu einem älteren Entwurf von Frau Scheelen. Zur Aufgabenstellung »Der ideale Arbeitsplatz« wurden in 2000 ausreichender Platz, eine ansprechende Atmosphäre sowie genügend frei einzuteilende Zeiten als Voraussetzungen zur Ausbildung eines Wohlfühls während der Arbeit ermittelt. Der Begriff *Wohlfühlen* bildet demzufolge die inhaltliche Anregung des gedanklichen Prozesses.

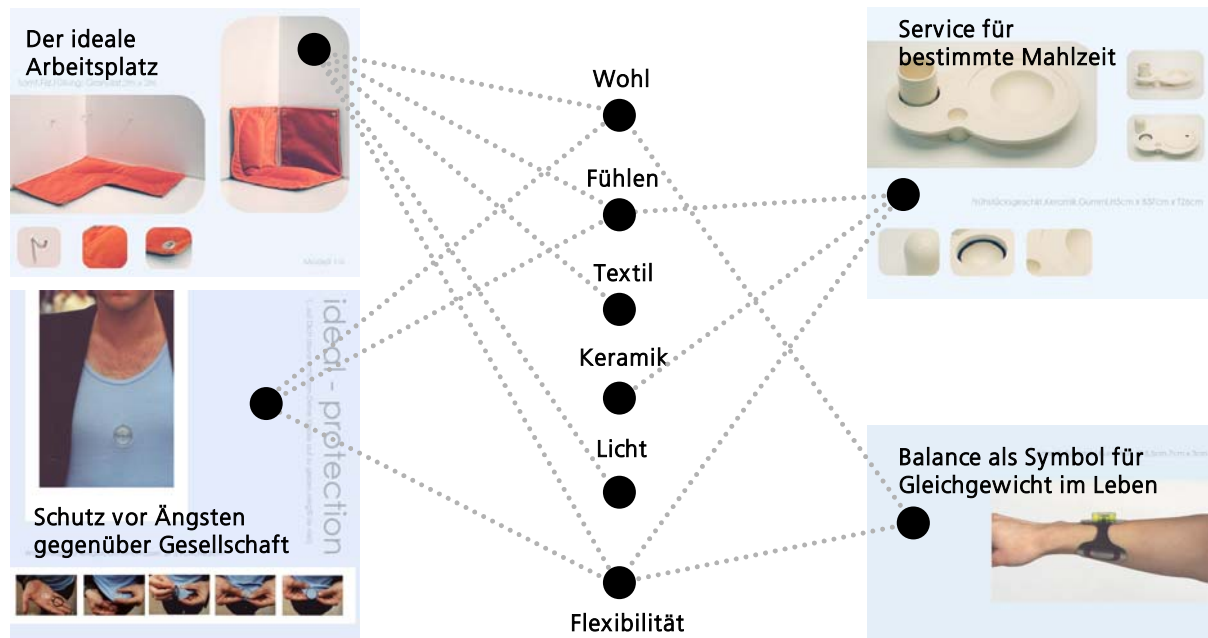
In diesem Kontext erscheinen Scheelen zur Konzeption eines gedanklichen Netzwerkes neben den abgeleiteten Begriffen *Wohl* und *Fühlen* die Themen *Textil*, *Keramik*, *Licht* und *Flexibilität* mit Hinblick auf die Prozessanregung als besonders zielführend. Die Wichtigkeit der Begriffe lässt sich bereits im Werkkontext der Designerin erkennen, wodurch sich erste Verknüpfungen ableiten lassen (siehe Bild 4.2.1.1). Dabei besteht der Werkkontext aus den drei Entwürfen »ideal-protection«, »ontbijt« und »balance«, die in 2000 konzipiert und umgesetzt wurden.

Der Entwurf »protection« (Frühjahr 2000) wurde mit der symbolischen Funktion konzipiert, die das Objekt tragende Person vor Ängsten, die sich aus gesellschaftlichen Normen und Strukturen ergeben, zu schützen. Vor allem die zunehmende Leistungsorientierung und der Verfall von Idealen wurden von Scheelen kritisiert. Die Reinheit des Fluidums Wasser in einer umschlossenen runden Form stehen in der Umsetzung des Entwurfs als Ausprägung des Wunsches nach Geborgenheit und Wohlfühl in einer von materiellen Werten geprägten Welt.

Im Herbst 2000 wurde »balance« als »neues Gewand für eine altes Schmuckstück« der Mutter Scheelens entworfen, wobei eine defekte Uhr Verwendung fand. Die Besonderheit des Charakters der Mutter als Person mit einem ausgeprägten Gerechtigkeitsgefühl wurde von der Designerin mit der Form und Funktion einer Wasserwaage in Verbindung gebracht. Symbolhaft wurde ein notwendiges Gleichgewicht bei dem einzelnen Individuum als das Ergebnis einer sozialkritischen Sicht auf die Gesellschaft angesehen. Diese kritische Auseinandersetzung scheint im fami-

liären Leben von Scheelen tief verwurzelt zu sein, womit sich ein erster autobiografischer Einfluss auf die Arbeit Scheelens erkennen lässt.

**Bild 4.2.1.1:** Identifikation relevanter Elemente und deren Verknüpfungen untereinander auf Basis der Prozessanregung



Mit »Ontbijt« (Herbst 2000), dem Service für eine bestimmte Mahlzeit, reagierte Scheelen wiederum auf die negativen Folgen der Leistungsorientierung in der Gesellschaft. Zeitnot und Stress waren die Ausgangspunkte zur Entwicklung eines Service, das die Einnahme eines Frühstücks, als wichtigster Mahlzeit des Tages, vereinfachen sollte. Hierzu wurde das Service flexibel als modulares System gestaltet. In Kombination mit dem taktilen Gefühl, das Keramik als verwendetes Material hinterlässt, soll ein Gefühl der Entspannung als Gegenpol zum stressigen Berufsleben erzielt werden.

#### 4.2.2 Anwendung des Ursprungsmodells

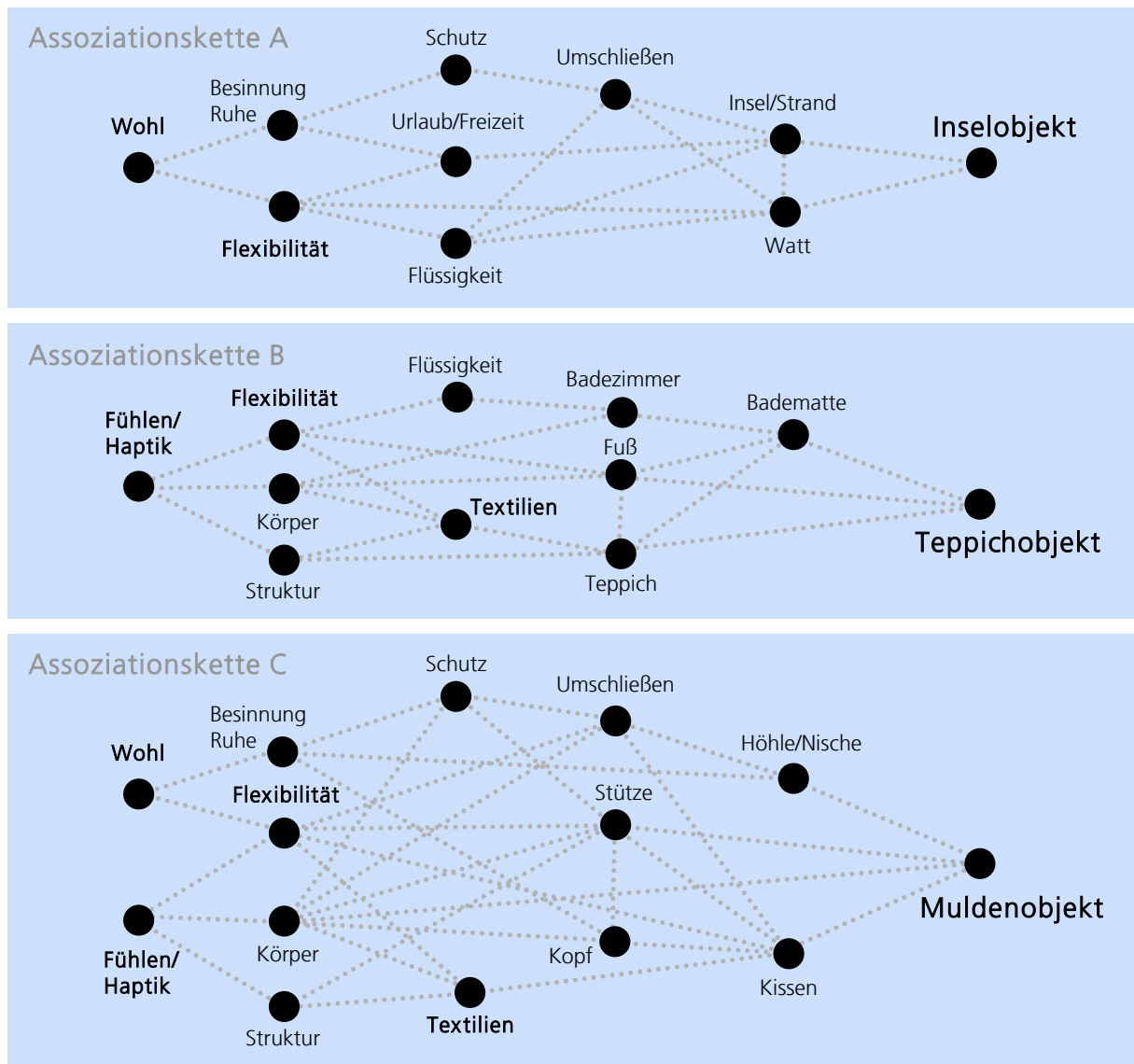
Ausgehend von der beschriebenen Prozessanregung unter Berücksichtigung der identifizierten relevanten Elemente werden von Scheelen einige Assoziationsketten vollzogen, die den Aufbau ihres gedanklichen Netzwerkes beeinflussen. Drei dieser Ketten (siehe Bild 4.2.2.1) sollen im Folgenden skizziert und beschrieben werden, da auf ihnen die weitere Entwicklung basiert.

Assoziationskette A hat seinen Ausgangspunkt im Begriff *Wohl*. Für Scheelen sind *Besinnung und Ruhe* sowie *Flexibilität* Voraussetzungen zum Erreichen eines *Wohles*. *Ruhe* wiederum bringt die Designerin in Verbindung mit *Schutz* sowie *Urlaub und Freizeit*, wobei letzteres auch in Relation zu *Flexibilität* steht. Aus Kombination der Themen *Flüssigkeit* und *Urlaub*, die ihrerseits mit *Flexibilität* korrelieren, entsteht eine Assoziation zu *Insel und Strand*. *Schutz* wiederum wird im Verlauf des gedanklichen Prozesses mit *Umschließen* in Verbindung gebracht, was die Designerin mit Blick auf das Thema *Flüssigkeit* wieder zu *Insel* und weiter zum Thema *Watt* führt. Auf Grund des Gezeitenwechsels hat das Thema *Watt* außerdem eine Verknüpfung zu

*Flexibilität*. Den Abschluss der Gedankenkette bildet das Vorhaben, ein irgend geartetes *Inselobjekt* zu schaffen.

Das *haptische Empfinden* von *flexiblen Strukturen* auf *Textilien* durch den *Körper* (z.B. dem *Fuß*) ist für Scheelen bei Vollziehen der Assoziationskette B beispielsweise bei einem *Teppich* gegeben. *Flüssigkeiten* werden wiederum mit *Flexibilität* in Verbindung gebracht, was in Kombination zum *Körper* den Kontext des *Badezimmers* aufwirft. Die gedankliche Verknüpfung von *Fuß* und *Badezimmer* führt die Designerin zur *Badematte*, woraus sie unter Berücksichtigung des Teppichgedankens die Schaffung eines *Teppichobjekts* anstrebt.

**Bild 4.2.2.1:** Beispiele vollzogener Assoziationsketten

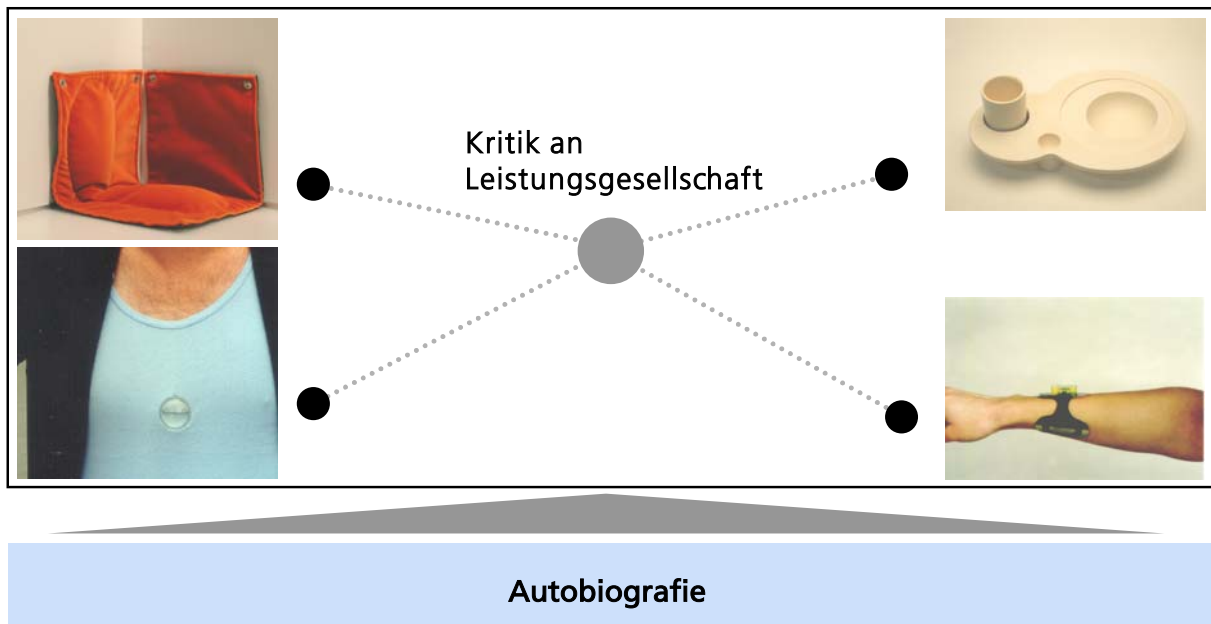


Die Basis von Assoziationskette C ist in der Teilung des Begriffes *Wohlfühlen* in die Komponenten *Wohl* und *Fühlen* zu sehen, wobei Scheelen mit *Fühlen* das *haptische* Empfinden meint. Steht *Wohl* wiederum mit *Besinnung und Ruhe*, *Flexibilität*, *Schutz* und *Umschließen* in Verbindung, so zielt die Designerin in diesem gedanklichen Teilprozess auf den Kontext *Höhle* oder *Nische* als Schutz vor der Umwelt ab. Im Verständnis einer *Höhle* als *haptisch* zu empfindende

*textile Stütze für Kopf und Körper* in der Art eines Kissens endet die Assoziationskette mit dem Entschluss zur Entwicklung eines *Muldenobjekts*.

Mit der Verknüpfung der drei Assoziationsketten über die Analogien in den identifizierten relevanten Themen entsteht als Ergebnis des Ursprungsmodells ein vollständiges Netzwerk der Designkonzeption. Eine Vereinfachung der Begriffe und ein Hinterfragen der Verknüpfungen ist hierzu notwendig, um den Gedankengang in einer für den Benutzer verständlichen Form darzustellen. Hierzu werden die Themen *Körper, Fuß* und *Kopf* zu »Kopf«, die Themen *Teppich, Badematte* und *Kissen* zu »Objekt«, die Themen *Flexibilität* und *Flüssigkeit* zu »Flexibilität« sowie die Themen *Höhle, Nische* und *Zimmer* zu »Raum« zusammengefasst. Des Weiteren kehren *Badezimmer, Badematte, Kissen, Teppich* und *Höhle* im Kontext »*Wohnen*« wieder, was in Verknüpfung mit dem Begriff *Wohlfühlen* die Überschrift der Designkonzeption »*Wohnfühlen*« erklärt. Die drei Entwurfsabsichten *Inset, Teppich-* und *Muldenobjekt* resultieren in Kombination mit dem Kontext *Wohnen* abschließend zum Ziel der Designerin, eine »*Wohninsel*« zu gestalten.

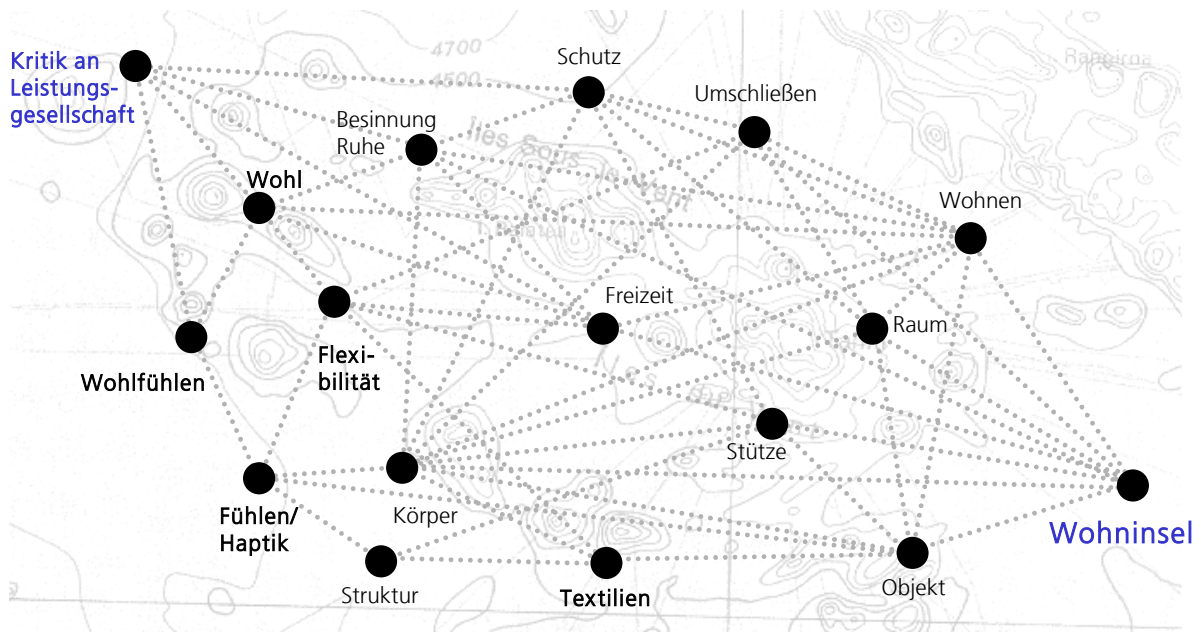
**Bild 4.2.2.2:** Identifikation des eigentlichen Ausgangspunktes



Mit dem Ursprungsmodell wird neben der Identifikation aller internen Verknüpfungen zudem das Ziel verfolgt, den eigentlichen Ausgangspunkt für den gedanklichen Prozess zu finden. Bei Scheelen wird der Ursprung der gedanklichen Vernetzung in der Betrachtung des Werkkontextes erkenntlich. Basiert die Prozessanregung »*Wohlfühlen*« auf der Auseinandersetzung mit der in 2000 gestellten Aufgabenstellung zur Gestaltung eines idealen Arbeitsplatzes, so ist bei allen für das Examensprojekt relevanten älteren Projekten eine Kritik an der Leistungsgesellschaft des ausgehenden 20. Jahrhunderts erkennbar (Bild 4.2.2.2).

Die multimediale Konsumgesellschaft ist durch Schnellebigkeit, Hektik und Stress geprägt; Scheelen reagiert mit ihren Entwürfen auf diesen Zustand. Der kulturelle Kontext des Entwurfs liegt folglich in der vorliegenden Gesellschaftsform begründet, wodurch die Kritik an dieser als Basis aller Assoziationsketten in das vollständige Netzwerk (Bild 4.2.2.3) aufzunehmen ist.

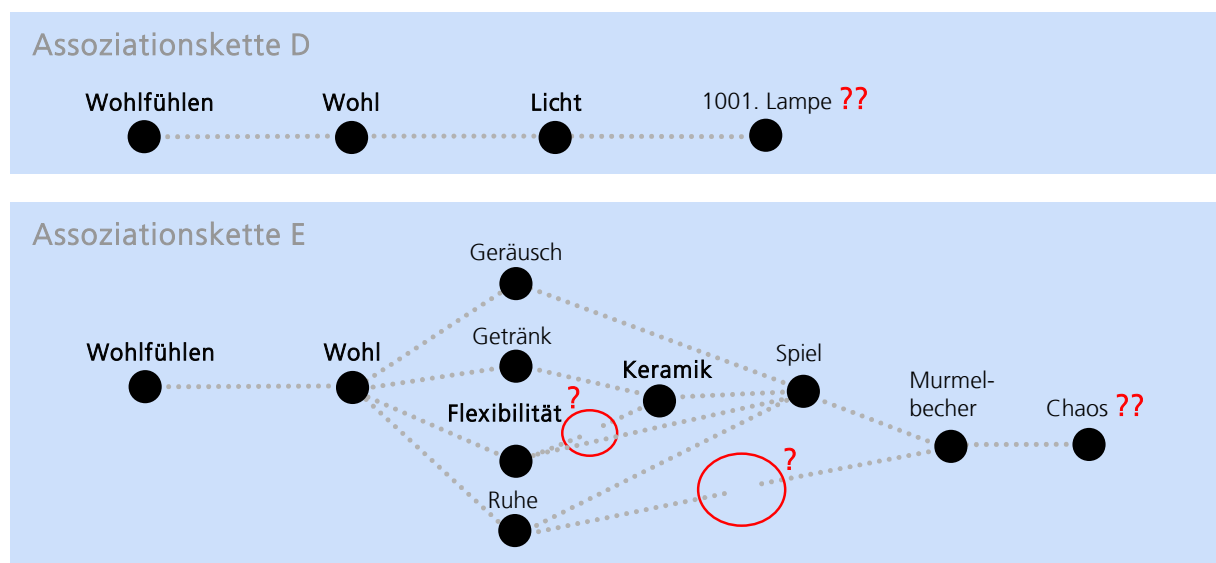
Bild 4.2.2.3: Vollständige Netzwerkbildung ausgehend von dem identifizierten Ausgangspunkt



#### 4.2.3 Anwendung des Bewertungsmodells

Innerhalb des Bewertungsmodells können mehrere Prüfungen durchgeführt werden, mit deren Hilfe sich der kreative Gehalt der gedanklichen Konzeption des Entwurfs »Wohnfühlen« qualitativ bewerten lässt. Ziel ist es, ein möglichst abgeschlossenes gedankliches Netzwerk zu erhalten. Zu diesem Zweck werden in der Phase der Assoziationskettenbildung Sinnprüfungen durchgeführt, um ungeeignete Ketten auszuschließen und die Relevanz der genutzten Themen zu überprüfen. Beispielhaft wird das Vorgehen an zwei gedanklichen Prozessen vollzogen, die zeitlich parallel zu den Ketten A-C entstanden. Das Ergebnis der beiden Prüfungen ist in Bild 4.2.3.1 dargestellt.

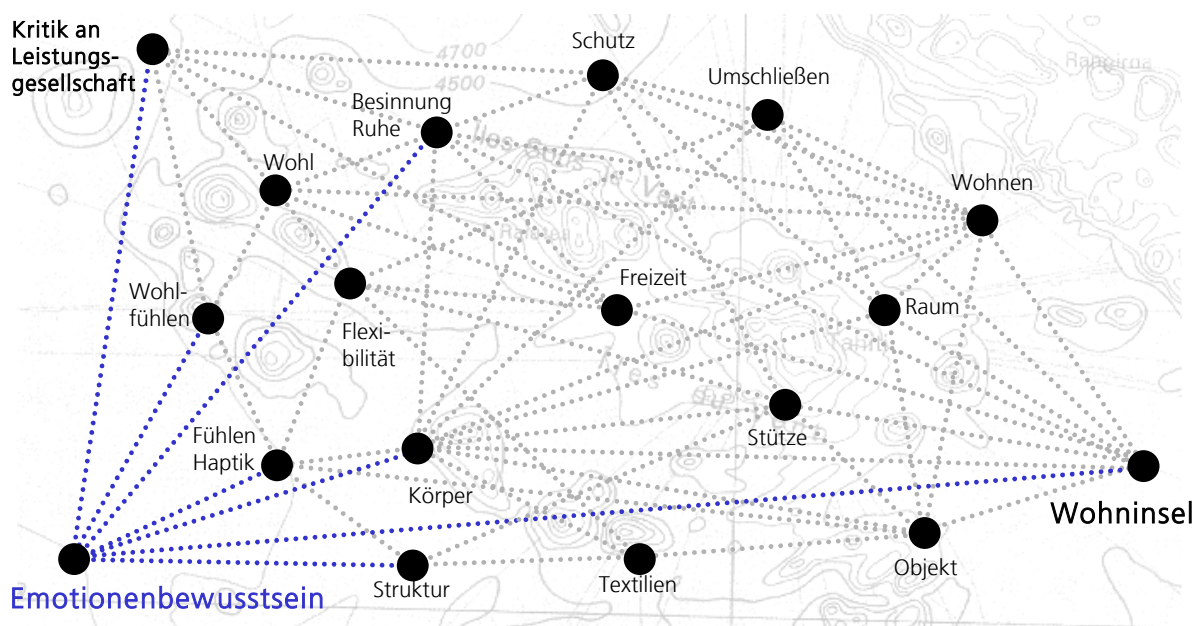
Bild 4.2.3.1: Sinnprüfung von Assoziationsketten



Den Anlass zur Bildung der Assoziationskette D stellt das in der Präparationsphase von Scheelen festgelegte Element *Licht*. Eine ausreichende Helligkeit im Raum bringt sie mit einem Wohlgefühl in Verbindung. Somit schließt die Designerin auf die Möglichkeit zu einem Lampenentwurf. Da sich eine Lampe jedoch aus vielerlei Ansätzen entwickeln lässt und auf Grund der fehlenden Komplexität gedanklicher Verknüpfungen zu diesem Zeitpunkt ein Entwurf ohne jegliches Konzept droht, wird der Ansatz nicht fortgeführt und die gedankliche Verknüpfung als nicht relevant im bisher beschriebenen Kontext verstanden.

In der Assoziationskette E werden die Themen *Geräusch*, *Getränk*, *Flexibilität* und *Ruhe* mit einem Wohlgefühl in Verbindung gebracht. Die Verknüpfung von Getränk und Flexibilität bringt über den Entwurf »ontbijt« die Möglichkeit zur Nutzung von Keramik, woraus sich allerdings direkt die Frage nach Keramik als einem flexiblen Material stellt. *Geräusch* und *Flexibilität* kombiniert mit diesem neuen Themenfeld lässt die Designerin auf die Möglichkeit zum Entwurf eines Spiels schließen, mit dem sich über Meditation ein Ruhegefühl einstellen soll. Scheelen verbindet mit dem meditativen Charakter eines Spiels eine zyklisch wiederkehrende, monotone Bewegung und schließt auf eine Art *Murmelbecher* als mögliches Thema für einen Entwurf. Das Bewegen von Murmeln über ein keramisches Material wird jedoch eher ein *chaotisches*, stressiges Gefühl als das von *Ruhe* oder Entspannung hervorrufen, wodurch diese Assoziationskette nicht weiter fortgeführt wird. *Keramik* wird auf Grund seiner starren Ausstrahlung für die weitere gedankliche Verknüpfung nicht weiter verwendet.

**Bild 4.2.3.2:** Ergebnis der Vollständigkeitsprüfung



Neben Sinnprüfungen von Assoziationsketten lässt sich mit dem Bewertungsmodell weiterhin die Vollständigkeit gedanklicher Verknüpfungen auf Basis eines identifizierten Ausgangspunktes prüfen. Unter Berücksichtigung der Autobiografie der Designerin wurde die *Kritik an der Leistungsgesellschaft* als Ausgangspunkt der Produktkonzeption »Wohnfühlen« identifiziert. Vor allem das bewusste Erleben von Emotionen, das in der modernen Gesellschaft selten in einer für Scheelen ansprechenden Form stattfindet, wird als Voraussetzung für ein Wohlgefühl angesehen. Ein Emotionenbewusstsein steht des Weiteren in Verbindung mit *Ruhe/Besinnung*, *Haptik*,



*Körper* und *Strukturen* und muss daher in die gedankliche Verknüpfung eingebunden werden (siehe Bild 4.2.3.2). Im Speziellen soll die Wahrnehmung von Emotionen, die überlicherweise nicht mehr bewusst gespürt werden (z.B. an der Fußsohle) mit einer Wohninsel gefördert werden. Die Vollständigkeit des gedanklichen Netzwerkes ist mit dieser Ergänzung realisiert.

Zur Vorbereitung der Neuigkeitsprüfung wird an dieser Stelle der Gedankenbildung ein Produktkonzept aus dem generierten Netzwerk abgeleitet. Ziel der Designerin ist es:

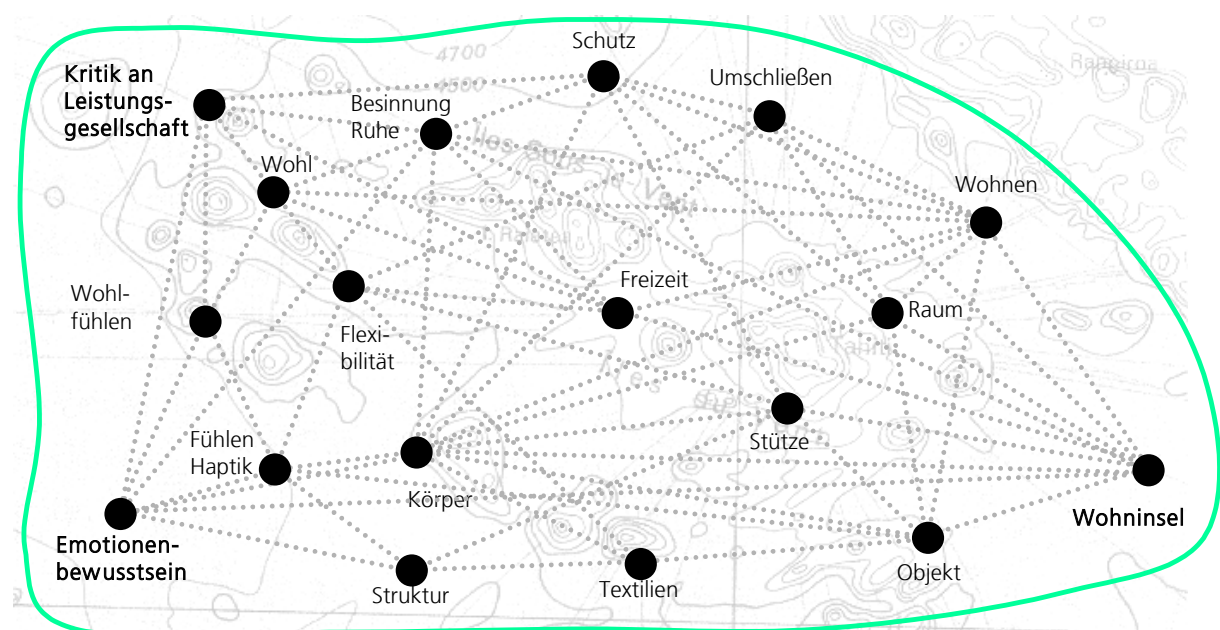
»... ein Möbel in der Art einer Wohninsel innerhalb einer Räumlichkeit des privaten Bereichs zu entwickeln, das mit dem Ziel der Besinnung und Beruhigung eine Zuflucht vor den negativen Folgen der Leistungsgesellschaft (Stress, Krankheiten) bietet und über das Ausnutzen der flexiblen Eigenschaften von Textilien das bewusste Erleben von Emotionen, hervorgerufen durch taktile Empfindungen über die Haut, fördert.«

Bezugnehmend auf dieses Produktkonzept kann eine Prüfung der Neuigkeit der Gedankenbildung auf Basis des individuellen Wissens Scheelens erfolgen. Nach ihren Aussagen lassen sich folgende Erkenntnisse ableiten:

- In Bezug auf ihren Werkkontext ist das Ziel eines Bewusstwerdens von Emotionen neuartig.
- Ein Objekt in angedeuteter Form einer Insel, das beruhigend wirkt und Emotionen über die Haut hervorruft, ist nach Kenntnis der Designerin auf dem Markt nicht erhältlich.

Die als finale gedankliche Konzeption zu betrachtende und qualitativ grob bewertete Netzwerkbildung ist in Abbildung 4.2.3.3 dargestellt.

**Bild 4.2.3.3:** Gedankliches Netzwerk zur Designkonzeption »Wohnfühlen« als Ergebnis der Modellanwendung



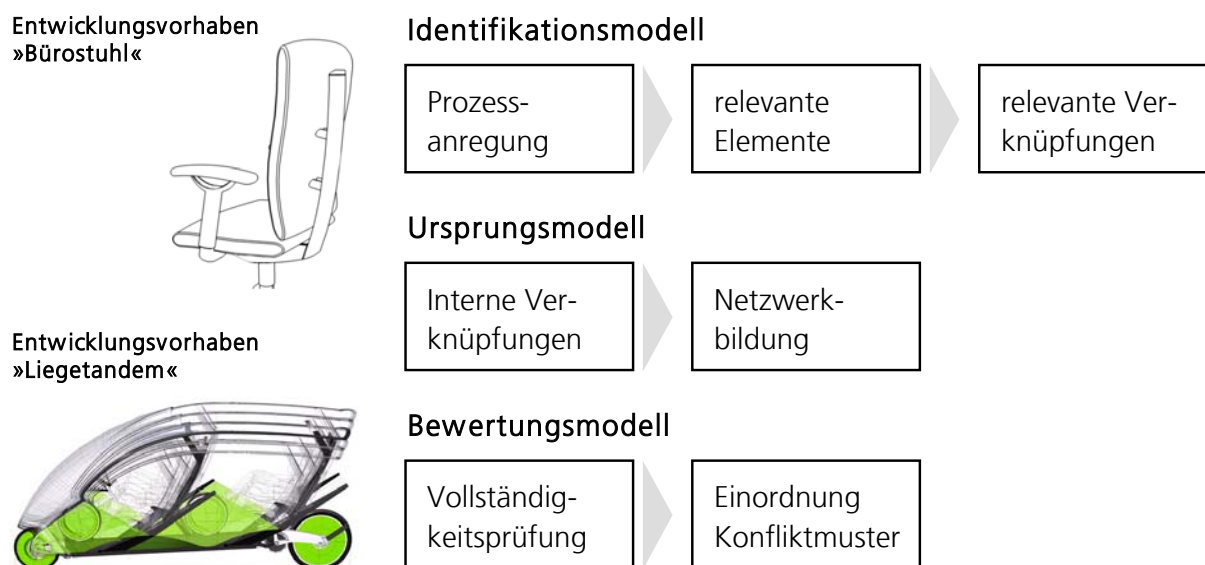
#### 4.2.4 Zwischenfazit: Prozessparallele Darstellung eines kreativen Prozesses im Design

Über die Anwendung des Modells zur prozessparallelen Darstellung und Bewertung kreativen Vorgehens im Design konnte theoretisch evaluiert werden, dass das Modell alle mit Bezug auf die verwendete Semantik im Engineering erforderlichen Kriterien erfüllt. Zu den bereits in Kapitel 4.1 evaluierten Eigenschaften einer Abbildung kreativer Prozesse innerhalb einer Struktur und der Möglichkeit zur qualitativen Bewertung über Regeln konnte in Kapitel 4.2 die Abbildung eines prozessualen Charakters innerhalb der gedanklichen Arbeit im Design nachgewiesen werden. Es ist zu erwarten, dass die prozessorientierte Sicht auf die Kreativität im Design die Nachvollziehbarkeit einer Designleistung und ihre Akzeptanz bei den Ingenieurwissenschaften steigern wird.

### 4.3 Darstellung von Konfliktsituationen im Produktentwicklungsprozess an der Schnittstelle zwischen Design und Engineering

Mit Hilfe des entwickelten Modells lassen sich neben der Unterstützung einer Darstellung kreativen Vorgehens und der Bewertung kreativer Leistungen im Design auch Konfliktsituationen zwischen Design und Engineering beschreiben und analysieren. Um vorab theoretische Erfahrungen in der Nutzung der Modellvorstellung ableiten zu können, werden zunächst in Kap. 4.3.1 mögliche Konfliktmuster in der Zusammenarbeit zwischen den beiden Berufsgruppen beschrieben. Rückschlüsse auf die Folgen der nicht optimal ausgebildeten gedanklichen Vernetzung können mit diesem Vorgang auf einer wissenschaftlichen Basis gezogen werden. Anschließend wird in den Kapiteln 4.3.2 und 4.3.3 die Anwendung des Modells zur Charakterisierung von Konfliktsituationen in zwei Entwicklungsvorhaben (»Bürostuhl«, »Liegetandem«) beispielhaft durchgeführt und der Charakter der jeweiligen Konfliktsituation auf Basis der Erkenntnisse aus Kap. 4.3.1 herausgestellt. Aus Gründen der Anonymität werden die Firmennamen nicht genannt.

**Bild 4.3.1:** Vorgehensweise bei der Darstellung von Schnittstellenkonflikten



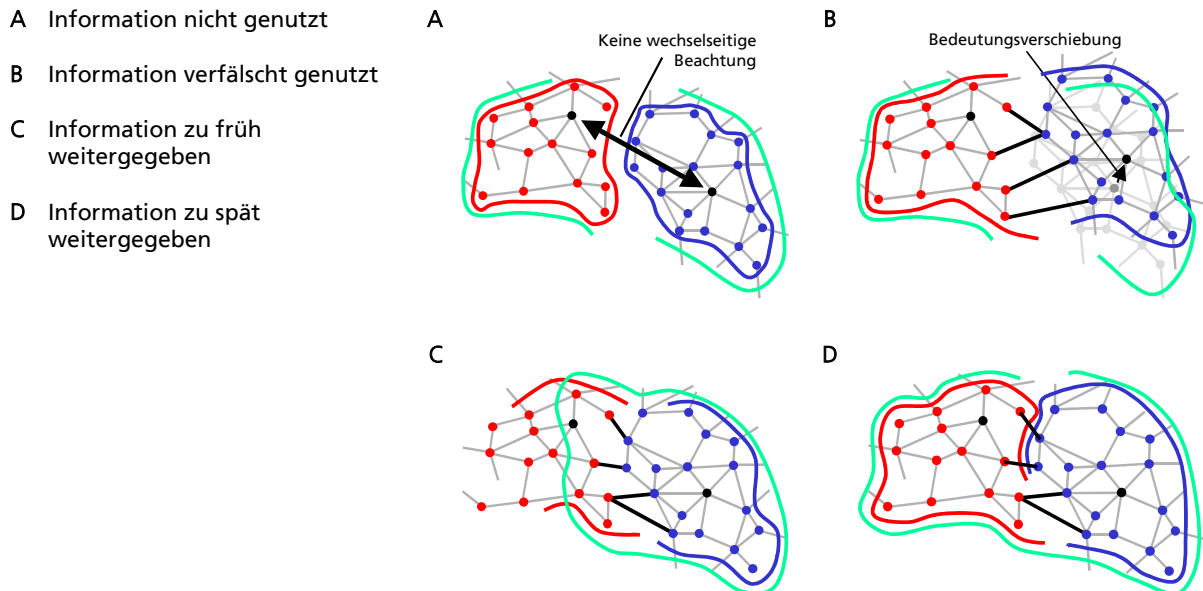


Für die Beschreibung der Konfliktsituationen wird die Vorgehensweise aus Bild 4.3.1 gewählt. Wie bei einer prozessparallelen Darstellung sollte auch zur Charakterisierung einer Konfliktsituation innerhalb des Identifikationsmodells zunächst die Anregung des gedanklichen Vorgangs ermittelt werden. Auf Basis dieses Ansatzes können dann relevante Elemente sowie deren Verknüpfungen untereinander dargestellt werden. Mit Hilfe des Ursprungsmodells werden die internen Verknüpfungen seitens aller am gedanklichen Prozess teilhabenden Personen nachvollzogen und das bis zur Konfliktsituation entstandene gedankliche Netzwerk dargestellt. Aus einer Vollständigkeitsprüfung erfolgt die Identifikation der Mängelerscheinungen, wonach eine Einordnung der Konflikte in die theoretisch ermittelten Muster erfolgt. Abschließend wird eine Prüfung des Neuheitsgrades des gedanklichen Ergebnisses basierend auf dem Wissensstand des denkenden Subjekts durchgeführt, um Aussagen zum Kreativitätsgehalt ableiten zu können.

#### 4.3.1 Ableitung theoretischer Erkenntnisse aus der Anwendung des Modells

Über die theoretische Einordnung von Konfliktsituationen in das Modell werden diese entsprechend charakterisiert (siehe Bild 4.3.1.1). Es können Erkenntnisse abgeleitet werden, die zum einen den Grund für das Entstehen von Konfliktsituationen liefern und zum anderen Auswirkungen der Situation auf die Produktqualität und die Innovationsfähigkeit einer Gruppe aufzeigen. Darüber hinaus können über die Einordnung Handlungsempfehlungen abgeleitet werden.

**Bild 4.3.1.1:** Konfliktmuster im gruppendynamischen Kreativprozess



#### **Konfliktmuster A:** »Information nicht genutzt«

Werden im gruppendynamischen Kreativprozess Informationen nicht weitergegeben oder erhaltene Informationen nicht genutzt, können mit Blick auf eine positiv zu bewertende kreative Qualität gedanklicher Leistung notwendige Verknüpfungen nicht getroffen werden. Jeder Teilnehmer schließt seinen individuellen mentalen Prozess ab, ohne entstehende Wechselwirkungen zwischen den Gruppenteilnehmern und fixe Anforderungen aus fremden Wissensbereichen zu beachten. Ein finales, abgeschlossenes und gemeinsames gedankliches Netzwerk entsteht nicht.

Die kreative Leistung wird von Außenstehenden nicht als schlüssig wahrgenommen. Die Folgen sind eine Verringerung der Qualität, eine Verzögerung der Entwicklungszeiten sowie eine ungenügende Ausnutzung des gesamten in der Gruppe vorhandenen Kreativpotenzials.

**Konfliktmuster B:** »Information falsch genutzt«

Die falsche Nutzung einer wahrgenommenen Information führt dazu, dass Themen auf eine dem gedanklichen Endprodukt unnütze Weise verknüpft werden. Die gedanklichen Netzwerke der einzelnen Teilnehmer sind zwar geöffnet, aber die fixen Anforderungen werden falsch interpretiert. Es kommt zu einer Bedeutungsverschiebung der von einem oder mehreren Gruppenteilnehmern vollzogenen Gedankengänge. Die finale kreative Leistung basiert auf einem un schlüssigen Konzept, wodurch eine für Außenstehende geringe Qualität zu erwarten ist. Erhebliche Verzögerungen von Entwicklungsprozessen sind die Folge, das Kreativpotenzial wird unzureichend genutzt.

**Konfliktmuster C:** »Information zu früh weitergegeben«

Im kreativen Gruppenprozess ist neben der richtigen Nutzung einer Information auch der Zeitpunkt, an dem eine Information weitergegeben wird, wichtig. Eine zu frühe Weitergabe kann ein zu frühes Abschließen eines gedanklichen Netzwerkes auf der Basis von nur einigen relevanten Themen bewirken, während ein individueller Gedankengang noch nicht ganz abgeschlossen und noch nicht alle Verknüpfungen getroffen wurden. Nicht alle Möglichkeiten und Potenziale werden ausgenutzt. Bei einer späteren Veränderung des gedanklichen Kontextes eines Gruppenteilnehmers können erhebliche Qualitätseinbußen festgestellt werden.

**Konfliktmuster D:** »Information zu spät weitergegeben«

Gleiches gilt für den Fall, dass Informationen zu spät weitergegeben werden. Die einzelnen individuellen gedanklichen Netzwerke sind meist weit fortgeschritten. Die sich ergebenden fixen Anforderungen können zwar noch beachtet, aber eigentlich nur noch unzureichend verknüpft werden. Ein gemeinsames gedankliches Netzwerk der ganzen Gruppe ist häufig nicht zu realisieren. Da die kreative Leistung nicht als Ganzes wahrgenommen werden kann, ist ein niedriges Qualitätsniveau zu erwarten. Eine optimale Ausnutzung aller Kreativpotenziale findet auch in diesem Fall nicht statt.

In der Praxis treten diese Mängel zumeist in einer Mischform auf, die sich aus mehreren Konfliktmustern zusammensetzt. Bevor entsprechende Maßnahmen zur Verbesserung der Kommunikation im Entwicklungsprozess greifen können, müssen daher Konflikte in ihren Strukturen analysiert werden. Das Modell stellt hierbei ein sinnvolles Instrumentarium dar, was in den folgenden beiden Kapiteln evaluiert wird.

#### 4.3.2 Charakterisierung einer Konfliktsituation am Beispiel einer Bürostuhlentwicklung

Wie bereits in Kapitel 1.1 erläutert, hatte das vorliegende Projekt das Ziel, einen neuen innovativen Bürostuhl zu entwickeln. Auftraggeber war ein traditionsreiches Unternehmen zur Herstellung von Büromöbeln, Auftragnehmer ein Designbüro, dem auch die Projektkoordination und konstruktionstechnische Durchführung bzw. Weitervergabe an einen externen Konstrukteur

oblag. Der Auftraggeber wollte vor allem seine bestehende Produktpalette erweitern und hatte folgende Vorgaben, die in einem Pflichtenheft hinterlegt wurden:

- Mit der Gestalt des Bürostuhls sollten Käufer angesprochen werden, die ein erfolgreiches und dynamisches Leben mit gesellschaftlicher Relevanz führen (Selbstverwirklichungsmilieu /SCH00c, S.312ff/).
- Der Stuhl sollte modular aufgebaut sein, um über frei wählbare Elemente den Wunsch nach Individualität im fokussierten Käufersegment zu befriedigen.
- Die Optik des Stuhls sollte eine schlanke, dynamische und elegante Ausstrahlung haben. Um dies zu gewährleisten, sollten keinerlei mechanische Komponenten von außen sichtbar sein.
- Zur Sicherstellung der modularen Eigenschaften sollten alle Anschlussstellen standardisiert werden.
- Durch Verlagerung der Kraftaufnahme von der Rückenlehne in eine Stützsäule sollten die individuellen Anpassungsmöglichkeiten um die freie Wahl der Lehnenformen erweitern werden.
- Ohne die Qualität und Ausstrahlung zu beeinflussen, sollte auf eine möglichst kostenoptimale Gesamtkonzeption geachtet werden.
- Vor allem die Firmenphilosophie sollte Beachtung finden, die mit den Begriffen Tradition, Qualität und Umweltbewusstsein charakterisiert wurde. Dabei hatte vor allem der letzte Punkt Auswirkungen auf die Gestaltung. So durften beispielsweise keine Klebverbindungen konzipiert werden.

Das weitere Vorgehen und die Umsetzung des Projekts wurden in die Verantwortung des Auftragnehmers gelegt, wobei die Vorgaben (vgl. Bild 4.3.2.1) aus der Gestaltung ersichtlich werden sollten.

Die Wahl des Designbüros fiel auf ein Aluminiumprofil mit einem bestimmten Querschnitt, da dieses Material hinsichtlich der Funktionalität, des optischem Eindrucks und der Herstellbarkeit am besten für die Aufgabenstellung geeignet schien. Wie bereits in Kapitel 1.1 angedeutet, wurde der Designentwurf durch das Marketing und die Entwicklungsabteilung des Auftraggebers freigegeben. Nach der eigentlichen Konstruktion durch den Auftraggeber erfolgte ein Prototypenbau, wonach folgende Konfliktsituation auftrat:

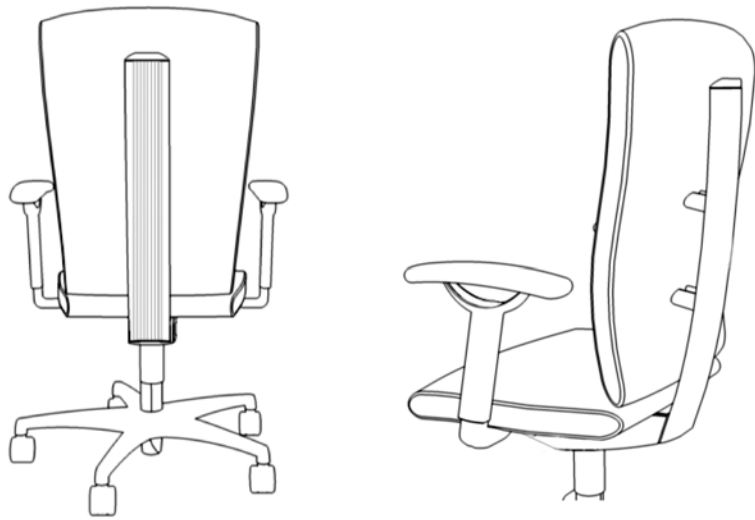
Bei der Präsentation des Stuhls war der Querschnitt des Profils der Rückensäule um 30% größer dimensioniert als im Designentwurf vermerkt. Auf Grund dieser Modifikation fehlte der geforderte Eindruck der Leichtigkeit und Eleganz. Eine Rückfrage beim Konstrukteur ergab, dass dieser das Aluminiumprofil sehr wohl richtig und normgerecht dimensioniert hatte, um der technischen Funktionalität und den vorgeschriebenen Belastungswerten für Büromöbel gerecht zu werden. Den ästhetischen Qualitäten hatte er keine Bedeutung beigemessen, was die nicht erfolgte Abstimmung der konstruktiven Änderungen mit dem Designbüro erklärt. Die minderwertigen ästhetischen Eigenschaften machten daraufhin eine Komplettüberarbeitung der konstruktiven Lösung durch beide Disziplinen notwendig. Nachdem auf Grund fehlender Standardkomponenten kein zufriedenstellendes Ergebnis erzielt werden konnte, entwickelte das Designbüro zusammen mit dem Profilverhersteller ein neues Querschnittsprofil aus Aluminium, welches dann sowohl sämtliche ästhetische als auch funktionale Anforderungen erfüllte.

### Bild 4.3.2.1: Produktkonzept »Bürostuhl«

Möglichkeit einer Individualisierung durch:

- modularen Aufbau mit frei wählbaren Elementen,
- Mechanik im Sitz,
- standardisierte Anschlussstellen sowie
- einer Rückensäule zur Aufnahme aller auftretenden Kräfte

Rückenlehne beliebig  
auswechselbar und gestaltbar



Durch die unzureichende Kommunikation wurde das Projekt um einige Monate, mit entsprechenden Mehrkosten, verzögert. Außerdem verlängerte sich die Entwicklungszeit auf Grund der mangelhaften Kooperation während der Gestaltung und Konstruktion der Armlehne. Zur Charakterisierung und Beschreibung der Konfliktsituationen wird im Folgenden das Prozessmodell angewendet.

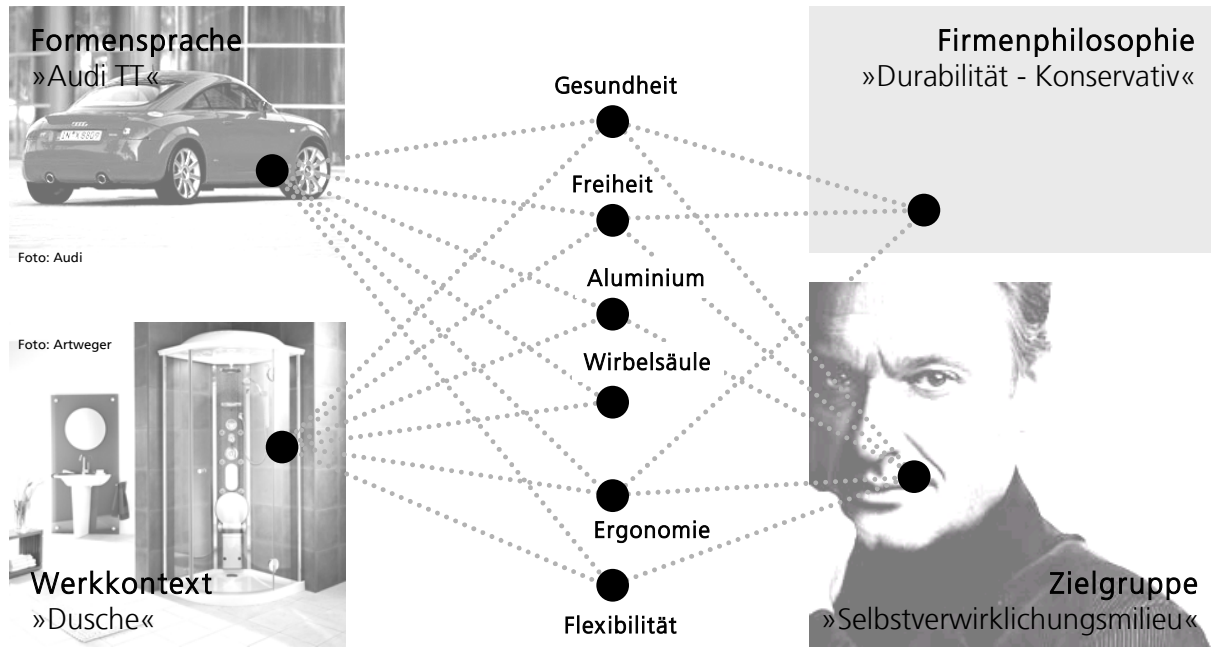
#### 4.3.2.1 Anwendung des Identifikationsmodells

Treiber der gedanklichen Konzeption des neuen Bürostuhls war ein Designbüro, das über Erfahrungen in der Auslegung von Bauteilen verfügte. Die Designer ermittelten auf Basis der Aufgabenstellung und des Pflichtenheftes den Wunsch nach *Individualisierung* als Anregung des gedanklichen Prozesses. Diesen brachte das beauftragende Unternehmen über seine Firmenphilosophie vor allem mit *Gesundheit* und *Freiheit* in Verbindung. Die Designer ergänzten das Repertoire der relevanten Themen um *Aluminium* als mögliches Material, *Wirbelsäule* zur Ableitung symbolischer Formelemente sowie *Ergonomie* und *Flexibilität*, was die Gestaltung der funktionalen Komponenten nachhaltig beeinflussen sollte (siehe Bild 4.3.2.2).

Die Wichtigkeit dieser Elemente kann zum einen im Werkkontext des Designbüros, zum anderen in der Orientierung an der Formensprache des Audi TT gesehen werden. Beide Entwürfe bedienen die Anforderungen des Selbstverwirklichungsmilieus, das der Konzeption des Bürostuhls als Zielgruppe vorgegeben war. Des Weiteren bringt man sie mit *Aluminium* in Verbindung, was auch für die Materialwahl einer Duschsäule, einem älteren Entwurf des Designbüros, gilt. Das Konzept der Multifunktionsdusche wurde mit dem Ziel entwickelt, die Gestaltungsmöglichkeiten innerhalb eines Badraums zu vergrößern. Die gewählte Form einer Säule kann mit der menschlichen *Wirbelsäule* in Verbindung gebracht werden. Sie kann *freistehend* und *flexibel* im Raum installiert werden, was den *ergonomischen* Anforderungen eines Nutzers entgegenkommt. Den Kontext des Duschens brachten die Designer dabei ebenso mit den Themen *Gesundheit* und *Freiheit* in Verbindung wie den Kontext des Audi TT, wobei die Innenraum- und Sitzgestaltung

eines Automobils stets auf den Vorgaben nach *Ergonomie* und *Flexibilität* aufbaut. Die über die beschriebenen Zusammenhänge entstandenen thematischen Relationen sind als offensichtliche Verknüpfungen dem Bild 4.3.2.2 zu entnehmen.

**Bild 4.3.2.2:** Identifikation relevanter Elemente und deren Verknüpfungen untereinander mit Bezug auf die Prozessanregung



#### 4.3.2.2 Anwendung des Ursprungsmodells

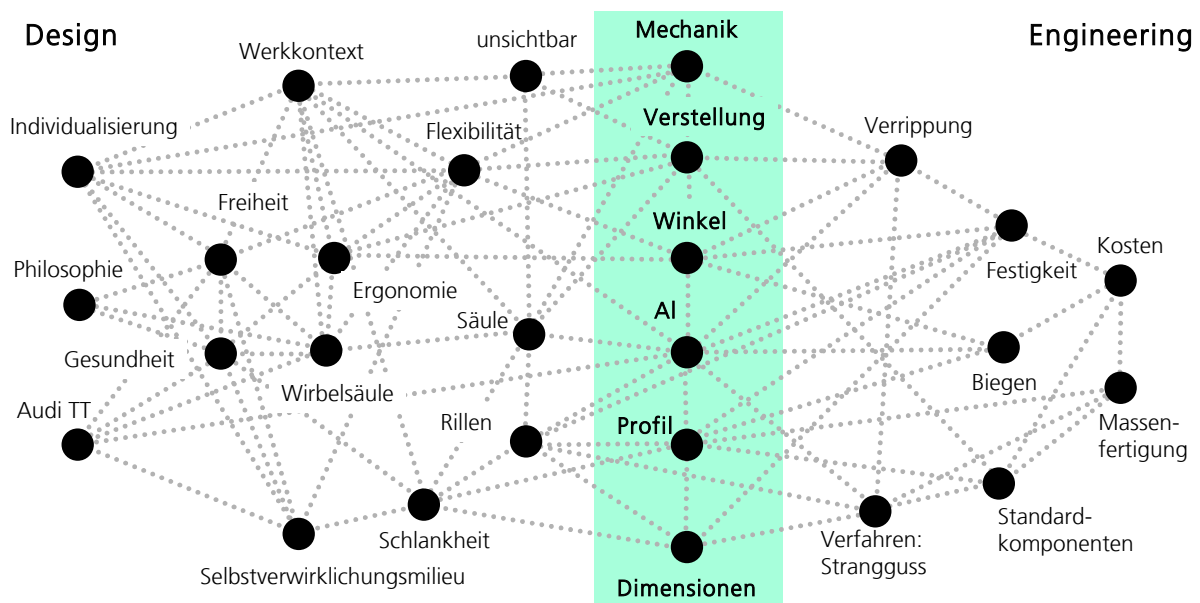
Die gedankliche Arbeit des Designbüros führte auf Basis der beschriebenen Prozessanregung unter Berücksichtigung der Anforderungen an den Bürostuhl und der identifizierten relevanten Elemente sowie Verknüpfungen zu einem neuartigen Produktkonzept (siehe Bild 4.3.2.1). Über die Beschreibung des Konzepts wird innerhalb des Ursprungsmodells der kreative Prozess dargestellt, um nachvollziehen zu können, wie es in der Umsetzungsphase des Stuhls zu Konfliktsituationen zwischen Design und Technik gekommen ist.

Wie bereits beschrieben, sollte mit Hilfe einer Stützsäule die Rückenlehne von der Kraftaufnahme befreit werden, um Gestaltungsfreiheit und individuelle Anpassungsmöglichkeiten zu erhöhen. Zu diesem Zweck sah das Konzept vor, die komplette Mechanik in den Sitz zu integrieren. Die Anschlussstellen der Rückensäule wurden standardisiert, um eine gewisse Flexibilität in der Verwendung verschiedener Säulen zu erzielen. Außerdem sollte die Mechanik zur Höhenverstellung der Rückenlehne nicht sichtbar in die Säule integriert werden. Die Anforderungen des Selbstverwirklichungsmilieus an die Formensprache wurden vom Designbüro mit einer flexiblen und schlanken Gestaltung übersetzt. Um den Eindruck noch zu verstärken, wurden vertikale *Rillen* auf die *Säule* aus *Aluminium* aufgebracht.

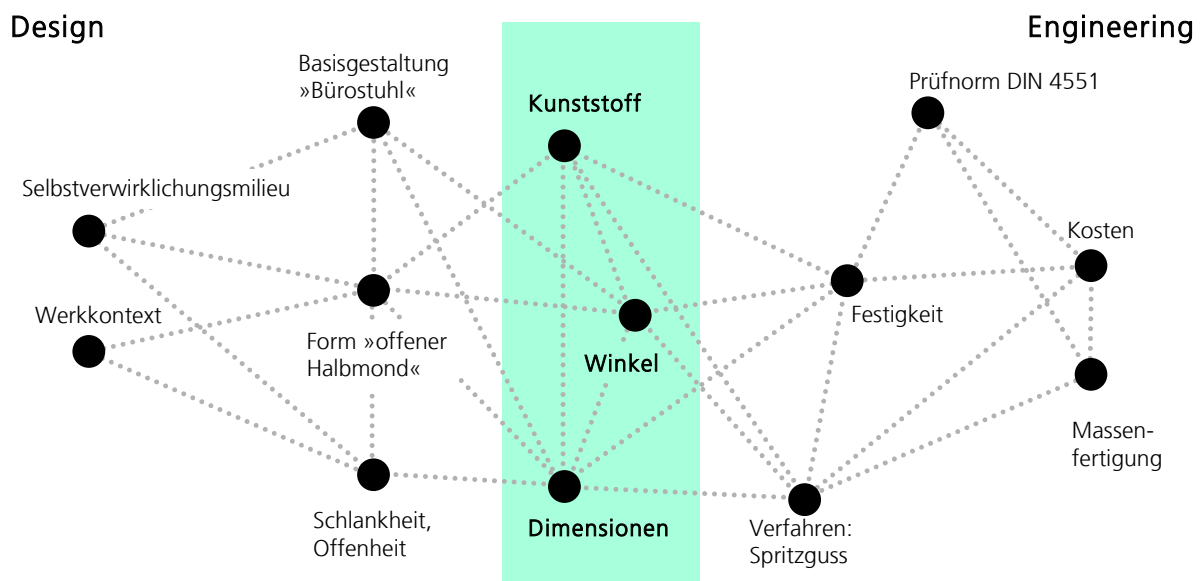
Die gedankliche Konzeption des Designs (siehe Bild 4.3.2.3 links) galt es durch das Engineering umzusetzen. Die Anforderungen an die Mechanik sowie die Höhenverstellung, an den Neigungswinkel, das Material, das Profil und die Dimensionierung der Säule waren dabei als Kon-

text der Schnittstelle zu definieren. Sehr wohl war dem Designer bekannt, dass die anzustrebende Geometrie aus Aluminium lediglich mit dem Verfahren *Strangguss* kostengünstig herzustellen sei, was Auswirkungen auf die *Dimensionierung* haben würde. Außerdem sollte eine geeignete Gestaltung der *Verrippung* die Höhenverstellung und das *nicht sichtbare* Anbringen der *Mechanik* ermöglichen. Dass *Rippen* in Kombination mit dem gewählten Material Auswirkungen auf den fertigen *Winkel* und somit auf die *Festigkeit* haben würden, waren Anforderungen seitens der Technik. Zudem führe die *Rippung* zu einem *Profil*, das in *Masse* zu *fertigen*, eventuell einer schon verwendeten *Standardkomponente* entsprechen und zweifach zu *biegen* sein solle. Die *Kosten* der Fertigung sowie die *Festigkeit* der entstehenden Stützsäule sollten den Ansprüchen der Zielgruppe gerecht werden.

**Bild 4.3.2.3:** Gedankliches Netzwerk zum Zeitpunkt der Konfliktsituation »Rückensäule«



**Bild 4.3.2.4:** Gedankliches Netzwerk zum Zeitpunkt der Konfliktsituation »Armllehne«



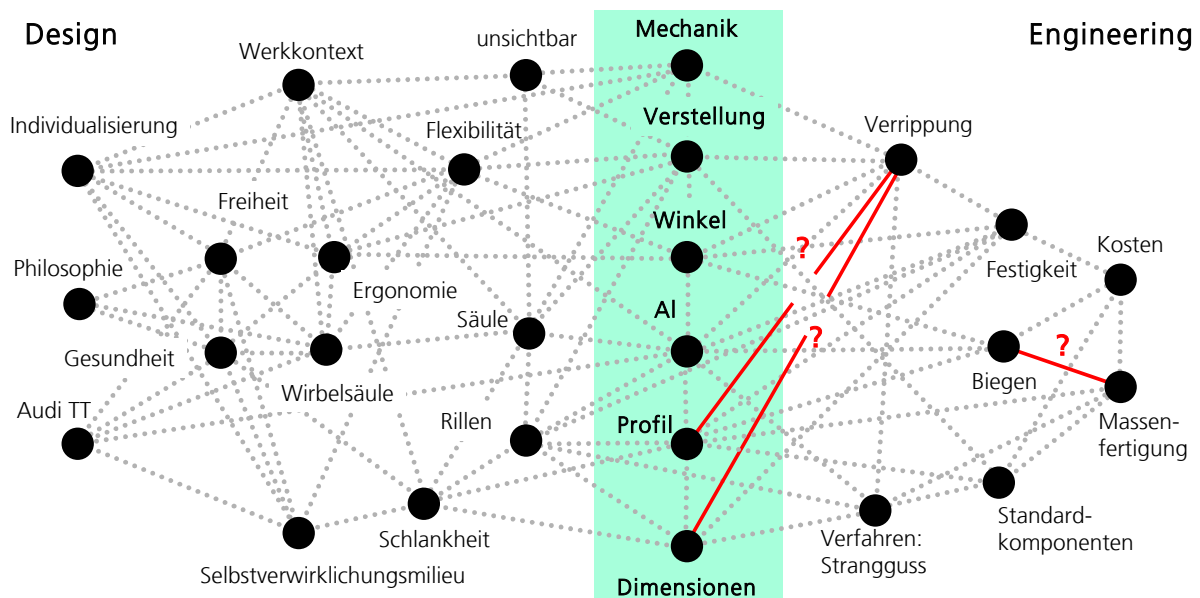
Auf Basis der Standardversion des Bürostuhlkonzepts sollte eine Armlehne vom Designbüro gestaltet werden, die im Kontext zu dessen Formensprache stehen sollte. Um eine Wirkung von *Schlankheit* und *Offenheit* zu erzielen, wurde die *Form eines offenen Halbmondes* sowie *Kunststoff* auf Grund der Gestaltungsfreiheit als Material gewählt (siehe Bild 4.3.2.4). Die *Dimensionierung*, die *Winkel* sowie das Material bildeten den Schnittstellenkontext dieser Entwicklungsaufgabe. Dass diese Eigenschaften seitens des Engineering Einfluss auf die *Festigkeit* haben würden und dass das *Verfahren des Spritzgusses* als einzig rentables Fertigungsverfahren für die konzipierte Geometrie in Frage komme, war den Designern bekannt.

Dem Konstrukteur war es bewusst, dass die Festigkeit der Bauteile eines Bürostuhls über eine *Prüfnorm* auszulegen sei, was wiederum Einfluss auf die *Kostenstruktur* des gesamten Stuhls haben würde. Die vor den Konfliktsituationen entstandenen gedanklichen Netzwerke sind den Bildern 4.3.2.3 und 4.3.2.4 zu entnehmen.

#### 4.3.2.3 Anwendung des Bewertungsmodells

Um die Konfliktsituationen auf Basis der gedanklichen Netzwerke darstellen und charakterisieren zu können, wird im Folgenden das Bewertungsmodell angewendet. Eine Vollständigkeitsprüfung wird verdeutlichen, welche Elemente im kreativen Prozess über die Disziplinengrenzen hinweg nicht miteinander verknüpft wurden.

**Bild 4.3.2.5:** Ergebnis der Vollständigkeitsprüfung »Rückensäule«



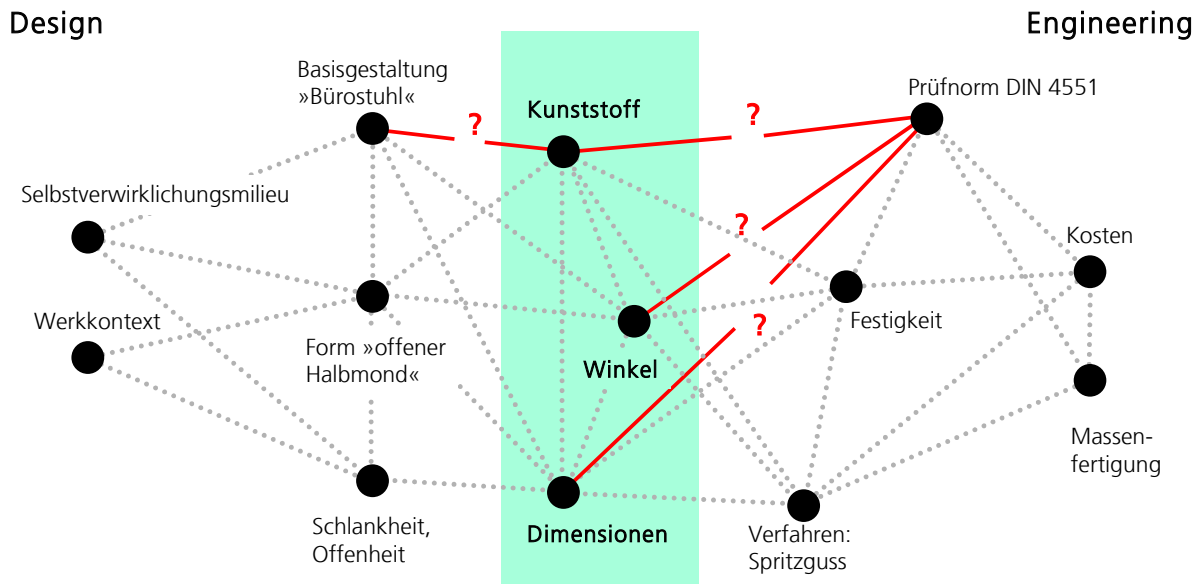
Eine erste Konfliktsituation trat in der Auslegung des Profils der Stützsäule auf. Dem Vorschlag der Designer, ein schlankes Profil mit funktional nutzbarer Verrippung auszulegen, entgegnete der Konstrukteur »aus Festigkeitsgründen« mit einer Verbreiterung der Säule und Vergrößerung der Wanddicke um 40%. Die Möglichkeiten von Rippen innerhalb der Stützsäule wurden von den Ingenieuren vernachlässigt. Da das Designbüro erst nach Bau des Prototypen über die Modifikationen in Kenntnis gesetzt wurde, verzögerte sich die Markteinführung über die notwendigen Iterationsprozesse Version I bis III (siehe Bild 1.1.2). Das Element »Verrippung« und die Ele-



mente »Profil« sowie »Dimensionierung« wurden nicht miteinander verknüpft. Außerdem wird die Tatsache, dass die zwei Winkelveränderungen der Säule mit dem Verfahren des Biegens erstellt werden sollten, bei den Ingenieuren auf Gegenwehr gestoßen sein. Das Biegen zählt nicht zu den klassischen Verfahren der Massenfertigung und sollte aus Kostengründen umgangen werden. Mit Blick auf den kreativen Gehalt des Gedankengangs ist die fehlende Verknüpfung zwischen »Massenfertigung« und »Biegen« als negativ zu bewerten (siehe Bild 4.3.2.5).

Eine zweite Konfliktsituation entstand während der konstruktiven Auslegung des Konzepts der Armlehne durch das Designbüro. Offenbar hatten es die Ingenieure des Herstellerunternehmens versäumt, den Designern die Inhalte der Prüfnorm /DIN4551/ mitzuteilen, die Aussagen über die Belastungen bei einer Sicherheitsprüfung von Bürodrehstühlen enthält. Die Verknüpfungen zwischen dem Element »Prüfnorm DIN 4551« einerseits und den Themen »Kunststoff«, »Winkel« und »Dimensionen« andererseits wurden nicht getroffen. Die Auslegung basierte lediglich auf der Annahme einer maximalen Belastung des Stuhls sowie der Armlehne bei der Nutzung durch eine Person mit starkem Übergewicht (150kg). Die Dimensionen sowie die Verbindungen der Bauteile waren erheblich zu gering berechnet worden, was wiederum eine Verzögerung der Marktreife um mehrere Monate zur Folge hatte. Neben diesen erkannten Mängeln im gedanklichen Prozess wirkt sich zudem auch die Tatsache negativ auf die kreative Leistung aus, dass Kunststoff und nicht wie bei der Stützsäule Aluminium als Material gewählt wurde (siehe Bild 4.3.2.6).

**Bild 4.3.2.6:** Ergebnis der Vollständigkeitsprüfung »Armlehne«



Bezugnehmend auf die in Kapitel 4.3.1 identifizierten Konfliktmuster können die beiden aufgezeigten Konfliktsituationen auf eine zu spät erfolgte Informationsweitergabe zurückgeführt werden. Sie sind Muster D zuzuordnen. Darüber hinaus kann davon ausgegangen werden, dass vor der konstruktiven Gestaltung der Stützsäule dem Konstrukteur die hohe Bedeutung einer schlanken Bauteilwirkung mitgeteilt wurde. Jedoch hat dieser entweder diese Information nicht wahrgenommen und daher nicht genutzt (Muster A) oder die Bedeutung missverstanden, was auf den Musterfall B schließen würde.



### 4.3.3 Charakterisierung einer Konfliktsituation am Beispiel der Entwicklung eines Liegetandems

Im Folgenden wird das Projekt »Läufer« /LÄU02/ analysiert, das die Entwicklung eines Liegetandems zum Ziel hatte. Es wurde als studentisches Pilotprojekt im Fachgebiet »MuK« an der TU Darmstadt ins Leben gerufen. Initiatoren des Vorhabens waren dabei zwei Studenten des Maschinenbaus, die neben ihren Studien ein Fahrzeug entwickeln wollten, mit dem zwei Personen aus eigener Muskelkraft schnell und bequem größere Strecken zurücklegen können. Um neben den technischen Anforderungen des Projekts auch die designrelevanten Herausforderungen lösen zu können, komplettierten zwei Designstudenten der FH-Darmstadt des Fachbereichs »Gestaltung« das Entwicklungsteam. Der Designentwurf wurde den Designstudenten als Vordiplomarbeit anerkannt und auch die technische Konzeption und Umsetzung hatte für die Maschinenbaustudenten studienbedingt Relevanz. Prof. Birkhofer nutzte die Gelegenheit, um die Möglichkeit eines neuen, an der Praxis orientierten Ausbildungs- und Lehrmodells zu erproben. Vor allem der Interdisziplinarität wurde ein hoher Stellenwert beigemessen, was das Projekt als Untersuchungsobjekt für das entwickelte Modell ausgesprochen qualifiziert.

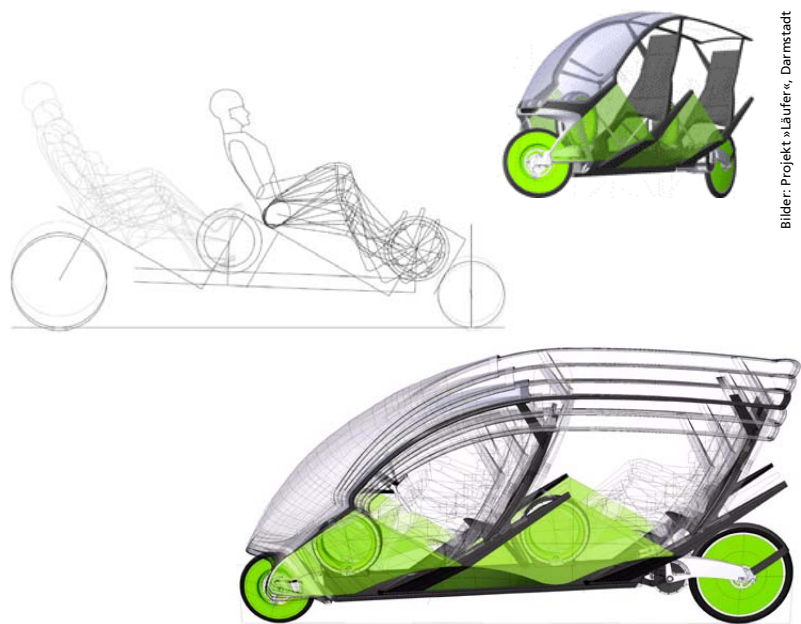
#### Bild 4.3.3.1: Produktkonzept »Liegetandem«

##### Zielfunktion:

##### Muskelbetriebenes Reisefahrzeug für zwei Personen

##### Anforderungen

- aerodynamische, offene & ergonomische Gestalt
- flexible Größenanpassung
- Besondere Betonung der Nutzerschnittstellen
- High-Tech Charakter
- angestrebte mögliche Geschwindigkeit: 40km/h
- Realisierung einer hohen Steifigkeit bei geringem Gewicht



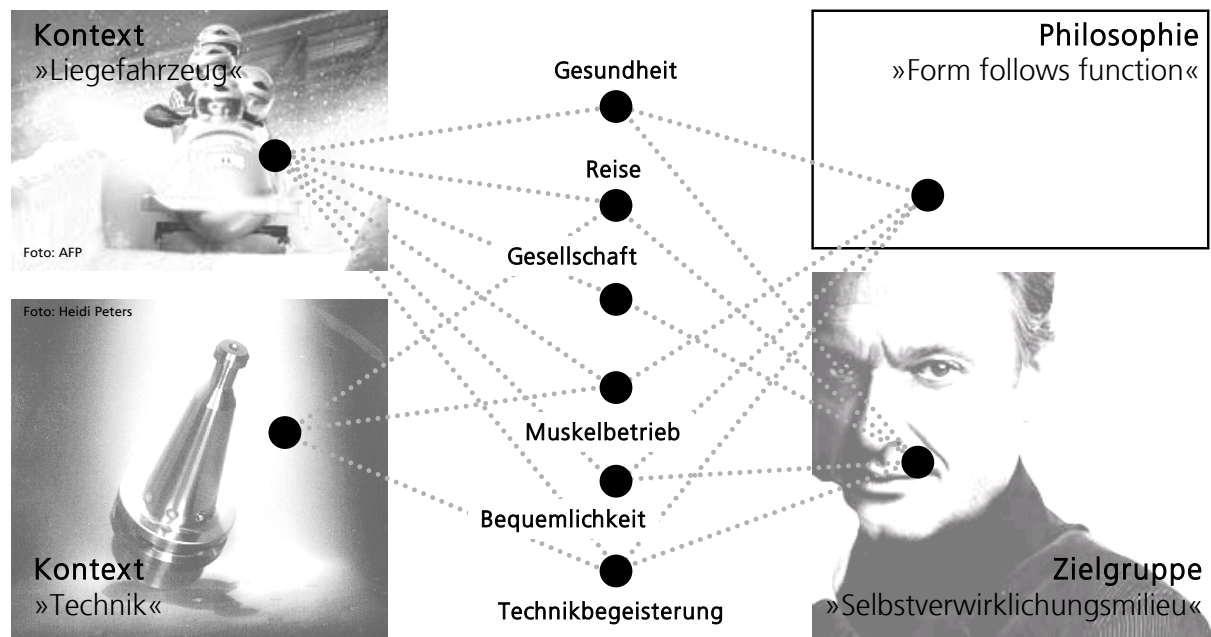
Die einzelnen an das zu entwickelnde Fahrzeug gestellten Anforderungen (siehe Bild 4.3.3.1) wurden durch das studentische Entwicklungsteam innerhalb einer Konzeptionsphase ermittelt und in einem Pflichtenheft festgelegt. Während der weiteren Zusammenarbeit der Vertreter der beiden fachfremden Disziplinen traten zahlreiche Konfliktsituationen auf, die auf das in Kap. 2.1.4 untersuchte Kommunikationsphänomen zurückgeführt werden können.

Im Folgenden werden die Konzeption und Umsetzung des Tretrings (Schnittstelle zwischen Fahrzeug und Nutzer) als Entwicklungseinheit ausgewählt, um eine Charakterisierung einer Schnittstellenkonfliktsituation über das Prozessmodell vorzunehmen.

#### 4.3.3.1 Anwendung des Identifikationsmodells

Die gedankliche Anregung zum Vorhaben mit dem umfassenden Thema *Mobilität* ging, wie bereits beschrieben, von den beiden Maschinenbaustudenten aus. Die Idee zu einem Liegefahrrad ist dabei aus einer Verknüpfung der Themen *Gesellschaft*, *Gesundheit* sowie *bequemes Reisen* mit dem Thema *Technikbegeisterung* zu verstehen. Die Bewegung sollte über den *Muskelbetrieb* realisiert werden. Innerhalb ihres technologischen Hintergrunds bringen die Studenten darüber hinaus die Themen *Technik*, *Technikbegeisterung* und *Reisen* mit *Muskelbetrieb* in Verbindung, wodurch die Idee zum Liegetandem als naheliegend erscheint. Die hinzugezogenen Designer warfen die Frage nach der Zielgruppe auf und verknüpften über den Fokus auf das Selbstverwirklichungsmilieu die Themen *Technikbegeisterung* und *Muskelbetrieb* sowie *Gesellschaft*, *Gesundheit* und *Reise* miteinander. Ihre Ausbildung an der FH-Darmstadt basiert auf dem Prinzip »design follows function«, wodurch sie die ergonomischen Funktionen eines Fahrzeugs mit *Gesundheit* und *Bequemlichkeit* in Verbindung bringen. Zudem sind Relationen der Designphilosophie mit den Elementen *Muskelbetrieb* und *Technikbegeisterung* erkennbar. Die identifizierten relevanten Elemente in der gedanklichen Arbeit des Teams sowie die offensichtlichen thematischen Relationen sind in Bild 4.3.3.2 abgebildet.

**Bild 4.3.3.2:** Identifikation relevanter Elemente und deren Verknüpfungen untereinander mit Bezug auf die Prozessanregung für das »Liegetandem«



#### 4.3.3.2 Anwendung des Ursprungsmodells

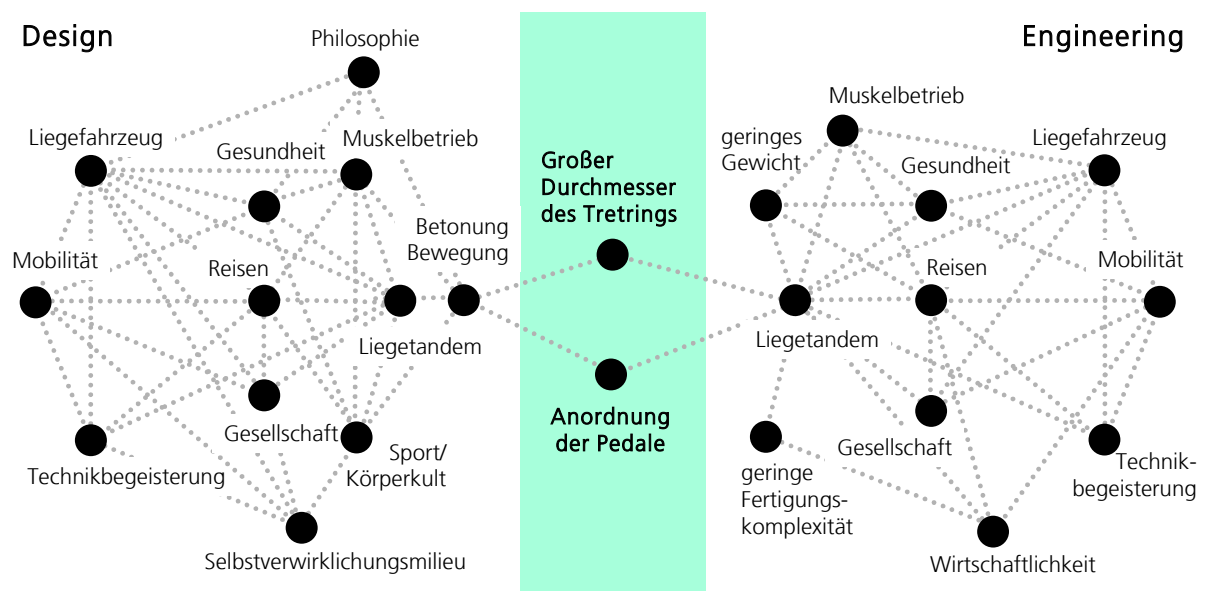
Aufbauend auf den identifizierten Elementen und offensichtlichen Verknüpfungen sollte für die Designer mit Bezug zu ihrer Philosophie das Erscheinungsbild des zu entwickelnden Liegetandems vor allem die Funktionalitäten der Bedienelemente und der mechanischen Komponenten bewusst betonen. In der Umsetzung besonders hervorgehoben werden sollten die Tretringe, wodurch der »Läufer« als muskelbetriebenes Fahrzeug identifiziert werden sollte /LÄU/. Dieser Gestaltungsgrundsatz ist mit dem in der Gesellschaft und besonders im Selbstverwirklichungsmi-

lieu erkennbaren Trend zu *Sport* und *Körperkult* (vgl. /BUC98, S.65/) in Verbindung zu bringen. Die Designer regten an, die Umlaufbahn der Pedale so weit wie möglich nach außen zu legen, um den angestrebten Effekt auf Nutzer und Betrachter zu erzielen. Der Durchmesser des Tret-rings sollte maximiert werden, was bedeutet, dass, nicht wie bei Fahrrädern üblich, der Antrieb auf einem gelagerten Zahnkreis ablaufen kann, sondern ein neues Riemenantriebskonzept erforderlich wird.

Bezugnehmend auf den gleichen gedanklichen Ansatz erwarten die Maschinenbaustudenten aus Gründen der *Bequemlichkeit* während einer *Reise* und mit Blick auf die *gesundheitlichen* Aspekte vor allem von einem Liegetandem, dass es ein *geringes Gewicht* aufweise. Hinzu kommt der Wunsch nach einem *wirtschaftlichen* Endprodukt, woraus die Forderung nach einer möglichst *geringen Fertigungskomplexität* erwuchs.

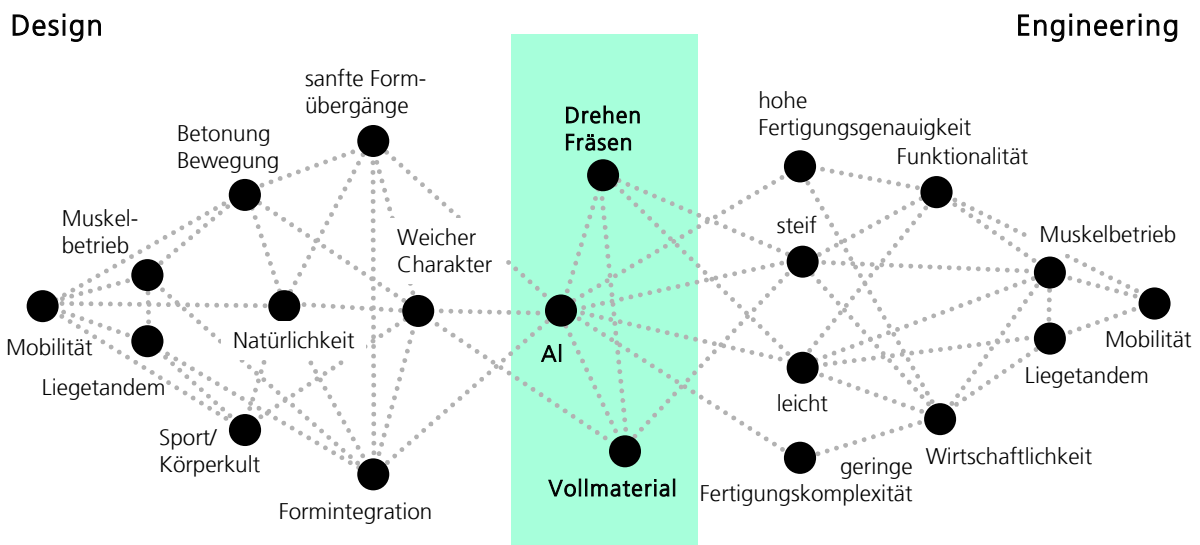
Aus dieser gedanklichen Grundsituation (siehe Bild 4.3.3.3) entstand ein Konflikt, der mit der Anwendung des Bewertungsmodells im nächsten Kapitel näher untersucht wird.

**Bild 4.3.3.3:** Gedankliches Netzwerk zum Zeitpunkt der Konfliktsituation »Trettringkonzeption«



Nachdem man sich innerhalb des Entwicklungsteams auf ein Konstruktionskonzept für den Tret-ring einigen konnte, galt es, diesen geeignet umzusetzen. Die Designer übersetzten die *Betonung der Natürlichkeit der Bewegung* in Verbindung mit dem Thema *Sport/Körperkult* mit einem *weichen Charakter*, der durch *sanfte Formübergänge* bei gleichzeitiger *Formintegration* gekennzeichnet werden sollte (siehe Bild 4.3.3.4). Seitens der Ingenieure wurden mit Bezug auf eine *Wirtschaftlichkeit* des Produktes eine *hohe Fertigungsgenauigkeit* sowie eine *geringe Fertigungskomplexität* gefordert. Ein *geringes Gewicht* sowie eine *steife* Ausführung des Fahrzeugs sind dem Wunsch nach *Funktionalität* zuzuordnen.

**Bild 4.3.3.4:** Gedankliches Netzwerk zum Zeitpunkt der Konfliktsituation »Tretringumsetzung«



In einem ersten Prototypen (siehe Bild 4.3.3.8 Mitte, oben) wurden diese Anforderungen mit einem durch *Drehen* und *Fräsen* gefertigten Tretring aus *Aluminium* realisiert, wobei *Vollmaterial* zur Verfügung stand. Dabei birgt die Wahl des Materials *Aluminium* durchaus die Möglichkeit zur Realisierung eines *weichen Charakters* bei gleichzeitig *sanften Formübergängen*. Darüber hinaus kann mit dem *leichten* Material *Aluminium* grundsätzlich auch *eine hohe Fertigungsgenauigkeit* bei gleichzeitiger *geringer Komplexität* in einer *steifen* Ausführung realisiert werden. Die geforderte *Steifheit* ist grundsätzlich auch mit den Fertigungsverfahren und der Wahl eines *Vollmaterials* zu erzielen. Jedoch brachte der Prototyp nicht das gewünschte Ergebnis.

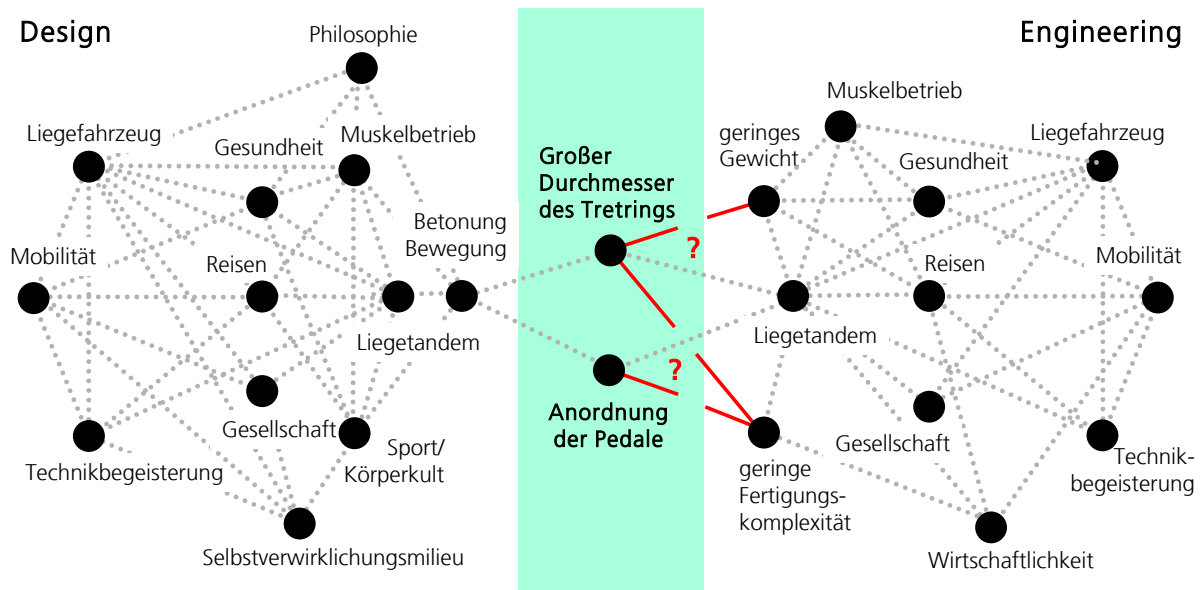
Auf Basis der zu diesem Zeitpunkt relevanten gedanklichen Entwicklung (siehe Bild 4.3.3.4) wird im folgenden Kapitel die Konfliktsituation charakterisiert und die letztendliche Lösung beschrieben.

#### 4.3.3.3 Anwendung des Bewertungsmodells

Wiederum wird zur Charakterisierung und Beschreibung der Konfliktsituationen das Bewertungsmodell, im Speziellen die Vollständigkeitsprüfung, auf ein gedankliches Konstrukt angewendet.

Die erste Konfliktsituation während der Entwicklung des Liegetandems lag in der Tatsache begründet, dass die Studenten der Ingenieurwissenschaften bezweifelten, dass ein neuartiges Antriebskonzept mit den Forderungen nach geringer Fertigungskomplexität in Übereinkunft zu bringen sei. Darüber hinaus sei nicht zu erwarten, dass der angestrebte Tretring mit maximiertem Durchmesser zu einem Gewichtsersparnis führen könne. Eine funktionelle Verbesserung des Gesamtfahrzeugs sei zudem nicht über Maßnahmen des Designkonzepts zu erzielen. Das gedankliche Netzwerk wies folglich vor allem aus Sicht des Engineering erhebliche Mängel auf (siehe Bild 4.3.3.5).

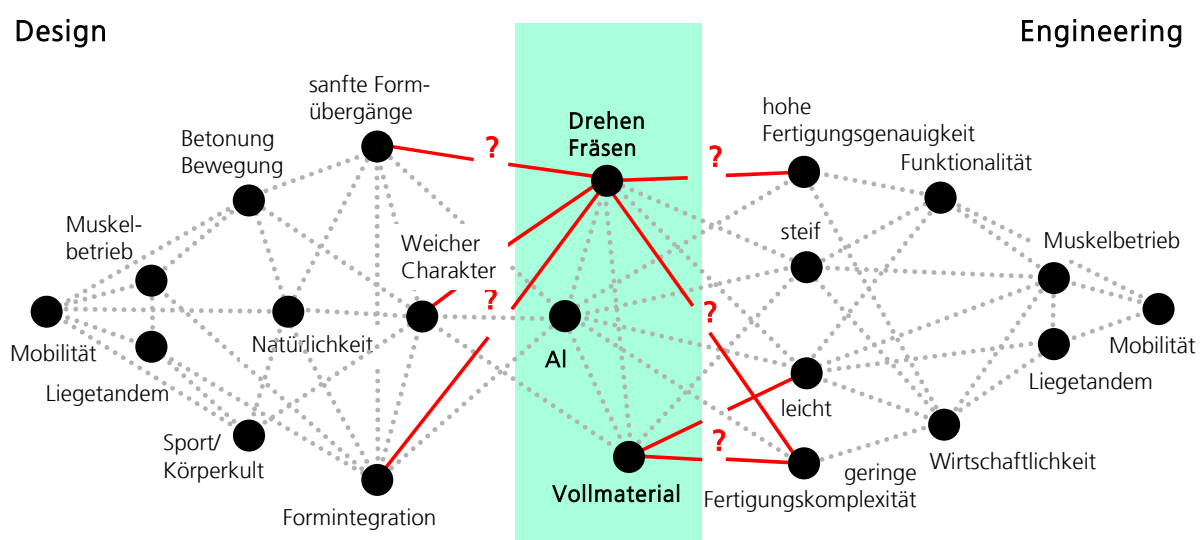
Bild 4.3.3.5: Ergebnis der Vollständigkeitsprüfung »Tretringkonzeption«



Eine für beide Parteien befriedigende Lösung gab es nicht. Die Designer drohten mit Verlassen des Entwicklungsteams, falls das Designkonzept nicht umgesetzt würde. Letztendlich erfuhr ihr Konzept eine Zustimmung, obwohl die gedanklichen Mängel nicht behoben wurden.

Die beschriebene Situation lässt sich hauptsächlich auf Konfliktmuster A (siehe Kap. 4.3.1) zurückführen, da trotz Einwänden der Maschinenbaustudenten die Designer die erhaltenen Informationen nicht nutzten.

Bild 4.3.3.6: Ergebnis der Vollständigkeitsprüfung »Tretringumsetzung«

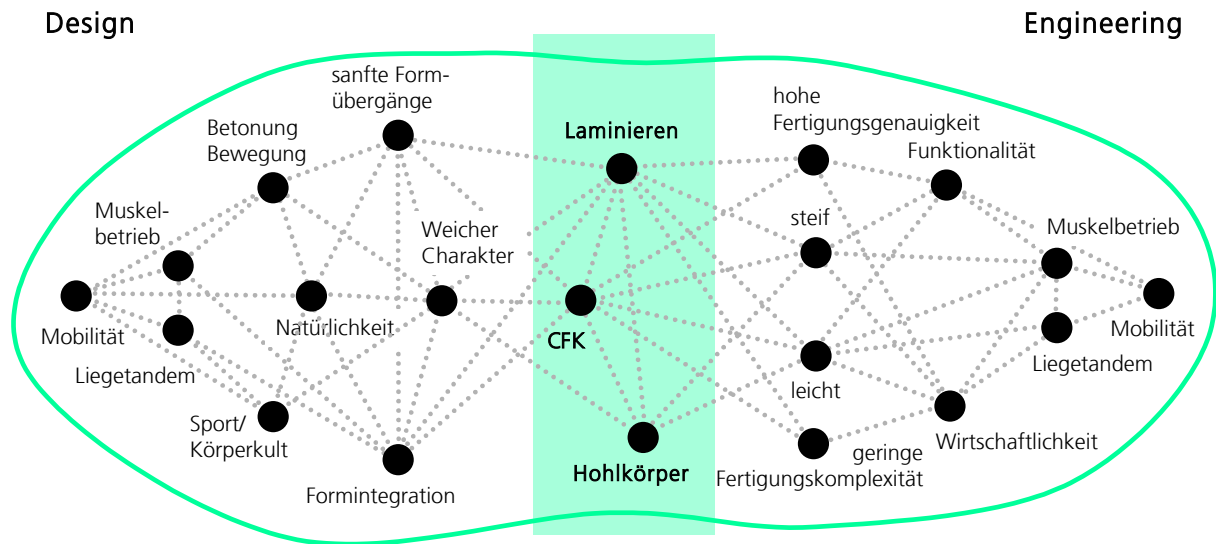


Eine weitere Konfliktsituation war nach dem Bau des ersten Prototypen zu erkennen. Jedoch wurden weder die Anforderungen der Designer noch die der Ingenieure erfüllt, so dass ein kooperatives Überdenken des gesamten Umsetzungskonzeptes erforderlich wurde. Weder ein *weicher Charakter* über *sanfte Übergänge* noch eine *Formintegration* waren mit den Fertigungsverfahren *Drehen* und *Fräsen* zu erzielen. Des Weiteren konnte mit diesen konventionellen Verfahren keine *hohe Genauigkeit* sowie keine *geringe Komplexität* der Fertigungsschritte erreicht



werden. Von den Vertretern beider Disziplinen wurde folglich eine Substitution durch ein Alternativverfahren angestrebt, so dass die idealen Voraussetzungen für ein kooperatives Miteinander im gedanklichen Prozess gegeben waren. Neben einer Modifikation beim Verfahren wurde auch eine andere Ausgangsform des Materials angestrebt, da bei der Nutzung eines *Vollmaterials* neben Gewichtsproblemen vor allem die Voraussetzungen für eine *geringe Komplexität* in der Fertigung fehlen. Die Mängel im gedanklichen Netzwerk sind Bild 4.3.3.6 zu entnehmen.

**Bild 4.3.3.7:** Lösung der Konfliktsituation »Tretringumsetzung«



**Bild 4.3.3.8:** Konfliktsituation »Tretringumsetzung«

**Designanforderungen**

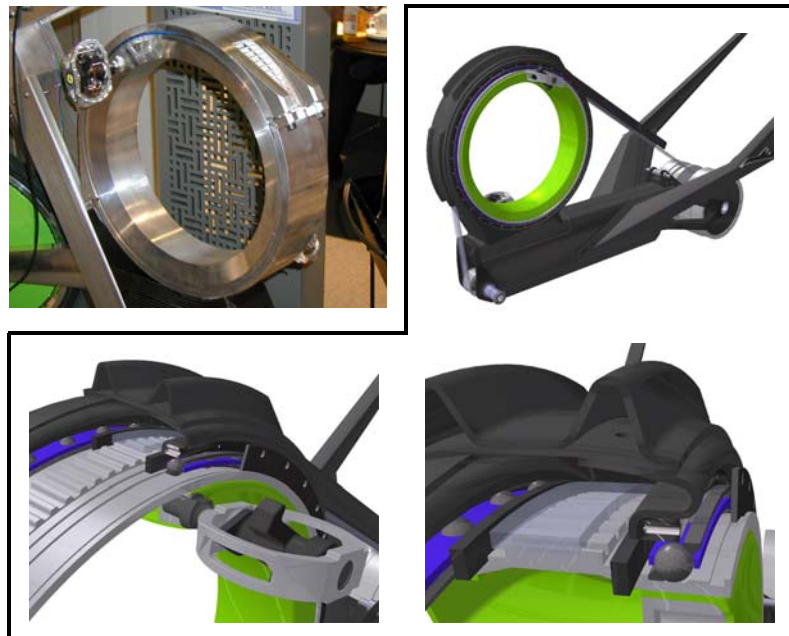
- weichere Formen und Übergänge
- Formintegration

**Engineeringanforderung**

- Gewichtsreduktion
- Verringerung des Fertigungsaufwandes
- Steigerung der Fertigungsgenauigkeit

**Lösung**

- Formintegration des Tretrings
- Erfüllung der technischen Anforderungen über CFK-Laminat



Eine für beide Seiten ausreichende gedankliche Verknüpfung aller für das Gesamtkonzept relevanten Anforderungen wurde über das Laminieren von CFK in Form von Hohlkörpern erzielt (siehe Bild 4.3.3.8). Die finale Konstruktion und Umsetzung des Tretrings ist dabei sowohl gestalterisch als auch technisch über ein komplexes gedankliches Netzwerk integriert (siehe Bild 4.3.3.7). Mit Blick auf eine ausreichende Steifigkeit, aus Gewichtsgründen, aus Gründen einer

optimalen Fertigung mit hohen zu realisierenden Fertigungsgenauigkeiten und bezugnehmend auf die genannten Designanforderungen ist mit CFK als Material eine nahezu optimale Umsetzungsmöglichkeit gefunden worden.

#### 4.3.4 Zwischenfazit: Darstellung von Konfliktsituationen in Produktentwicklungen zwischen Design und Engineering

Neben der theoretischen Evaluierung der Funktionstauglichkeit des Modells in Bezug auf die Möglichkeit zur nachträglichen und prozessparallelen Darstellung und Bewertung kreativer Leistungen im Design aus Sicht des Engineering konnte in Kapitel 4.3 theoretisch begründet werden, dass sich das Modell auch zur Darstellung von Konfliktsituationen im Entwicklungsprozess nutzen lässt. Es wird erwartet, dass die Anwendung in der Praxis den Reflexionsprozess fördert und somit dazu verhilft, die Kooperation zwischen Designern und Ingenieuren zu unterstützen, um bislang ungenutzte Innovationspotenziale für die Zukunft auszuschöpfen.

### 4.4 Fazit: Bewertung der theoretischen Evaluierung

Aus der theoretischen Evaluierung des Nutzenpotenzials der Modellvorstellung zum kreativen Prozess im Design lassen sich folgende Erkenntnisse zusammenfassen:

#### Darstellung und Bewertung einer kreativen Leistung im Design

- Für die Nachvollziehbarkeit kreativer Leistungen im Design für naturwissenschaftlich ausgebildete Personen wurde angenommen, dass die Leistung innerhalb einer Struktur abgebildet und mit qualitativen messbaren Regeln bewertet werden kann.
- Die Option zur Darstellung kreativer Leistungen im Design innerhalb definierter Strukturen konnte belegt werden.
- Darüber hinaus wurden die theoretische Anwendbarkeit der ausgewählten Kriterien und die Aussagerelevanz mit Bezug auf die gestellten Anforderungen an das Modell ermittelt.
- Die Annahme, dass Leistungen als positiv bewertet werden, wenn eine abgeschlossene und der Aufgabenstellung entsprechende komplexe Themenverknüpfung getroffen wurde, konnte an einem Beispiel begründet werden.
- Ein positiver Effekt auf die Möglichkeit zur Reflexion gedanklicher Arbeit im Design wird erwartet.

#### Prozessparallele Darstellung eines kreativen Prozesses im Design

- Zur Nachvollziehbarkeit eines kreativen Prozesses im Design aus Sicht des Engineering ist eine Prozessorientierung bei der Darstellung unabdingbar.
- Mit dem Beispiel konnte die Möglichkeit zur prozesshaften Darstellung einer kreativen Leistung im Design theoretisch erwiesen werden.

- Vor allem besitzt die Anwendung des Modells für eine individuelle Teilbewertung eine hohe Relevanz. Sie verhilft dazu, die Qualität der eigenen Leistung zu verbessern, Lücken zu identifizieren und die Vorstellung einer gedanklichen Leistung innerhalb einer interdisziplinär zusammengestellten Gruppe vorzubereiten.
- Zudem ist zu erwarten, dass der Modelleinsatz positive Effekte auf die Austauschbarkeit gedanklicher Schritte in den frühen Phasen des Produktentwicklungsprozesses haben wird.

### **Darstellung von Konfliktsituationen in Produktentwicklungen zwischen Design und Engineering**

- Das Modell eignet sich zur Darstellung und Analyse von Konfliktsituationen im interdisziplinären Entwicklungsprozess. Nicht vollzogene Kommunikationsprozesse können auf diese Weise identifiziert und nachgeholt werden.
- Vor allem die über die Modellvorstellung erreichbare Schlüssigkeit in der individuellen Gedankenbildung verbessert bezugnehmend auf eine interdisziplinäre Entwicklungsaufgabe die Akzeptanz und die Nachvollziehbarkeit innerhalb einer Gruppe.
- Mögliche störende Faktoren im Kommunikationsprozess können über die Nutzung des Modells als Reflexionsmedium reduziert werden.



## 5. Empirische Evaluierung der Funktionstauglichkeit des Modells zur Förderung des ingenieurtechnischen Verständnisses für den Designprozess

»Ordnung und Sichtung sind der Anfang der Beherrschung, und der eigentlich furchtbare Feind ist der unbekannte.« /MAN02, S.340/

In Kapitel 3 wurde eine Modellvorstellung zur Kreativität im Design entwickelt, die einen Verständniskern zur Semantik des kreativen Prozesses für Ingenieure erbringen soll. Nachdem in Kapitel 4 die Tauglichkeit des entwickelten Modells zur objektiven Darstellung von und zur Reflexion über Designprozess und -leistung theoretisch ermittelt werden konnte, besteht aus wissenschaftstheoretischer Sicht abschließend die Notwendigkeit, die Modellvorstellung im Anwendungszusammenhang zu prüfen /ULR76, S.349/. Dabei kann entsprechend des Verständnisses der Wissenschaftstheorie durch eine empirische Prüfung keine absolute und endgültige Verifikation der Modellvorstellung und des skizzierten Reflexionsprozesses geleistet werden, so dass die nachfolgenden Ausführungen als Nichtfalsifizierung zu verstehen sind /POP94, S.15/. Innerhalb einer Studie wird daher geprüft, inwieweit es Ingenieuren möglich ist, über die Anwendung des Modells die Denkweise von Designern nachzuvollziehen und selber eine kreative Designleistung hervorzubringen. Die Studie wurde im Wintersemester 2002/2003 und im Sommersemester 2003 innerhalb der Veranstaltung »Industriedesign für Maschinenbauer«, einem Hauptfach des Studiengangs »Integrierte Produktentwicklung« an der Fachhochschule Osnabrück, durchgeführt. Während im ersten Teil der Studie (Kapitel 5.2) die grundlegenden Erfahrungen der Studenten mit der Modellvorstellung erfasst werden, erfolgt innerhalb eines zweiten Teils (Kapitel 5.3) ein Nachweis für die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse. Einleitend werden die Studienbedingungen und die Vorgehensweise fixiert und erläutert.

### 5.1 Vorgehensweise und Bedingungen der Studie

Zur Durchführung der Studie wurde ein spezieller Lehrplan für die Veranstaltung »Industriedesign für Maschinenbauer« entwickelt, der auf den Ergebnissen dieser Arbeit basiert. Kern der Lehrveranstaltung war die Vermittlung der Modellvorstellung zum kreativen Prozess im Design mit dem Ziel, einen Verständniskern für die Semantik und das gedankliche Vorgehen von Designern bei den Maschinenbaustudenten zu erhalten. Insgesamt 41 Maschinenbaustudenten nahmen an der Studie teil (26 im WS 2002/03, 15 im SS 2003), wobei sich die Studenten gegen Ende ihres Studiums (6.-8. Semester bei einer Regelstudiendauer von 8 Semestern) befanden und zu einem großen Anteil eine technische Ausbildung vor ihrem Studium absolviert hatten oder eine Berufsakademie besuchten. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass sich ihre grundlegenden Vorstellungen und Denkprozesse schon an die Semantik von Ingenieuren angelehnt hatten. Die Dauer der gesamten Lehrveranstaltung betrug im WS 2002/03 insgesamt 3,5

Monate; im SS 2003 reduzierte sie sich aus terminlichen Gründen auf die Gesamtdauer von 3 Monaten.

Die Struktur der Lehrveranstaltung sah eine Aufgliederung in sieben Tagesveranstaltungen vor, wobei am Vormittag Inhalte theoretisch vermittelt wurden, um diese am Nachmittag durch Praxisübungen zu vertiefen. Das praktische Umsetzen wurde durch Hausarbeiten unterstützt, deren Ergebnisse zu Beginn der jeweils nächsten Veranstaltung in der Gruppe vorgestellt wurden. Die Inhalte und Übungen wurden dabei in einer Art ausgewählt und angeordnet, die eine strukturelle Dreiteilung erkennen lassen (siehe Bild 5.1.1).

Während der ersten beiden Veranstaltungen wurde den Studenten auf theoretischer Ebene ein Einblick in die Arbeits- und Denkweise von Designern gegeben sowie die historische Entwicklung des Designbegriffes vorgestellt. Ergänzend wurden Theorien der Form- und Farblehre vermittelt. Parallel dazu wurden Übungen zu den vermittelten Inhalten durchgeführt, die diese vertiefen sowie die Maschinenbaustudenten kreativitätsförderlich unterstützen sollten. Dabei wurden Form-, Farb- und Materialeexperimente sowie Skizzierübungen zu den Aufgabenstellungen:

- »Experimentieren Sie mit Formen zum Begriffspaar *Leichtigkeit-Schwermet.*«,
- »Erstellen Sie Skizzen zu den Themen *heiß* und *kalt.*« und
- »Erstellen Sie 50 Materialeexperimente zum Begriffspaar *mutig-feige.*«

vollzogen, welche das Bewusstsein für die Funktion des Designs als Mittler zwischen technischer Funktion und soziokulturellem Effekt veranschaulichen sollten. Zudem wurde bei der Auswahl der Aufgaben darauf Wert gelegt, dass sich keine rational begründbare Lösung finden ließe.

**Bild 5.1.1:** Lehrplan für das Fach »Industriedesign im Maschinenbau«

	Lehrinhalte (Theorie)	Übungen	Hausarbeiten	
1	Designgeschichte und -ansätze	Formexperiment	Formexperiment Skizzierübung	Befreiung von Restriktionen
2	Form- und Farblehre	Farb- und Formwahrnehmung	Farbexperiment Materialeexperimente	
3	Kooperationsproblematik Modell zur Kreativität im Design	Kreativitätstechniken und neuronale Netze	Übung »neuronale Netze« Projektaufgabe	gedankliche Strukturierung
4	Denkweise von Designern Praxisbeispiel: Modellanwendung	Diskussion der Projektideen	Ideenfindung zur Projektaufgabe	
5	Technologien zum Modellbau	Diskussion der Projektideen	Ideenfindung und Konzeption zur Projektaufgabe	praktische Erfahrung
6		Diskussion der Projektkonzepte	Konzeption und Umsetzung zur Projektaufgabe	
7		Präsentation der Projekte		

Nach Vermittlung des aktuellen Verständnisses zur Designfunktion erfolgte in den darauf folgenden beiden Veranstaltungen die Präsentation des in dieser Arbeit entwickelten Modells. Da-

bei wurde der kreative Prozess im Design anhand einiger Beispiele erläutert und auf Basis der Modellvorstellung objektiviert. Die Studenten der Ingenieurwissenschaften erhielten mit dem Modell eine Möglichkeit zur Strukturierung gedanklichen Vorgehens, wobei davon ausgegangen wurde, dass sie auf Grund ihrer bisherigen Prägung durch ihre Ausbildung eine solche Strukturierung zum Vollziehen eines eigenen Designprozesses innerhalb einer Projektarbeit benötigen. Über die erste Erstellung eines neuronalen Netzwerkes sollte den Studenten der Einstieg in die spätere Modellanwendung innerhalb einer Übung erleichtert werden.

Mit der abschließenden Projektarbeit sollte das Verständnis für den kreativen Prozess im Design in der Praxis vertieft werden. Um ein freies und auf Innovationen bedachtes Denken zu ermöglichen, wurde die Aufgabenstellung des Projektes sehr offen gehalten. Die erste Gruppe von Studenten sollte ein neues Produktkonzept ausgehend von den Begriffen *Flüssigkeit* und *Gewicht* entwickeln und in eine entsprechende Gestaltung überführen. Die zweite Gruppe erhielt die Begriffe *Mobilität* und *Körper* als Ausgangspunkt zur Innovationstätigkeit. Die Projektaufgabe wurde nach der dritten der sieben ganztägigen Lehrveranstaltungen gestellt. Die Bearbeitung sollte in Zweiergruppen erfolgen, um Konfliktsituationen und die Notwendigkeit zur Kooperation zu provozieren.

Die Teilergebnisse der einzelnen Projekte wurden jeweils am Vormittag des darauffolgenden Termins der gesamten Gruppe präsentiert, während am Nachmittag eine intensive Betreuung in einem Einzelgespräch erfolgte. Mit einer Präsentation der jeweiligen Produktkonzepte wurde die Veranstaltung abgeschlossen.

## 5.2 Ergebnisse der empirischen Evaluierung

Der erste Teil der Studie (WS2002/03) wurde mit 26 Studenten durchgeführt, die sich in elf Projektgruppen aufteilten. Die Modellvorstellung zum kreativen Prozess im Design lag den Studenten bei der Bearbeitung der Projektaufgabe vor. Ihnen wurde allerdings freigestellt, sie zu Reflektionszwecken über die ermittelten Ergebnisse zu nutzen.

Am zweiten Teil der Studie nahmen 15 Studenten teil, die sich auf sieben Projektgruppen verteilten. Auf Grund der positiven Ergebnisse des ersten Teils der Studie war die Anwendung des Modells innerhalb des zweiten Praxistests für die Studenten als obligatorisch anzusehen. Zudem wurde ihnen nahegelegt, verschiedene Projektideen innerhalb der modellhaften Darstellung abzubilden und deren kreative Qualität mittels der Modellanwendung zu bewerten. Vor allem die Kooperation im Projektteam sollte über die Verbalisierung der einzelnen Ideen verbessert werden (vgl. /BON96, S.183/).

### 5.2.1 Ergebnisse des ersten Teils der Studie

Die Ergebnisse des ersten Teils der Studie zeigen, dass es den Studenten mit der entwickelten Modellvorstellung möglich war, den kreativen Prozess nachzuvollziehen und eigenständig ein

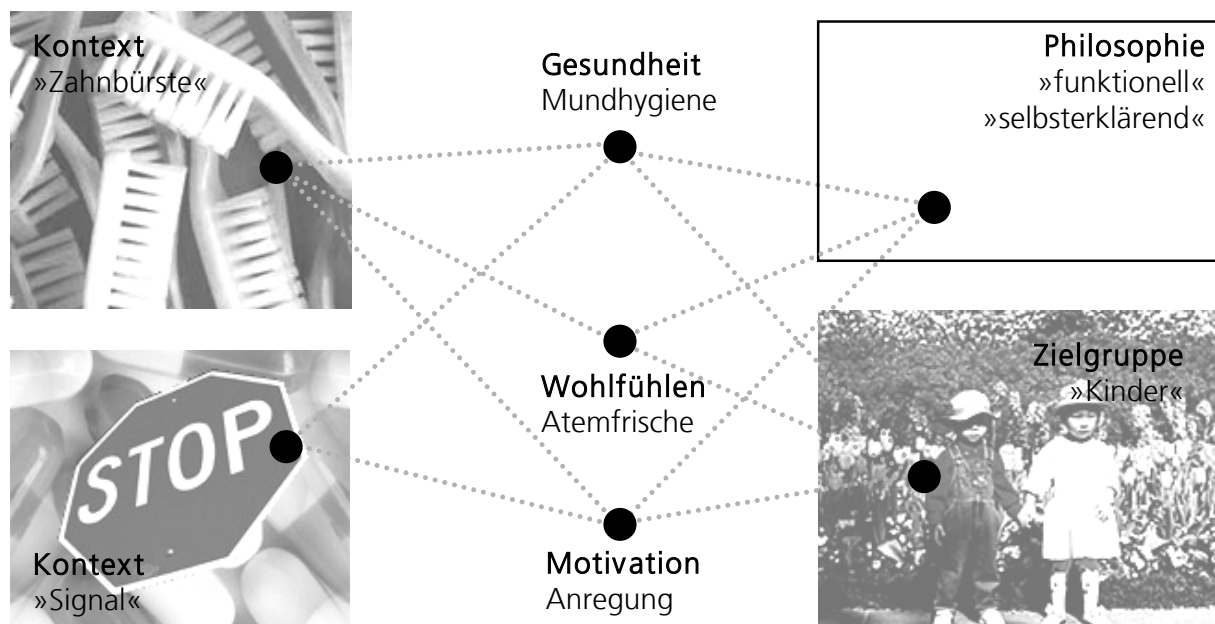
Designkonzept zu erstellen und dieses in einen Entwurf zu überführen. Da die Nutzung der Modellanwendung freigestellt war, nutzten lediglich vier Projektteams den skizzierten Reflexionsprozess, wobei in der Hauptsache das Identifikations- und Ursprungsmodell zur Strukturierung gedanklichen Vorgehens Verwendung fand. Bewertungen des kreativen Vorgehens wurden nur bedingt vorgenommen. Blieb die Nutzung der Modellanwendung bei einem Großteil der Studenten aus, so argumentierten grundsätzlich alle Projektteams über die entwickelte Struktur zum kreativen Prozess im Design. Es konnte jedoch festgestellt werden, dass die Qualität der Ergebnisse bei der Nutzung des Reflexionsprozesses höher ausfiel als ohne selbige.

Zur Veranschaulichung der Art und Weise, wie die Studenten im ersten Teil des Praxistests den Reflexionsprozess verwendeten wird im Folgenden das Projekt »Dentaltimer« der Studenten Ulrich Eßing und Sven Klostermann vorgestellt.

### 5.2.1.1 Anwendung des Identifikationsmodells

Die Anregung des kreativen Prozesses der beiden Herren erfolgte über die Begriffe *Flüssigkeit* und *Gewicht*, wobei sie vor allem den ersten dieser Begriffe mit dem Kontext der *Mundhygiene* in Verbindung brachten. Dazu identifizierten sie die Themen *Gesundheit*, *Wohlfühlen*, *Atemfrische*, *Motivation* und *Anregung* als relevante Elemente, die sie zunächst über den Kontext der *Zahnbürste* in Relation zueinander setzten. Daraus entstand die Idee, ein Objekt zu entwickeln, das vor allem *Kindern* die *ideale Zahnputzdauer* anzeigen und *signalisieren* sollte. Aus Sicht der Zielgruppe sollten Gestaltung und Ergonomie *funktionell* und *selbsterklärend* sein. Die zwischen den genannten relevanten Elementen erkenntlichen, offensichtlichen Verknüpfungen kennzeichneten die Herren Eßing und Klostermann innerhalb des Bildes 5.2.1.1.

**Bild 5.2.1.1:** Identifikation relevanter Elemente und Verknüpfungen

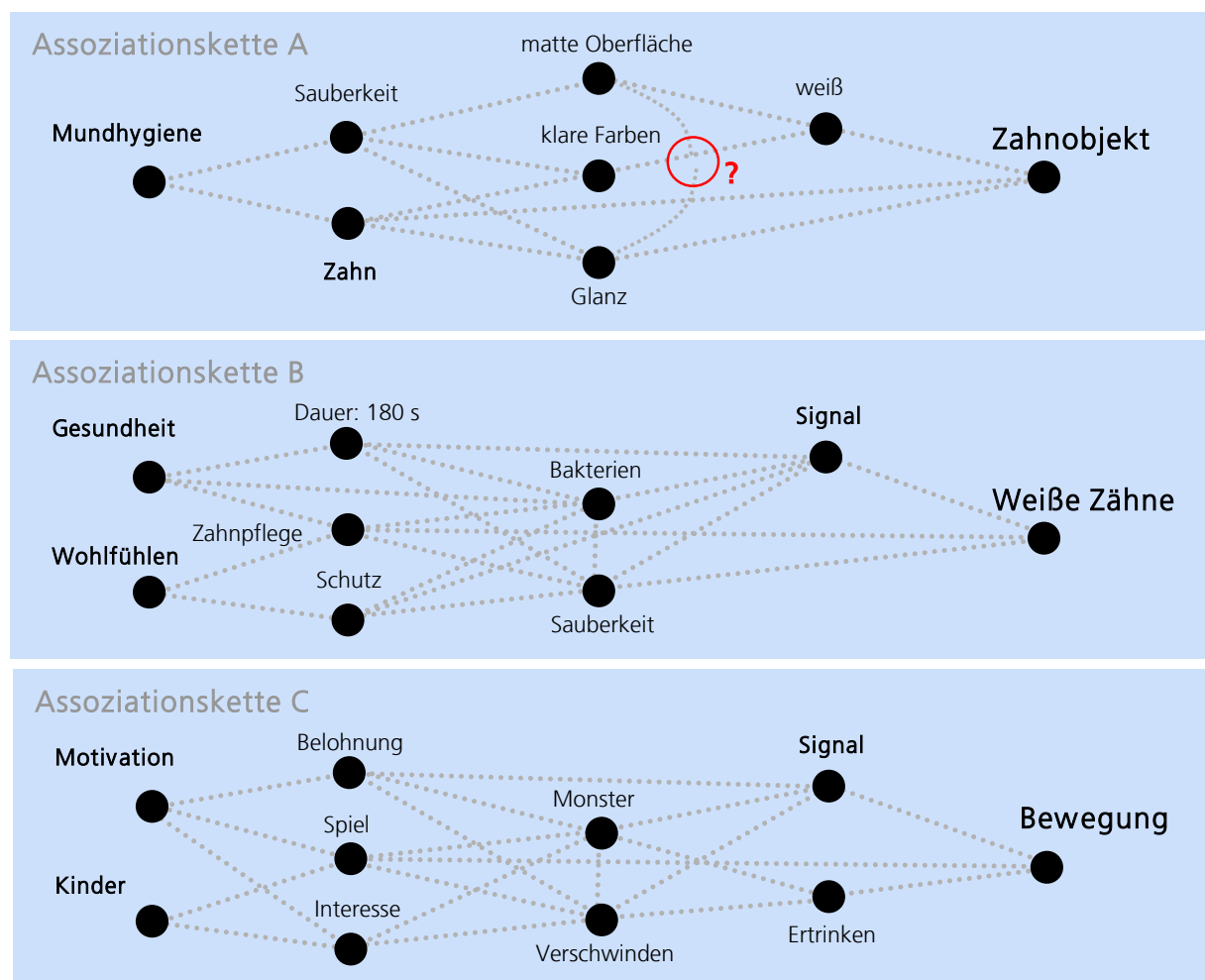


### 5.2.1.2 Anwendung des Ursprungs- und Bewertungsmodells

Ausgehend von der beschriebenen Prozessanregung und unter Berücksichtigung der identifizierten Elemente und Verknüpfungen beschrieben die beiden Maschinenbaustudenten gedankliche Assoziationsketten, die für den kreativen Prozess besondere Relevanz hatten und dokumentierten diese mit Hilfe des Modells (siehe Bild 5.2.1.2).

Innerhalb der Assoziationskette A brachte das Team den Begriff der *Mundhygiene* mit dem Mittel zur Erzielung der *Sauberkeit* von *Zähnen* in Verbindung. Auf *Sauberkeit* kann man nach Ansicht der Studenten schließen, wenn eine reine und *matte Oberfläche* vorherrscht, wenn *klare Farben* vorliegen oder eine gewisser *Glanz* zu erkennen ist. Gleichzeitig brachten sie einen *Zahn* sowohl mit *Glanz* als auch mit der *klaren Farbe* »weiß« in Verbindung und schlossen auf ein *Zahnobjekt* als Ziel zur Erfüllung der Aufgabenstellung. Eine Sinnprüfung (Lücke im Netzwerk) ergab, dass natürlich nicht gleichzeitig ein *matter* und *glänzender* Farbeindruck zu realisieren sei, wodurch einer *glänzenden* Ausstrahlung keine weitere Bedeutung beigemessen wurde.

Bild 5.2.1.2: Beispiele vollzogener Assoziationsketten und Sinnprüfung



Die Ausgangsbegrifflichkeiten für die Assoziationskette B bildeten die Themen *Gesundheit* und *Wohlfühlen*, wobei sich ein positives Ergebnis durch die *Zahnpflege* erst nach einer durchschnittlichen Putzdauer von *180 Sekunden* einstellt. Der *Schutz* der Zähne wird gewährleistet, wenn

nach der Mundhygiene die *Bakterien* von der Zahnoberfläche verschwunden sind und diese dann als *sauber* gilt. Es ist daher sinnvoll zu *signalisieren*, wann die notwendige Putzdauer von *180 Sekunden* erreicht wurde und die *Zähne* wieder *weiß* sind. Das Entwicklungsteam wollte daher final ein Objekt in der Form eines *weißen Zahnes* realisieren.

Assoziationskette C basierte auf dem Wunsch der beiden Studenten, *Kinder* zum Zähneputzen zu *motivieren*. Dies sei zum einen über eine *Belohnung* zu erzielen, zum anderen solle das *Interesse* an der Mundhygiene *spielerisch* geweckt werden. Die *Belohnung* und das *Interesse* am *Spiel* sollte mit *Monstren* realisiert werden, die am Ende des Putzvorgangs beispielsweise *ertrinken*. Das *Verschwinden* der *Monstren* soll als *Signal* gedeutet werden und ein Gefühl der *Belohnung* beim *Kind* hervorrufen. *Bewegung* als Form des *Spielens* sollte in das Zahnobjekt integriert werden.

Bild 5.2.1.3: Netzwerkbildung »Dentaltimer«

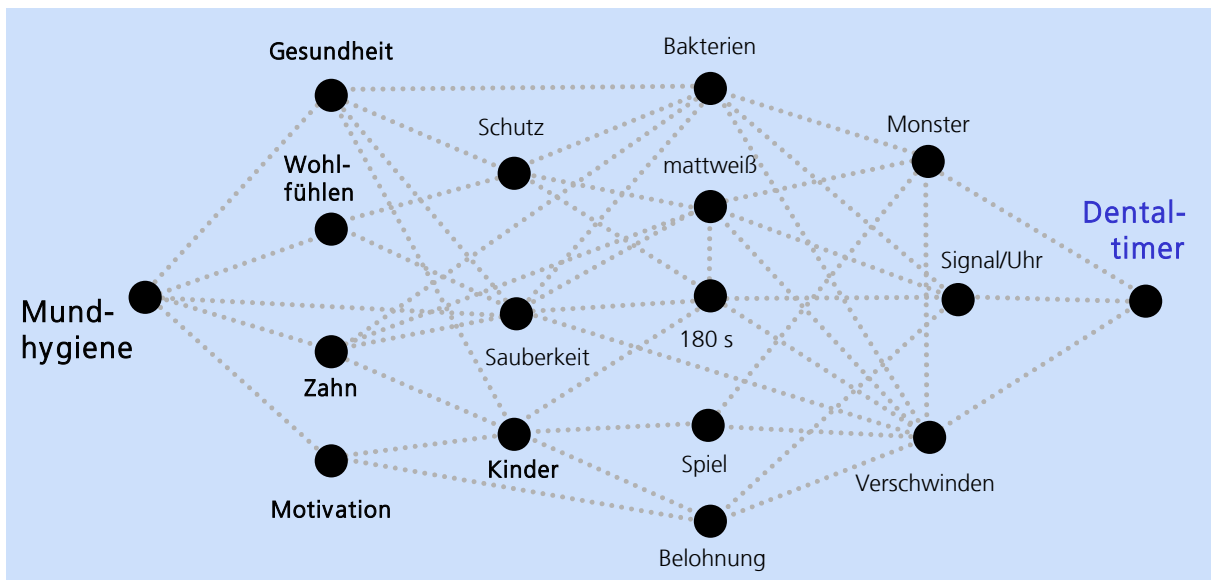


Bild 5.2.1.4: Designentwurf »Dentaltimer«

#### Produktkonzept des Dentaltimers

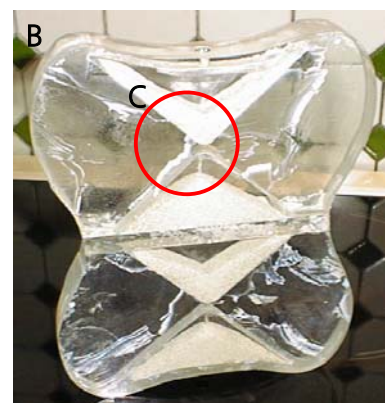
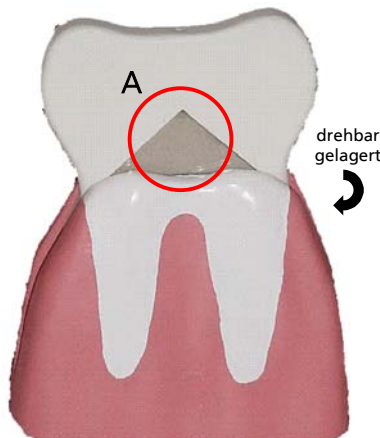
Zielgruppe: Kinder

Ziel: Anregung zur Mundhygiene

- Spielhafter Signalgeber für die notwendige Dauer der Mundpflege
- Grafiken von Monstren auf der Rückseite eines Sichtfensters verschwinden nach Volllaufen durch ein Granulat oder eine Flüssigkeit
- »Der Zahn erhält seine ursprüngliche Weiße zurück!«

#### Formelemente

- Form ist angelehnt an einen Zahn
- Form ist drehbar gelagert, so dass bei jeder Drehung erneut Monster erscheinen.
- Sowohl Zahn, Granulat oder Flüssigkeit sowie die Zahnwurzel sind in »gesundem« Weiß gehalten.



- A Grafiken auf Rückwand des Fensters
- B Doppelform eines Zahnkopfes
- C Kammer in Form einer Sanduhr, die ein Verschwinden der Grafiken bei Volllaufen nach 180 s bewirkt.

Über Vereinfachungen und Zusammenfassungen der Begriffe kamen die beiden Ingenieure auf das in Bild 5.2.1.3 dargestellte Netzwerk, wobei sie das zu realisierende Objekt »Dentaltimer« nannten. Dieses solle auf spielerische Art und Weise Kinder dazu anregen, ihre Zähne gründlich zu putzen. Innerhalb einer Sanduhr sollen nach Beendigung der notwendigen Putzdauer grafisch abgebildete Monster komplett verschwunden sein, was für Kinder eine Belohnung und somit eine Motivation darstellen solle. Der Designentwurf sowie dessen Umsetzung sind in Bild 5.2.1.4 dargestellt.

## 5.2.2 Ergebnisse des zweiten Teils der Praxisstudie

Auch die Ergebnisse des zweiten Teils der Studie zeigen, dass die Anwendung der entwickelten Modellvorstellung zum kreativen Prozess es den Maschinenbaustudenten ermöglichte, das Vorgehen im Design nachzuvollziehen und eigenständig ein Designkonzept zu erstellen und dieses in einen Entwurf zu überführen. Alle Projektteams nutzten den skizzierten Reflexionsprozess, wobei neben der Anwendung des Identifikations- und Ursprungsmodells zur Strukturierung gedanklichen Vorgehens vor allem auch Komponenten des Bewertungsmodells zur Entscheidungsfindung Verwendung fanden. Grundsätzlich konnte festgestellt werden, dass die Qualität der entwickelten Produktideen und Designkonzepte im zweiten Teil der Studie (siehe Anhang A3) höher lag als im ersten. Wiesen im ersten Abschnitt der Studie fünf von elf Projekten eine hohe Qualität auf, konnte diese im zweiten bei sechs von sieben Projekten festgestellt werden. Die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse konnte damit wissenschaftlich begründet werden.

Im Folgenden wird die Modellanwendung innerhalb von zwei Projekten näher dargestellt, um zu erläutern, wie die Nutzung des Bewertungsmodells das Verständnis für den Designprozess bei den Studenten förderte, ihnen dazu verhalf Entscheidungen zu fällen sowie die Qualität des Projektergebnisses verbesserte. Das Projektteam »Isskulpt« nutzte die Sinnprüfung zur Entscheidungsfindung; während innerhalb des Projekts »CashSnooze« eine Komplexitätsprüfung den Studenten bei der Bearbeitung entscheidend weiterhalf.

### 5.2.2.1 Anwendung des Bewertungsmodells zur Durchführung einer Sinnprüfung

Die beiden Studenten Rainer Poerschke und Christian Stölting hatten aufbauend auf den Begriffen »Mobilität« und »Körper« zunächst die Idee einen *Stuhl* zu konzipieren und zu entwerfen, der eine maximale *Entspannung* über eine maximale *Flexibilität* ermöglichen sollte. Mit einer entsprechenden *Gestaltung* sollte der Stuhl zudem nicht nur als Sitzmöbel genutzt werden können sondern zudem durch Drehen und Kippen vollkommen neuartige Gebrauchsfunktionen offenbaren. Welches diese sein könnten und welche Form der Stuhl aufweisen müsse, war den Studenten jedoch lange unklar. Durch die zunehmende Ungewissheit über die Umsetzbarkeit der gedanklichen Arbeit verwendeten die Studenten die Reflexionsmöglichkeiten der entwickelten Modellanwendung in der Art einer Sinnprüfung. Sie fixierten und verbalisierten die bisherigen Assoziationen innerhalb eines Netzwerkes und stellten eine grobe Unstimmigkeit zwischen den Themen *Stuhl* und *Mobilität* fest. Innerhalb ihres Konzepts sollte der multiflexible Stuhl an einen Ort oder einen Raum gebunden sein, was jedoch nicht mit Assoziationen von *Reise* und

Urlaub übereinstimmte (siehe Bild 5.2.2.1). Das Konzept wurde daraufhin verworfen und neu überdacht.

Innerhalb des sich anschließenden Lösungsfindungsprozesses assoziierten die Studenten die Aufgabenstellung mit dem Eishotel in Jukkasjärvi (Nordlappland). Dieses wird jedes Jahr im Herbst aus Eisblöcken aufgebaut und verschwindet mit der Schneeschmelze im Frühjahr. Nach Ansicht des Teams symbolisiert das Hotel auf ideale Weise den Erneuerungsprozess, den ein Mensch im Urlaub erfährt, um seine geistige Frische und Ausgeglichenheit zurückzuerhalten. Als Souvenir für das Hotel entwickelten sie Isskulpt (Eisskulptur) ein Behältnis für Eiswürfel, das sich an die Formensprache des Hotels anlehnt. Der Eiswürfel soll in der Heimat beim Genuss eines kühlen Getränks die Erinnerung an die Erneuerung während des Urlaubs hervorrufen.

Bild 5.2.2.1: Projekt »Isskulpt« – Sinnprüfung

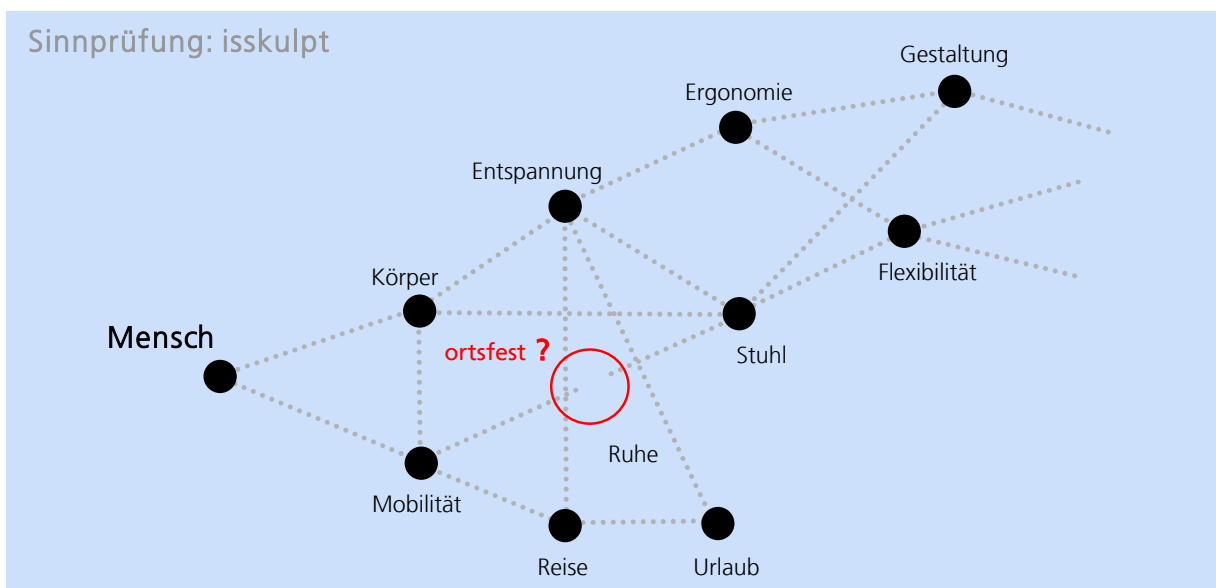
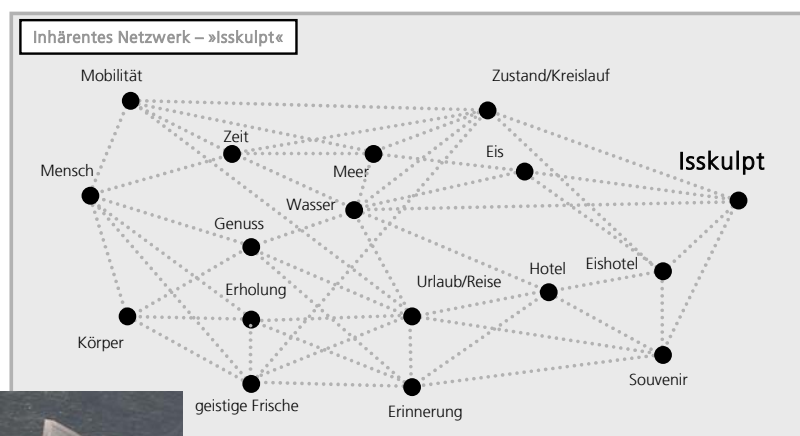


Bild 5.2.2.2: Projekt »Isskulpt« – Netzwerk und Designkonzept

**Gestaltungskonzept**  
**»Isskulpt«**

Zielgruppe: Urlauber des Eishotels  
Ziel: Souvenir für das Eishotel

- Wahl für Eiswürfelbehälter als Souvenir, da dieser den Kreislauf des stetigen Verlustes und der Erneuerung symbolisiert.
- Gestaltung in Anlehnung an Formensprache des Hotels

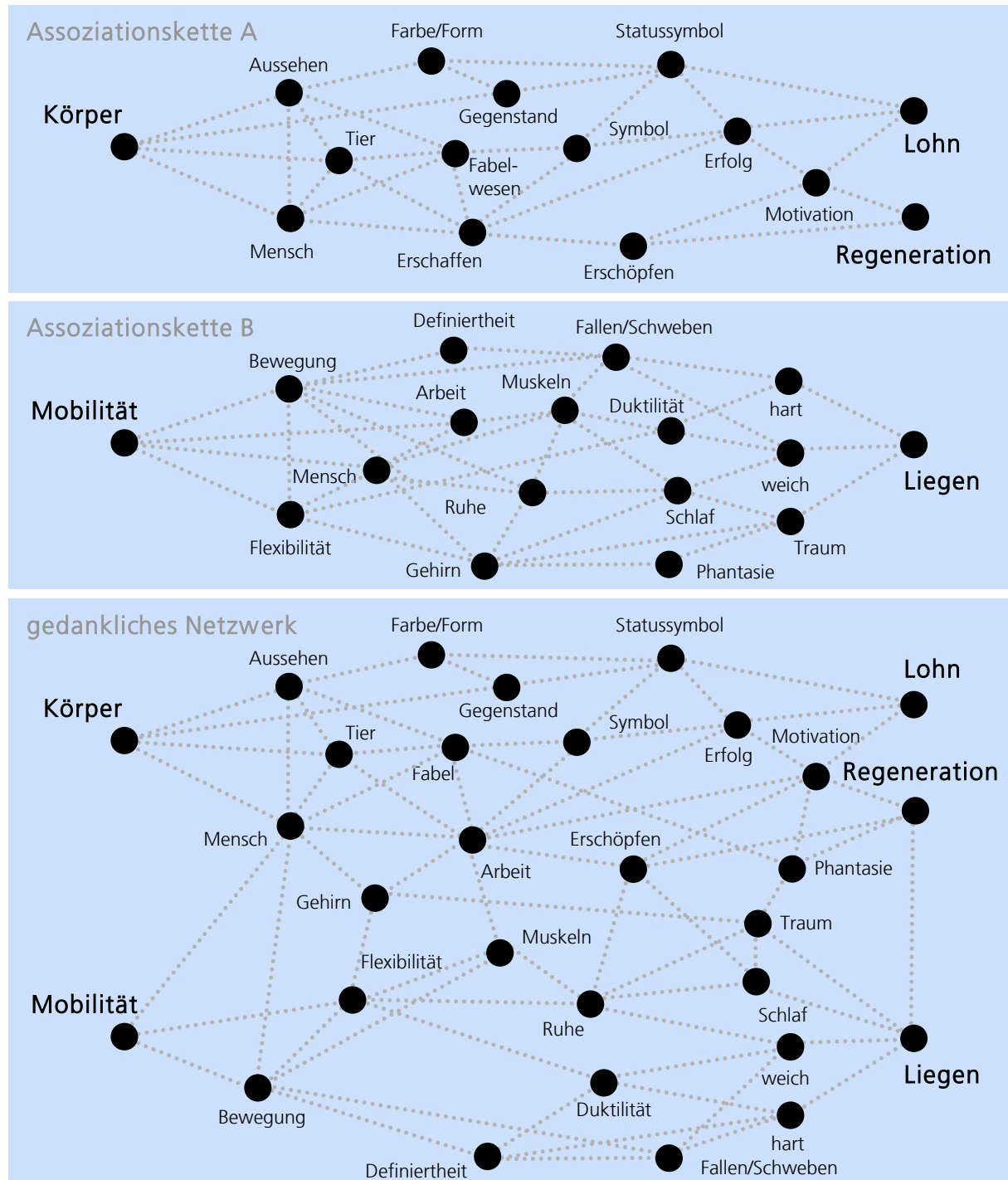




### 5.2.2.2 Anwendung des Bewertungsmodells zur Durchführung einer Komplexitätsprüfung

Jürgen Hesselbrock und Bastian Hotze nutzten die entwickelte Modellvorstellung neben der Darstellung ihres gedanklichen Vorgehens (siehe Bild 5.2.2.3) vor allem zur Entscheidungsfindung.

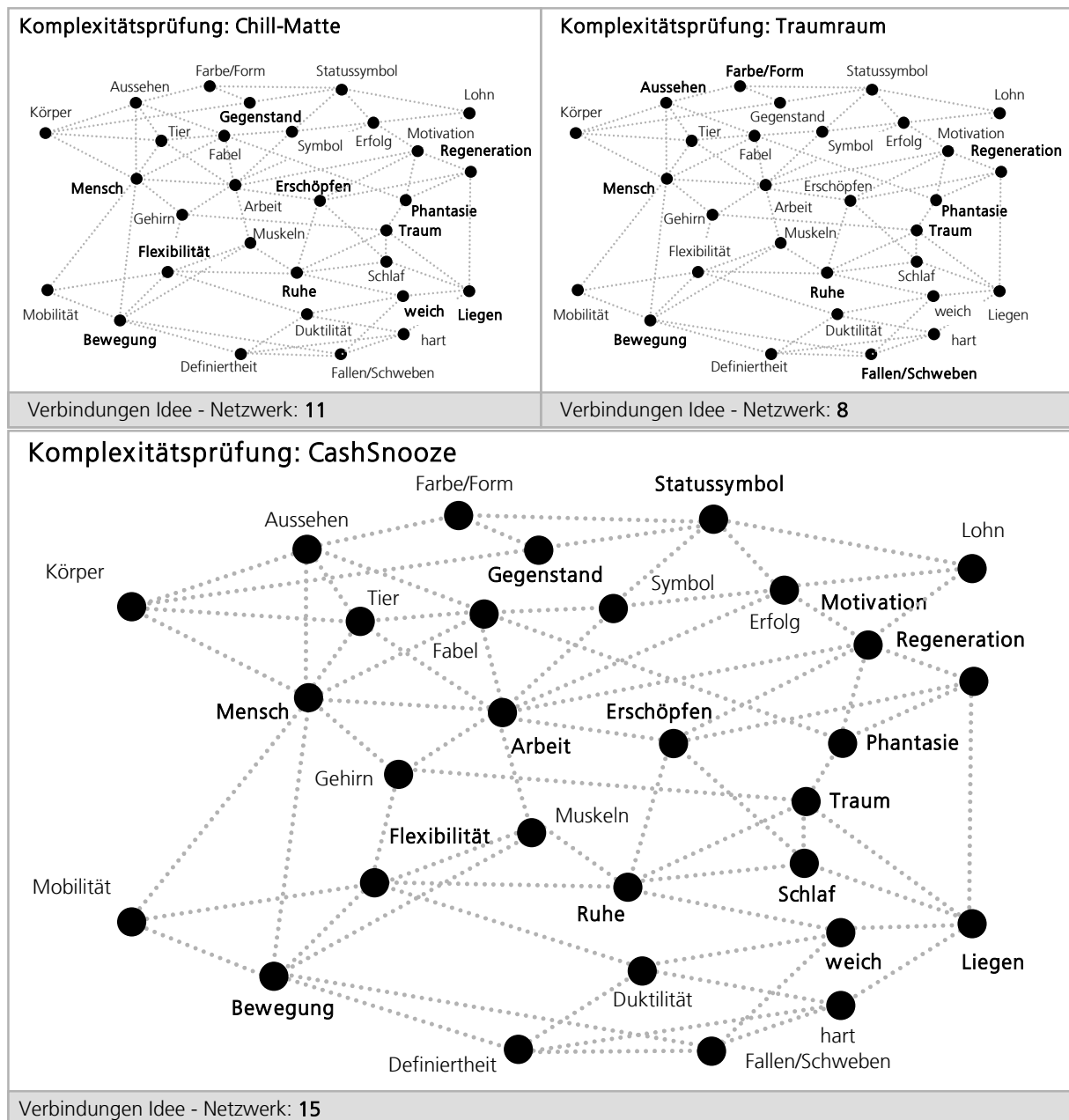
**Bild 5.2.2.3:** Projekt »CashSnooze«– Assoziationsketten und Netzwerkbildung



Basierend auf dem entwickelten gedanklichen Netzwerk (siehe Bild 5.2.2.3) identifizierten die beiden Studenten drei Produktideen. Eine flexible Chill-Matte sollte bei Erschöpfung eine schnelle Regeneration ermöglichen und die Phantasie fördern. In einer zweiten Idee beschrieben sie einen Traumraum, in dem über visuelle Erfahrungen und grafische Darstellungen eine Regenera-

tion und ein Ruhezustand hervorgerufen werden sollte. Bei der dritten Produktidee war es Ansatz der beiden Studenten, ein Entspannungskissen für Manager zu gestalten, auf dem diese ihre geistige Frische und Flexibilität nach stressigen Besprechungen innerhalb der Mittagspause zurückerhalten.

**Bild 5.2.2.4:** Projekt »CashSnooze« – Komplexitätsprüfung



Eine Komplexitätsprüfung innerhalb des Bewertungsmodells unterstützte bei der Entscheidungsfindung, welche Produktidee weiterverfolgt werden sollte. Dabei wurde geprüft, wie viele Themen des entwickelten Netzwerkes durch die Produktidee direkt angesprochen wurden. Das Ergebnis zeigte (Bild 5.2.2.4), dass die Idee »Cashsnooze« die höchste gedankliche Komplexität aufweist, wodurch die Entscheidung zur Umsetzung auf dieses Konzept entfiel.

Innerhalb der Umsetzung assoziierten die beiden Studenten einen Manager mit der Comic-Figur Dagobert Duck, der gerne in seinem Geldspeicher schwimmt. Aus dieser Assoziation schlossen sie, dass sich ein Manager besonders wohlfühle, wenn er in einer Ruhepause auf seinem Geld oder seinem Tresor nächtigt. Die Gestaltung des Kissens weist daher Verknüpfungen zu symbolischen Merkmalen dieser Themen auf (siehe Bild 5.2.2.5).

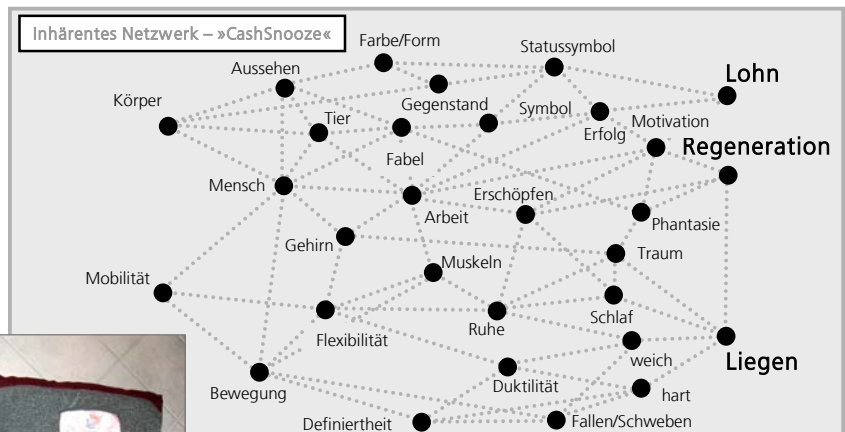
**Bild 5.2.2.5:** Projekt »CashSnooze« – Netzwerk und Designkonzept

**Gestaltungskonzept »CashSnooze«**

Zielgruppe: Management

Ziel: Kissen oder Liege für die Entspannung in der Mittagspause

- Gesamtform in Anlehnung an einen mit Geldscheinen gefüllten Tresor
- Der Manager wähnt sich in Ruhe, wenn er auf seinem Geld ruht (Assoziation zu Dagobert Duck).



### 5.3 Erfahrungen der Probanden mit der Modellanwendung

Innerhalb der Projekte äußerten die Studenten Erfahrungen, aus denen wichtige Erkenntnisse über die Verwendbarkeit der in dieser Arbeit ermittelten Ergebnisse abgeleitet werden können. Diese werden in Kapitel 6 zur Reflexion der Arbeit näher diskutiert.

#### 1. Teil der empirischen Evaluierung

- Ein Großteil der Studenten gab zu verstehen, dass ihnen beim Vollziehen eines eigenen kreativen Designprozesses auf Basis der Modellvorstellung erst bewusst geworden ist, dass eine gänzlich von der logischen Denkweise abweichende Form gedanklicher Arbeit existiere und welche Potenziale sich hinter dieser Art des Denkens verbergen.
- Im ersten Teil der Studie konnte eine geringe Anwendungshäufigkeit des Modells als Reflexionsinstrument festgestellt werden.
- Innerhalb der Teams, die das Modell zu Reflexionszwecken über Zwischenergebnisse nutzten, wurde die Kooperationsfähigkeit verstärkt und somit die Projektbearbeitung beschleunigt.
- Nach Aussagen der Studenten ist die Identifikation der für die letztendliche kreative Leistung relevanten Assoziationsketten nur zeitversetzt und lediglich bedingt prozessparallel möglich.

- Eine direkte Auseinandersetzung mit dem kreativen Prozess und eine visuelle Darstellung gedanklichen Vorgehens unterstützt jedoch enorm die Auswahl und Bildung relevanter gedanklicher Vernetzungen und Assoziationen.
- Unsicherheiten bei der Anwendung der Bewertungskriterien konnten festgestellt werden, wodurch sich die Nutzung des Modells meist nur auf die Teilmodelle Identifikations- und Ursprungsmodell beschränkte.

## **2. Teil der empirischen Evaluierung**

- Innerhalb der Teams regte laut Ausführung der Teilnehmer die Modellanwendung über die gedankliche Reflexion ermittelter Ergebnisse den kreativen Austausch an und förderte die Kooperation.
- Vollständigkeitsprüfungen und Prüfungen zur Abgeschlossenheit wurden nur im Ansatz durchgeführt.
- Darüber hinaus konnte eine Zurückhaltung in der Präsentation der Ergebnisse des Reflektionsprozesses festgestellt werden.
- Fehler oder Mängel im gedanklichen Vorgehen wurden nur selten dargestellt.

Man kann an den kreativen Prozessen in den Projektgruppen in beiden Teilen der Studie deutlich erkennen, wie sich die Studenten im Laufe der Projektarbeit von den restriktiven Vorgehensweisen im Engineering trennten und sich an ein immer freieres gedankliches Arbeiten, mit einem für sie meist überraschenden Erfolg, gewöhnten.

## 6. Diskussion der ermittelten Ergebnisse und Ausblick

»Eine Theorie [...] wird wohl mit dem Rekurs auf das Einfache und Exoterische beginnen, jedoch nicht dabei stehen bleiben können [...]« /RÖT99, S.735/

Nachdem das Nutzenpotenzial der entwickelten Modellvorstellung zum kreativen Prozess im Design in Kapitel 5 praktisch evaluiert wurde, sollen im folgenden Abschnitt auf Basis der Erfahrungen der Probanden die ermittelten Ergebnisse dieser Arbeit diskutiert und kritisch reflektiert werden. Darüber hinaus wird ein Ausblick skizziert.

### 6.1 Kritische Reflexion der ermittelten Ergebnisse

Basierend auf den ermittelten Erkenntnissen zu den Differenzen in den verwendeten Semantiken zwischen Engineering und Design und zum aktuellen Erkenntnisstand bezüglich der Kreativitäts- und Bewusstseinsforschung wurde in Kapitel 3 ein Modell entwickelt, mit dem die kreativen Prozesse im Design über die Präzisierung des Kreativitätsbegriffes verständlich und nachvollziehbar für Vertreter technischer Disziplinen abgebildet werden können. Eine theoretische Evaluierung des Nutzenpotenzials der Modellvorstellung erfolgte in Kapitel 4, wobei eine nachträgliche sowie prozessparallele Darstellung und Bewertung eines kreativen Prozesses vollzogen wurde. Darüber hinaus wurde an zwei Beispielen erläutert, wie sich Konfliktsituationen über die Anwendung des Modells analysieren lassen. Die für einen wissenschaftlichen Nachweis des Nutzenpotenzials des entwickelten Modells notwendige empirische Studie wurde an der FH Osnabrück mit 41 Maschinenbaustudenten durchgeführt. Dabei wurden die Erfahrungen der Probanden in Kapitel 5.3 dokumentiert, die im Folgenden diskutiert werden sollen, um die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit kritisch zu reflektieren.

1. Ein hohe Anzahl der Probanden äußerte die Erkenntnis, dass Ihnen erst über das Modellverständnis bewusst geworden sei, dass eine vom rein logischen gedanklichen Vorgehen abweichende Form gedanklicher Arbeit existiere und welche Potenziale diese Art des Denkens offenlegen kann. Auf Basis dieser Erfahrung kann gefolgert werden, dass die entwickelte modellhafte Vorstellung zum kreativen Prozess im Design den Kreativitätsbegriff über die ermittelten Kriterien für die ingenieurtechnische Semantik hinreichend genau präzisiert und die Annahme nach Wahl einer prozesshaften Darstellung zutreffend war.
2. Auf Grund der geringen Anwendungshäufigkeit des Modells zu Reflexionszwecken im ersten Teil der Studie kann geschlossen werden, dass eine große Unsicherheit bezüglich freier, nicht auf Logik basierender kreativer Prozesse bei Ingenieuren vorliege. Der Nutzen zur Verwendung einer methodischen Hilfestellung war den Studenten zudem nicht klar. Jedoch konnte innerhalb der Teams, die auf freiwilliger Basis das Modell zu Reflexionszwecken nutzten, eine enorme Steigerung der Kooperationsfähigkeit und des Kooperationswillens festgestellt werden.

3. Anders als in Kapitel 4 theoretisch angenommen, kann auf Basis der Erfahrungen der Studenten zudem festgestellt werden, dass die für einen Gedankengang bedeutenden Elemente und Assoziationen nur bedingt prozessparallel dokumentiert und nur mit Zeitverzug als relevant für ein gedankliches Netzwerk deklariert werden können. Dies ist auf die Eigenheiten der menschlichen Informationsverarbeitung zurückzuführen, wobei die Zeit bei der Einlagerung und bewussten Wahrnehmung von Informationen einen bedeutenden Faktor darstellt.
4. Die grafische Darstellung und Auseinandersetzung mit dem gedanklichen Vorgehen hat diese Verarbeitungsprozesse bei den Studenten unterstützt, was in beiden Teilen der Praxisstudie festgestellt werden konnte. Zudem wurden unterschiedliche Ansichten und Ansätze durch die grafische Abbildung offengelegt, was zur Beilegung von Konfliktsituationen innerhalb der Projektteams geführt hat.
5. In beiden Teilen der Studie konnte zudem eine Zurückhaltung der Studenten bei der Anwendung der Bewertungskriterien zur kreativen Leistung festgestellt werden. Zum einen ist dies darauf zurückzuführen, dass im gedanklichen Vorgehen selten Lücken und Mängel eingestanden und präsentiert werden wollen, was durch das Rollenverhältnis Dozent-Student noch verstärkt wurde. Zum anderen muss für eine komplette Anwendung der Bewertungskriterien ein gewisser Erfahrungsschatz bezüglich kreativer Prozesse im Design vorliegen, der bei den Maschinenbaustudenten natürlich nicht festzustellen war.
6. Die Schwierigkeiten in der Durchführung von Vollständigkeitsprüfungen und Prüfungen zur Abgeschlossenheit eines Gedankengangs sind ebenso auf die Unerfahrenheit der Probanden mit kreativen Prozessen zurückzuführen. Zudem lag ein sehr geringer Wissensstand bezüglich des Themas »Design« vor, worauf Schwierigkeiten bei der Prüfung des Neuheitsgrades von gedanklichen Leistungen bei den Studenten zurückgeführt werden können.
7. Es konnte eine freie Interpretation der Bewertungskriterien zur Durchführung von Sinn- und Komplexitätsprüfungen im zweiten Teil der Studie festgestellt werden. Diese Tatsache zeigt, dass ein Verständnis für den Nutzen zur Durchführung von Tests zur Förderung der Kooperation im Team und zur Steigerung der Qualität des Ergebnisses bei den Probanden vorlag. Die Anwendbarkeit der entwickelten Kriterien konnte jedoch nur bedingt nachgewiesen werden.

Trotz der nur eingeschränkten Verwendbarkeit der entwickelten Bewertungskriterien zur kreativen Leistung lässt sich jedoch abschließend feststellen, dass mit der empirischen Evaluierung der Nutzen des entwickelten Modells zur verständlichen Beschreibung des kreativen Prozesses im Design für naturwissenschaftlich ausgebildete Personen nachgewiesen werden konnte. Die Maschinenbaustudenten konnten eigenständig Designkonzepte und -entwürfe erstellen und das gedankliche Vorgehen im Design simulieren. Somit wurden die Annahmen aus Kapitel 2.1.5, womit ein Modell zur Darstellung der kreativen Prozesse im Design unter Berücksichtigung der ingenieurtechnischen Semantik:

- eine Prozessorientierung und Möglichkeit zur Strukturierung aufweisen,
- eine objektive Basis zur Beschreibung des kreativen Vorgehens darstellen und
- Möglichkeiten zur Bewertung einschließen müsste,

wissenschaftlich begründet.

## 6.2 Ausblick

Neben den bereits erwähnten und evaluierten Möglichkeiten zur Anwendung der Ergebnisse dieser Arbeit wird im Folgenden ein Überblick der Weiterentwicklungsmöglichkeiten gegeben.

### 6.2.1 Ausbildung und Schulung

Da sich eine disziplinspezifische Ausbildung negativ auf die interdisziplinären gedanklichen Austauschprozesse auswirkt, kann das entwickelte Modell schon während der Ausbildung zur Aufklärung über den Designprozess und über das Thema Kreativität genutzt werden. Die Notwendigkeit zur Dokumentation und Kommunikation von mentalen Prozessen sollte den Auszubildenden bewusst gemacht werden. Darüber hinaus ist es für den Schulungseinsatz in Unternehmen geeignet, was die Entwicklung von Lehrprogrammen erkennbar werden lässt.

**Bild 6.2.1:** Ausbildungskonzept für einen Liaison Coach

<b>Aufgabengebiet:</b> Koordinator für die kommunikativen Prozesse in Produktentwicklungsprojekten  <b>Art der Ausbildung:</b> postgraduierter Studiengang  <b>Dauer:</b> 2 Jahre  <b>Voraussetzung:</b> abgeschlossenes Studium in einem der drei Bereiche Design, Engineering, Marketing	<b>Liaison Coach</b>		
	Vermittlung eines Grundverständnisses zum Thema »Kreativität«		
	Trainieren von Sozialkompetenzen		
	Richtlinie für einen idealen Kooperationsprozess in der Produktentwicklung		
	<b>Design Liaison</b>	<b>Engineering Liaison</b>	<b>Marketing Liaison</b>
Semantiken	Semantiken	Semantiken	
Hilfsmittel	Hilfsmittel	Hilfsmittel	
Kompetenzen	Kompetenzen	Kompetenzen	

Ein erster Schritt wird innerhalb des EU-Vorhabens »DEGAP« (Laufzeit: 1.11.2002 - 31.10.2004) vollzogen. Auf Basis der in dieser Arbeit ermittelten Ergebnisse wird aktuell das Berufsfeld des »Liaison Coach« mit entsprechender Schulungskompetenz entwickelt (siehe Bild 6.2.1). Vertreter dieses Berufsfeldes sollen bei auftretenden Kommunikationsproblemen innerhalb von Produktentwicklungen die Aufgabe übernehmen, zwischen Design, Marketing und Engineering zu vermitteln, die kommunikativen Austauschprozesse zu unterstützen und Lehrgänge durchzuführen. Zu diesem Zweck werden den Studierenden innerhalb der Ausbildung zum »Liaison Coach« aufbauend auf ihren bisherigen Studien die semantischen Unterschiede, die verwendeten Methoden und die unterschiedlichen Kompetenzen vermittelt. Unabhängig von der bisherigen Ausbildung soll innerhalb des 2jährigen Aufbaustudiengangs ein Grundverständnis zum kreativen Prozess übermittelt sowie Sozialkompetenzen und mediale Fähigkeiten trainiert werden /PET03b, S.592/. Darüber hinaus soll in naher Zukunft eine Richtlinie in der Form eines Leitfadens für einen idealen Kooperationsprozess in der Produktentwicklung entwickelt und in den Ausbildungsgang integriert werden. Multimediale Instrumente aufbauend auf der Technologie des Augmented Reality können dabei die Aufklärungsarbeit des »Liaison Coach« unterstützen.

## 6.2.2 Wissensmanagement

Wissensmanagementsysteme wurden entwickelt, um möglichst das gesamte sich in Unternehmen befindliche Wissen aufzubereiten, zu speichern und für einen großen Teil der Mitarbeiter nutzbar werden zu lassen /BIR02, S.2/. Gerade für die interdisziplinäre Zusammenarbeit in Entwicklungsprozessen wird daher solchen Systemen eine große Bedeutung beigemessen (vgl. /KOC01/). Trotz der unbestrittenen Potenziale beklagen jedoch viele Organisationen, dass die Systeme in der Praxis selten auf richtige Art und Weise genutzt werden /STO01, S.4/. Die für eine stärkere Akzeptanz und Vereinfachung der Bedienbarkeit förderlichen Erkenntnisse aus der Kreativitäts- und Bewusstseinsforschung wurden bisher nur unzureichend in den Systementwicklungen berücksichtigt.

Die in dieser Arbeit entwickelte Modellvorstellung zum gedanklichen Prozess lässt sich daher zur Weiterentwicklung und Optimierung von Wissensmanagementsystemen nutzen. Der Beginn erfolgt über das bereits erwähnte Vorhaben »DEGAP«, in dem neben dem Berufsfeld des »Liaison Coach« ein Wissensmanagementsystem in der Form einer Kommunikationsplattform zur Förderung der Zusammenarbeit zwischen den Disziplinen Marketing, Design und Engineering entwickelt werden soll. Folgende Erkenntnisse aus dieser Arbeit werden umgesetzt und lassen sich auch auf andere Systementwicklungen übertragen:

- Die neuronale Struktur der menschlichen Informationsübertragung ist beim Aufbau und bei der Darstellungsweise innerhalb eines Systems zu berücksichtigen, um eine intuitive Benutzerführung zu ermöglichen.
- Eine kontextbasierte Datenablage ist für den Verständnissgewinn vor allem bei Vertretern fachfremder Disziplinen unerlässlich.
- Nach der Flaschenhalstheorie erfordert die menschliche Informationsverarbeitung sowohl eine Strukturierung als auch eine Reduzierung von Datenmengen. Beides kann über Schlagbegriffe erfolgen, die im Sinne einer Kontextualisierung in Form von Informationsnetzwerken eingegeben und abgelegt werden.
- Um Datenmengen vernünftig verwalten zu können, sollten sich Datenverknüpfungen innerhalb der abgelegten Netzwerke, die längere Zeit nicht verwendet wurden, selbständig löschen.
- Für die Darstellung von Suchanfragen sowie -ergebnissen sollten grafische Netzwerke verwendet werden.
- Innerhalb von Suchprozessen sollten nicht logisch vollzogene Datenverknüpfungen plötzlich für den Nutzer sichtbar erscheinen, um seinen individuellen Kreativprozess zu stimulieren. Hierzu ist ein Automatismus zur selbständigen Erstellung von Datenverknüpfungen durch das System notwendig.

## 6.2.3 Optimierung methodischen Vorgehens

Ursache für Störungen der Interdisziplinarität im Produktentwicklungsprozess ist neben dem Fehlen eines allgemeingültigen Prozessverständnisses und einer gemeinsamen Wissensbasis ebenfalls die Verwendung disziplinspezifischer Methoden. Vor allem in den Ingenieurwissen-



schaften wurden Methoden hervorgebracht, deren Aufbau und Funktionsweise sich aus der Orientierung der Ingenieurwissenschaften an Gesetzmäßigkeiten erklären lässt. Für Vertreter fachfremder Disziplinen sind die Methoden nicht verwendbar.

Als Beispiel hierfür kann die schon in der Einleitung (Kapitel 1.1) erwähnte Konstruktionsmethodik dienen. Ziel der Anwendung ist es, technische Lösungsvorgänge zu strukturieren und zu systematisieren, um eine Optimierung des Konstruktionsprozesses zu erzielen. Komplexe technische Problemstellungen werden dabei in deren grundlegende Funktionen unterteilt, um aufbauend auf entstehenden Funktionsstrukturen Lösungskonzepte zu entwickeln /KOL94, S.85ff/. Obwohl der Nutzen in der Konstruktionstheorie unbestritten ist, wird sie selten in der Produktentwicklung disziplinenübergreifend angewendet (vgl. HEI01, S.1/). Unter Berücksichtigung der Erkenntnisse dieser Arbeit hängt dies vor allem damit zusammen, dass die in den Konstruktionsmethodiken abgebildeten Strukturen nicht dem gedanklichen Prozess des menschlichen Gehirns entsprechen.

Eine Überarbeitung disziplinspezifischer Methoden unter Verwendung der Erkenntnisse bezüglich der menschlichen Informationsverarbeitung und hinsichtlich des kreativen Vorgehens erscheint sinnvoll, um auch die von vielen Wissenschaftlern beschriebene »Akzeptanzproblematik« /BEI92, S.391/ von Methodiken im Entwicklungsprozess positiv zu beeinflussen. Die in dieser Arbeit entwickelte Modellvorstellung kann hierbei einen Beitrag leisten.

#### 6.2.4 Übertragung des Modells in andere Bereiche

Auf Grund der abstrakten Herleitung des Modells in Kapitel 3 scheint die Übertragung in andere Bereiche möglich. Aufgabe weiterführender Arbeiten sollte es in diesem Zusammenhang sein, vor allem die Übertragbarkeit der Bewertungskriterien zu evaluieren und darüber hinaus das Nutzenpotenzial neu zu definieren.

In diesem Zusammenhang wurde bereits ein Versuch unternommen, die Vorteile einer methodischen Unterstützung kreativer Prozesse auch für Designer zu erschließen. Ein Designstudent der Akademie voor Beeldende Kunsten Maastricht wurde gebeten, das Modell zur Dokumentation seiner gedanklichen Arbeit und den Reflexionsprozess zur Bewertung der Qualität einer kreativen Leistung innerhalb eines Projekts zu verwenden. Das positive Ergebnis ist in Anhang 4 dargestellt. Es lässt die Vision zu, dass mit den Ergebnissen dieser Arbeit die Entwicklung einer gemeinsamen Kommunikationskodierung zwischen Design und Engineering möglich wird. In dieser Funktion wird die Modellvorstellung zum kreativen Prozess nicht nur das Verständnis der Vertreter technischer Disziplinen für das Vorgehen im Design fördern sondern auch als Kommunikationsmittel die Kooperation zwischen den beiden Disziplinen unterstützen. Um dieses Ziel zu erreichen, sind weiterführende Arbeiten notwendig, in denen unter anderem Feldversuche zum Einsatz des Modells in der Praxis durchgeführt werden müssen.

## 7. Zusammenfassung

»Wissenschaft, Technologie und Design. Wenn ein Glied dieser Kette fehlt, wird die Innovation ohne wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Widerhall bleiben« /BON96, S.47/

Im Zeichen eines immer stärker werdenden Innovationsdruckes gewinnt das interdisziplinäre Arbeiten im Produktentwicklungsprozess an Bedeutung. Ein funktionierendes bereichsübergreifendes Kooperieren wird als entscheidende Voraussetzung verstanden, über die Verknüpfung unterschiedlicher Wissensbereiche die Qualität und Anzahl identifizierter Innovationen zu erhöhen sowie Entwicklungszeiten zu verringern. Disziplinspezifisches Denken verhindert bisweilen einen neutralen Wissenstransfer und kreativitätsförderlichen gedanklichen Austausch. Vor allem an der Schnittstelle zwischen Design und Engineering im Produktentwicklungsprozess sind diese Mängel auf Grund der unterschiedlichen Überzeugungen in der Ausbildung zwischen Geistes- und Naturwissenschaften besonders stark ausgeprägt. Methodische Ansätze zur Beseitigung dieser Mängel wurden noch nicht entwickelt. Daher konnte ein großes Interesse zur Entwicklung von Lösungen, welche die interdisziplinäre Kooperation zwischen Designern und Ingenieuren fördern sollen, über einer Umfrage identifiziert werden. In dieser wurde seitens der Vertreter der technischen Disziplinen häufig die Objektivierung und Präzisierung des kreativen Prozesses im Design als Notwendigkeit zur Verbesserung der Zusammenarbeit zwischen Design und Engineering gefordert.

Vor diesem Hintergrund war es Ziel der vorliegenden Arbeit, ein Modell zu entwickeln, womit der kreative Prozess im Design unter Berücksichtigung der verwendeten speziellen Semantik in den Ingenieurwissenschaften dargestellt und beschrieben werden kann.

Diese Zielrichtung wurde zunächst grob formuliert sowie eine geeignete Forschungsstrategie abgeleitet. Am Beginn der wissenschaftlichen Betrachtung wurde eine Erfassung und Typisierung der Problemstellung durchgeführt und darauf aufbauend eine Detaillierung der Zielsetzung über die theoretische Auseinandersetzung mit dem Kommunikationsprozess und den semantischen Differenzen zwischen den beiden Disziplinen erreicht. Folgende Kriterien wurden auf Basis der Eigenschaften der ingenieurtechnischen Semantik als relevant für die Modellentwicklung identifiziert:

- Notwendigkeit zur Orientierung des kreativen Vorgehen im Design an Prozessen
- Darstellung einer kreativen Leistung im Design innerhalb einer strukturellen Abbildung
- Ermittlung von Bewertungsregeln

Eine Analyse zu aktuellen Erkenntnissen seitens der Designprozess-, Kreativitäts- und Bewusstseinsforschung erbrachte nutzbare Erkenntnisse zur Entwicklung des Modells. Darauf aufbauend wurden adaptierbare Vorgehensweisen und Methoden dargestellt und der Untersuchungsbe- reich über die Definition verwendeter Begriffe eingegrenzt. Vor allem wurde Wert auf die Präzisierung des Kreativitätsbegriffes gelegt, da seine vielfältige Verwendbarkeit vor allem in der Ko-

operation zwischen natur- und geisteswissenschaftlich orientierten Disziplinen häufig Konfliktsituationen provoziert. Der Einstieg in die Detailentwicklung konnte mit der Ableitung eines Modellkonzepts vollzogen werden, worin vor allem der neurophysiologische Aufbau und die Mechanismen der Informationsverarbeitung des Gehirns betont wurden.

Auf Basis einer systemtechnischen Untersuchung des Kreativ- und Kommunikationsprozesses zwischen Designern und Ingenieuren wurden anschließend die Mängel in Bezug auf die interdisziplinäre Kooperation aufgezeigt und das Anforderungsprofil für die Entwicklung des Modells in Form einer Beschreibung auf subjekt-, prozess- und objektspezifischer Ebene abgeleitet. Mit den gesammelten Erkenntnissen aus den Bereichen der Kreativitäts- und Bewusstseinsforschung konnten die Merkmale eines Beschreibungs-, Erklärungs- und Entscheidungsmodells auf den Anwendungsbereich übertragen werden. Eine Aufbaustruktur des Modells ergab sich über die Einführung des Identifikations-, Ursprungs- und Bewertungsmodells. Eine geeignete Ablaufstruktur wurde mit Hilfe des 4-Phasen Modells kreativen Denkens nach Poincaré abgeleitet.

Innerhalb des Identifikationsmodells wird das Wesen eines kreativen Produkts im Design analysiert und die kreative Leistung abgebildet. Es umfasst die Darstellung aller genutzten Themen und relevanten Elemente sowie der dazwischenliegenden Relationen auf Basis der neuronalen Strukturierung des Gehirns. Als Modellierungssprache wurde für alle Teilmodelle die grafische Form des Analogiebildes gewählt. Das Ursprungsmodell dient zur Darstellung des Verlaufs eines kreativen Prozesses im Design. Das Entstehen einer kreativen Leistung wird nachvollzogen und zu Dokumentations- und Reflexionszwecken aufbereitet. Innerhalb des Bewertungsmodells können Grob-, Teil- und Endbewertungen von kreativen Prozessen im Design nachträglich sowie prozessparallel vorgenommen werden. Kriterien zur Bewertung werden in folgenden Sachverhalten gesehen, wobei mit ihrer Anwendung der Kreativprozess im Design für Ingenieure erklär- und nachvollziehbar wird:

1. Abgeschlossenheit eines gedanklichen Netzwerkes
2. Vollständigkeit verwendeter Elemente und Schlüssigkeit vollzogener Relationen
3. Neuheitsgrad auf Basis der subjektiven Wissensbasis des Denkenden

Das Nutzenpotenzial des entwickelten Modells wurde zunächst über theoretische Anwendungen evaluiert. Es wurden folgende Anwendungsfelder untersucht:

- Nachträgliche Darstellung und Bewertung einer kreativen Leistung im Design
- Prozessparallele Dokumentation eines kreativen Prozesses im Design
- Darstellung und Analyse von Konfliktsituation im Produktentwicklungsprozess zwischen Design und Engineering

Zur wissenschaftlichen Validierung des Nutzenpotenzials wurde an der FH Osnabrück eine Praxisstudie mit 41 Maschinenbaustudenten durchgeführt. Diese war zweigeteilt, wobei im ersten Teil die grundlegende Funktionstauglichkeit untersucht wurde, um in einem zweiten Teil die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse zu validieren. Über eine kritische Reflexion der ermittelten Ergebnisse auf Basis der gemachten Erfahrungen der Studenten wurde die Arbeit abgeschlossen.

Folgende Hauptkenntnisse können auf Basis der Ergebnisse getroffen werden:

1. Eine Objektivierung des Kreativitätsbegriffs und eine für technisch orientierte Disziplinen nachvollziehbare Möglichkeit zur Darstellung kreativer Prozesse im Design gelang mit der Entwicklung eines Modells auf Basis der neuronalen Struktur und Funktionsweise des menschlichen Gehirns .
2. Vor allem die über die Bewertungsmöglichkeiten des Modells erreichbare Schlüssigkeit in der individuellen Gedankenbildung im Design für naturwissenschaftlich gebildete Disziplinen verbessert über die Förderung der Reflexionstätigkeit die Funktionstüchtigkeit einer Interdisziplinarität innerhalb von Entwicklungsvorhaben.
3. Es konnte nachgewiesen werden, dass über die Anwendung des Modells Ingenieure den kreativen Prozess im Design auf Basis ihrer Semantik verstehen, nachvollziehen und sogar reproduzieren können.
4. Das Modell stellt darüber hinaus eine Hilfe zur Identifikation bislang ungenutzter Innovationspotenziale an der Schnittstelle zwischen Design und Engineering im Entwicklungsprozess dar.

Mit dem in dieser Arbeit entwickelten Modell wurde folglich ein Instrument geschaffen, das über eine Kommunikationsverbesserung den gedanklichen Austausch fördert und somit interdisziplinäres Arbeiten unterstützt. Es stellt somit einen Beitrag zur Steigerung der Innovationsfähigkeit von Unternehmen und kooperierenden Netzwerken dar. Die Zusammenarbeit zwischen Designern und Ingenieuren wird sich unter Anwendung der ermittelten Ergebnisse verbessern und das verborgene Innovationspotenzial zwischen diesen beiden Disziplinen erschließen lassen. Die für eine interdisziplinäre Zusammenarbeit in Entwicklungsvorhaben notwendige Transparenz während der konzeptionellen und gedanklichen Arbeit wird erhöht, woraus eine Steigerung der Qualität von Produktinnovationen abgeleitet werden kann. Der Erfolg einer Modellanwendung hängt jedoch von der Motivation aller am Entwicklungsprozess involvierten Personen ab. Starkes Engagement ist notwendig, um die offensichtlichen Vorteile einer Modellanwendung ausschöpfen zu können.

Nach Aussagen der Initiatoren des Projekts »Läufer« Christian Heßling und Michael Kirsch wurde trotz zahlreicher Konfliktsituationen eine nahezu optimale Kooperation zwischen Design und Technik realisiert, da sich die Protagonisten ständig in einem kommunikativen, gedanklichen und somit kreativitätsförderlichen Austausch befanden. Mit der frühzeitigen Anwendung des entwickelten Modells können kooperative Verständigungsprozesse noch verstärkt werden.

Ich hoffe mit dieser Arbeit einen Beitrag zur Verständigung zwischen Vertretern natur- und geisteswissenschaftlich ausgebildeter Disziplinen und zur Förderung der Kooperation zwischen Design und Engineering gegeben zu haben.

## 8. Schriftentum

### 8.1 Literatur

- /ADE99/ Adelson, B.:** Developing strategic alliances: a framework for collaborative negotiation in design, in: Research in Engineering Design, Volume 11, Numer 3, Berlin; London; New York: Springer Verlag, 1999.
- /ALB92/ Albrecht, F.:** Strategisches Management der Unternehmensressource Wissen – Inhaltliche Ansatzpunkte und Überlegungen zu einem konzeptionellen Gestaltungsrahmen, Frankfurt am Main: Peter Lang, 1992.
- /ALT02/ Altner, G.:** Umgang mit Unsicherheit – Grenzen der Suche nach disziplinären Wahrheiten, in: Interdisziplinarität fängt im Kopf an, hrsg. von Fischer, A.; Hahn, G., Frankfurt am Main: Verlag für akademische Schriften, 2002.
- /BAN98/ Bangle, C.; Kehler, T.; Mischok, P.:** About Catalytic Design, in: proceedings of ATA Conference, März 1998, Florenz.
- /BAR99/ Barth, F.D.:** Tagträumen, München: Deutscher Taschenbuch Verlag, 1999.
- /BEC77/ Becker-Carus, B.:** Wer träumt, schläft besser – Ergebnisse der modernen Schlafforschung, Stuttgart: Franckh'sche Verlagshandlung, 1977.
- /BEI96/ Beitz, L.-E.:** Schlüsselqualifikation Kreativität, Hamburg: S + W Steuer- und Wirtschaftsverlag, 1996.
- /BEI92/ Beitz, W.; Birkhofer, H.; Pahl, G.:** Konstruktionsmethodik in der Praxis, in: Konstruktion 44, Nr.X, Düsseldorf: VDI Verlag, 1992.
- /BER86/ Beriger, P.:** Quality circles und Kreativität, Bern, Stuttgart: Haupt Verlag, 1986.
- /BER00/ Berthold, K.:** Chefsache Design, Design Report, Stuttgart: BLUE C. Verlag, 1/2000.
- /BIN89/ Binnig, G.:** Aus dem Nichts – Über Kreativität von Natur und Mensch, München: Piper Verlag, 1989.
- /BIR96/ Birbaumer, N.; Schmidt, R. F.:** Biologische Psychologie, Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag, 1996.
- /BIR80/ Birkhofer, H.:** Analyse und Synthese der Funktionen technischer Produkte, Fortschrittsberichte des VDI, Reihe 1, Nr. 70, Düsseldorf: VDI Verlag, 1980.
- /BIR02/ Birkhofer, H.; Berger, B.:** Thekey to Innovation – Modularization of design knowledge as a basis for scientific approach to design, International Conference »The science of design«, 15.-16. März 2002, Lyon (Frankreich).
- /BOL78/ Bollinger, G.:** Strukturanalysen von Verfahren zur Messung kreativer Fähigkeiten, Mannheim, 1978.
- /BON71/ Bono, E.:** Laterales Denken: Ein Kursus zur Erschließung ihrer Kreativitätsreserven, 2. Auflage, Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Verlag, 1971.

- /BON96/** **Bonsiepe, G.:** Interface – Design neu begreifen, Mannheim: Bollmann Verlag, 1996.
- /BOR50/** **Boring, E.G.:** A history of experimental psychology, New York: Appleton-Century-Croft, 1950.
- /BOU97/** **Boutellier, R.; Völker, R.:** Erfolg durch innovative Produkte - Bausteine des Innovationsmanagements, München: Carl Hanser Verlag, 1997.
- /BRA90/** **Brandt, R.:** Träume und Vernunft. Visionen einer aufgeklärten Welt, in: Frankfurter Allgemeine Zeitung, Frankfurt: FAZ Verlag, 18.4.1990.
- /BRE02/** **Breuer, R.:** Das Rätsel des Gedankenblitzes, in: Gehirn und Geist, Spektrum der Wissenschaft, Heidelberg: Spektrum der Wissenschaften Verlag, 02/2002.
- /BRU91/** **Bruns, M.:** Systemtechnik – Ingenieurwissenschaftliche Methodik zur interdisziplinären Systemtechnik, Berlin: Springer Verlag, 1991.
- /BRO96/** **Brodbeck, K.-H.:** Erfolgsfaktor Kreativität, Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1996.
- /BRO96a/** **N.N.:** Brockhaus, Mannheim: Brockhaus F.A., 1996.
- /BRO00/** **N.N.:** Brockhaus in 5 Bänden, Leipzig: Brockhaus F.A., 2000.
- /BRO89/** **Brown, R. T.:** Creativity – What are we to measure?, in Handbook of Creativity, hrsg. von Glover, J.A.; Ronning, R.R.; Reynolds, C.R., New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 1989.
- /BUC96/** **Buck, A.; Vogt, M.:** Designmanagement, Wiesbaden: Gabler Verlag, 1996.
- /BUC98/** **Buck, A.:** Handbuch Trendmanagement – Innovation und Ästhetik als Grundlage unternehmerischen Erfolgs, Frankfurt am Main: FAZ Verlag-Bereich Buch, 1998.
- /BÜR91/** **Bürdeck, B.:** Design – Geschichte, Theorie und Praxis der Produktgestaltung, Köln: DuMont Verlag, 1991.
- /BUL96/** **Bullinger, H.-J.:** Erfolgsfaktor Mitarbeiter – Motivation - Kreativität – Innovation, Stuttgart: Teubner Verlag, 1996.
- /BUL97/** **Bullinger, H.-J.; Hermann, S.; Ganz, W.:** Kreativität als Leitbild für das Unternehmen der Zukunft, in: Office Management, 10/1997.
- /BUL00a/** **Bullinger, H.-J.; Hermann, S.; Ganz, W.:** Wettbewerbsfaktor Kreativität – Ein wichtiges Thema neu entdecken, in: Wettbewerbsfaktor Kreativität – Strategien, hrsg. von Bullinger, H.-J.; Hermann, S., Wiesbaden: Gabler Verlag, 2000.
- /BUL00b/** **Bullinger, H.-J.:** Förderung der Unternehmenskreativität, in: Wettbewerbsfaktor Kreativität – Strategien, Konzepte und Werkzeuge zur Steigerung der Dienstleistungsperformance, hrsg. von Bullinger, H.-J.; Hermann, S., Wiesbaden: Gabler Verlag, 2000.
- /BUZ74/** **Buzan, T.:** Use your head, London: BBC, 1974.
- /BUZ77/** **Buzan, T.:** Mahe the most of your mind, Cambridge: Colt Books, 1977.

- /BUZ99/** Buzan, T.; Buzan, B.: Das Mind-Map Buch, Landsberg am Lech: Verlag Moderne Industrie, 1999.
- /CAC73/** Cackowski, Z.: Ein kreativer Problemlösungsprozess, in: Kreativitätsforschung, hrsg. von Ulmann, G., Köln: Kiepenheuer & Witsch Verlag, 1973.
- /CAL98/** Calvin, W.H.: Wie das Gehirn denkt, Heidelberg, Berlin: Spektrum der Wissenschaft Verlag, 1998.
- /CAP00/** Capek, P.: Mind Mapping, Wien: Wirtschaftsverlag Ueberreuther, 2000.
- /CHI00/** Chiu, S.: Reflective practice and engineering training, in: Proceedings of the sixth AEESEAP Triennial Conference, Kuta/Bali, Indonesia, 23.-25.8.2000.
- /CHR92/** Christiaans, H.H.C.M.: Creativity in design, Dissertation der TU Delft, 1992.
- /COL99/** Collins, M.A.; Amabile, T.M.: Motivation and creativity, in: Handbook of creativity, hrsg. von Sternberg, R.J., Cambridge: Cambridge University Press, 1999.
- /COR89/** Corsten, H.: Gestaltung von Innovationsprozessen, Reihe Technological Economics, Bd.29, Berlin: Erich Schmidt Verlag, 1989.
- /COX26/** Cox, C.: The early mental traits of three hundred geniuses, Stanford (California): Stanford California Press, 1926.
- /CRA97/** Crabtree, R.A.; Fox, M.S.; Baid, M.K.: Case studies of co-ordination activities and problems in collaborative design, in: Research in Engineering Design, Volume 9, Berlin; London; New York: Springer Verlag, 1997.
- /CRO96/** Cross, N.G.; Clayburn Cross, A.: Observation of teamwork and social processes in design, in: Analysing design activity, hrsg. von Cross N.G.; Christiaans, H.H.C.M.; Dorst, C.H., Chichester: Wiley, 1996.
- /CZI93/** Czichos, R.: Kreativität & Chaos-Management, München, Basel: E.Reinhard Verlag, 1993.
- /CZI02/** Czinki, A.: Einführung in die Produktgestaltung, Vorlesungsunterlagen der RWTH-Aachen, SS2002.
- /DEN97/** Deneke, F.-W.: Psychische Struktur und Gehirn: die Gestaltung subjektiver Wirklichkeiten, 2. Auflage, Stuttgart, New York: Schattauer Verlag, 1999.
- /DEN01/** Deneke, F.-W.: Psychische Struktur und Gehirn: die Gestaltung subjektiver Wirklichkeiten, Stuttgart, New York: Schattauer Verlag, 2001.
- /DEP86/** Deppe, J.: Qualitäts – Ideenmanagement durch Gruppenarbeit, Bern, Frankfurt am Main: Lang Verlag, 1986.
- /DIN4551/** N.N.: DIN 4551 »Büromöbel, Bürodrehstühle und Bürodrehsessel, Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung«.
- /DIT95/** Dittberner, S.: Traum und Trauma vom Schlaf der Vernunft, Stuttgart, Wiesbaden: Metzler Verlag, 1995.

- /DUD99/** **Duddeck, H.:** Die Sprachlosigkeit der Ingenieure, in: Die Sprachlosigkeit der Ingenieure, hrsg. von Duddeck, H.; Mittelstraß, J., Opladen: Leske + Budrich Verlag, 1999.
- /DUN73/** **Duncker, K.:** Über Lösungsprozesse bei praktisch-technischen Problemen, in: Kreativitätsforschung, hrsg. von Ulmann, G., Köln: Kiepenheuer & Witsch Verlag, 1973.
- /DUN74/** **Duncker, K.:** Zur Psychologie produktiven Denkens, Berlin: Springer Verlag, 1974.
- /EDE93/** **Edelman, G.-M.:** Unser Gehirn – Ein dynamisches System, München: Piper Verlag, 1993.
- /EDE95/** **Edelman, G.-M.:** Göttliche Luft, vernichtendes Feuer, München: Piper Verlag, 1995.
- /EHR95/** **Ehrlenspiel, K.:** Integrierte Produktentwicklung: Methoden für Prozessorganisation, Produkterstellung und Konstruktion, München; Wien: Hanser Verlag, 1995.
- /EHR97/** **Ehrlenspiel, K.; Giapoulis, A.; Günther, J.:** Teamwork and design methodology – observations about teamwork in design education, in: Research in Engineering Design, Volume 9, Berlin; London; New York: Springer Verlag, 1997.
- /EHR99/** **Ehrlenspiel, K.:** Practicians – How they are designing? ... and way? In: Lindemann U.; Birkhofer, H.; Meerkamm; Vajna, S. (Hrsg.): Proceedings International Conference on Engineering Design (ICED'99), Volume 2, Technische Universität München, München, 1999.
- /EIG00/** **Eigen, M.:** Mozart – oder unser Vermögen das Genie zu verstehen, in: Kreativität, hrsg. von Holm-Hadulla, R.M., Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag, 2000.
- /EVE00/** **Eversheim, W.:** Systematische Produktinnovation – Markterfolge fördern; in: INSight - Das Best Practice Magazin von Technokontakte, Wien, Nr. 3, 2000.
- /EVE02/** **Eversheim, W.:** Innovationsmanagement für technische Produkte, Berlin: Springer Verlag, 2002.
- /FEL99/** **Feldman, D.H.:** The development of creativity, in: Handbook of creativity, hrsg. von Sternberg, R.J., Cambridge: Cambridge University Press, 1999.
- /FIN02/** **Finger, S.:** The evolution and future of design research: A view from Carnegie mellon, International Conference »The science of design«, 15.-16. März 2002, Lyon (Frankreich).
- /FUN00/** **Funke, J.:** Psychologie der Kreativität, in: Kreativität, hrsg. von Holm-Hadulla, R.M., Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag, 2000.
- /GAB97/** **N.N.:** Gabler Wirtschaftslexikon, Wiesbaden: Gabler Verlag, 1997.
- /GAD96/** **Gadenne, V.:** Bewusstsein, Kognition und Gehirn, Göttingen, Seattle, Toronto: Huber Verlag, 1996.



- /GAN00a/** Ganz, W.; Hermann, S.: Steckbrief eines kreativen Unternehmens, in: Wettbewerbsfaktor Kreativität – Strategien, Konzepte und Werkzeuge zur Steigerung der Dienstleistungsperformance hrsg. von Bullinger, H.-J.; Hermann, Wiesbaden: Gabler Verlag, 2000.
- /GAS97/** Gassmann, O.: Internationales F&E-Management – Potentiale und Gestaltungskonzepte transnationaler F&E-Projekte, München: Oldenbourg Verlag, 1997.
- /GEB00/** Gebhardt, A.: Rapid Prototyping – Werkzeuge für die schnelle Produktentstehung, 2. Auflage, München, Wien: Hanser Verlag, 2000.
- /GEH01/** Gehle, M.; Mülder, W.: Wissensmanagement in der Praxis, Frechen: Datakontext-Fachverlag, 2001.
- /GES01/** Gessner, K.: Package-Features für die Kommunikation in den frühen Phasen der Automobilindustrie, Dissertation der Technischen Universität Berlin, 2001.
- /GEY87/** Geyer, E.: Kreativität im Unternehmen, Landsberg am Lech: Verlag Moderne Industrie, 1987.
- /GOL93/** Goldman-Rakic, P.S.: Das Arbeitsgedächtnis, in: Spektrum der Wissenschaft Spezial – Gehirn & Geist, Heidelberg: Spektrum der Wissenschaften Verlag, 1993.
- /GOL97/** Goldstein, E.B.: Wahrnehmungspsychologie, Berlin: Spektrum Akademischer Verlag, 1997.
- /GOL99/** Goleman, D.: Kreativität entdecken, München: Carl Hanser Verlag, 1999.
- /GOU98/** Gould, E.; Tanapat, P.; McEwen, B.-S.; Flügge, G.; Fuchs, E.: Proliferation of granule cell precursors in the dentate gyros of adult monkeys is diminished by stress. Proc Natl Acd Sci USA 1998: 95:3168-71.
- /GRO87/** Gros, J.: Grundlagen der Theorie der Produktsprache, hrsg. von der Hochschule für Gestaltung, Offenbach am Main, 1987.
- /GRO02/** Grolle, J.: Hotline zum Himmel – Der gedachte Gott, in: Spiegel, Hamburg: Spiegel Verlag, 21/2002.
- /GUI70/** Guilford, J.P.: Persönlichkeit, Weinheim: Beltz Verlag, 1970.
- /GUN91/** Guntern, G.: Der kreative Weg – Kreativität in Wirtschaft, Kunst und Wissenschaft, Zürich: Verlag Moderne Industrie, 1991.
- /GUN94/** Guntern, G.: Siegen goldene Regeln der Kreativitätsförderung, Zürich: Scalo Verlag, 1994.
- /GUN95/** Guntern, G.: Kreativität und das rigorose Chaos, in: Chaos und Kreativität, hrsg. von Guntern, G., Zürich: Scalo Verlag, 1995.
- /GUN00/** Guntern, G.: Maskentanz der Mediokratie, Zürich: Orell Füssli Verlag, 2000.
- /HAB70/** Haber, R.N.: How we remember what we see. Scientific American, 105, Mai 1970.

- /HAB99/** Haberfellner, R.; Becker, M.; Büchel, A.; Massow, H.; Nagel, P.: Systems Engineering – Methodik und Praxis, Zürich: Verlag Industrielle Organisation, 1999.
- /HAI91/** Haist, F.; Fromm, H.: Qualität im Unternehmen: Prinzipien – Methoden – Techniken, München; Wien: Carl Hanser Verlag, 1991.
- /HAK92/** Haken, H.: Erfolgsgeheimnisse der Wahrnehmung - Synergetik als Schlüssel zum Gehirn, Stuttgart: Deutsche-Verlags-Anstalt, 1992.
- /HAN96/** Hanft, A.: Organisationales Lernen und Macht – über den Zusammenhang von Wissen, Lernen, Macht und Struktur, in: Wissensmanagement, hrsg. von Schreyögg, G; Conrad, P., Berlin, New York: Walter de Gruyter Verlag, 1996.
- /HAN01/** Hanselmann, J.: Wissenstransfer zwischen Produktentwicklungsprozessen, Dissertation der Universität Stuttgart, Heimsheim: Jost-Jetter Verlag, 2001.
- /HAN96/** Hansen, H.R.: Wirtschaftsinformatik, Stuttgart: Fischer Verlag, 1996.
- /HAN02/** Hansen, H.: Der Mann fürs (Un-) Bewusste, in: Gehirn & Geist - Spektrum der Wissenschaft, Seite 59, Heidelberg: Spektrum der Wissenschaften Verlagsgesellschaft, 02/2002.
- /HEI01/** Heidemann, B.: Trennende Verknüpfung – Ein Prozessmodell als Quelle für Produktideen, Dissertation der TU-Darmstadt, Düsseldorf: VDI-Verlag, 2001.
- /HEN00/** Hentig, H.: Kreativität - Hohe Erwartungen an einen schwachen Begriff, München: Hanser Verlag, 2000.
- /HER00/** Herb, R.; Herb, T.; Kohnhauser, V.: TRIZ - Der Systematische Weg zur Innovation, Landsberg am Lech: Verlag Moderne Industrie, 2000.
- /HER96/** Herrmann, C.; Liebl.,F.: Der Kampf um die Zukunft, Teil 2: Denken im Hypertextformat, in: Absatzwirtschaft, Düsseldorf: Verlagsgruppe Handelsblatt, 09/1996.
- /HER98/** Hermann, S.: Creativity – A Competitive Factor, in: Proceedings of the International Conference on Technological Creativity Development, 7-9 December 1998, Taipei, Taiwan, R.O.C. 1998.
- /HER91/** Herzhoff, S.: Innovationsmanagement – Gestaltung von Prozessen und Systemen zur Entwicklung und Verbesserung der Innovationsfähigkeit von Unternehmen, Dissertation der Universität Siegen: Verlag Josef Eul, 1991.
- /HER01/** Herzog, D.; Jeschke, H.: Mind Manager 4 – Effektiver arbeiten und lernen mit Mind Mapping, Landsberg am Lech: Verlag Moderne Industrie, 2001.
- /HIL76/** Hill, W.; Ulrich, P.: Wissenschaftstheoretische Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, in: WiSt, Zeitschrift für Ausbildung und Hochschulkontakt, hrsg. von Dichtl, E.; Issing, O., 5. Jg, Heft 7, S.304-309 und Heft 8, 1976.
- /HIL97/** Hillecke, M.: Wissen – Entwicklung des Produktionsfaktors von morgen, Promotionsvortrag der RWTH-Aachen, 11.12.1997.
- /HIN97/** Hin, J.: Facetten der Kreativität, Aachen: Shaker Verlag, 1997.

- /HOC00/** N.N.: Die gängigsten Kreativitätstechniken, FAZ-Hochschulanzeiger, Ausgabe 49, Juni 2000.
- /HOL97/** Holle, G.: Kunstgeschichte, Erlangen: Karl Müller Verlag, 1997.
- /HÜR81/** Hürlimann, W.: Methodenkatalog – Ein systematisches Inventar von über 3000 Problemlösungsmethoden, Bern: Schriftenreihe der Fritz Zwicky Stiftung Glarus, 1981.
- /ILLO2/** Illing, R.-B.: Von der Hirnkante zum Roboter, in: Gehirn & Geist, Heidelberg: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft, 03/2002.
- /IMD86/** Imdahl, M.: Wie eindeutig ist ein Kunstwerk?, Köln: DuMont Buchverlag, 1986.
- /ISH85/** Ishikawa, K; Lu, D.: What is total quality control? The Japanese Way, Englewood Cliff: Prentice-Hall, 1985.
- /JES96a/** Jessell, T.-M.: Das Nervensystem, in: Neurowissenschaften. Kandel, E.-R.; Schwartz, J.-H.; Jessel, T.-M. Hrsg. Heidelberg, Berlin, Oxford: Spektrum Akademischer Verlag, 1996.
- /JES96b/** Jessell, T.-M.: Die Entwicklung des Nervensystems, in: Neurowissenschaften. Kandel, E.-R.; Schwartz, J.-H.; Jessel, T.-M. Hrsg. Heidelberg, Berlin, Oxford: Spektrum Akademischer Verlag, 1996.
- /JON70/** Jones, J.C.: Design methods: seeds of human futures. Chichester: Wiley, 1970.
- /KAN93/** Kandel, E.R.; Hawkins, R.D.: Molekulare Grundlagen des Lernens, in: Spektrum der Wissenschaft Spezial – Gehirn & Geist, Heidelberg: Spektrum der Wissenschaften Verlag, 1993.
- /KAN96a/** Kandel, E. R.: Gehirn und Verhalten, in: Neurowissenschaften. Kandel, E.-R.; Schwartz, J.-H.; Jessel, T.-M. Hrsg. Heidelberg, Berlin, Oxford: Spektrum Akademischer Verlag, 1996.
- /KAN96b/** Kandel, E. R.: Neuronen und Verhalten, in: Neurowissenschaften. Kandel, E.-R.; Schwartz, J.-H.; Jessel, T.-M. Hrsg. Heidelberg, Berlin, Oxford: Spektrum Akademischer Verlag, 1996.
- /KEB94/** Kebeck, G.: Wahrnehmung – Theorien, Methoden und Forschungsergebnisse der Wahrnehmungspsychologie, Weinheim, München: Juventa Verlag, 1994.
- /KIN02/** King, A.; Lowe, A.; McMahon, C.: Managing knowledge to free the designer's mind, International Conference »The science of design«, 15.-16. März 2002, Lyon (Frankreich).
- /KIS98/** Kiss, E.: Integriertes Industriedesign – Normstrategien zur Einbindung des Industriedesigns in die integrierte Produktentwicklung, Dissertation, Universität St. Gallen, 1998.

- /KLI84/** Klix, F.: Über Wissensrepräsentation im menschlichen Gedächtnis, in: Gedächtnis, Wissen, Wissensnutzung hrsg. von Klix, F., Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften, 1984.
- /KOC01/** Koch, B.; Jasnoch, U.: DEPOT – an Internet-Based Knowledge Management System for Design, Engineering and Production, International Symposium on Information Systems and Engineering (ISE), Las Vegas (Nevada, USA), 25.-28.06.2001.
- /KOL94/** Koller, R.: Konstruktionslehre für den Maschinenbau – Grundlagen zur Neu- und Weiterentwicklung technischer Produkte mit Beispielen, 3. Auflage, Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 1994.
- /KOM01/** Kommer, I.; Reinke, H.: Mind Mapping am PC, 2. Auflage, München, Wien: Carl Hanser Verlag, 2001.
- /KOT89/** Kotler, A.; Roth, A.: Design – A powerful but neglected strategic tool, in: Design at the Crossroad, Center for Interdisciplinary Research in the Arts, Northwestern University, Evanston, 1989.
- /KRA00/** Krammer, P.H.: Big Science und die Wurzeln der Kreativität, in: Kreativität, hrsg. von Holm-Hadulla, R.M., Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag, 2000.
- /KRA96/** Krause, R.: Unternehmensressource Kreativität, Köln: Wirtschaftsverlag Bachem, 1996.
- /KÜT95/** Küth, E.; Thun, M.: Marketing mit Bildern: Management mit Trend-Tableaus, Mood-Charts, Storyboards, Fotomontagen und Collagen, Köln: DuMont Verlag, 1995.
- /KUN99/** Kunkel, C.; Seith-Karow, M.: Zauber der Qigong-Kugeln, Niedernhausen: Falcken Verlag, 1999.
- /LÄU02/** [www.projekt-laeufer.de](http://www.projekt-laeufer.de), Abfragedatum: 6.8.2002.
- /LAN84/** Landau, E.: Kreatives Erleben, München, Basel: Reinhardt Verlag, 1984.
- /LAN65/** Lange, S.: Philosophie auf neuem Wege – Das Symbol im Denken, im Ritus und in der Kunst, Frankfurt: Fischer Wissenschaft Verlag, 1965.
- /LAV99/** Lavie, P.: Die wundersame Welt des Schlafes – Entdeckungen, Träume, Phänomene, München: Deutscher Taschenbuch Verlag, 1999.
- /LAW90/** Lawson, B.: How Designers think – The design process demystified, Oxford: Architectural Pr., 1990.
- /LEM93/** Lemmermann, H.: Lehrbuch der Rhetorik, München: Moderne Verlagsgesellschaft, 1993.
- /LEN91/** Lenke, N.: Das Kommunikationsmodell der Künstlichen-Intelligenz-Forschung, Aachen: Alano/Rader Publ., 1991.
- /LEV86/** Levy, J.: Das Gehirn hat keine bessere Hälfte, in: Psychologie heute, Nr.1, Weinheim: Beltz Verlag, 1986.

- /LEV89/** Levy, J.: Die Kooperation im Kopf, in: Psychologie heute, Nr. 4, Weinheim: Beltz Verlag, 1989.
- /LIE96/** Liebl, F.: Strategische Frühaufklärung – Trends, Issues, Stakeholders, München, Wien: Oldenbourg Verlag 1996.
- /LIE99/** Liebl, F.: Mehr als nur Trendforschung – Themenmanagement im strategischen Marketing, Euroforum-Konferenz: Design-Management, 2. und 3. Februar 1999, Hamburg.
- /LIE00/** Liebl, F.: Der Schock des Neuen – Entstehung und Management von Issues und Trends, München: Gerling Akademie Verlag, 2000.
- /LIN99/** Lindemann, U.: A model of design processes of individual designers, in: Lindemann U.; Birkhofer, H.; Meerkamm; Vajna, S. (Hrsg.): Proceedings International Conference on Engineering Design (ICED`99), Volume 2, Technische Universität München, München, 1999.
- /LIN00/** Linke, D.: Das Gehirn, München: C.H. Beck Verlag, 2000.
- /LOS02/** Lossack, R.-S.: Foundation for a Universal Design Theory – A design process model, International Conference »The science of design«, 15.-16. März 2002, Lyon (Frankreich).
- /MAC99/** Mack, B.: Kontakt, Intuition & Kreativität - Vom Umgang mit wachsender Komplexität im Management und Alltagsleben, Paderborn: Junfermann Verlag, 1999.
- /MAJ93/** Majaro, S.: Erfolgsfaktor Kreativität – Ertragssteigerung durch Ideenmanagement, London: McGraw-Hill Book Company, 1993.
- /MAN02/** Mann, T.: Der Zauberberg, Frankfurt am Main: Fischer Taschenbuch Verlag, 2002.
- /MAR01/** Markowitsch, H. J.: Neuropsychologie des menschlichen Gedächtnisses, in: Spektrum der Wissenschaft, Heidelberg: Spektrum der Wissenschaften Verlag, 02/2001.
- /MAT79/** Matussek, P.: Kreativität als Chance, 3. Auflage, München: Piper Verlag, 1979.
- /MAY87/** May, R.: Der Mut zur Kreativität, Paderborn: Junfermann Verlag, 1987.
- /MAY99/** Mayer, R.E.: Fifty years of creativity research, in: Handbook of creativity, hrsg. von Sternberg, R.J., Cambridge: Cambridge University Press, 1999.
- /MEC90/** Mechsner, F.: Kann das Hirn das Chaos bändigen? in: GEO Wissen – Chaos und Kreativität, Hamburg: Gruner + Jahr Verlag, 1990.
- /MED73/** Mednick, S. A.: Die assoziative Basis des kreativen Prozesses, in: Kreativitätsforschung, hrsg. von Ulmann, G., Köln: Kiepenheuer & Witsch Verlag, 1973.
- /MEI02/** Meier, C.: Braucht Design Theorie?, in: Design Report, Stuttgart: Blue C. Verlag, März 2002.

- /MEI92/** **Meißner, W.:** Kreativität, in: Handwörterbuch der Psychologie hrsg. von Asanger, R., München: Psychologie-Verlags-Union, 1992.
- /MET96/** **Metzinger, T.:** Bewusstsein – Beiträge aus der Gegenwartsphilosophie, Paderborn: Mentis Verlag, 3. Auflage, 1996.
- /MIN03a/** [www.mindjet.com](http://www.mindjet.com), Abfragedatum: 5.6.2003.
- /MIN03b/** [www.mindmapperusa.com](http://www.mindmapperusa.com), Abfragedatum: 5.6.2003.
- /MIN03c/** [www.ygnius.com](http://www.ygnius.com), Abfragedatum: 5.6.2003.
- /MIT97/** **Mittelstraß, J.:** Leonardo und die Leonardo-Welt. Der universale Mensch als Weltbaumeister, Freiburger Universitätsblätter 36, H.138, 1997.
- /MIT00/** **Mittelstraß, J.:** Kreativität und Konstruktion, 4. Deutscher Konstrukteurtag, VDI, Bochum, 6.-7. September 2000.
- /NAI31/** **Hirsch, N.D.M.:** Genius and Creative Intelligence, Cambridge, Mass.: Sci-art Publishers, 1931.
- /NEU02/** **Neubauer, A. C.:** Jäten im Gehirn, in: Gehirn und Geist, Spektrum der Wissenschaft, Heidelberg: Spektrum der Wissenschaften Verlag 02/2002.
- /OER77/** **Oerter, R.:** Intelligenz und Kreativität, in: Handbuch psychologischer Grundbegriffe, hrsg. von Hermann, T., München: Kösel Verlag, 1977.
- /OST03/** **Osten, M.:** Be Creative! Der kreative Imperativ! Begleitpublikation zur Ausstellung im Museum für Gestaltung Zürich 30.11.02 - 2.3.03, Zürich, 2003
- /PAH86/** **Pahl, G.; Beitz, W.:** Konstruktionslehre, 2. Auflage, Berlin: Springer Verlag, 1986.
- /PAH97/** **Pahl, G.; Beitz, W.:** Konstruktionslehre, 4. Auflage, Berlin: Springer Verlag, 1997.
- /PÄT96/** **Pätzold, G.:** Lehrmethoden in der beruflichen Bildung, 2.Auflage, Heidelberg: Sauer Verlag, 1996.
- /PAT82/** **Patzak, G.:** Systemtechnik – Planung komplexer innovativer Systeme, Berlin; Heidelberg; New York: Springer Verlag, 1982.
- /PEN94/** **Peng, C.:** Exploring communication in collaborative design: co-operative architectural modelling, in: Design Studies, Volume 15, Number 1, 1994.
- /PES00/** **Peterson, T.:** Wirtschaft und Kreativität, in: Kreativität, hrsg. von Holm-Hadulla, R.M., Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag, 2000.
- /PET99/** **Peters, S.; Nöken, S.; Kirschke, R.:** Produkte und Produktionstechnologie für die Kundenindividuelle Massenproduktion, Kundenindividuelle Massenproduktion: Produkte, Fertigung und Marketing, 1. Deutsche Tagung zur Mass Customization, 14. April 1999, Würzburg.
- /PET00/** **Peters, S., Klocke, F.:** Wie Designer und Techniker ein Team werden, ke konstruktion + engineering, Landsberg am Lech: Verlag Moderne Industrie, November 2000.

- /PET01/** **Peters, S.; Göbel, M.:** Free Drawer-Designunterstützung in immersiven Umgebungen, Vortrag zum Seminar: Virtual Reality – Instrumente des Erfolgs, 15. November 2001, Aachen.
- /PET03a/** **Peters, S.:** Was ist Kreativität – Zusammenarbeit von Designern und Ingenieuren, Kommentar in: Der Konstrukteur, Mainz: VF Online Medien, 03/2003.
- /PET03b/** **Peters, S.; Pfeifer, T.; Voigt, T.:** Interdisziplinäre Kooperation im kreativen Entwicklungsprozess – Die Qualität der Kooperation zwischen Design und Engineering wird zu einer neuen Herausforderung für das Qualitätsmanagement, in: QZ – Qualität und Zuverlässigkeit in Industrie und Dienstleistung, München: Carl Hanser Verlag, 6/2003.
- /PET03c/** **Peters, S.; Klocke, F.:** Potentiale generativer Verfahren für die Individualisierung von Produkten, in: Marktchance Individualisierung, hrsg. von Reinhart, G.; Zäh, M.; Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag, 2003.
- /PFE00/** **Pfetsch, F.R.:** Kreatives Verhandeln in Politik und Wirtschaft, in: Kreativität, hrsg. von Holm-Hadulla, R.M., Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag, 2000.
- /PLE96/** **Pleschak, F.; Sabisch, H.:** Innovationsmanagement, Stuttgart: Schäffer-Pöschel Verlag, 1996.
- /PIN98/** **Pinker, S.:** Wie das Denken im Kopf entsteht, München: Kindler Verlag, 1998.
- /POP94/** **Popper, K.R.:** Logik der Forschung, 10. überarbeitete Auflage, Tübingen: Mohr Verlag, 1994.
- /PRE76/** **Preisler, S.:** Kreativitätsforschung, Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1976.
- /PRI01/** **Pricken, M:** Kribbeln im Kopf, Mainz: Hermann Schmidt Verlag, 2001.
- /REI01/** **Reike, H; Geisenheyner, S.:** 33 Mind Maps für die Praxis, München: Carl Hanser Verlag, 2001.
- /REI01/** **Reinewald, C. :** De 3.573.088ste stoel, Financieel Dagblad, 6.10.2001.
- /REH96/** **Rehhäuser, J.; Krcmar, H.:** Wissensmanagement im Unternehmen, in: Schreyögg, G.; Conrad, P. (Hrsg.): Wissensmanagement, Berlin, New York: Walter de Gruyter Verlag, 1996.
- /RIT84/** **Rittel, H. ; Webber, M. M.:** Planning problems are wicked problems, in: Cross N.G. (Hrsg.): Developments in Design Methodology. Chichester: Wiley, 1984.
- /ROD91/** **Rodenacker, W. G.:** Methodisches Konstruieren, 4. Auflage, Berlin: Springer Verlag, 1991.
- /ROP99/** **Ropohl, G.:** Der Paradigmawechsel in den Technikwissenschaften, in: Die Sprachlosigkeit der Ingenieure, hrsg. von Duddeck, H.; Mittelstraß, J., Opladen: Leske + Budrich Verlag, 1999.
- /ROT94/** **Roth, K.:** Konstruieren mit Konstruktionskatalogen, Berlin: Springer Verlag, 1994.

- /ROT01/** Roth, G.: Fühlen, Denken, Handeln – Wie das Gehirn unser Verhalten steuert, Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag, 2001.
- /ROT02/** Roth, G.: Gleichtakt im Neuronennetz, in: Gehirn und Geist, Spektrum der Wissenschaft, Heidelberg: Spektrum der Wissenschaften Verlag 01/2002.
- /RUM95/** Rummel, C.: Designmanagement – Integration theoretischer Konzepte und praktischer Fallbeispiele, Dissertation Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag, 1995.
- /RÖT99/** Röttges, H.: Das Problem der Wissenschaftlichkeit der Philosophie, Würzburg: Königshausen und Neumann Verlag, 1999.
- /SAM01/** Samson, R; Schoenmakers, C.: Insights, hrsg. als hochschulinterne Ausgabe vom Fachbereich Design der Fachhochschule Münster und dem Institut Industrielle Techniken der Saxion Hogeschool Enschede, 2001.
- /SAS99/** Sasse, D.: Lernen schafft neue Verknüpfungen im Hirn, in: Die Welt, Berlin: Axel Springer Verlag, 26.11.1999.
- /SCH88/** Schlicksupp, H.: Produktinnovation – Wege zu innovativen Produkten, Würzburg: Vogel Verlag, 1988.
- /SCHL98/** Schlicksupp, H.: Ideenfindung, Würzburg: Vogel Verlag, 1998.
- /SCH00a/** Schmidt, R. F.; Thews, G.; Lang, F.: Physiologie des Menschen, Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag, 2000.
- /SCH72/** Schmitt-Grohé, J.: Produktinnovation – Verfahren und Organisation der Neuproduktplanung, Wiesbaden: Gabler Verlag, 1972.
- /SCH83/** Schön, D. A.: The Reflective Practitioner, New York: Basic Books, 1983.
- /SCH84/** Schön, D. A.: Problems, frames and perspectives on designing, Design Studies, Volume 9, Number 3, 1984.
- /SCH87/** Schön, D. A.: Educationg the Reflective Practitioner, New York: Basic Books, 1987.
- /SCH92/** Schön, D. A.: Designing as reflective conversation with the materials of a design situation, Research in Engineering Design, Volume 3, 1992.
- /SCH98/** Schreiber, D.: Kreativität in der Gestaltung, Forschungsbericht der Psychologie, Hochschule für Kunst und Design, Halle, Burg Giebichenstein, 1998.
- /SCH00b/** Schröder, H.-H.: Frühinformation und Innovation – Der aktuelle Stand der Wissenschaft, Frühinformation und Innovation, Praxisforum an der RWTH Aachen, 12. September 2000, Aachen.
- /SCH00c/** Schulze, G.: Die Erlebnisgesellschaft – Kulturosoziologie der Gegenwart, 8. Auflage, Studienausgabe, Frankfurt am Main: Campus Verlag, 2000.
- /SCH64/** Schumpeter, J.: Theorien der wirtschaftlichen Entwicklung – Eine Untersuchung über Unternehmergeinn, Kapital, Kredit, Zins und den Konjunkturzyklus, 6. Auflage, Berlin: Duncker & Humblot Verlag, 1964.



- /SEG00/** **Segler, T.:** Kreativitätsförderung im Unternehmen, in: Kreativität, hrsg. von Holm-Hadulla, R.M., Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag, 2000.
- /SEI89/** **Seiffert, H.:** Handlexikon zur Wissenschaftstheorie, München: Ehrenwirth Verlag, 1989.
- /SEL94/** **Selle, G.:** Geschichte des Designs in Deutschland, Frankfurt am Main, New York: Campus-Verlag, 1994.
- /SEL01/** **Sellnow, R.:** Die mit den Problemen spielen... Ratgeber zur kreativen Problemlösung, Bonn: Stiftung Mitarbeiter, 2001.
- /SHA76/** **Shannon, C.; Weaver, W.:** Mathematische Grundlagen der Informationstheorie, München: Oldenbourg Verlag, 1976.
- /SHA93/** **Shatz, C. J.:** Das sich entwickelnde Gehirn, in: Spektrum der Wissenschaft Spezial – Gehirn & Geist, Heidelberg: Spektrum der Wissenschaften Verlag, 1993.
- /SIE99/** **Siebel, H.-P.:** Gedanken und Anregungen zur Überwindung der Sprachlosigkeit der Ingenieure, in: Die Sprachlosigkeit der Ingenieure, hrsg. von Duddeck, H.; Mittelstraß, J., Opladen: Leske + Budrich Verlag, 1999.
- /SIM90/** **Simon, H. A.:** Die Wissenschaften vom Künstlichen, Berlin: Kammerer & Unverzagt Verlag, 1990.
- /SIN89/** **Singer, W.:** Zur Selbstorganisation kognitiver Strukturen. In: Gehirn und Bewusstsein, hrsg. von Pöppel, E., Weinheim: VCH Verlag, 1989.
- /SPE00/** **Speziale-Bagliacca, R.:** Sigmund Freud – Begründer der Psychoanalyse, Spektrum der Wissenschaft, Heidelberg: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft, September 2000.
- /SPI00/** **Spitzer, M.:** Geist im Gehirn, Heidelberg, Berlin: Spektrum Akademischer Verlag, 2000.
- /STA73/** **Stachowiak, H.:** Allgemeine Modelltheorie, Wien: Springer Verlag, 1973.
- /STA94/** **Staehe, W. H.:** Management, München: Vahlen Verlag, 1994.
- /STE95/** **Sternberg, R. J., Lubart, T.I.:** Defying the crowd – Cultivating in a culture of conformity, New York: Free Press, 1995.
- /STO01/** **Stoffels, A.:** Wissensorientiertes Management der Produkt- und Prozessentwicklung, Dissertation der TU-Darmstadt, 2001.
- /STR96/** **Strauss, Danie F. M.:** Rationalism, Irrationalism and the Absolutized Horizon of Knowledge as Ideals of Knowledge in Philosophy and Science, in: Facets of Faith and Science hrsg. von J. van der Meer, Bd. 2, The Role of Beliefs in Mathematics and the Natural Sciences: An Augustinian Perspective. Ancaster, Ontario (Kanada): The Pascal Center for Advanced Studies in Faith and Science of Redeemer College, 1996.
- /STR94/** **Stroebe, R. W.; Guntram H.:** Gezielte Verhaltensänderung, Heidelberg: Sauer Verlag, 3.Auflage, 1994.

- /SVA95/ Svantesson, I.:** Mind Mapping und Gedächtnistraining, Offenbach: Gabal Verlag, 1995.
- /TEB90/ Tebbe, K.:** Die Organisation von Produktinnovationsprozessen, Stuttgart: Poeschel Verlag, 1990.
- /THI85/ Thiesen, P.:** Kreatives Spiel mit Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen, München, 1985.
- /THO80/ Thom, N.:** Grundlagen des betrieblichen Innovationsmanagements, 2. Auflage, Königstein/Taunus: Hanstein Verlag, 1980.
- /TOP80/ Topalian, A.:** The Management of Design Projects, London: Associated Business Press, 1980.
- /TOR73/ Torrance, E.P.:** Neue Item-Arten zur Erfassung kreativer Denkfähigkeiten, in: Kreativitätsforschung, hrsg. von Ulmann, G., Köln: Kiepenheuer & Witsch Verlag, 1973.
- /TRE01/ Trefalt, P.:** Das Glastraumspiel, in: DesignReport, Stuttgart: Blue C. Verlag, September 2001.
- /ULR68/ Ulrich, H.:** Die Unternehmung als produktives, soziales System – Grundlagen der allgemeinen Unternehmenslehre, Bern; Stuttgart: Paul Haupt Verlag, 1968.
- /ULR76/ Ulrich, P.; Hill, W.:** Wissenschaftstheoretische Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, in: WiSt – Zeitschrift für Ausbildung und Hochschulkontakt hrsg. von Dichtl, E.; Issing, O., 5-Jg.; Heft 7, München: Verlagsbuchhandlung C.H. Beck, 1976.
- /VAL98/ Valkenburg, R.C.; Dorst, K.:** The reflective practice of design teams, in: Design Studies, Volume 19, Number 3, 1998.
- /VAL00/ Valkenburg, R.C.:** The Reflective Practice in product design teams, Dissertation der TU Delft, 2000.
- /VER89/ Vernon, P.E.:** The Nature – Nurture Problem in Creativity, in Handbook of Creativity, hrsg. von Glover, J.A.; Ronning, R.R.; Reynolds, C.R., New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 1989.
- /VES01a/ Vester, F.:** Denken, Lernen, Vergessen, München: Deutscher Taschenbuch Verlag, 2001.
- /VES01b/ Vester, F.:** Die Kunst, vernetzt zu denken. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt, 7.Auflage, 2001.
- /VDI1977/ N.N.:** VDI2221 Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte, Düsseldorf: VDI-Verlag, 1977.
- /VDI1985/ N.N.:** VDI2221 Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte, Düsseldorf: VDI-Verlag, 1985.
- /VDI83/ N.N.:** Systematische Produktplanung, hrsg. vom VDI, VDI-Gesellschaft Konstruktion und Entwicklung, Düsseldorf: VDI-Verlag, 1983.

- /VÖH99/** **Vöhringer, K.-D.:** Innovation mit System – Die Zukunft gestalten, Tagungsband zum Aachener Werkzeugmaschinen Kolloquium `99, 10.-11-Juni 1999.
- /VOW84/** **Vowe, G.:** Information und Kommunikation – Brücke zwischen Wissenschaft und Gesellschaft, Opladen: Westdeutscher Verlag, 1984.
- /WAR99/** **Ward, T.B.; Smith, S.M.; Finke, R.A.:** Creative Cognition, in: Handbook of creativity, hrsg. von Sternberg, R.J., Cambridge: Cambridge University Press, 1999.
- /WEI89/** **Weisberg, R.W.:** Kreativität und Begabung – Was wir mit Mozart, Einstein und Picasso gemeinsam haben, Heidelberg: Spektrum der Wissenschaft Verlag, 1989.
- /WEI99/** **Weisberg, R.W.:** Creativity and knowledge – A challenge to theories, in: Handbook of creativity, hrsg. von Sternberg, R.J., Cambridge: Cambridge University Press, 1999.
- /WEL99/** **Wellmer, A.:** Kunst und industrielle Produktion – Zur Dialektik von Moderne und Postmoderne, in: Theorien der Gestaltung, hrsg. von Fischer, V.; Hamilton, A., Band 1, 1999.
- /WEN97/** **Wenger, W.; Poe, R.:** Der Einstein – Faktor, Freiburg: VAK Verlag, 1997.
- /WEN96/** **Wengler, M.:** Methodik für die Qualitätsplanung und -verbesserung in der Keramikindustrie, Dissertation der RWTH Aachen, Düsseldorf: VDI-Verlag, 1996.
- /WER57/** **Wertheimer, M.:** Produktives Denken, Frankfurt am Main: Kramer Verlag, 1957.
- /WIL96/** **Wildemann, H.:** Innovation und Kundennähe: Wachstumsstrategien im Wettbewerb, Tagungsband »Münchener Management Kolloquium«, 5./6. März 1996, Transfer Centrum GmbH, München, 1996.
- /YOU03/** **Young, N.:** Information vs. Intuition, The 7<sup>th</sup> European International Design Management Conference: Decisions 2003, 16.-18. März 2003, Köln.
- /ZAH91/** **Zahn, E.:** Innovation und Wettbewerb, in: Innovations- und Technologiemanagement, hrsg. von Müller-Böling, D.; Wienand, U., Stuttgart: C.E Poeschel Verlag, 1991.
- /ZEL99/** **Zelewski, S.:** Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, in: Betriebswirtschaftslehre, hrsg. von Corsten, H.; Reiß, M., München: Oldenbourg Verlag, 1999.
- /ZIM99/** **Zimbardo, P. G.; Gerrig, R. J.:** Psychologie, Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag, 1999.
- /ZOG98/** **Zoglauer, T.:** Geist und Gehirn, Göttingen: Vandenhoeck und Ruprecht Verlag, 1998.

## 8.2 Relevante Studien- und Diplomarbeiten

**Seibert, F.:**

»Grundlagenuntersuchung zur Kreativität im Produktentwicklungsprozess«  
Diplomarbeit am Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre,  
RWTH Aachen, Dezember 2000.

**Hin, C.:**

»Kritik an der Funktionsweise von Kreativitätstechniken unter Einbeziehung  
den kreativen Prozess beeinflussender Faktoren«  
Studienarbeit am Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre,  
RWTH Aachen, August 2002.

**Gebhardt, B.:**

»Modell zur Beschreibung kreativer Prozesse zwischen Design und Engineering  
auf Basis der Funktionsweise des menschlichen Gehirns«  
Diplomarbeit am Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre,  
RWTH Aachen, August 2002.

**Hermanns, L.:**

»Untersuchungen zur Schnittstellenproblematik Engineering & Design«  
Studienarbeit am Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre,  
RWTH Aachen, November 2002.

**Winkemann, J.:**

»Entwicklung einer Struktur zur Förderung des Wissenstransfers an der  
Schnittstelle zwischen Design und Engineering «  
Studienarbeit am Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre,  
RWTH Aachen, Juni 2003

**Susilo, A.:**

»Analyse zu den Differenzen in den Ausbildungskonzepten zwischen Design,  
Marketing und Engineering«  
Studienarbeit am Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre,  
RWTH Aachen, Juli 2003

### 8.3 Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

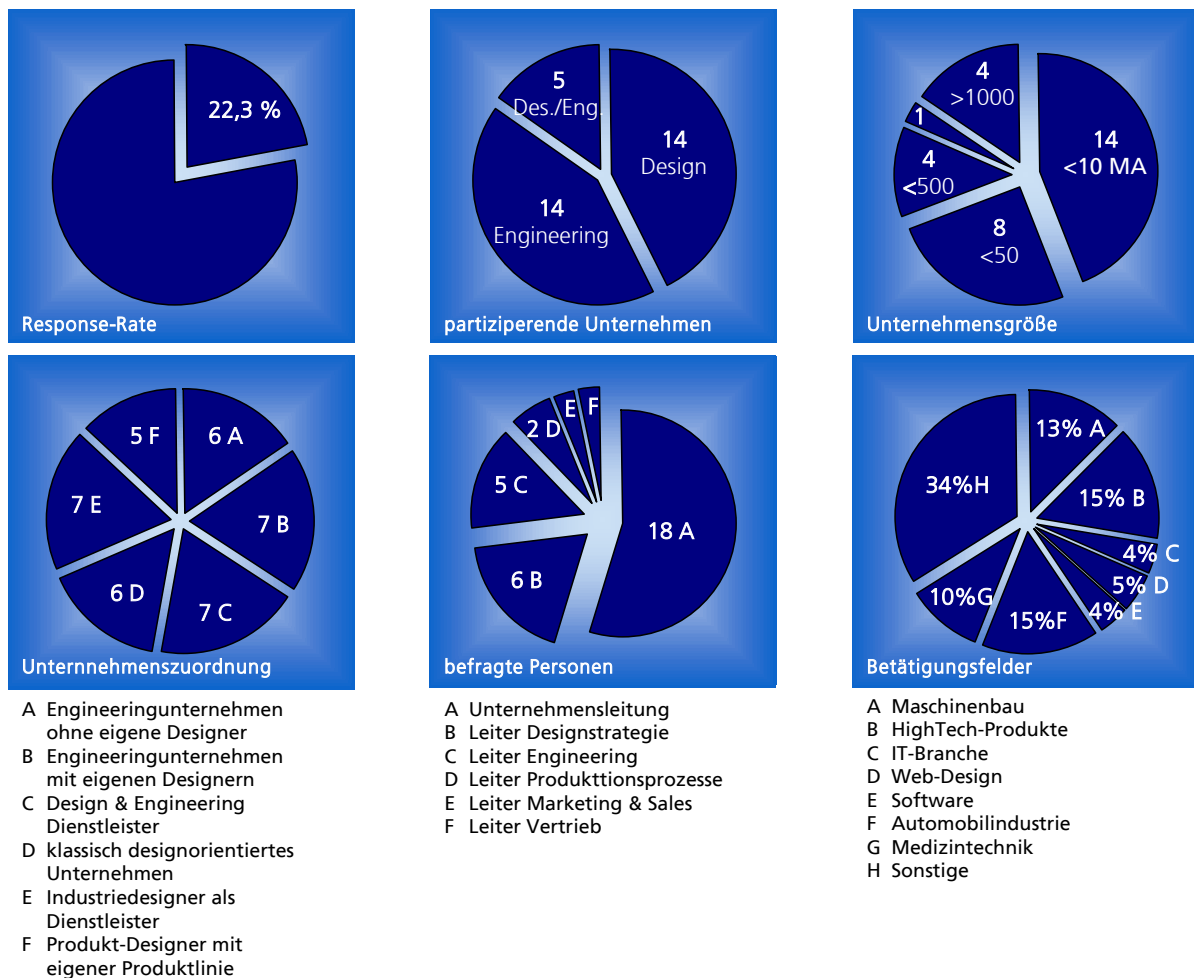
$A_{ind}$	Ausgangspunkt eines Individualgedankens
$A_G$	Ausgangspunkt von Gedanken in der Gruppe
Al	Aluminium
ÄR	äußere Relevanz
B	Biografie des Denkenden
$B_G$	Biografie der Gruppe
bit/s	Bit pro Sekunde
bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
E	relevante Elemente eines Gedankengangs
$E_{ex}$	externe Einflüsse auf den kreativen Prozess
F	fixe Elemente
f	folgende Seite
ff	folgende Seiten
FH	Fachhochschule
Gebr.	Gebrüder
ggf.	gegebenenfalls
hrsg.	herausgegeben
Hrsg.	Herausgeber
IR	innere Relevanz
k.A.	keine Angabe
kg	Kilogramm
LZG	Langzeitgedächtnis
KZG	Kurzzeitgedächtnis
MA	Mitarbeiter
MuK	Maschinenelemente und Konstruktionslehre
N.N.	Name unbekannt
Prof.	Professor
R	relevante Relationen zwischen den Elementen eines Gedankengangs
$R_{ind}$	innere Relationen eines individuellen gedanklichen Netzwerkes
$R_G$	innere Relationen eines gruppenspezifischen Netzwerkes
S.	Seite
TU	Technische Universität
UZG	Ultrakurzzeitgedächtnis
u.a.	unter anderem
V	ursprünglich gesendete Vorstellung
$V'$	empfangene Vorstellung
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e.V.
vgl.	vergleiche
W	Werkkontext
z.B.	zum Beispiel
&	und
$\subseteq$	Teilmenge
x	kartesisches Produkt

# Anhang

## A1 Umfrageergebnisse Design/Engineering (Frühjahr 2002)

Im Frühjahr 2002 wurde eine Umfrage zur Qualität der Kooperation an der Schnittstelle zwischen Design und Engineering durchgeführt. Der Fragebogen wurde nach telefonischer Vorankündigung an 146 **Unternehmen** aus der Engineering- und Designer-Branche verschickt, wovon sich 33 beteiligten. Dies entspricht einer Response-Rate von 22,3 %.

**Bild A1:** Allgemeine Daten zur Umfrage

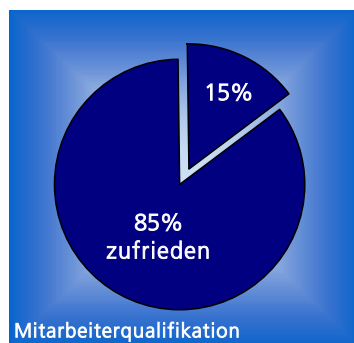


### Unternehmens- und Mitarbeiterprofile

Jene Unternehmen, die den Fragebogen nicht zurücksendeten, gaben als Gründe »kein Interesse«, »keine Zeit« oder »kein Auftreten eines Schnittstellenkonflikts« an. Diese Unternehmen umfassten sowohl Kleinstunternehmen mit nur einem Mitarbeiter als auch global agierende Großunternehmen mit über 1000 Beschäftigten. Die Unternehmen, die sich an der Befragung beteiligten, begrüßten die wissenschaftliche Beschäftigung mit der Thematik und ordneten ihr in ihrem Unternehmen eine hohe Priorität zu. Vor allem zeigt sich diese hohe Bedeutung an der Tatsache, dass ausschließlich Geschäftsführer und Abteilungsleiter die Fragebögen beantworteten. Die beteiligten Unternehmen ließen sich gleichmäßig in die **Bereiche** Engineering (42,4%), Design (42,4%) und Hybrid-Unternehmen mit beiden Beschäftigungsbereichen (15,2%) auftei-

len, so dass von einem repräsentativen Datenmaterial ausgegangen werden kann. Dabei überwog die Teilnahme von Unternehmen bis 50 Mitarbeitern mit fast 70%, was darauf zurückzuführen ist, dass diese Klein- und mittelständischen Unternehmen oftmals mit externen Firmen zusammen arbeiten und entsprechend häufig mit Konfliktsituationen konfrontiert werden. Dagegen lassen sich bei denjenigen Unternehmen mit einer Beschäftigungsanzahl über 50 Mitarbeitern häufig entsprechende Lösungsansätze und Vorkehrungen, einschließlich der Unternehmensstruktur mit internen Engineering- und/oder Designabteilungen ausmachen. Die **Beschäftigungsschwerpunkte** reichen bei den Engineering-Unternehmen vom klassischen Maschinenbau über den Sondermaschinenbau bis hin zur Automobilindustrie und Medizintechnik. Bei Designunternehmen lag der Arbeitsschwerpunkt bei der Entwicklung und Gestaltung von zumeist Alltagsgegenständen wie Möbeln, Licht oder aller Arten von Konsumgütern. Eine Schnittmenge zwischen den beiden Bereichen stellen die IT-Branche (Web- und/oder Softwaredesign u.ä.), Informationsdesign und die Architektur dar.

**Bild A2:** Aussagen zur Mitarbeiterqualifikationen



#### Aktuelle Qualifikationsvorstellungen bzgl. Informationstechnologien

- |                                |                    |
|--------------------------------|--------------------|
| <b>Design</b>                  | <b>Engineering</b> |
| ■ Grafikprogramme              | ■ CAD-System       |
| ■ 3D-Darstellung und Rendering | ■ CAM-Systeme      |
|                                | ■ FEM-Systeme      |

#### Wünsche bezüglich neuer Qualifikationen

- |                                      |                                  |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| <b>Design</b>                        | <b>Engineering</b>               |
| ■ Programmiersprachen                | ■ Kompetenz bzgl. Schnittstellen |
| ■ betriebswirtschaftliche Kenntnisse | ■ Kommunikationsfähigkeit        |
| ■ Informationsmanagement             | ■ Projekt- und Zeitmanagement    |
| ■ Teamfähigkeit                      | ■ Kreativität                    |
| ■ Kenntnisse bzgl. Marktforschung    |                                  |

Hinsichtlich ihrer **Mitarbeiter** zeigten sich die meisten Unternehmen mit dem augenblicklichen Zustand zufrieden. So planten fast 85% der beteiligten Firmen auch bei der Einstellung zukünftiger Mitarbeiter keine Modifikation ihrer Qualifikationsansprüche. Lediglich 15% der Unternehmen möchte die Qualifikation vorhandener Mitarbeiter erweitern und fördern oder durch neue Mitarbeiter ergänzen.

Den Branchen entsprechend gaben die Unternehmen an, ihre Mitarbeiter hätten gute bis sehr gute Kenntnisse hinsichtlich ihrer berufsspezifischen, vor allem computertechnischen Programme. Es handelt sich hierbei um die Beherrschung unterschiedlicher Betriebssysteme und der Beherrschung entsprechender Programmiersprachen. Auch wenn der letzte Punkt für den Designbereich nicht besonders relevant erscheint, gaben die Design-Unternehmen doch an, bei ihren zukünftigen Mitarbeitern verstärkt auf diese Fähigkeit achten zu wollen. Die Wünsche an die Qualifikation der vorhandenen Mitarbeiter teilten sich wie folgt auf: Während das Engineering großen Wert auf die Beherrschung ingenieurtypischer Software wie CAD, CAM oder auch FEM legte, waren für Designer gestalterische Programme wie Quark, Photoshop, 4-D-Cinema oder CorelDraw von hoher Bedeutung. Auch hier zeichnete sich ab, dass in Zukunft Kenntnisse in den Programmen der beruflichen Gegenseite gewünscht werden, was sich als ein erster Schritt im Umdenken des reinen Spezialistentums werten lässt. In diesem Kontext gaben jedoch Designer größeres Interesse an den technischen EDV-Werkzeugen an als Ingenieure für den design-technischen Bereich.

Große Probleme bei den vorhandenen Mitarbeitern sahen die Geschäftsführer von Design-Unternehmen in den Bereichen Betriebswirtschaft und Informationsmanagement. Dagegen wurden als zufriedenstellend die Bereiche Projektmanagement, Schnittstellenkompetenz (!) und Fremdsprachen gewertet. Juristische Kenntnisse hingegen waren nicht von Bedeutung. Eine ähnliche Gewichtung lässt sich auch bei Engineering-Unternehmen erkennen. Sie empfanden jedoch ihre Kompetenz hinsichtlich des Projektmanagements und des Schnittstellenkonflikts als deutlich größer. Zukünftige Mitarbeiter sollten die vorhandenen Unternehmensschwächen entsprechend ausgleichen. Dabei ist besonders auffällig, dass Engineering-Unternehmen sehr großen Wert auf eine Schnittstellenkompetenz bei ihren zukünftigen Angestellten legten. Dies belegt, dass den Geschäftsführern das schwelende Konfliktpotenzial sehr wohl bewusst war. Die Mitarbeiter aus beiden Branchen kommen aus unterschiedlichsten Berufen, welche sich jedoch grob unter „gestalterisch-handwerklich“ (wie Schreiner oder Modellbauer) und „wissenschaftlich-handwerklich“ (wie Konstrukteur oder Werkzeugbauer) zusammenfassen liessen. Alle Unternehmen waren bestrebt, ihre Mitarbeiter durch interne und externe **Weiterbildungsmaßnahmen** zu fördern. Dies betrifft nicht nur interdisziplinäre Bereiche, sondern auch Schwerpunkte wie Kommunikation, Projekt- oder Zeitmanagement. Erstaunlicherweise machten zu diesem Punkt 30,3% der Unternehmen keine Angabe oder gaben zu, keinerlei Weiterbildungsmaßnahmen anzubieten.

Zur **Informationsbeschaffung** dienen den Unternehmen hauptsächlich die Fachpresse und das Internet. Agenturen oder Bibliotheken werden hingegen kaum in Anspruch genommen.

Des Weiteren lässt sich in Bezug auf das Thema Archivierung ein Unterschied zwischen Designern und Ingenieuren erkennen, was sich auch mit der Unternehmensgröße in Verbindung bringen lässt: Kleinere Unternehmen archivieren ihre Daten konventionell in Ordnern, während die meisten mittelständischen und Großunternehmen eine Kombination von Papier und EDV bevorzugen. Dabei nutzen die Ingenieure hauseigene programmierte Datenbanken, wogegen die Designer, falls eine Datenbank zur Informationsaufnahme und -beschaffung genutzt wird, auf käuflich erwerbliche Lösungen zurückgreifen. Diese sind im Gegensatz zu den selbst programmierten Datenbanken komplizierter und unflexibler in ihrer Handhabung.

Zumeist ist jeder Mitarbeiter selbst für die **Informationsorganisation** verantwortlich. Nur bei Großunternehmen übernimmt diese Aufgabe ein entsprechender Mitarbeiter oder eine Abteilung. Die Folge ist eine ineffiziente Informationsweitergabe an die Kollegen: Unter 40% der befragten Unternehmen nutzen die Möglichkeiten einer EDV-gestützten Informationsweitergabe per firmeneigenem Intranet; die meisten Angestellten bevorzugen den klassischen Kommunikationsweg per (Haus-)Post, Telefon oder Meeting.

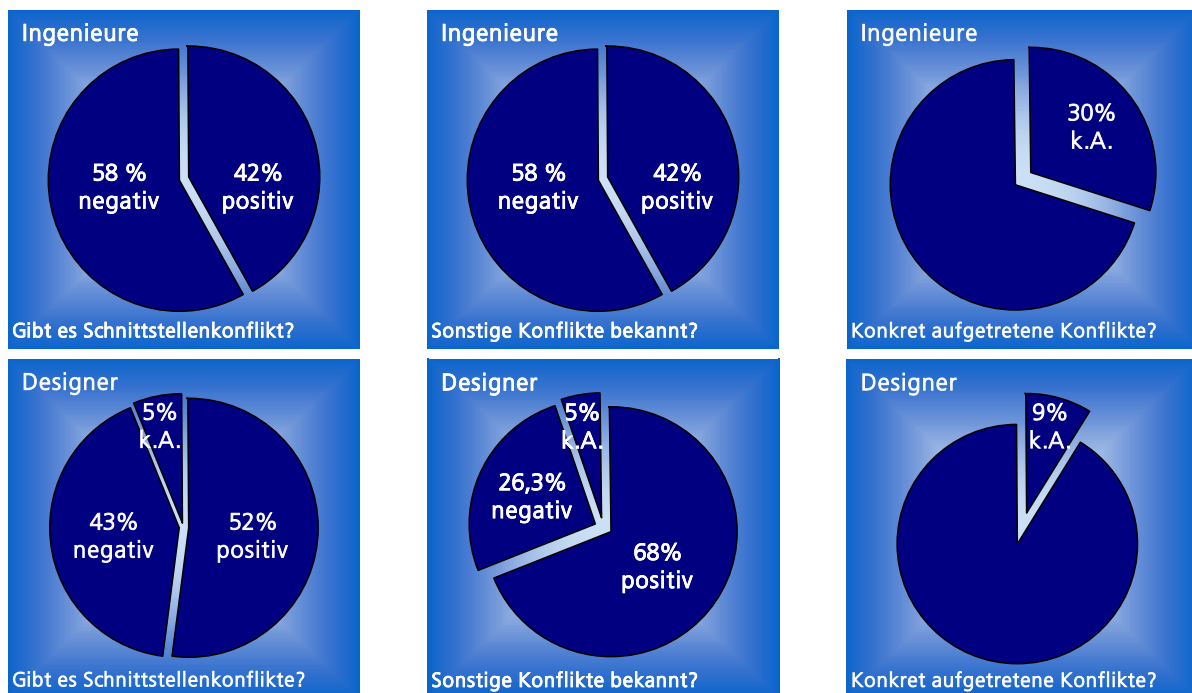
Anhand der bereits aufgezeigten Daten lässt sich folgern, dass Komplikationen an Schnittstellen nicht auf eine mangelnde Qualifikation der Unternehmen und deren Mitarbeiter zurückzuführen ist. Zumeist ist eine ineffektive Organisation und Weitergabe von Wissen bzw. Information die Ursache für die Entstehung eines Schnittstellenkonflikts. Die Aussagen zur Schnittstelle Design-Engineering innerhalb des Fragebogens unterstreichen diese Feststellung.



## Der Schnittstellenkonflikt in der betrieblichen Praxis

Über 52% aller Design-Unternehmen beantworteten die Frage nach dem **Vorhandensein einer Schnittstellenproblematik** positiv, knapp 10% weniger sahen einen derartigen Schnittstellenkonflikt nicht. Bei den Ingenieuren bot sich hingegen ein anderes Bild: Fast 58% verneinten die Existenz eines Schnittstellenkonflikts, nur 42% bejahten die Frage. Dagegen bewertete die gleiche Berufsgruppe die Frage, ob Probleme an der Schnittstelle bekannt seien, mit über 73% als positiv. Auch einem Großteil der Designer waren Probleme an der Schnittstelle bekannt. Diese scheinbar paradoxe Beantwortung zweier fast identischer Fragen lässt die Schlussfolgerung zu, dass vor allem Ingenieure ein ineffizientes Zusammenarbeiten nicht akzeptieren wollen, obwohl sie das tatsächlich existierende Konfliktpotenzial durchaus wahrnehmen. Diese These wird insbesondere dadurch bestätigt, dass auf eine spätere Frage hinsichtlich konkret aufgetretener Konfliktsituationen in der Zusammenarbeit gerade 9% der Design-Unternehmen, jedoch 30% aller Engineering-Unternehmen keine Angaben machen konnten oder wollten.

**Bild A3:** Aussagen zu Schnittstellen-Konflikten im Entwicklungsprozess



Subjektiv machten die Unternehmen für den Schnittstellenkonflikt hauptsächlich eine falsche Bewertung der in den Lösungsprozess eingegangenen eigenen Arbeit durch die andere Berufsgruppe, aber auch das unvollständige und unsichere Handling beim Austausch von Projektdaten verantwortlich. Ebenfalls wurden Wissenslücken, fehlende Interdisziplinarität, ein falsches oder unvollständiges Briefing, eine zu kurze Zeitplanung und das Fehlen eindeutiger Projektziele bzw. Aufgabenzuteilungen erwähnt. Erstaunlicherweise waren sich beide Berufsgruppen dahingehend einig, dass psychische Faktoren wie mangelnde Kooperationsbereitschaft, Mobbing, Antipathie oder psychische Faktoren wie Depressionen, Alkoholismus etc. keinerlei Einfluss auf einen Schnittstellenkonflikt ausüben: Kein (!) einziges Unternehmen bewertete diese mögliche Ursache als positiv, obwohl bei einer späteren Frage nach konkret aufgetretenen Spannungen mehrmals „...die Arroganz und Überheblichkeit...“ von gleichgestellten Teammitgliedern oder Vorgesetzten sowie eine „...Einhalten projektrelevanter Informationen...“ als Auslöser für einen Konflikt

angegeben wurden. Obwohl es offensichtlich ist, dass sich viele Manager zwar über eine Schnittstellenproblematik durchaus bewusst sind, scheint dies jedoch nicht für die auslösenden **Ursachen** zu gelten.

Klarheit herrscht dagegen bei den direkten **Auswirkungen eines Konflikts** hinsichtlich des Produktionsprozesses und des eigentlichen Produkts: So sind bei einer Mehrzahl der befragten Unternehmen beider Branchen eine zeitliche Projektverzögerung mit einer verspäteten Markteinführung und aufgetretene Fehler im späteren Produkt die Folgen. Zwei Unternehmen mussten ein Projekt komplett neu überarbeiten, wogegen ein Unternehmen sein Projekt komplett abbrechen musste. Alle drei Unternehmen verloren den erteilten Auftrag. Entsprechend erscheint es nicht verwunderlich, dass ein Großteil der befragten Unternehmen entsprechende **Instrumentarien** entwickelt hat, um die soeben erwähnten Folgen von Schnittstellenkonflikten zu entschärfen. Meist handelte es sich dabei um die Einstellung von Mitarbeitern, die beide beruflichen Branchen in einer Person vereinen, damit diese innerhalb des Unternehmens eine Vermittlerrolle übernehmen und einen Konflikt durch entsprechendes Coaching vermeiden können. Da diese interdisziplinären Mitarbeiter auf dem Arbeitsmarkt (noch) entsprechend selten anzutreffen sind, werden unternehmensinterne Richtlinien, ein permanentes Prozesscontrolling, ein eindeutiger Entwicklungsablauf und eine klare Aufgaben- bzw. Kompetenzverteilung als zukünftig gewünschte Qualifikationen der Mitarbeiter genannt. Auch der Fort- und Weiterbildung fällt eine größere zukünftige Bedeutung zu.

All diese Bemühungen können jedoch nur begrenzt greifen, solange nicht die unternehmensinterne und -externe Kommunikation verbessert wird. Allerdings wird durch die Umfrage deutlich, dass keinem der befragten Unternehmen klar war, auf welche Weise und mit welchen Mitteln dies geschehen solle. So möchte man zwar eine intensivere und eindeutige gegenseitige Kommunikation durch die Etablierung einer effizienteren Meetingstruktur, einer klareren Sprache und den Einsatz von Wissensmanagementsystemen erreichen, ist sich jedoch im Unklaren darüber, an welcher Stelle und in welchem Umfang die effektivsten Ergebnisse erzielt werden können. Auch hier lässt sich wieder ein Ungleichgewicht feststellen: 15% der Design-Unternehmen wollten nichts verändern (bzw. machten keine Angabe hierzu). Bei den Engineering-Unternehmen waren es über 30%.

Bei der direkt gestellten Abschlussfrage hinsichtlich der subjektiven Unternehmenseinschätzung bezüglich der Wissensmanagementkompetenz antworteten ungefähr 45% der Designer und 21% der Ingenieure mit „ausgezeichnet“ oder „zufriedenstellend“. Die Antwort von über 45% der Engineeringunternehmen und fast 40% der Designunternehmen war noch ergiebiger: Sie machten zu dieser Frage keine Angaben. Ein Bedarf an effektiven Instrumenten im Bereich des Wissensmanagements ist folglich dringend erforderlich.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass neben organisatorischen und psychologischen Faktoren vor allem kommunikationstechnische und sprachlich-syntaktische Mängel für die Auslösung eines Schnittstellenkonflikts zwischen Designern und Ingenieuren verantwortlich sind. Dabei lassen sich folgende Erkenntnisse ableiten:

- Grundsätzlich wurde von den befragten Unternehmen bestätigt, dass eine Kooperationslücke zwischen Designern und Ingenieuren vorliege und dass somit eine Notwendigkeit zum Handeln bestünde.

- Die Beantwortung der Frage nach den Gründen für die Ausbildung von Konfliktsituationen lässt eine ausgeprägte Vielfalt erkennen, wodurch kein eindeutiges Verständnis der kommunikativen Abläufe auszumachen ist. Neben Kompetenz- bzw. Wissensunterschieden, einer mangelhaften Kommunikation sowie einem fehlerhaften Verständnis über die Prozesse der jeweils anderen Disziplin werden vor allem Unterschiede in der Beurteilung von Teil- und Zwischenergebnissen als Ursache für Kooperationsdefizite ausgemacht.
- Zudem ist eine mangelhafte Bereitschaft zur Leistungsanerkennung gegenüber Vertretern der jeweils anderen Disziplin festzustellen.
- Das Bewusstsein für die innovationsförderlichen Effekte einer optimierten Schnittstellenausbildung ist bei Vertretern technischer Disziplinen erst in den letzten Jahren mit steigender Bedeutung des Faktors »Design« gereift. Jedoch ist Ingenieuren in aller Regel unklar, welche Maßnahmen einzusetzen sind. Im Sinne der gedanklichen Ausrichtung des Engineeringprozesses ist ein deutlicher Wunsch nach Präzisierung des Designprozesses zu erkennen.
- Von nahezu allen Befragten wird für die Zukunft eine enge Zusammenarbeit der beiden Disziplinen erhofft und teilweise sogar gefordert. Jedoch findet die Frage nach anvisierten kurzfristigen Aktionen lediglich in der Einstellung neuer Mitarbeiter, die über die Kenntnis beider Wissensbereiche und Denkweisen verfügen, eine Antwort. Wie die Situation mit den vorhandenen Mitarbeitern zu verbessern ist, bleibt unbeantwortet.

## A2 Fragebogen

---

### UNTERNEHMEN UND MITARBEITER

---

#### 1. Allgemeine Angaben zum Unternehmen

- Wie heißt Ihre Firma? \_\_\_\_\_
- Wie lautet Ihre (persönliche) E-mail-Adresse? \_\_\_\_\_
- Welche Funktion haben Sie im Unternehmen? \_\_\_\_\_
- Wieviele Mitarbeiter hat Ihr Unternehmen?  
 unter 10     11 – 50     51 – 500     501 – 1000     über 1000
- Welchem Bereich ordnen Sie Ihr Unternehmen zu?
  - Engineering-Unternehmen ohne eigene Design-Abteilung
  - Engineering-Unternehmen mit eigener Design-Abteilung
  - Design- und Engineering-Dienstleister
  - klassisch-designorientiertes Unternehmen
  - (Industrie-) Designer als Dienstleister
  - (Produkt-) Designer, welcher eigene Produkte produzieren lässt
- Sind Sie     Designer    oder     Ingenieur  
(bzw. übernehmen entsprechende Aufgaben)?

#### 2. Mit welchen Bereichen beschäftigt sich Ihr Unternehmen schwerpunktmäßig (Mehrfachnennungen möglich)?

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> (Sonder-) Maschinenbau                       | <input type="checkbox"/> Software (Anwendungen, Programme, Spiele etc.) |
| <input type="checkbox"/> High Tech (alle Bereiche)                    | <input type="checkbox"/> Automobilindustrie                             |
| <input type="checkbox"/> IT - Branche (alle Bereiche, außer Websites) | <input type="checkbox"/> Medizin  |
| <input type="checkbox"/> Web – Design                                 | <input type="checkbox"/> Sonstiges: _____                               |

#### 3. Über welche EDV-Kenntnisse verfügen Ihre jetzigen Mitarbeiter bzw. sollen Ihre zukünftigen Mitarbeiter verfügen (Mehrfachnennungen möglich)? Welche sind das?

- | vorhandene Mitarbeiter                                    | Zukünftige Mitarbeiter                                    |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Betriebssystem(e)<br>_____       | <input type="checkbox"/> Betriebssystem(e)<br>_____       |
| <input type="checkbox"/> Programmiersprache(n)<br>_____   | <input type="checkbox"/> Programmiersprache(n)<br>_____   |
| <input type="checkbox"/> Grafik-/CAD-Programm(e)<br>_____ | <input type="checkbox"/> Grafik-/CAD-Programm(e)<br>_____ |
| <input type="checkbox"/> Datenbanksystem(e)<br>_____      | <input type="checkbox"/> Datenbanksystem(e)<br>_____      |
| <input type="checkbox"/> Sonstige(s)<br>_____             | <input type="checkbox"/> Sonstige(s)<br>_____             |

4. Welche Qualifikationen besitzen Ihre jetzigen Mitarbeiter bzw. sollen Ihre zukünftigen Mitarbeiter mitbringen (1 = unverzichtbar; 6 = weniger wichtig; bitte die entsprechende Zahl umkreisen)?

	vorhandene Mitarbeiter						zukünftige Mitarbeiter					
• Betriebswirtschaft	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
• Projektmanagement	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
• Info-Management	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
• Schnittstellenkompetenz	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
• Juristische Kenntnisse (Urheberrecht etc.)	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
• Sprachen (Englisch und Französisch)	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
• Sonstiges	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
_____	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6

5. Über welche Ausbildung verfügen Ihre Mitarbeiter bzw. sollen Ihre zukünftigen Mitarbeiter verfügen?

	vorhandene Mitarbeiter		zukünftige Mitarbeiter	
• Lehre/Ausbildung; Fachrichtung?	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____
• (Fach-) Hochschulstudium; Fachrichtung?	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____
• Praktika; welche?	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____
• Qualifikation durch Weiterbildungsmaßnahmen; welche?	<input type="checkbox"/>	Firmenintern	<input type="checkbox"/>	firmenintern
	<input type="checkbox"/>	Firmenextern	<input type="checkbox"/>	firmenextern
		_____		_____

---

## INFORMATION UND KOMMUNIKATION

---

6. Welche Informationsquellen benutzen Ihre Mitarbeiter und Sie (bitte die entsprechende Zahl umkreisen)?

• Internet	0	20	40	60	80	100%
• kommerzielle Datenbanken (Lotus, ACCESS o.ä.)	0	20	40	60	80	100%
• hauseigene Datenbanken (selbstprogrammiert)	0	20	40	60	80	100%
• Agenturen / Nachrichtendienste	0	20	40	60	80	100%
• (Fach-) Presse	0	20	40	60	80	100%
• Bibliothek(en)	0	20	40	60	80	100%
• Hauseigene(s) Archiv(e)	0	20	40	60	80	100%
• Sonstiges:	0	20	40	60	80	100%
_____						

7. In welcher Form werden bei Ihnen Projekte bzw. Daten im Allgemeinen verwaltet?

- konventionell (z.B. Papierablage in Aktenordnern)
- EDV-gestützt; falls ja, mit welchem System:

\_\_\_\_\_

beides

8. Wie kommunizieren Sie betriebsintern (Mehrfachnennungen möglich)?

- EDV-gestützt:
  - per E-mail
  - per Intranet
  - EDV-Pressespiegel
  - Sonstiges:  
\_\_\_\_\_
- Konventionell:
  - Meeting
  - Aufsuchen des Kollegen an seinem Arbeitsplatz
  - Telefon
  - Pressespiegel
  - Kaffeeküche / Flur
  - Sonstiges:  
\_\_\_\_\_

9. Welche Tools (EDV und/oder konventionell) benutzen Sie für

- Projektmanagement:  
\_\_\_\_\_
- Dokumentenmanagement:  
\_\_\_\_\_
- Innerbetriebliche Kommunikation:  
\_\_\_\_\_

10. Wer ist für die Organisation von Informationen in Ihrem Unternehmen verantwortlich?

- jeder Mitarbeiter ist eigenverantwortlich
- einzelne, beauftragte Mitarbeiter
- ein beauftragtes Team / eine beauftragte Abteilung

---

## SCHNITTSTELLE INGENIEUR – DESIGNER

---

11. Gibt es in Ihrem Unternehmen eine Schnittstellenproblematik zwischen Ingenieuren und Designern?

- Ja
- Nein

12. Sind Ihnen darüber hinaus Problemstellungen an der Schnittstelle bekannt?

- Ja
- Nein

- ORGANISATION(-SSTRUKTUR), bspw. zu späte Beteiligung der Designabteilung am Entwicklungs- und Produktionsprozess
  - KOMMUNIKATION: Kommunikationsproblem(e) (unvollständige Kommunikation; Missverständnisse etc.)
  - PROZESS-FAKTOREN:
    - falsche(s) Verständnis / Beurteilung hinsichtlich der kreativen Design-Prozesse (seitens des Ingenieurs)
    - falsche(s) Verständnis / Beurteilung hinsichtlich naturwissenschaftlicher bzw. produktionstechnischer Prozesse (seitens des Designers)
  - EDV / DATEN-FAKTOREN:
    - unbrauchbare bzw. unvollständige Datenausgabe
    - unbrauchbare bzw. unvollständige Datenrückgabe
    - unsicherer bzw. inkompetenter Umgang mit dem Computer bzw. EDV-Tools
  - WISSENS-FAKTOREN: Wissensdefizite bzw. Wissenslücken
  - PSYCHISCHE FAKTOREN
    - mangelnde bzw. unvollständige Kooperation
    - Mobbing bzw. (persönliche) Antipathie
    - psychische Erkrankungen (Alkoholismus o.ä. Suchtabhängigkeiten; Depressionen etc.)
  - SONSTIGE FAKTOREN:
- 

14. Wie äußerte sich dieser Konflikt in der praktischen Arbeit?

- zeitliche Projektverzögerung
  - Projektabbruch und Restart des Projekts
  - kompletter Projektabbruch (ohne Wiederaufnahme)
  - auftretende(r) Fehler im späteren Produkt
  - verspätete Lieferung
  - Auftragsverlust
  - zu späte Markteinführung
  - Sonstiges:
- 

15. Welche Informationen hinsichtlich eines Projektes stellen sich Designer und Ingenieure Ihrer Erfahrung nach gegenseitig zur Verfügung (Mehrfachnennungen möglich)?

	Designer → Ingenieur	Ingenieur → Designer
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fachwissen (z.B. Wissen zu Materialien, Fertigung, Wahrnehmung, Formensprache)</li> </ul>	<input type="checkbox"/> _____ _____	<input type="checkbox"/> _____ _____
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dokumentierte Ergebnisse (z.B. Daten, Prototypen, Entwurfszeichnungen, Animationen)</li> </ul>	<input type="checkbox"/> _____ _____	<input type="checkbox"/> _____ _____

- Informationen über den Verlauf des kreativen Prozesses  \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

16. Bitte beschreiben Sie stichpunktartig den letzten aufgetretenen bzw. Ihnen bekannten Konflikt!

---



---



---

17. Wie wurde der beschriebene Konflikt gelöst?

---



---



---

18. Sind in Ihrem Unternehmen Vorgehensweisen oder Mechanismen vorhanden oder bekannt, um ein derartiges Schnittstellenproblem zu beseitigen?

- Ja
- Nein

- Falls JA: Welche?

---



---

- Falls NEIN: Wie sollen derartige Konflikte in Zukunft vermieden werden?

---



---

19. Gibt es – Ihrer Erfahrung nach – regelmäßig wiederkehrende, typische Problemstellungen in der Zusammenarbeit zwischen Designern und Ingenieuren?

---



---



---

20a. Falls Sie INGENIEUR sind: Wie stellen Sie sich die Herangehensweise eines Designers an entsprechende Problemstellungen vor, die Sie gemeinsam lösen und umsetzen sollen (bitte antworten Sie in Stichpunkten)?

---



---



---



20b. Falls Sie DESIGNER sind: Wie stellen Sie sich die Herangehensweise eines Ingenieurs an entsprechende Problemstellungen vor, die Sie gemeinsam lösen und umsetzen sollen (bitte antworten Sie in Stichpunkten)?

---

---

---

21. Wie bewerten – Ihrer Meinung nach – Ihre Designer bzw. Ingenieure die Bedeutung ihrer Arbeit hinsichtlich des Gesamtprojekts (1 = unverzichtbar; 6 = bedeutungslos; bitte umkreisen Sie die entsprechende Zahl)?

- |  |   |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|---|
| • aus Sicht der Designer ist ihre Arbeit   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| • aus Sicht der Ingenieure ist ihre Arbeit | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

22. Und wie verhält es sich umgekehrt?

- |  |   |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|---|
| • aus Sicht der Designer ist die Arbeit der Ingenieure | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| • aus Sicht der Ingenieure ist die Arbeit der Designer | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

---

## AUSBLICK ZUKUNFT

---

23. Welche Veränderung(en) planen Sie in näherer Zukunft hinsichtlich der Zusammenarbeit zwischen Designern und Ingenieuren?

---

---

---

---

## WISSENSMANAGEMENT

---

24. Bitte schätzen Sie abschließend die Kompetenz Ihres Unternehmens im Bereich »Wissensmanagement« ein:

- ausgezeichnet       zufriedenstellend       ausreichend       ausbaufähig

Ich habe Interesse an der Auswertung.

(Bei Interesse sollten Sie unbedingt Ihre E-Mail-Adresse angeben!)

- Ja                       Nein

## A3 Ergebnisse der Studie an der Fachhochschule Osnabrück

- Projekt:** TriLuFri
- Projektdauer:** Wintersemester 2002/2003
- Entwurf:** Ole Schröder  
Mathias Mueller
- Designkonzept:** Aufbauend auf den Begriffen »Flüssigkeit« und »Gewicht« entwarf das Projektteam »TriLuFri« einen ökologischen Kühlschrank. Der Aspekt der Umweltfreundlichkeit des Haushaltsgerätes wurde dabei sowohl funktional als auch symbolisch unterstützt. Zum einen wird über die Nutzung speziell beschichteter Glaswände ein Öffnen des Kühlschranks zur Kontrolle des Inhalts überflüssig. Zum anderen deutet die Farbwahl des genutzten Lichts daraufhin, wieviel Energie der Kühlschrank gerade mit Bezug auf die Temperatur des Raumes verbraucht (blau = kleine Temperaturdifferenz [Winter], rot = große Temperaturdifferenz [Sommer]). Der Energieverbrauch soll damit dem Benutzer ins Bewusstsein gerufen werden. Symbolisch ist die Gestaltung des Kühlschranks an das ökologischste Hochhaus der Welt, das Commerzbank Gebäude in Frankfurt von Norman Foster, angelehnt. Der Kühlschrank erhält in diesem Zusammenhang als Skulptur im Raum eine vollkommen neue Funktion.

Bild A 3.1: Designkonzept »TriLuFri« – Verknüpfungen und Elemente

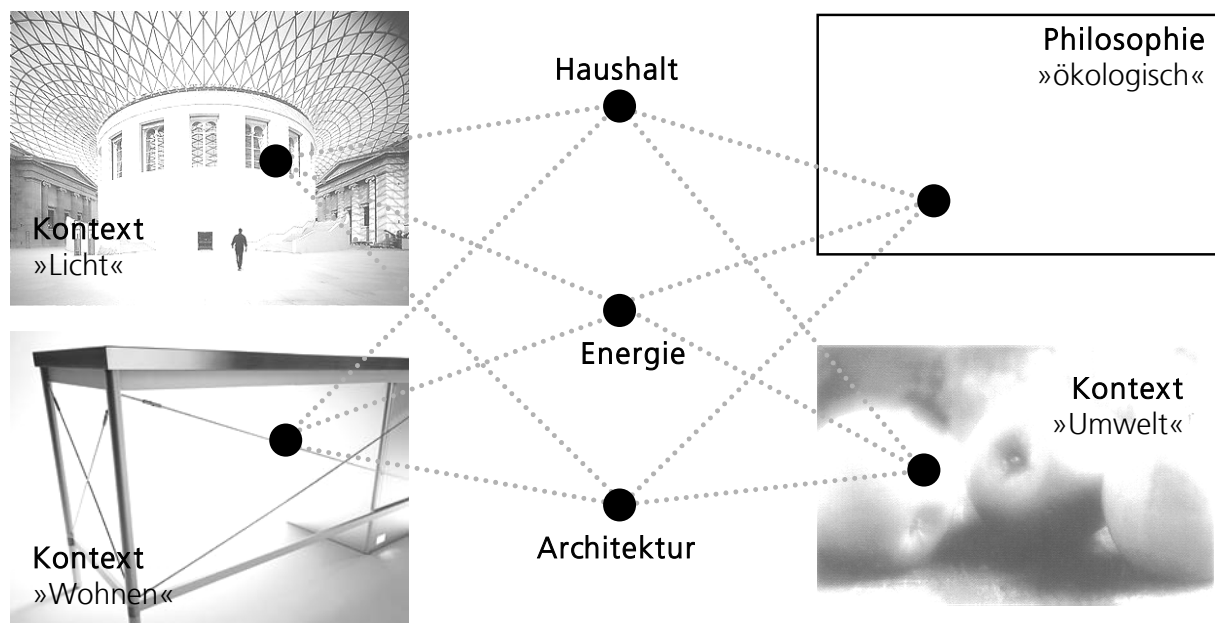


Bild A 3.2: Designkonzept »TriLuFri« – Assoziationen

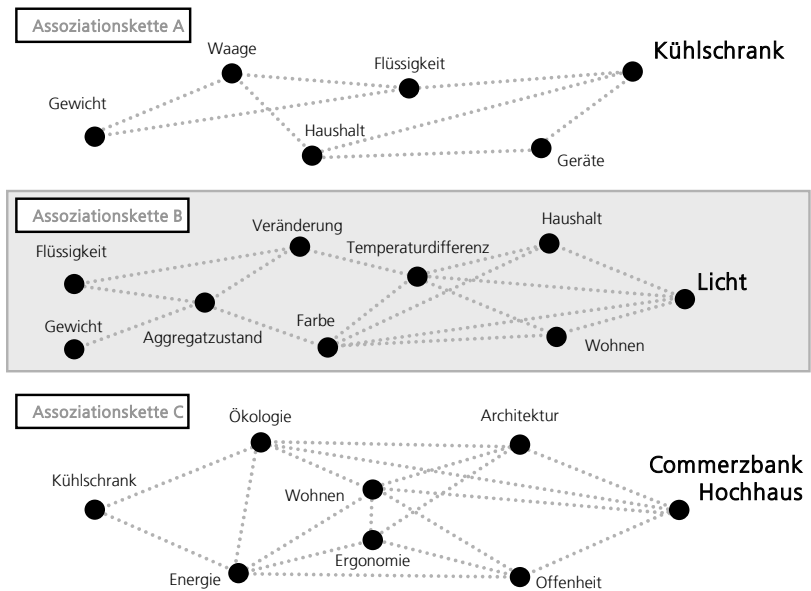
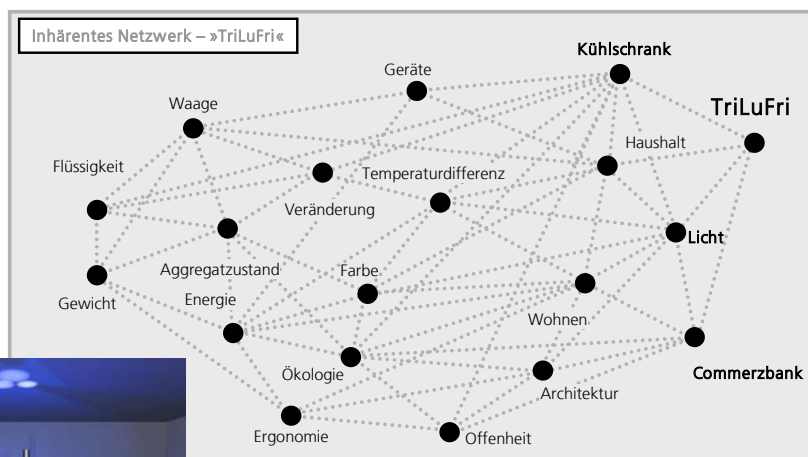


Bild A 3.3: Designkonzept »TriLuFri« – Netzwerkbildung

**Gestaltungskonzept »TriLuFri«**

Zielgruppe: Umweltbewusste  
 Ziel: Gestaltung eines ökologischen Kühlschranks

- Ökologischer Kühlschrank durch offene Gestaltung der Wände
- Bewusstseinssteigerung zum Energieverbrauch durch Anzeige der Temperaturdifferenz über farbiges Licht
- Anlehnung der äußeren Form an Commerzbank Hochhaus in Frankfurt
- Kühlschrank wird zur Skulptur im Raum



**Projekt:** Dentaltimer

**Projektdauer:** Wintersemester 2002/2003

**Entwurf:** Ulrich Eßing  
Sven Klostermann

**Designkonzept:** Die Idee des Projektteams »Dentaltimer« war es, eine Motivationsunterstützung zu entwickeln, die Kinder auf spielerische Art und Weise dazu animieren soll, ihre Zähne gründlich zu putzen. Entworfen wurde ein stilisierter Zahn mit integrierter Sanduhr. Nach Beendigung der notwendigen Putzdauer von 3 Minuten wird den Kindern bei der Nutzung durch das Verschwinden von grafisch abgebildeten Monstren eine Belohnung gegeben. Der Zahn erhält somit gegen Ende der Mundhygiene sein ursprüngliches Weiß zurück.

**Bild A 3.4:** Designkonzept »Dentaltimer« – Verknüpfungen und Elemente

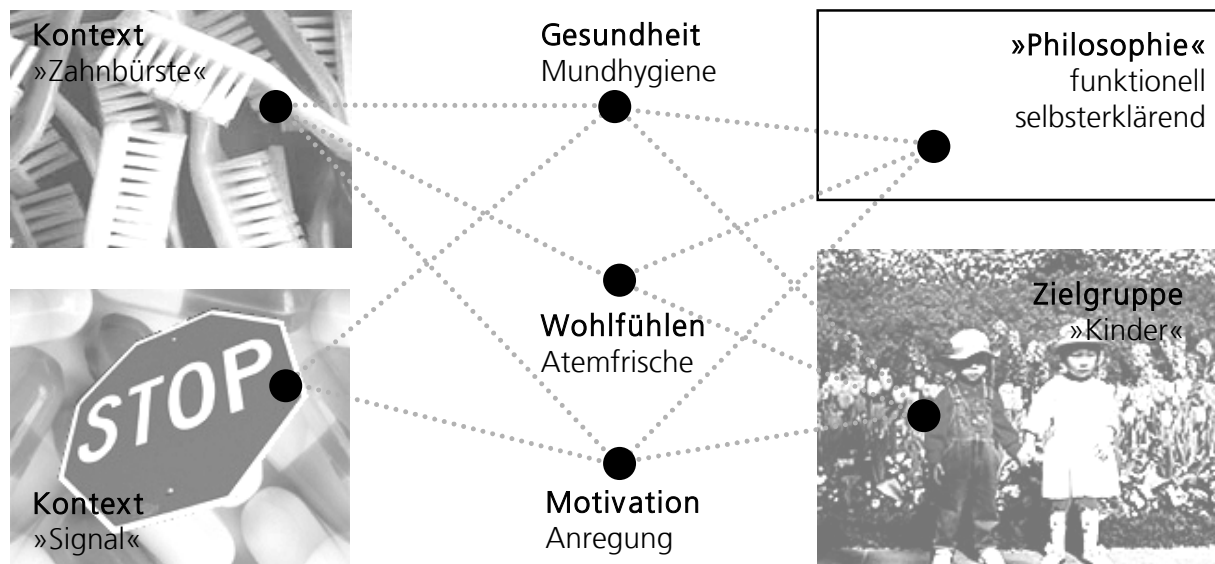


Bild A 3.5: Designkonzept »Dentaltimer« – Assoziationen

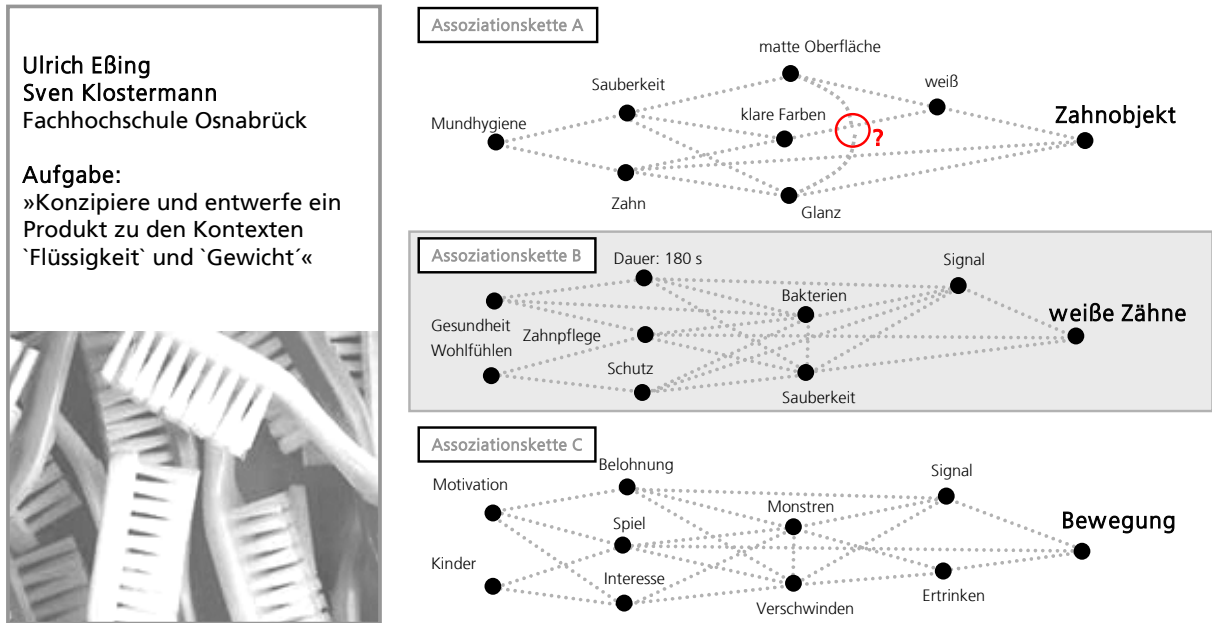


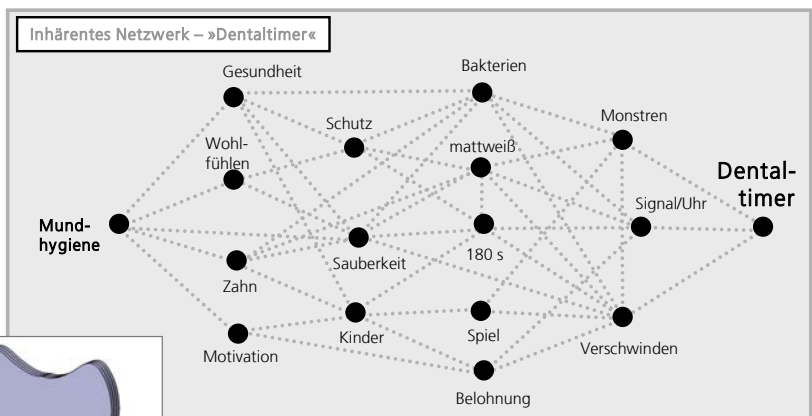
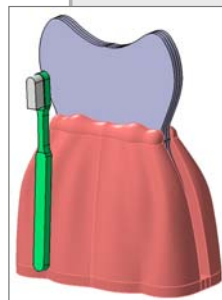
Bild A 3.6: Designkonzept »Dentaltimer« – Netzwerkbildung

**Gestaltungskonzept »Dentaltimer«**

Zielgruppe: Kinder

Ziel: Motivation zur Mundhygiene

- Stilisierter Zahn in Assoziation zum Putzvorgang
- Die grafische Darstellung der Monstren erfolgt in einer kindgerechten Gestalt in Anlehnung an Comics.
- Am Ende des Putzvorgangs erhält der Zahn symbolisch seine Weiße wieder.



**Projekt:** SipZip

**Projektdauer:** Sommersemester 2003

**Entwurf:** Holger Hilbk  
Björn Täupker  
Sonja Wefeler

**Designkonzept:** Freizeitsportler (Läufer) benötigen zum Ausgleich ihres Flüssigkeitshaushaltes und zur Steigerung der Leistungsfähigkeit während des Laufens Getränke, die in der Regel in speziellen Behältnissen mitbefördert werden müssen. Um den Transport zu erleichtern, war es Idee des Projektteams, eine Bekleidung zu entwickeln, in der diese Behältnisse direkt integriert werden können. Die mitführbare Flüssigkeitsmenge wurde aus sportbiologischen Gründen auf einen halben bis einen Liter festgelegt. Geeignete Stellen zum Transport dieser Flüssigkeitsmengen befinden sich im Bereich der Oberarme sowie in den oberen Brustpartien. Die Form der Behältnisse wurde an die jeweilige Form der Muskeln in diesen Bereichen angelehnt.

**Bild A 3.7:** Designkonzept »SipZip« – Verknüpfungen und Elemente

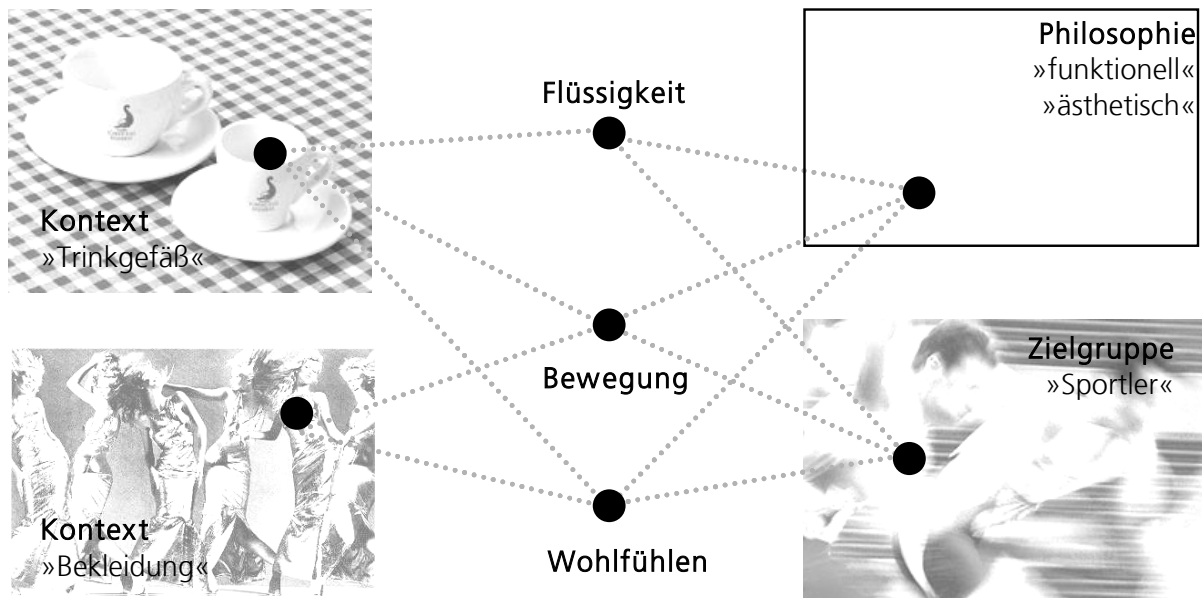


Bild A 3.8: Designkonzept »SipZip« – Assoziationen

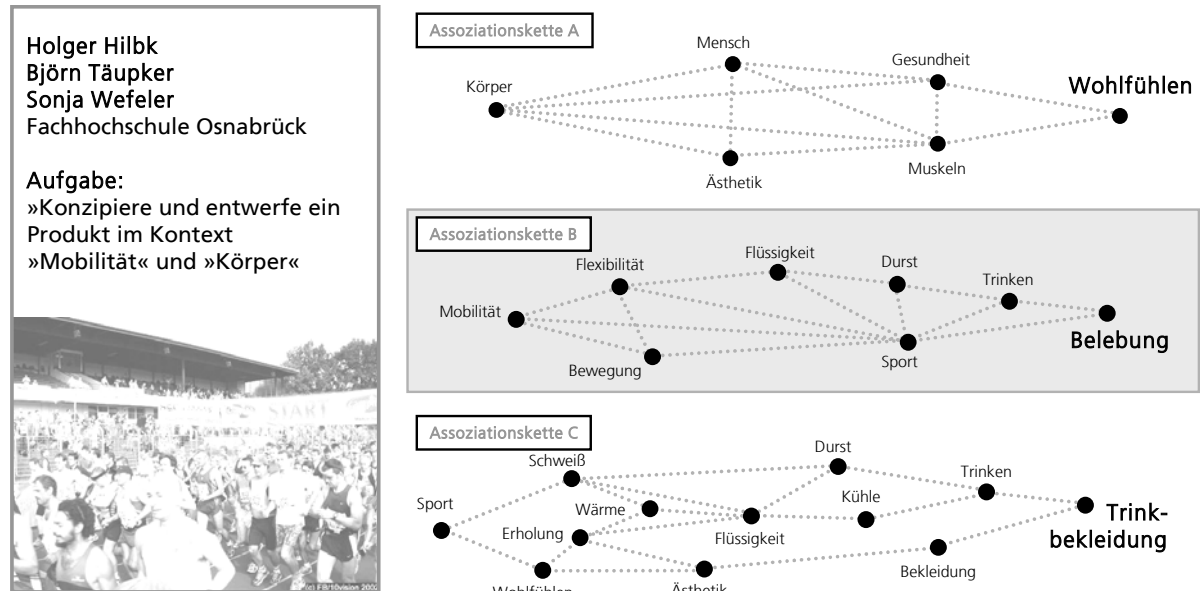
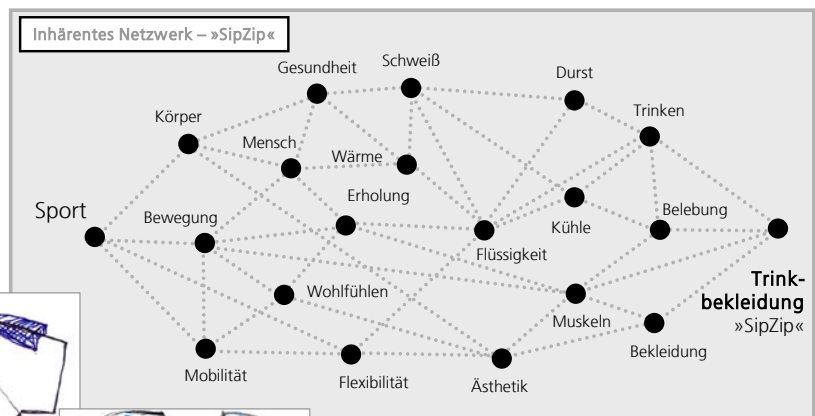


Bild A 3.9: Designkonzept » SipZip « – Netzworbildung

**Gestaltungskonzept »SipZip«**

Zielgruppe: Freizeit-Sportler  
 Ziel: Bekleidung mit integrierten Trinkgefäßen

- Gestaltung der Gefäße an Form der Muskeln angelehnt
- Formen mit Assoziationen zum Begriff »Flüssigkeit« und »Fließen« in Gestalt berücksichtigt



**Projekt:** CuBed

**Projektdauer:** Sommersemester 2003

**Entwurf:** Jorg Arne  
Andre Varnhorn

**Designkonzept:** Das Management in Unternehmen steht oft unter Stress und benötigt kurze, aber effektive Ruhepausen zur Entspannung. Idee der beiden Studenten war es, eine Entspannungsliege in der Form eines ausklappbaren Würfels zu entwerfen, in dessen Inneren eine Gelfläche ein gemütliches Liegen für genau 15 Minuten gewährleistet. Nach Überschreitung der Entspannungszeit verhärtet sich das Gel durch die Körperwärme, was dem Liegenden anzeigt, dass es wieder Zeit ist zu arbeiten. Eine erneute Entspannung auf der Liegefläche ist erst nach einer definierten Zeit und Zusammenklappen des Würfels, der dann als Steh- oder Besprechungspult im Raum dient, wieder möglich.

**Bild A 3.10:** Designkonzept »CuBed« – Verknüpfungen und Elemente

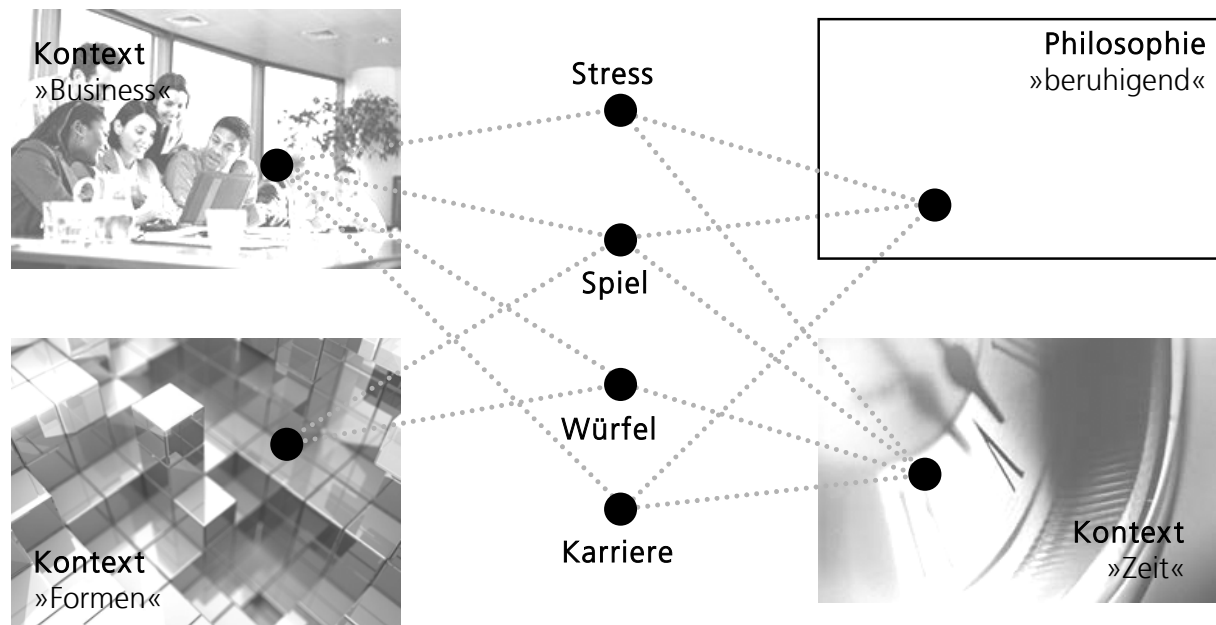




Bild A 3.11: Designkonzept »CuBed« – Assoziationen

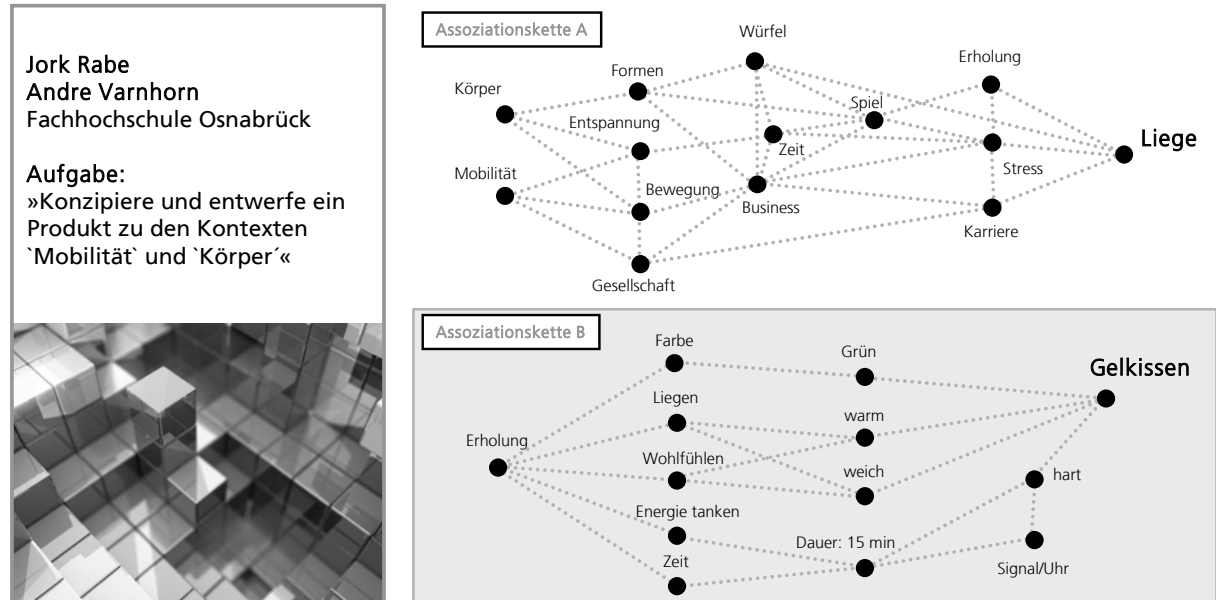


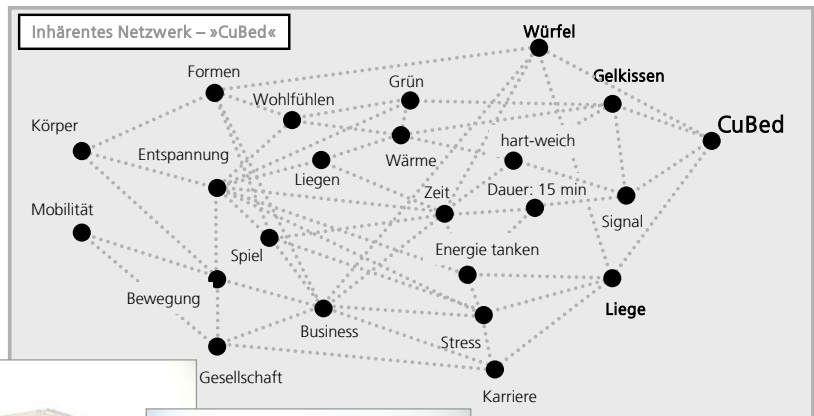
Bild A 3.12: Designkonzept »CuBed« – Netzwerkbildung

**Gestaltungskonzept »CuBed«**

Zielgruppe: Management

Ziel: Möbel für eine kurzzeitige Entspannung im Büro

- Würfel als Stehpult in Assoziation zum Spiel
- Im Inneren eine Gel - Liege die eine bestimmte Entspannungsphase (15min) durch Zeitschaltung zulässt.
- Nach Überschreitung der Zeit verhärtet sich das Gel und der Liegende erwacht.



**Projekt:** Recharge Timer

**Projektdauer:** Sommersemester 2003

**Entwurf:** Dennis Brömstrup  
Alexander Freie

**Designkonzept:** Das Projektteam »Recharge Timer« entwickelte auf Basis der Begriffe »Körper« und »Mobilität« die Idee einer Uhr oder eines Zeitgebers, der bis zu einem bestimmten Termin auch als Mittel zur Kühlung und Erfrischung genutzt werden kann. Die Gestaltung erinnert dabei an einen Eiswürfel. Funktion des Entwurfs ist es, das Behältnis mit exakt der richtigen Menge Eis zu befüllen, so dass der Schmelzprozess bis zum nächsten wichtigen Termin anhält. Innerhalb dieser Dauer ist die digitale Uhr stets zu erkennen. Das Eis bietet darüber hinaus die Möglichkeit zur Erfrischung. Nach Beendigung der eingestellten Dauer ist lediglich Wasser vorhanden, wodurch die Uhr sich auf dem Schwimmer nach unten dreht und nicht mehr zu erkennen ist. Es ist Zeit den Termin wahrzunehmen.

**Bild A 3.13:** Designkonzept »Recharge Timer« – Verknüpfungen und Elemente

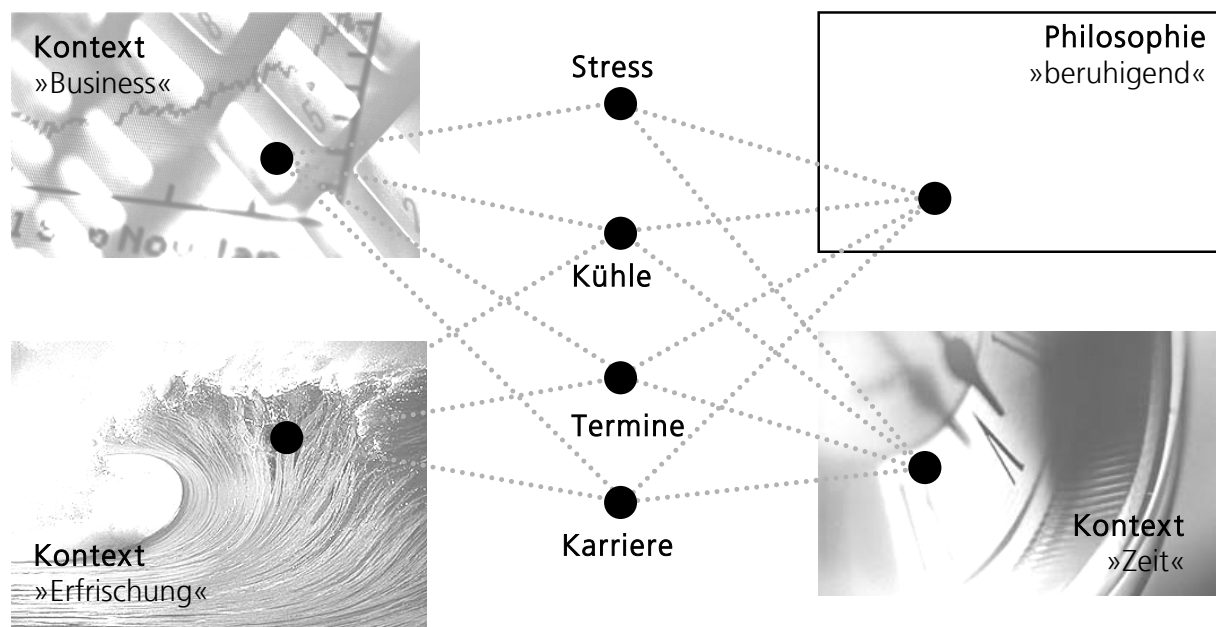


Bild A 3.14: Designkonzept »Recharge Timer« – Assoziationen

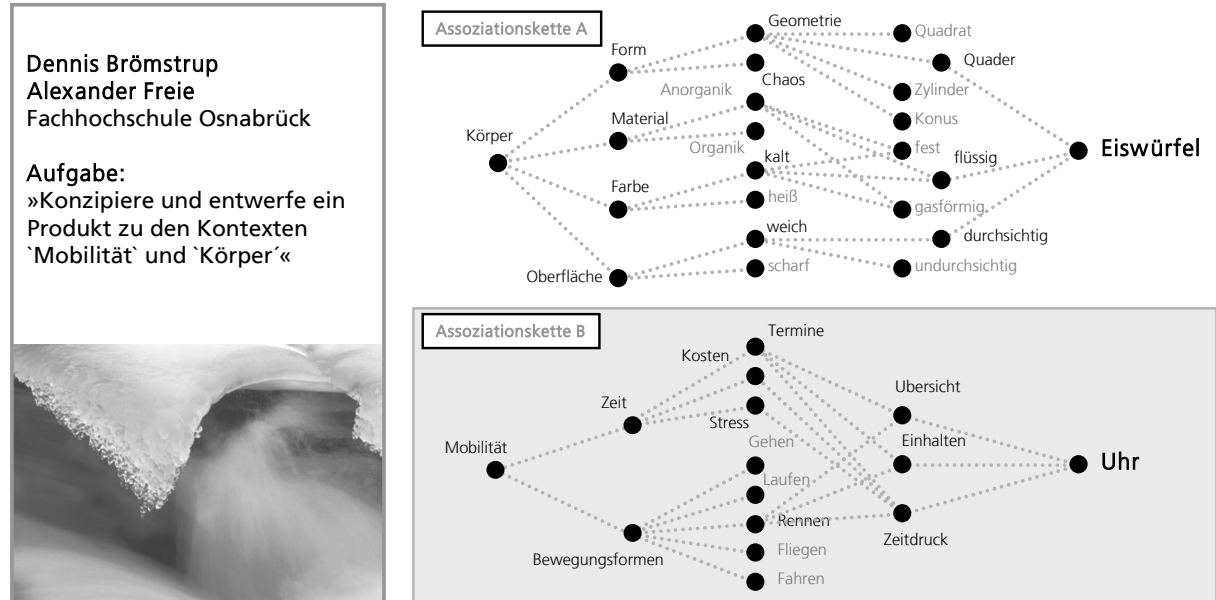
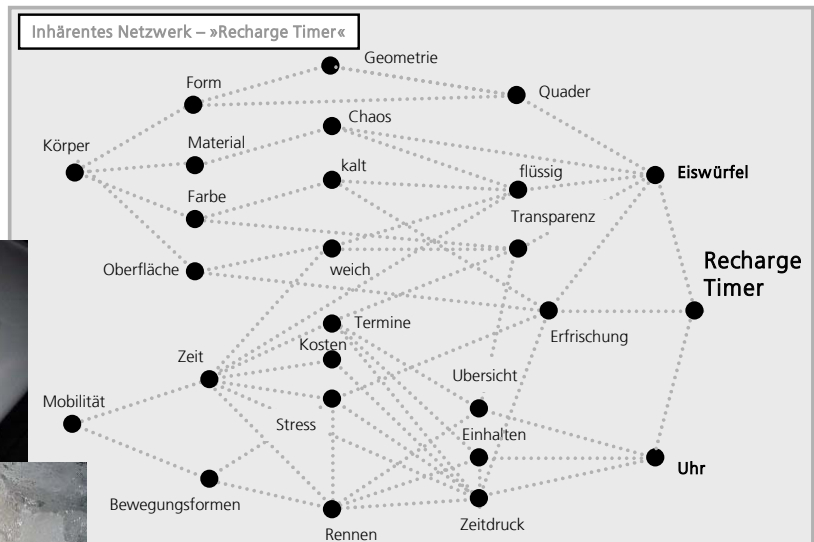


Bild A 3.15: Designkonzept »Recharge Timer« – Netzwerkbildung

**Gestaltungskonzept**  
**»Recharge Timer«**

Zielgruppe: Büroangestellte  
Ziel: Zeitgeber, an dem man sich in stressigen Situationen abkühlen kann

- »Unter Zeitdruck einen kühlen Kopf bewahren!«



**Projekt:** Yourshelf

**Projektdauer:** Sommersemester 2003

**Entwurf:** Andreas Kokorski  
Marcus Wegener

**Designkonzept:** Ziel der Studenten war es, ein Möbelstück zu gestalten, worin man Erinnerungen an eine Reise aufbewahren kann. Dabei verstand das Projektteam im Laufe der Entwicklung nicht nur die physische sondern auch die geistige und gedankliche Bewegung im Traum als Reisetätigkeit. Über die Art der Benutzung des Aufbewahrungsmittels sollte eine möglichst große Vielfalt erzielt werden, um eine hohe Anzahl von Assoziationen und Blickwinkeln auf einen Gedankengang zu provozieren. Hierzu wurde das Modell einer Wand gestaltet, das sowohl verschiedene Arten des Sehens (z.B. über unterschiedliche Linsen) als auch verschiedene Räumlichkeiten zur Aufbewahrung von Gegenständen im Hintergrund zulässt. Eine flexible Anpassung soll über diesen Aufbau gewährleistet werden.

**Bild A 3.16:** Designkonzept »Yourshelf« – Verknüpfungen und Elemente

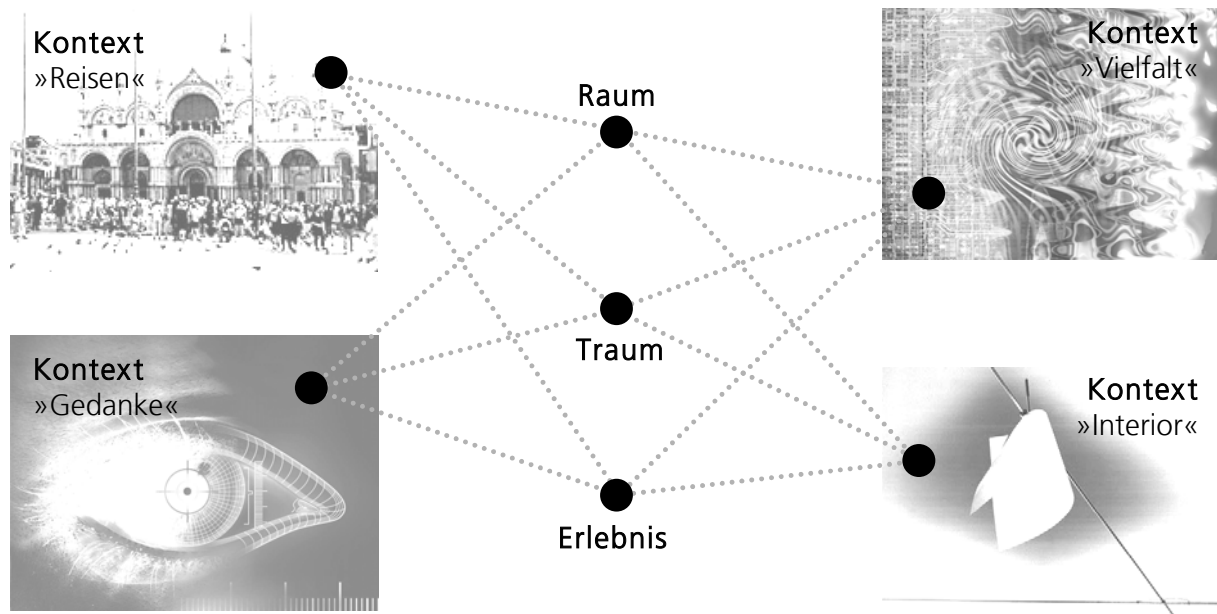


Bild A 3.17: Designkonzept »Yourshelf« – Assoziationen

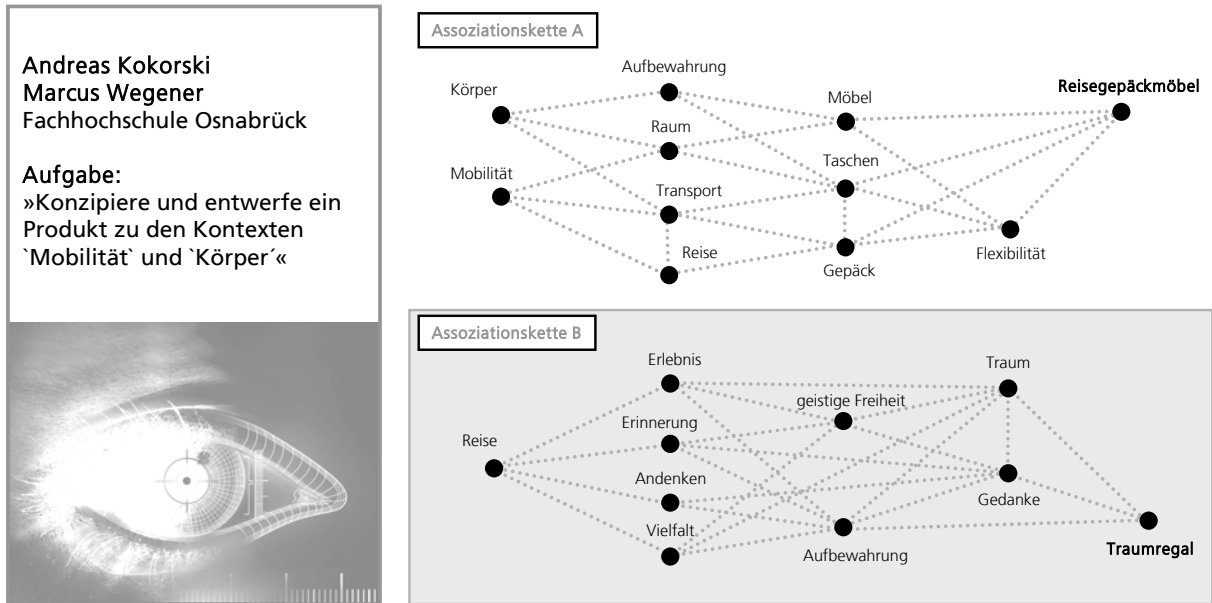
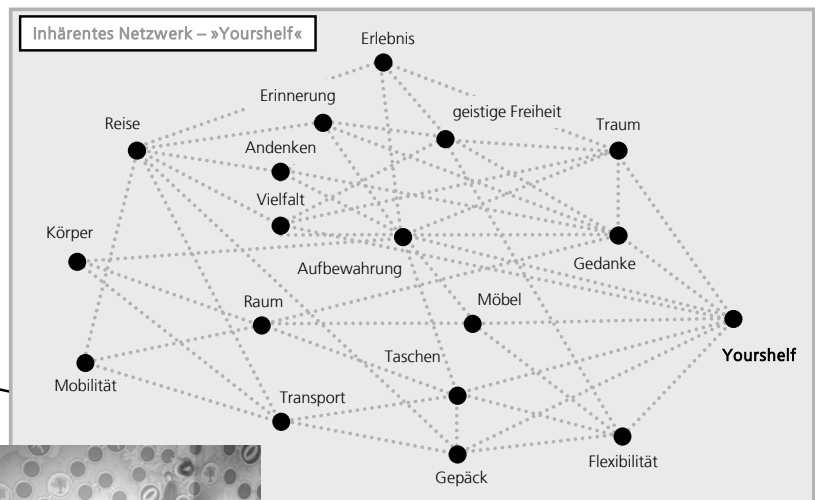
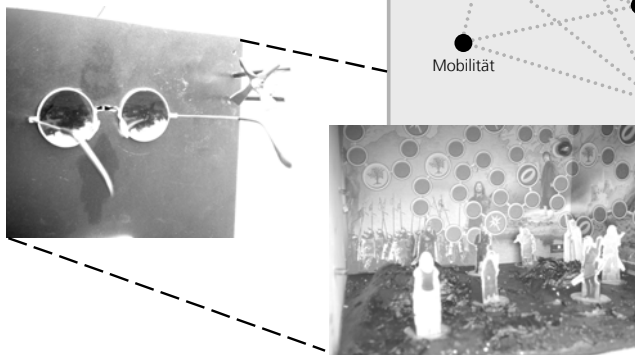


Bild A 3.18: Designkonzept »Yourshelf« – Netzwerkbildung

**Gestaltungskonzept**  
**»Yourshelf«**

Zielgruppe: ohne Einschränkung  
Ziel: Wand, die mit Erinnerungen gefüllt werden kann.

- Verschiedene Blickwinkel regen Phantasie an und lassen immer neue Erlebnisse zu.
- Erinnerungen können immer wieder neu erlebt werden.



**Projekt:** CashSnooze

**Projektdauer:** Sommersemester 2003

**Entwurf:** Jürgen Hesselbrock  
Bastian Hotze

**Designkonzept:** Ansatz der beiden Studenten war es, für den Manager ein Entspannungskissen zu gestalten, auf dem dieser seine geistige Frische und Flexibilität sowie Phantasie nach stressigen Besprechungen innerhalb der Mittagspause zurückerhält. Dabei assoziierten sie ihn mit der Comic-Figur Dagobert Duck, der gerne in seinem Geldspeicher schwimmt und taucht. Aus dieser Assoziation schlossen sie, dass sich ein Manager besonders wohlfühle, wenn er in einer Ruhepause auf seinem Geld oder seinem Tresor nächtigt. Die Gestaltung des Kissens weist daher Verknüpfungen zu symbolischen Merkmalen dieser Themen auf.

**Bild A 3.19:** Designkonzept » CashSnooze« – Verknüpfungen und Elemente

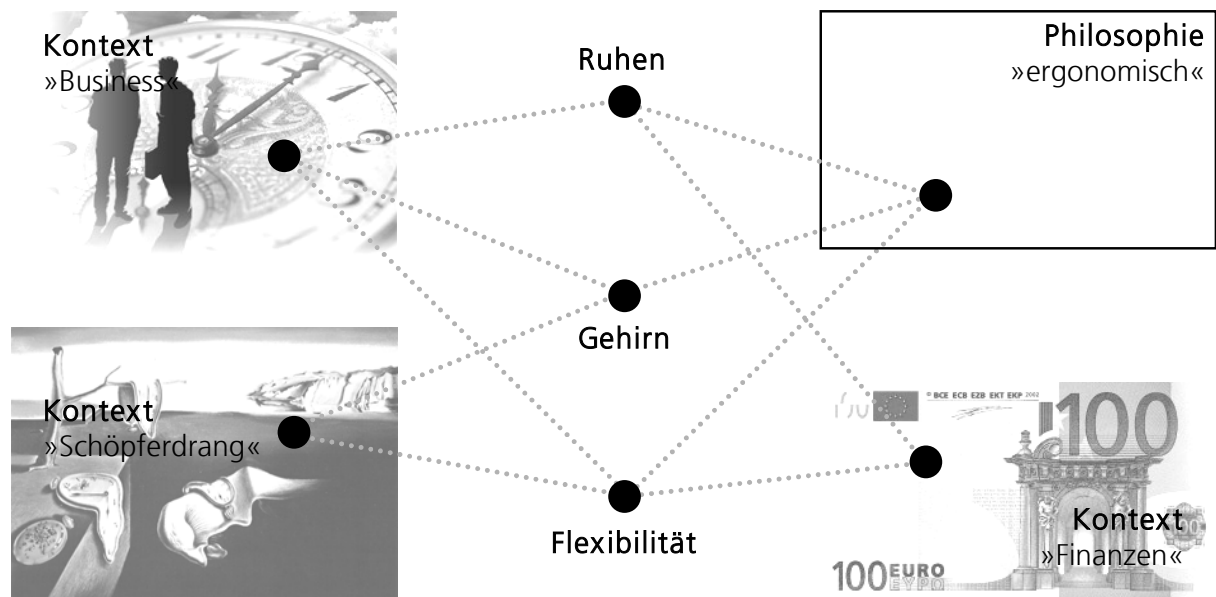


Bild A 3.20: Designkonzept »CashSnooze« – Assoziationen

Jürgen Hesselbrock  
Bastian Hotze  
Fachhochschule Osnabrück

**Aufgabe:**  
»Konzipiere und entwerfe ein Produkt zu den Kontexten `Mobilität` und `Körper`«

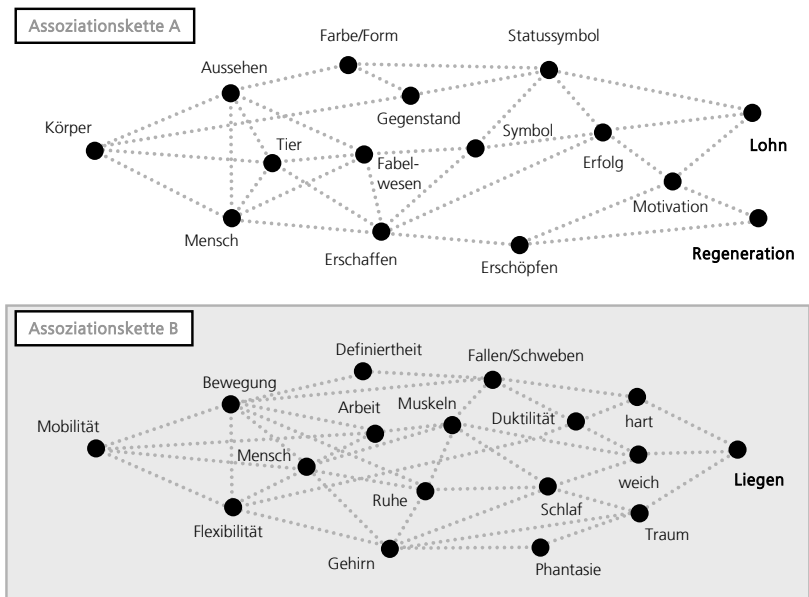
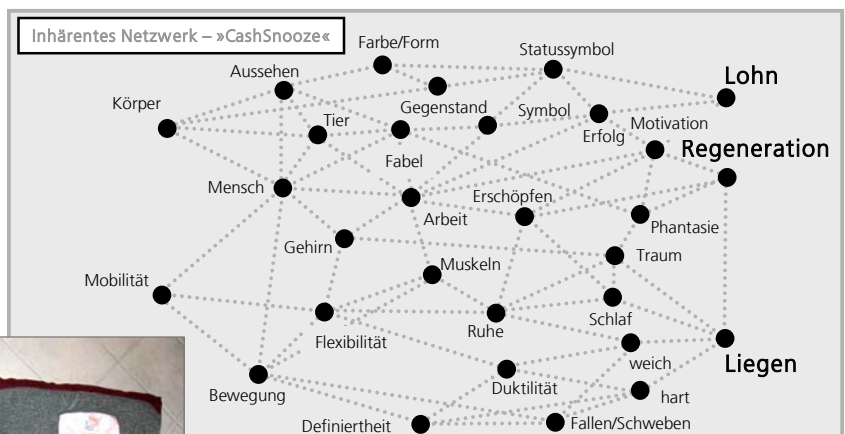



Bild A 3.21: Designkonzept »CashSnooze« – Netzwerkbildung

**Gestaltungskonzept »CashSnooze«**

- Zielgruppe: Management  
Ziel: Kissen oder Liege für die Entspannung in der Mittagspause
- Gesamtform in Anlehnung an einen mit Geldscheinen gefüllten Tresor
  - Der Manager wähnt sich in Ruhe, wenn er auf seinem Geld ruht (Assoziation zu Dagobert Duck).



**Projekt:** Isskulpt

**Projektdauer:** Sommersemester 2003

**Entwurf:** Rainer Poerschke  
Christian Stöltzing

**Designkonzept:** Ausgehend von den Begriffen »Mobilität« und »Körper« assoziierten die beiden Studenten die Aufgabenstellung mit dem Eishotel in Jukkasjärvi (Nordlappland). Dieses wird jedes Jahr im Herbst aus Eisblöcken aufgebaut und verschwindet mit der Schneeschmelze im Frühjahr. Nach Ansicht des Teams symbolisiert das Hotel auf ideale Weise den Erneuerungsprozess, den ein Mensch im Urlaub erfährt, um seine geistige Frische und Ausgeglichenheit wiederzuerhalten. Als Souvenir für das Hotel entwickelten sie Isskulpt (Eisskulptur), ein Behältnis für Eiswürfel, das sich an die Formensprache des Hotels anlehnt. Der fertige Eiswürfel fungiert dann später in der Heimat beim Genuss eines kühlen Getränkes als Erinnerung an die Erneuerung während des Urlaubs.

**Bild A 3.22:** Designkonzept »Isskulpt« – Verknüpfungen und Elemente

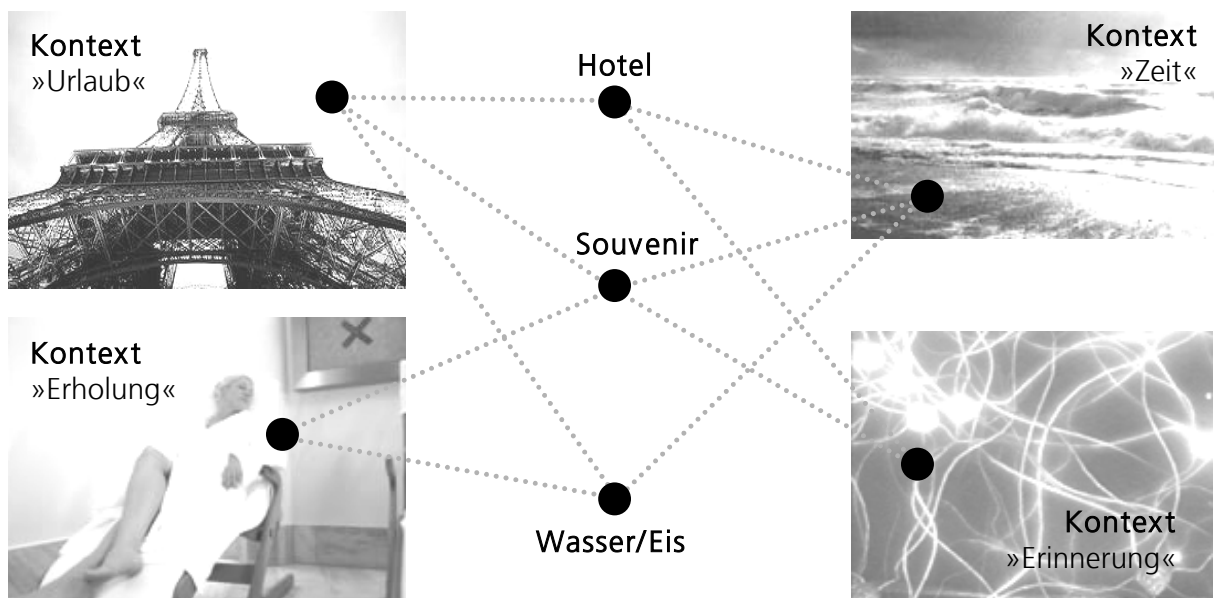




Bild A 3.23: Designkonzept »Isskulpt« – Assoziationen

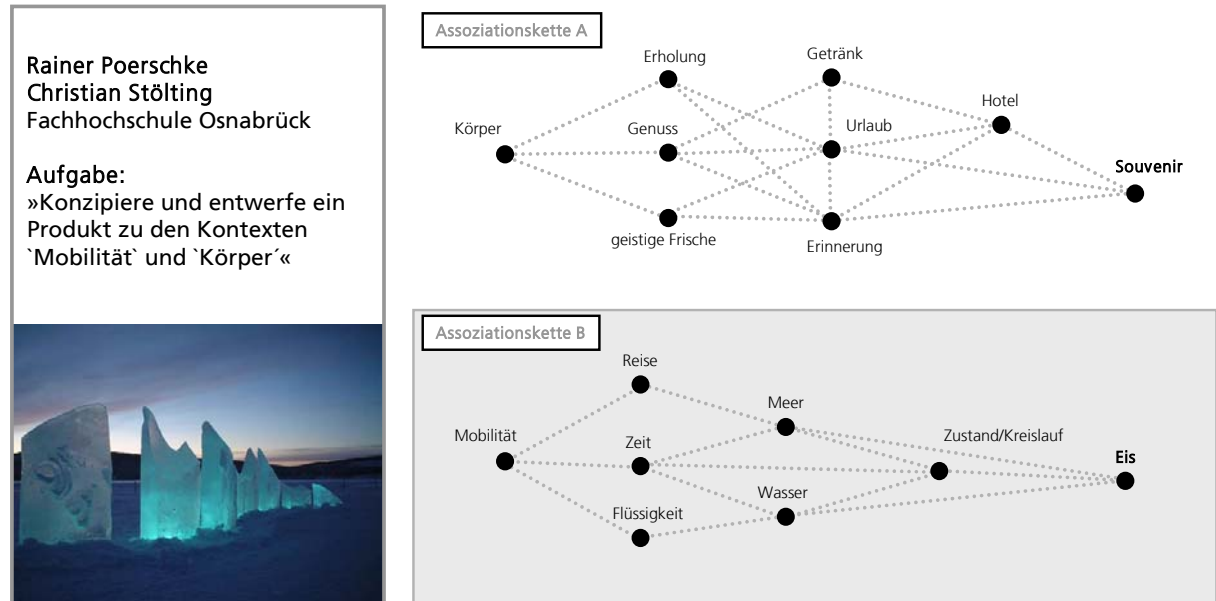
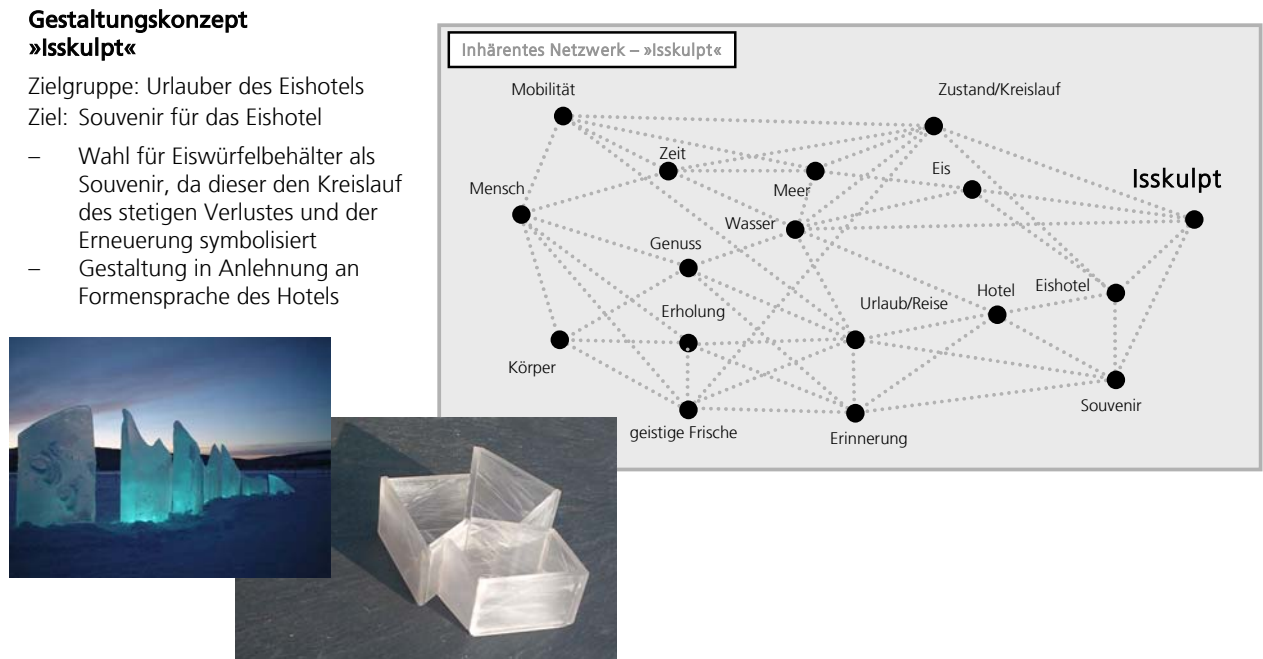


Bild A 3.24: Designkonzept »Isskulpt« – Netzwerkbildung



## A4 Praxisbeispiel an der Academie voor Beeldende Kunsten Maastricht

Innerhalb eines weiteren Praxistests wurde die Anwendbarkeit des Modells zur Reflexion gedanklichen Vorgehens für einen Designer untersucht. Als Proband wurde ein Schmuck- und Produktdesignstudent der Academie voor Beeldende Kunsten (Maastricht) ausgewählt. Herr Fabian Seibert befand sich zum Zeitpunkt der Analyse im 5. Fachsemester. Dem zu untersuchenden Gestaltungsprojekt lag die Aufgabe zugrunde, ein Schmuckstück im Kontext »Rotterdam« zu entwerfen.

Der kreative Prozess von Herrn Seibert wurde angeregt von seinem Bild Rotterdams als einer Groß- und Hafenstadt, mit allen zum Teil negativen Erscheinungen wie Verkehr und Chaos. Mit dem Ziel, der Schnelllebigkeit einer Metropole zu entfliehen, fixierte er über die Modellanwendung zunächst wichtige Assoziationen (Bild A 4.1). Aufbauend auf den ersten relevanten Elementen und Relationen bildete er Assoziationsketten (Bild A 4.2) und überführte diese in ein komplexes Netzwerk, woran er auch eine Prüfung der Schlüssigkeit durchführte (Bild A 4.3). Final formulierte er ein Designkonzept mit Namen »Blow«. Es sollte ein Schmuckstück entstehen, das am Handgelenk zu tragen ist und in das ein angenehmer Geruch eingefüllt werden kann. Der Nutzer soll über diesen an einen Ort erinnert werden, an dem er sich besonders geborgen fühlte. Mit diesem Gefühl scheint es für den Träger von »Blow« möglich, der Schnelllebigkeit und dem Chaos einer Groß- und Hafenstadt zu entfliehen.

Nach Aussagen des Studenten verhalf ihm die Modellanwendung zu einer besseren Strukturierung und Reflektion seiner Gedanken, was sich kreativitätsförderlich auf das Endergebnis auswirkte und Diskussionen mit seinen Dozenten positiv beeinflusste.

**Bild A 4.1:** Designkonzept »Blow« – Relevante Verknüpfungen und Elemente

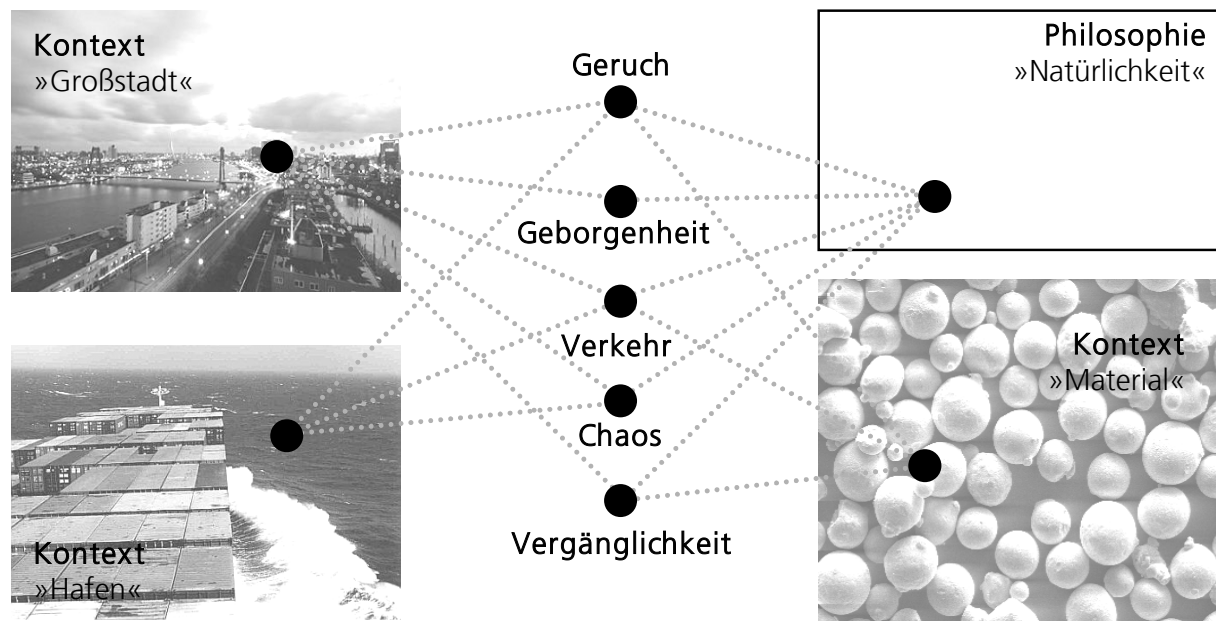


Bild A 4.2: Designkonzept »Blow« – Assoziationen

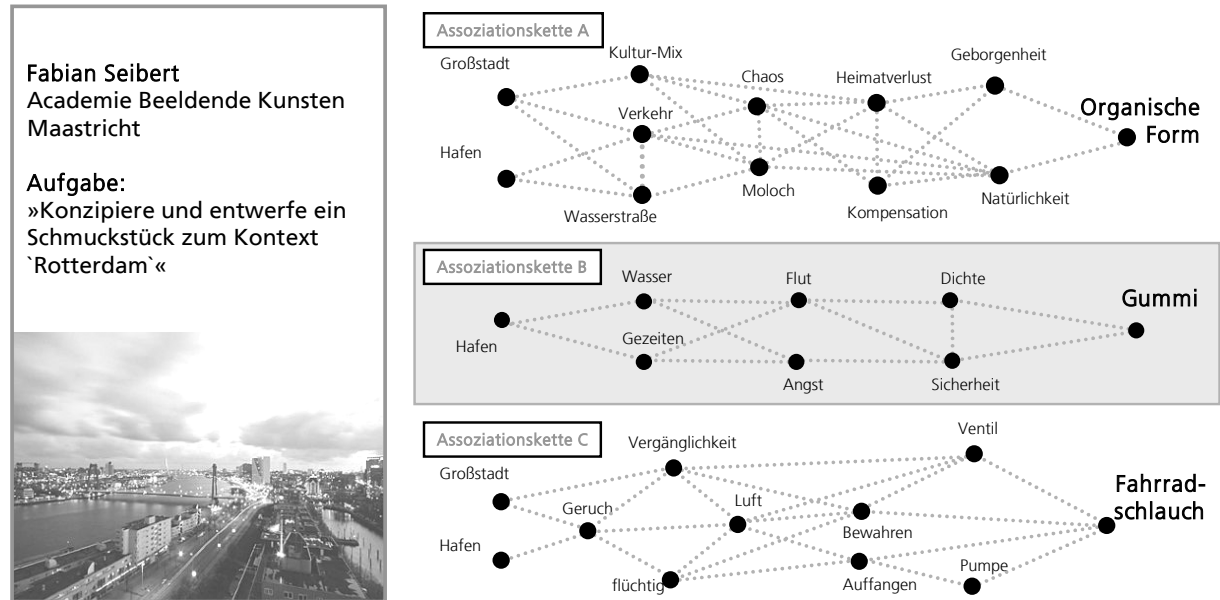
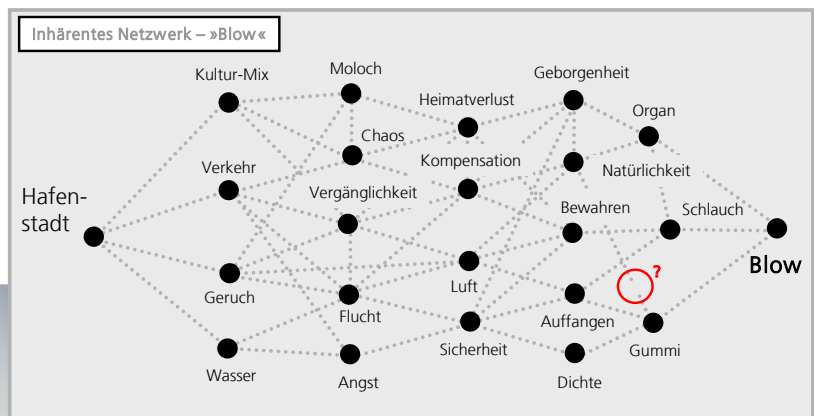


Bild A 4.3: Designkonzept »Blow« – Netzwerkbildung und Reflexion

**Gestaltungskonzept »Blow«**

- Zielgruppe: Menschen in Großstadt  
Ziel: Aufbewahrung eines Geruchs am Handgelenk
- Flucht vor der Schnellebigkeit und dem Chaos einer Großstadt wie Rotterdam
  - »Ich trage den Geruch eines Ortes, an dem ich mich geborgen fühle!«



? **Lücke im Netzwerk**  
 → **Nutzen eines natürlichen Materials anstelle eines künstlichen Gummis**

# Lebenslauf

## Persönliche Daten

Name, Vorname: Peters, Sascha  
Anschrift: Mozartweg 1  
52385 Nideggen  
Email: saschalevy@gmx.de  
Geburtsdatum: 8. September 1972  
Geburtsort: Simmerath  
Familienstand: ledig

## Schule

8/1983 – 6/1989 Wernersschule Realschule, Düren  
mit Abschluss: Fachoberschulreife  
8/1989 – 6/1992 Gymnasium am Wirteltor, Düren  
mit Abschluss: Abitur

## Studium

10/1992 – 11/1997 Studium des Maschinenbaus an der RWTH Aachen  
Studienschwerpunkt: Konstruktionstechnik  
mit Abschluss: Diplom - Ingenieur  
6/1995 – 12/1995 Studentischer Mitarbeiter am Institut für fluidtechnische An-  
triebe und Steuerungen der RWTH Aachen  
9/1997 – 7/2001 Designstudium an der  
Academie Beeldende Kunsten Maastricht  
Studienschwerpunkt: Produktformgebung  
mit Abschluss: bachelor (BA)

## Berufstätigkeit

11/1997 – 7/2003 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IPT,  
Abteilung: Prozesstechnologie  
Leiter: Prof. Dr.-Ing. F. Klocke  
seit 10/2003 Designmanager bei der Bremer Design GmbH

## Lehrtätigkeit

SS 2002 Lehrauftrag an der Universität Duisburg-Essen  
seit WS 2002/03 Lehrauftrag an der FH Osnabrück