

Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
der Technischen Universität München
Lehrstuhl für Psychologie

Iterative Zielklärung und Handlungsplanung als Faktoren erfolgreichen Gruppenhandelns bei der Lösung komplexer Probleme

Eine handlungstheoretische Betrachtung des Konstruierens in Gruppen

Andreas Müller

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Philosophie

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender:	Univ.-Prof. Dr. Hugo Kehr
Prüfer der Dissertation:	1. Univ.-Prof. Dr. Winfried Hacker
	2. Priv.-Doz. Dr. Jürgen Glaser

Die Dissertation wurde am 28.03.2007 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Wirtschaftswissenschaften am 11.07.2007 angenommen.

Iterative Zielklärung und Handlungsplanung als Faktoren erfolgreichen Gruppenhandelns bei der Lösung komplexer Probleme

Eine handlungstheoretische Betrachtung des Konstruierens in Gruppen

Andreas Müller

Technische Universität München
Lehrstuhl für Psychologie

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	9
Zusammenfassung	11
1 Einleitung	13
2 Theorie	20
2.1 Zum Begriff der Gruppe	20
2.2 Die Regulation des Gruppenhandelns.....	23
2.2.1 Gruppenhandeln, Gruppenziele und Handlungspläne	24
2.2.2 Drei Dimensionen zur Bestimmung der Regulationserfordernisse von Gruppenaufgaben.....	28
2.2.2.1 Problemcharakter	31
2.2.2.2 Aufgabenkomplexität.....	34
2.2.2.3 Kooperationsanforderungen.....	36
2.2.2.4 Die Wechselbeziehung zwischen den Dimensionen der Regulationserfordernisse von Gruppenaufgaben.....	40
2.2.3 Die Ebenen der Regulation des Gruppenhandelns.....	42
2.2.4 Kommunikation als Modus der Regulation des Gruppenhandelns.....	45
2.2.5 Der Prozess des Gruppenhandelns.....	49
2.2.6 Erfolgskritische Einflüsse auf die Regulation des Gruppenhandelns	51
2.2.6.1 Gemeinsame geteilte mentale Modelle von Arbeitsaufgaben	52
2.2.6.2 Differenzierte Betrachtung des Einflusses gemeinsamer geteilter mentaler Modelle auf Gruppenhandeln und Gruppenleistung.....	56
2.2.7 Die hierarchisch-sequenzielle Handlungsorganisation: „Idealmodell“ des Gruppenhandelns?	59
2.2.8 Schlussfolgerungen	62
2.3 Gruppenhandeln bei der Lösung eines komplexen Problems am Beispiel des Konstruierens.....	63
2.3.1 Die Regulationserfordernisse von Konstruktionsaufgaben	65
2.3.1.1 Der Problemcharakter von Konstruktionsaufgaben.....	65
2.3.1.2 Die Komplexität von Konstruktionsaufgaben	66
2.3.1.3 Die Kooperationsanforderungen von Konstruktionsaufgaben.....	68
2.3.1.4 Zwischenfazit.....	70

2.3.2	Konstruktionshandeln als Gruppenhandeln	72
2.3.2.1	Erkenntnisse über das individuelle Konstruktionshandeln	72
2.3.2.2	Erkenntnisse über das Konstruktionshandeln in Gruppen	77
2.3.2.3	Exkurs: Die Rolle gemeinsamer Vergegenständlichungen bei der Entwicklung gemeinsamer geteilter mentaler Modelle beim Konstruieren.....	79
2.3.3	Abschließende Schlussfolgerungen: Erfolgskritische Einflüsse auf das Gruppenhandeln beim Konstruieren	80
2.3.3.1	Was sollten Gruppen für eine erfolgreiche Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben tun?.....	81
2.3.3.2	Wann sollten Gruppen im Verlauf des Konstruktionshandelns ein gemeinsames geteiltes mentales Modell erarbeiten?	84
2.3.3.3	Wie sollten Gruppen im Verlauf des Konstruktionshandelns ein gemeinsames geteiltes mentales Modell erarbeiten?	85
3	Hypothesen und Fragestellungen.....	87
4	Methode.....	92
4.1	Untersuchungsdesign	92
4.2	Stichprobe	93
4.3	Ablauf der Untersuchung	94
4.4	Erhebungsmethoden.....	98
4.4.1	Erfassung des Gruppenhandelns	99
4.4.1.1	Beobachtungseinheiten	100
4.4.1.2	Beobachtungskategorien	101
4.4.2	Erfassung des Gruppenerfolgs: Innovationspotenzial der entwickelten Konzepte	108
4.4.3	Erfassung der Kontrollvariable: Explizites aufgabenbezogenes Wissen... ..	110
4.5	Auswertungsmethoden.....	111
4.5.1	Wahl und Interpretation der statistischen Auswertungsmethoden.....	111
4.5.2	Methode zur Testung von Gruppenunterschieden	113
4.5.3	Methode zur Testung von Moderatoreffekten.....	114
4.5.4	Methode zur Zeitreihenanalyse	115
4.6	Die Analyseebene.....	118
5	Ergebnisse	120
5.1	Überprüfung der Voraussetzungen für die Hypothesentestung	120

5.1.1	Überprüfung untersuchungsbedingter Artefakte.....	120
5.1.2	Überprüfung des Einflusses der experimentellen Manipulation.....	121
5.1.3	Überprüfung des Einflusses der soziodemografischen Gruppenzusammensetzung	122
5.1.4	Überprüfung des Zusammenhangs zwischen explizitem aufgabenbezogenen Wissen und Gruppenerfolg	122
5.1.5	Überprüfung der Zuverlässigkeit der verwendeten Verfahren	123
5.1.5.1	Zuverlässigkeit der Beobachtungskategorien zur Erfassung des Gruppenhandelns	123
5.1.5.2	Zuverlässigkeit der Konzeptbewertung zur Erfassung des Gruppenerfolgs	124
5.2	Beschreibung des Gruppenhandelns bei der Bearbeitung der Konstruktionsaufgabe	125
5.3	Statistische Hypothesentestung.....	129
5.3.1	Ergebnisse zu Unterschieden zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen hinsichtlich des zeitlichen Anteils der Zielklärung und Handlungsplanung.....	129
5.3.2	Ergebnisse zum Unterschied zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen hinsichtlich des Umfangs der Anforderungserfassung.....	132
5.3.3	Ergebnisse zum erfolgskritischen Einfluss der Aufteilung der Zielklärung und Handlungsplanung in iterative Schritte.....	133
5.3.4	Ergebnisse zum Einfluss des Umfangs der Anforderungserfassung auf den Zusammenhang von Handlungsplanung und Gruppenerfolg	137
5.3.5	Ergebnisse zum Unterschied zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen hinsichtlich rückkoppelnder Wechsel zwischen Zielklärungs- und Handlungsplanungsphasen	139
5.3.6	Zusammenfassung der Ergebnisse der Hypothesentestung.....	144
5.4	Ergebnisse zu den offenen Fragestellungen.....	147
5.4.1	Ergebnisse zu weiteren Vorgehensunterschieden zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen	147
5.4.2	Vorgehensbeispiele der erfolgreichsten und am wenigsten erfolgreichen Untersuchungsgruppe.....	149
5.4.2.1	Vorgehen der erfolgreichsten Gruppe zu Beginn der Aufgabenbearbeitung.....	150
5.4.2.2	Vorgehen der am wenigsten erfolgreichen Gruppe zu Beginn der Aufgabenbearbeitung.....	152
6	Diskussion	154

Literatur	176
Anhang	187
Verzeichnis der Abbildungen	206
Verzeichnis der Tabellen	208

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen des Forschungsprojektes „Implicit knowledge in the product innovation process“, welches durch die Initiative „Innovationsprozesse in Wirtschaft und Gesellschaft“ der VolkswagenStiftung finanziell gefördert wurde. Die gute und konstruktive Zusammenarbeit mit den Projektkolleginnen und Projektkollegen Frau Dipl. Psych. Kostanija Petrovic, Frau Dipl.-Ing. Nadja Pecquet, Herrn Dr.-Ing. Christoph Jung und Herrn Dipl.-Ing. Martin Graebisch ermöglichte diese Arbeit maßgeblich. Sehr herzlich danken möchte ich vor allem Frau Dr. Britta Herbig; ihr Fachwissen war für mich eine Bereicherung und ihre kollegiale Unterstützung eine stetige Hilfe. Besonders bedanken möchte ich mich weiterhin bei Herrn Prof. Dr. Winfried Hacker und Herrn PD Dr. Jürgen Glaser für ihren fundierten fachlichen Rat sowie ihre Bereitschaft, als Gutachter dieser Arbeit zur Verfügung zu stehen. Mein Dank gilt ebenso allen bisher noch nicht ausdrücklich genannten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Lehrstuhls für Psychologie der Technischen Universität München für die angenehme und vertrauensvolle Arbeitsatmosphäre. Frau Patricia Linke und Herrn Dr. Matthias Weigl möchte ich sehr dafür danken, dass sie ihre freie Zeit für Korrekturen an dieser Arbeit opferten.

In tiefer Dankbarkeit für ihre Liebe widme ich diese Arbeit meiner Familie und meiner Freundin Iris.

München, im März 2007

Andreas Müller

Zusammenfassung

In der im Wandel begriffenen Arbeitswelt nehmen die Komplexität und die Neuartigkeit arbeitsseitiger Anforderungen ständig zu. Es ist jedoch nur wenig darüber bekannt, wie Arbeitsgruppen ihre Handlungen unter solchen komplexen und neuartigen Anforderungen organisieren. Am Beispiel des Konstruierens technischer Produkte werden erfolgskritische Faktoren für die gemeinsame Bearbeitung komplexer Probleme in Gruppen handlungstheoretisch abgeleitet und empirisch überprüft. Aus handlungstheoretischer Sicht ist es das wesentliche Kennzeichen von Konstruktionsaufgaben, dass Aufgabenziele zu Beginn meist nur abstrakt bzw. „lückenhaft umschrieben“ sind. Entsprechend wird in der vorgelegten Arbeit davon ausgegangen, dass erfolgreiches Gruppenhandeln beim Konstruieren eine kommunikative Klärung der Aufgabenziele sowie eine Klärung der kooperativen Ausführung von Maßnahmen zur Realisierung dieser Ziele (Handlungsplanung) erfordert. Zur Prüfung dieser Annahmen wurden in einer kontrollierten Laboruntersuchung systematische Verhaltensbeobachtungen von $N = 20$ Gruppen bei der gemeinsamen Bearbeitung einer Konstruktionsaufgabe durchgeführt. Keine Unterschiede zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen wurden hinsichtlich des prozentualen zeitlichen Anteils der Zielklärung beobachtet. Erfolgreiche Gruppen zeichnen sich jedoch durch einen höheren zeitlichen Anteil der Handlungsplanung sowie durch systematische rückkoppelnde Wechsel zwischen Zielklärungs- und Handlungsplanungsphasen aus. Die Ergebnisse werden kritisch diskutiert und Implikationen für die systematische Unterstützung des Gruppenhandels bei der Bearbeitung komplexer Probleme abgeleitet.

1 Einleitung

Ziel der Arbeit ist zum einen eine theoretisch fundierte Ableitung erfolgskritischer Faktoren des Gruppenhandelns bei der gemeinsamen Bearbeitung komplexer Probleme und zum anderen die empirische Überprüfung dieser erfolgskritischen Faktoren. Diese Problemstellung wird beispielhaft anhand der frühen Phasen des Produktinnovationsprozesses betrachtet.

Es ist schon längst zu einem Allgemeinplatz geworden, dass gerade technische Innovationen eine der wesentlichen Voraussetzungen für die erfolgreiche Bewältigung gegenwärtiger gesellschaftlicher Herausforderungen sind, welche sich insbesondere in das Schlagwort „globaler Wettbewerb“ fassen lassen. Nur wenig ist hingegen darüber bekannt, wie technische Innovationen zustande kommen.

Die Entwicklung eines technischen Produkts bis hin zur Markteinführung ist ein langwieriger – oftmals über Jahre andauernder – Prozess (z.B. Pahl, Beitz, Feldhusen & Grote, 2005). Am Beginn stehen zumeist veränderte Anforderungen des Marktes, wie zum Beispiel die erfolgreiche Einführung eines verbesserten Konkurrenzproduktes oder aber eine Neuausrichtung von Unternehmensstrategien, welche die Einführung einer neuen Produktreihe erforderlich machen. Planungen für den Beginn eines Produktentwicklungsprojektes beginnen. Zeitumfang und Entwicklungsabschnitte, Entwicklungskosten, Personalressourcen sowie Funktionsumfang des Produkts werden unter Beteiligung verschiedener Unternehmensbereiche, wie Marketing, Materialwirtschaft, Produktion, Personal, als auch externer Kunden festgelegt. Es werden mehr oder weniger konkrete Vorgaben für die Abteilung Entwicklung und Konstruktion beschlossen. Innovativ soll das neue Produkt sein und auch verbraucherfreundlich und kostengünstig zu produzieren. Aber wie können diese Anforderungen erfüllt werden?

Sämtliche Eigenschaften eines Produkts werden in den *frühen* Phasen des Produktinnovationsprozesses bestimmt, die spätestens mit der erfolgreichen Durchführung von Funktionstests von Produkt-Prototypen endet. Es wird geschätzt, dass etwa 70% der beeinflussbaren Kosten des gesamten Produktinnovationsprozesses durch

Entscheidungen in diesen frühen Phasen bestimmt werden (Ehrlenspiel, Kiewert & Lindemann, 1999). Zu späteren Zeitpunkten des Prozesses auftretende Schwierigkeiten lassen sich oftmals auf Unzulänglichkeiten in diesen frühen Phasen zurückführen – wie etwa unentdeckte Konstruktionsfehler oder nicht beachtete produktbezogene Anforderungen. Projektziele müssen dann neu festgelegt und Zeitplanungen abgeändert werden. Ist das Produkt schon am Markt, müssen kostspielige und imageschädigende Rückrufaktionen durchgeführt werden. Im extremsten Fall sind die technischen Widersprüche des Produkts so gravierend, dass Neuentwicklungen notwendig sind.

Trotz eines vorhandenen umfangreichen „Arsenals“ von Produktentwicklungsmethoden (Lindemann, 2005) gibt es jedoch kaum gesicherte Erkenntnisse über erfolgreiche Strategien und Vorgehensweisen bei der Entwicklung von Innovationen in diesen frühen Phasen (Andreasen & Hein, 1987; vgl. auch Hacker, Wetzstein & Römer, 2002). Es stellt sich die Frage, wie geschieht Denken und Handeln in diesen Phasen und was zeichnet ein erfolgreiches Vorgehen aus?

Eine Möglichkeit, sich der Klärung dieser Frage aus psychologischer Sicht anzunähern, ist die Untersuchung kognitiver Prozesse bei der Entwicklung von Innovationen. Ungeachtet der vielfältigen organisationalen (Scholl, 2004), makroökonomischen, politischen und kulturellen Einflüsse auf Innovationen (Hof & Wengenroth, 2007, in Druck); am Anfang eines Innovationsprozesses steht stets eine neue Idee als das Produkt der geistigen Tätigkeit des Menschen. Überall dort, wo Menschen ihre Umwelt gestaltend verändern und Neues mit der Intention des Fortschritts hervorbringen, geschehen Innovationen.

Es ist wohl das wesentlichste Merkmal der Entwicklung innovativer Ideen, dass aufgrund der Neuartigkeit von Innovationen zu Beginn meist nur sehr abstrakte Vorstellungen sowohl von dem zu entwickelnden Produkt als auch von erfolgsversprechenden Strategien zu dessen Realisierung existieren. Innovatives Handeln ist also insbesondere Handeln unter Unsicherheit und erfordert die Orientierung in einem komplexen, zunächst noch unklar definierten Problemraum. Innovative Ideen können in diesem Sinne als Ergebnisse komplexer Problemlöseprozesse (Dörner,

1999) bzw. des vorausschauenden entwerfenden Denkens bisher noch nicht existierender Lösungen aufgefasst werden (Hacker, 2002, 2003, 2005). Aus (arbeits-)psychologischer Sicht sind daher insbesondere die erfolgskritischen Faktoren *menschlicher Denktätigkeit* bei der Entwicklung innovativer Ideen von Interesse (ebd.).

Gerade aufgrund der angesprochenen Komplexität von Produktinnovationsprozessen kann es von Vorteil sein, innovative Ideen gemeinsam in Gruppen zu entwickeln: Gruppen verfügen über eine größere Informationsverarbeitungskapazität und umfangreicheres Wissen als Individuen (Hinsz, 1990; Hinsz, Tindale & Vollrath, 1997); in Gruppenarbeit können durch Arbeitsteilung individuelle Belastungen reduziert und Tätigkeiten schneller ausgeführt werden. Schließlich entspricht Gruppenarbeit individuellen Motiven nach Einfluss und Anschluss und kann so dazu beitragen, das Engagement und Wohlbefinden des Einzelnen zu steigern (West, 2004). Aus diesen Gründen können Gruppen gerade bei der Lösung komplexer Aufgaben und Probleme unter bestimmten Voraussetzungen bessere Entscheidungen treffen und innovativere Lösungen entwickeln als Individuen (West, 2002). Auch deshalb nutzen Unternehmen in zunehmenden Maße die Möglichkeiten der Gruppenarbeit (Devine, Clayton, Philips, Dunford & Melner, 1999). Mit dem Einsatz von Gruppenarbeit ist dabei vor allem die Hoffnung verbunden, dass das jeweils spezifische Wissen oder die individuellen Fähigkeiten der einzelnen Gruppenmitglieder so koordiniert werden können, dass das Potential der Gruppe, eine Aufgabe zu lösen, das des jeweils fähigsten Gruppenmitglieds übersteigt.

Nicht wenige Untersuchungen zur Leistungsfähigkeit von Gruppen geben diesbezüglich jedoch Anlass zur Skepsis. So beobachtete Steiner (1972), dass die Gruppenleistung bei der Bearbeitung unterschiedlichster Aufgaben, insbesondere aufgrund von Motivations- und Koordinationsverlusten, fast immer unter der – aufgrund der Einzelfähigkeiten der Gruppenmitglieder zu erwartenden – optimal möglichen Leistung lag. Eine Leistungssteigerung aufgrund von Gruppenarbeit kann also nicht ohne weiteres und unter allen Umständen vorausgesetzt werden. Daher sind für

eine möglichst optimale Gestaltung der Gruppenarbeit bei der Produktinnovation genaue Kenntnisse über die hierfür spezifischen Chancen und Risiken notwendig.

Die vielfältigen Einflussfaktoren auf Gruppenleistung lassen sich allgemein anhand von Input-Prozess-Output Modellen (I-P-O, z.B. Hackman, 1987; Hackman & Morris, 1975; West, Hirst, Richter & Shipton, 2004) bzw. Input-Mediator-Output-Input Modellen (IMOI; Ilgen, Hollenbeck, Johnson & Jundt, 2005) systematisieren: Eine der grundsätzlichen Annahmen ist es, dass Input-Faktoren – wie persönliches Wissen, Fähigkeiten und Einstellungen; gruppenspezifische Merkmale, wie Gruppenhierarchie, Gruppenzusammenhalt, Gruppengröße und schließlich die Bedingungen, unter denen das Gruppenhandeln vollzogen wird – die Ergebnisse der Gruppenarbeit nur über den *Gruppenprozess* – also das Handeln der Gruppenmitglieder – beeinflussen können (Hackman & Morris, 1975). So kann sich beispielsweise vorhandenes aufgabenrelevantes Wissen der Gruppenmitglieder nur dann positiv auf die Gruppenleistung auswirken, wenn es in den Gruppenprozess eingebracht wird. Entsprechend zeigte sich, dass die Art der Interaktion in Gruppen den Gruppenerfolg letztlich besser vorhersagen kann, als das aufgabenrelevante Wissen der einzelnen Gruppenmitglieder (z.B. Lanzetta & Roby, 1960).

Für diese Arbeit ergibt sich demnach als erste Schlussfolgerung, insbesondere die *Gruppenprozesse als erfolgskritischen Faktor* bei der Bearbeitung komplexer Probleme – hier der Entwicklung technischer Produkte – zu betrachten. Hierzu kann nur bedingt auf bisherige Forschungsergebnisse zurückgegriffen werden: Von Crano nach registriert in seinem Vorwort zu Tschan (2000) eine nach wie vor vorhandene Vernachlässigung der Prozessperspektive bei der Erforschung von Gruppenarbeit. Marks, Mathieu und Zaccaro (2001) bemängeln eine generell ungenügende Konzeption von Gruppenprozessen und deren Mechanismen. Was für die Kleingruppenforschung allgemein gilt, trifft im Besonderen auch für den hier zu behandelnden spezifischen Bereich der Produktinnovation zu. Insbesondere mangelt es an Forschungsarbeiten, die eine direkte Beziehung zwischen der Gestaltung von Gruppenprozessen und Gruppenerfolg herstellen. Da Gruppenprozesse, die förderlich für die Bearbei-

tung eines Aufgabentyps sind, bei anderen Aufgaben eher hinderlich wirken können (Hackman & Morris, 1975), sind aus anderen Gebieten vorliegende Befunde nicht ungeprüft auf den hier behandelten Aufgabentyp übertragbar. Es herrscht also zum einen ein allgemeiner Mangel an Forschungsarbeiten über den Zusammenhang zwischen Gruppenprozessen und Gruppenleistung, zum anderen sind vor der Bestimmung leistungsförderlicher Gruppenprozesse die *ganz spezifischen Anforderungen des jeweiligen Aufgabentyps* zu ermitteln. Dies ist die zweite Schlussfolgerung für die Gestaltung dieser Arbeit.

Hackman und Morris (1975) betonen, dass es bei der Erforschung des Zusammenhangs zwischen Gruppenprozessen und Gruppenleistung einer theoretisch fundierten *konzeptuellen Verknüpfung* beider Aspekte bedarf. Sie beziehen sich hier vor allem auf die Analyse von Aufgabenzielen und von Strategien der Gruppenmitglieder zur Verfolgung dieser Ziele. Das heißt, es ist nicht zu erwarten, dass *jegliche* Art von Interaktionen zwischen den Gruppenmitgliedern einen positiven Einfluss auf die Gruppenleistung haben werden. Die dritte Schlussfolgerung betrifft daher die Wahl der theoretischen Grundlage dieser Arbeit. Hier erscheinen insbesondere die Überlegungen zur menschlichen Handlungsregulation geeignet (insb. Hacker, 2005).

Die Ausgangsfrage der Handlungsregulationstheorien (kurz Handlungstheorie), kann wie folgt zusammengefasst werden: „Wie gelingt es einem denk- und lernfähigen Lebewesen, seine Beziehungen zur Umwelt gemäß seinen Intentionen zu gestalten, obwohl sich diese Umwelt in nicht genau vorhersehbarer Weise verändert und die ‚Verarbeitungskapazität‘ des Lebewesens begrenzt ist“ (Volpert, 1982, S.39, Hervorhebung im Original). Unter dem Begriff der Handlungstheorien sind eine Vielzahl von Konzepten vereint, in deren Mittelpunkt der Einfluss einer bewussten Zielsetzung und Planung auf das menschliche Handeln steht. Die Wurzeln der Handlungstheorien sind zum einen in der sowjetischen Tätigkeitspsychologie (z.B. Leontjew, 1979; Rubinstein, 1962) zu sehen, welche die Entstehung psychischer Funktionen in der aktiven Auseinandersetzung mit gesellschaftlichen Bedingungen in den Vordergrund stellt. Des weiteren ist die Arbeit von Miller, Galanter und Pribram (1960) zu nennen, als deren Verdienst die Integration von Ideen der Kybernetik in die Konzepte der menschlichen Handlungsorganisation zu betrachten ist. Im deutschen Sprachraum wurden die Gedanken der Handlungstheorien insbesondere mit den Arbeiten Hackers (1973), Oesterreichs (1981) und Volperts (1992) aufgegriffen und erweitert.

Die Grundgedanken der ursprünglich am individuellen Handeln orientierten Handlungstheorie wurden durch von Cranach (von Cranach, Ochsenbein & Tschan, 1987; von Cranach, Ochsenbein & Valach, 1986) um soziale und kommunikative Aspekte erweitert und auf die Gruppenebene übertragen. Die handlungstheoretische Betrachtung von Gruppenarbeit erlaubt die geforderte direkte Verbindung zwischen den Anforderungen auch komplexer Aufgaben, der aufgabenlogischen Koordination und Kooperation in der Gruppe und der Gruppenleistung (vgl. Tschan 2000) und berücksichtigt damit die von Hackman und Morris (1975) geforderte *konzeptuelle Verknüpfung* zwischen Gruppenprozessen und Gruppenleistung.

Zusammenfassend lassen sich damit folgende Forderungen an eine angemessene Bearbeitung der eingangs formulierten Fragestellung nennen: Die Bestimmung erfolgskritischer Faktoren der Gruppenarbeit bei Entwicklung technischer Produkte erfordert

- eine Betrachtung von Gruppenprozessen
- vor dem Hintergrund der spezifischen Anforderungen der gemeinsamen Gruppenaufgabe
- auf der Basis einer theoretisch fundierten Verknüpfung zwischen Gruppenprozessen und Gruppenleistung.

Aus diesen Forderungen ergibt sich folgende Gliederung der vorliegenden Arbeit: Zu Beginn der theoretischen Überlegungen in wird in Abschnitt 2.1 zunächst geklärt, was in dieser Arbeit unter einer Gruppe verstanden wird.

In Abschnitt 2.2 werden Gruppenprozesse im Sinne kommunikativ regulierter gemeinsamer Handlungen dargestellt. Als der handlungsbestimmende Faktor wird die Ziel-, Bedingungs- und Maßnahmenstruktur von Arbeitsaufgaben benannt (Abschnitt 2.2.1). Aus diesen strukturellen Aspekten werden drei Beschreibungsdimensionen der Regulationserfordernisse von Gruppenaufgaben – der Problemcharakter, die Komplexität und die Kooperationsanforderungen – abgeleitet und deren Wechselbeziehung diskutiert (Abschnitt 2.2.2). In Abhängigkeit von die-

sen Regulationserfordernissen ergeben sich unterschiedliche Ebenen der Regulation des Gruppenhandelns, die in Abschnitt 2.2.3 beschrieben werden. Als Modus der Regulation des Gruppenhandelns werden kommunikative Prozesse benannt und die Unterschiede im Vergleich zur individuellen Handlungsregulation verdeutlicht (Abschnitt 2.2.4). Der Prozess des Gruppenhandelns wird als eine logische Abfolge unterschiedlicher kommunikativ regulierter Handlungsphasen beschrieben (Abschnitt 2.2.5). Es wird vor dem Hintergrund der Ziel-, Bedingungs- und Maßnahmenstruktur das Konzept des gemeinsamen geteilten mentalen Modells der Gruppenmitglieder über die gemeinsame Gruppenaufgabe vorgestellt, welches die erfolgskritischen Faktoren der gemeinsamen Bearbeitung einer Arbeitsaufgabe zusammenfasst und akzentuiert (Abschnitt 2.2.6). Abschließend wird diskutiert, inwieweit die Annahme eines systematischen Handlungsprozesses für alle Formen von Arbeitsaufgaben angenommen werden kann (Abschnitt 2.2.7)

In Abschnitt 2.3 werden aufbauend auf die bisherigen Überlegungen am Beispiel des Konstruierens erfolgskritische Faktoren bei der gemeinsamen Bearbeitung eines komplexen Problems in Gruppen abgeleitet. Zunächst werden die spezifischen Regulationserfordernisse von Konstruktionsaufgaben bestimmt (Abschnitt 2.3.1). Anschließend werden bisherige Erkenntnisse über das individuelle Konstruktionshandeln sowie über das Konstruktionshandeln in Gruppen dargestellt (Abschnitt 2.3.2). Hieraus werden die empirisch zu überprüfenden erfolgskritischen Faktoren bei der Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben in Gruppen abgeleitet (Abschnitt 2.3.3).

In Abschnitt 3 werden die aus den theoretischen Überlegungen abgeleiteten Hypothesen und Fragestellungen beschrieben. Das zur Überprüfung dieser Hypothesen gewählte Untersuchungsdesign, die Stichprobe, der durchgeführte Ablauf der Untersuchung sowie die verwendeten Erhebungs- und Auswertungsmethoden werden in Abschnitt 4 berichtet. Die empirischen Ergebnisse der Hypothesentestung werden in Abschnitt 5 dargestellt und abschließend in Abschnitt 6 kritisch diskutiert.

2 Theorie

2.1 Zum Begriff der Gruppe

Die eigentliche Bedeutung eines Begriffes erschließt sich erst aus dem Zusammenhang, in dem er verwendet wird. Daher ist im folgenden Abschnitt zunächst einmal zu klären, was *in dieser Arbeit* unter einer Gruppe verstanden wird. Verschiedene psychologische Arbeiten (z.B. Antoni, 1996, S. 8; Arrow, McGrath & Berdahl, 2000, S. 34f; McGrath, 1984, S. 6; von Rosenstiel, 2003, S. 274; Wegge, 2004, S. 16) nennen insbesondere drei wesentliche Kennzeichen für eine Gruppe:

- Die Mitglieder betrachten sich und die anderen Gruppenmitglieder als zugehörig zu einer Gruppe.
- Es existieren gemeinsame „Projekte“ (im allgemeinen Sinne des Wortes) der Gruppe.
- Diese gemeinsamen Projekte können *nur* dann verwirklicht werden, wenn *alle* Gruppenmitglieder zumindest zeitweilig miteinander interagieren.

Diese Kriterien grenzen Gruppen von zufälligen unorganisierten Menschenansammlungen, wie zum Beispiel Wartenden an einer Straßenbahnhaltestelle ab. Wartende haben zwar möglicherweise ein gemeinsames „Projekt“ (das Warten auf die Ankunft einer Straßenbahn). Dieses wird aber unabhängig davon erreicht werden, ob die betreffenden Personen interagieren oder nicht. Weiterhin ist es fraglich, inwieweit die betreffenden Personen ein Zugehörigkeitsgefühl verbindet. Darüber hinaus werden Gruppen durch die genannten Kriterien von größeren sozialen Kategorien, wie zum Beispiel Landsmannschaften, Mitgliedern einer Partei oder Anhängern eines Sportvereins unterschieden. Hier kann aufgrund der Vielzahl an Personen, die der betreffenden Kategorie zugeordnet werden, keine Interaktion aller Mitglieder zur Erreichung eines gemeinsamen Ziels – so überhaupt vorhanden – stattfinden.

Uneinigkeit herrscht darüber, ab welcher Anzahl von Personen von einer Gruppe zu sprechen ist. Von Rosenstiel (2003, S. 274) spricht von einer „Mehrzahl von Personen“ und schließt damit Dyaden nicht explizit als Gruppen aus. Einige Quellen führen explizit zwei Personen an (z.B. Antoni, 1996). Andere sprechen von mindestens drei Personen (z.B. Wegge, 2004). Dieser Punkt ist insofern von Bedeutung, da innerhalb von Zweiergruppen soziale Einflüsse von Minderheiten bzw. Mehrheiten nicht auftreten können und auch keine Bildung von Koalitionen oder Subgruppen stattfindet. Die exakte Obergrenze einer Gruppe lässt sich nur schwer bestimmen. Sie wird dort anzusetzen sein, wo die Möglichkeit einer Interaktion aller Gruppenmitglieder nicht mehr gegeben ist.

Alle diese genannten Kriterien sind jedoch für eine Bestimmung von Arbeitsgruppen noch nicht hinreichend, da sie beispielsweise auch Familien, Fußballmannschaften oder Bürgerinitiativen umfassen. Hacker (1994, S.61) nennt fünf Kennzeichen für eine Arbeitsgruppe:

- ein gemeinsamer, arteilig¹ ausführbarer Auftrag für mehr als zwei Arbeitende
- eine gemeinsame Handlungsorganisation zur Auftragserfüllung
- gemeinsame Entscheidungen auf der Grundlage von zeitlichem und inhaltlichem Tätigkeitsspielraum für die Gruppe
- Kommunikation
- ein Mindestmaß gemeinsamer, geteilter Ziele und Kenntnisse – u.a. über den Arbeitsauftrag, die Vorgehensweisen, Arbeitsgegenstände, Arbeitsmittel und über das Arbeitsverhalten der Partner (= shared mental model)².

Ein spezifisches Merkmal von Arbeitsgruppen, im Vergleich zu Gruppen generell, ist also der zu bearbeitende gemeinsame Arbeitsauftrag bzw. die gemeinsame Arbeitsaufgabe³. Diese werden in den allermeisten Fällen nicht von der Arbeits-

¹ Zur Erläuterung des Begriffs „arteilig“ siehe Abschnitt 2.2.2.3.

² Zur Erläuterung des Begriffs „mentales Modell“ siehe Abschnitt 2.2.6.

³ Zur Unterscheidung von Arbeitsaufgabe und Arbeitsauftrag siehe Abschnitt 2.2.1.

gruppe selbst gewählt, sondern – etwa vom Management – an die Gruppe übertragen. Entscheidend ist dabei, dass der Auftrag bzw. die Aufgabe von der Arbeitsgruppe *gemeinsam* ausgeführt wird und dass bei der Ausführung ein Tätigkeitsspielraum für die Gruppe existiert. Eine bloße Zusammenfassung einzelner Mitarbeiter zu Organisationseinheiten ist in diesem Sinne keine Arbeitsgruppe, wenn keine gemeinsame Handlungsorganisation erfolgt und keine gemeinsamen Ziele vorhanden sind (vgl. Antoni, 1996). Auch eine am Fließband arbeitende Montageeinheit, welche einen gemeinsamen Arbeitsauftrag erfüllt, kann aufgrund der von Hacker vorgeschlagenen Kriterien nicht als Arbeitsgruppe bezeichnet werden, solange kein Raum für gemeinsame Entscheidungen aufgrund von Tätigkeitsspielräumen vorhanden ist. Erst wenn Freiheitsgrade für eine Festlegung von Vorgehensweisen oder gar Aufgabenzielen existieren, können arbeitsbezogene Gruppenphänomene angenommen werden (Hacker, 1994; Weber, 1997).

Die bisher aufgeführten Merkmale sind vor allem geeignet, Gruppen bzw. Arbeitsgruppen zu *beschreiben* und von sonstigen Ansammlungen von Personen zu unterscheiden. Sie geben jedoch nur wenige Hinweise darauf, wie Gruppen „funktionieren“ und durch welche Prozesse Gruppen gesteuert werden.

Von Cranach und Kollegen (von Cranach, 1996; von Cranach et al., 1987; von Cranach et al., 1986) schlagen daher vor, Gruppen als komplexe handelnde Systeme aufzufassen, die durch systemimmanente Informationsverarbeitung gesteuert werden (vgl. auch Hinsz et al., 1997). Gruppenhandeln ist nach dieser Auffassung zweistufiges Handeln mit individuellen Prozessen auf der unteren Stufe und Gruppenprozessen auf der oberen Stufe (vgl. auch Larson & Christensen, 1993). Am Beginn stehen immer die individuellen Informationsverarbeitungsprozesse der Gruppenmitglieder, denn Gruppenhandeln setzt individuelle Prozesse des Verstehens und Bewertens der Aufgabe voraus. Gleichzeitig müssen die Resultate der individuellen Informationsverarbeitungsprozesse in den Gruppenkontext eingebracht werden, um ein gemeinsames Gruppenhandeln zu ermöglichen. Das gemeinsame Gruppenhandeln wird wiederum rückwirken auf individuelle Regulationsprozesse.

Ähnliche Auffassungen von Gruppen als komplexen handelnden Systemen vertreten neuere Überblicksarbeiten zum Thema Gruppen und Arbeitsgruppen (Arrow et al., 2000; Ilgen et al., 2005). Eine Arbeitsgruppe soll für die Zwecke dieser Arbeit demnach abschließend wie folgt definiert werden:

Eine Arbeitsgruppe ist ein komplexes handelndes System, welches mindestens drei Personen umfasst, die in – zumindest zeitweiliger – direkter Interaktion auf der Basis von individuellen und gruppenspezifischen Informationsverarbeitungsprozessen einen gemeinsamen artteilig ausführbaren Arbeitsauftrag bearbeiten, wobei zeitliche und inhaltliche Freiheitsgrade gegeben sein müssen.

2.2 Die Regulation des Gruppenhandelns

Im folgenden Abschnitt werden, auf der Grundlage der erarbeiteten Definition von Arbeitsgruppen als komplexen handelnden Systemen, Gruppenprozesse im Sinne kommunikativ regulierter Handlungen beschrieben. Die *Ziel-, Bedingungs- und Maßnahmenstruktur* (vgl. Hacker, 2005) einer gemeinsamen Gruppenaufgabe wird dabei als der bestimmende Einflussfaktor des Gruppenhandelns angesehen. Daraus werden drei Beschreibungsdimensionen der *Regulationserfordernisse von Gruppenaufgaben* – der Problemcharakter, die Aufgabenkomplexität und die Kooperationsanforderungen – abgeleitet. Es werden die unterschiedlichen *Ebenen der kommunikativen Regulation des Gruppenhandelns* in Abhängigkeit von den vorgestellten Regulationserfordernissen der Gruppenaufgabe beschrieben. Als *Modus der Regulation des Gruppenhandelns* werden kommunikative Prozesse benannt und die Besonderheiten der kommunikativen Regulation des Gruppenhandelns im Vergleich zur individuellen Handlungsregulation verdeutlicht. Der *Prozess des Gruppenhandelns* wird als eine logische Abfolge qualitativ unterschiedlicher kommunikativer Regulationsvorgänge beschrieben. Danach wird das Konzept des *gemeinsamen geteilten mentalen Modells* vorgestellt, welches die erfolgskritischen Faktoren der gemeinsamen Bearbeitung einer Arbeitsaufgabe umfasst

und akzentuiert. Abschließend wird diskutiert, inwieweit die Annahme eines *idealtypischen systematischen Handlungsprozesses* berechtigt ist.

2.2.1 Gruppenhandeln, Gruppenziele und Handlungspläne

Der Begriff *Handlung* umfasst alle psychischen und psychomotorischen Prozesse zur Verwirklichung eines Ziels (Hacker, 2005). Mit anderen Worten; eine Handlung ist eine inhaltlich geschlossene Einheit, die durch ein übergeordnetes Handlungsziel abgegrenzt ist. Eine Handlung ist ein „bewusster und zielgerichteter Akt [...]“. In ihr tritt der Mensch als ein Teil der Welt, als eine Kraft in Erscheinung, die die Welt bewußt verändert und umformt“ (Rubinstein, 1962, S. 227). Die Bedeutung des Handlungsbegriffs ist also insbesondere darin zu sehen, dass durch ihn die Prozesse einer *aktiven und bewussten Auseinandersetzung* des Menschen mit seiner Umwelt betrachtet, beschrieben und erklärt werden können.

Handlungen vollziehen sich nicht isoliert. Sie sind eingebunden in umfassendere langfristige *Tätigkeiten* (Rubinstein, 1962). So kann beispielsweise die Handlung des Zeichnens einer Konstruktionsskizze als Bestandteil der Tätigkeit des Ingenieurs aufgefasst werden. Die Grenze zwischen Handlung und Tätigkeit erscheint dabei fließend und hängt von der jeweiligen Definition dessen ab, was nun als „umfassend“ oder „langfristig“ angesehen wird. Wenn in den folgenden Abschnitten von einer zielgerichteten, inhaltlich geschlossenen Einheit des menschlichen Tuns gesprochen wird, wird der Begriff Handlung gewählt, ohne diesen genau von dem Begriff der Tätigkeit abgrenzen zu wollen.

Handlungen enthalten auch unselbständige, kaum bewusstseinsfähige Komponenten, sogenannte *Operationen* (Hacker, 2005). Entsprechend können das Greifen eines Stiftes und die Bewegungen der Hand als Operationen zur Ausführung der Handlung „Zeichnen einer Konstruktionsskizze“ aufgefasst werden.⁴

Gruppenhandeln wird in dieser Arbeit ebenfalls als zielgerichtetes Handeln aufgefasst (von Cranach et al., 1987; von Cranach et al., 1986). Es ist jedoch komplexer als individuelles Handeln (Tschan, 2000), da es nach dem Verständnis der

⁴ In dieser Arbeit wird der Begriff der Maßnahme als Sammelbegriff für alle Vorgänge zur Verwirklichung einer Handlung verwendet.

vorliegenden Arbeit die Koordination zwischen den Gruppenmitgliedern für die Ausführung der gemeinsamen Handlung voraussetzt. Gruppenhandeln ist damit zu unterscheiden von nebeneinander ausführbaren Teilhandlungen innerhalb der Gruppenarbeit (vgl. Weber, 1997), bei der gleichartige und eigenständige Teilaufgaben von einzelnen Gruppenmitgliedern ausgeführt werden, die lediglich der punktuellen Abstimmung der „nebeneinander ablaufenden“ individuellen Handlungen bedürfen (vgl. Oesterreich & Resch, 1985).

Wenn also im weiteren Verlauf dieser Arbeit von Gruppenhandeln gesprochen wird, ist damit eine koordinative „Verschränkung“ (vgl. Weber, 1997) der individuellen Teilhandlungen der Gruppenmitglieder gemeint.

Die Art und Weise der Ausführung von Handlungen wird im hohen Maße durch eine „objektive Logik“ (Rubinstein, 1962, S. 694) beeinflusst. So werden Arbeitshandlungen beispielsweise durch organisational festgelegte oder aufgabenseitig notwendige Formen der Kooperation, durch Vorgaben hinsichtlich Qualität und Quantität von Arbeitsergebnissen, sowie durch Funktionsweisen verfügbarer Arbeitsmittel, physikalisch-chemische Eigenschaften von Arbeitsgegenständen, rechtliche Rahmenbedingungen, Zeitdruck usw. mitbestimmt.

Solche objektiven Einflüsse werden jedoch erst durch ihre psychische Repräsentation handlungswirksam. Entsprechend unterscheidet Hacker (2005) zwischen einem *Arbeitsauftrag* und dessen psychischer Übernahme als *Arbeitsaufgabe*. Mit anderen Worten; in Abhängigkeit vom Wissensstand, von Erfahrungen, Fähigkeiten, Einstellungen und Motivlagen der Gruppenmitglieder werden Arbeitsaufträge individuell als Arbeitsaufgaben „redefiniert“ (ebd.). So müssen beispielsweise im Arbeitsauftrag enthaltene Anforderungen erst einmal erfasst und verstanden, vorhandene Entscheidungsspielräume erst einmal erkannt werden, bevor diese in einer Arbeitsaufgabe handlungswirksam werden können. Andererseits werden jedoch den Spielräumen einer angemessenen subjektiven Redefinition eines Arbeitsauftrages

durch objektiv existierende Bedingungen Grenzen gesetzt.⁵ Ein Verständnis von Handlungsprozessen erfordert daher die Kenntnis der Beschaffenheit *objektiver* Bedingungen *und* die Kenntnis der *psychischen* und psychomotorischen Voraussetzungen für den Umgang mit diesen Bedingungen. Auf die Ebene der Gruppe übertragen heißt dies, dass die Organisation einer Gruppenhandlung sowohl auf den objektiven Erfordernissen der Umwelt – hier insb. den auftragsseitig festgelegten Erfordernissen – als auch auf den strukturellen Merkmalen einer Gruppe – wie bspw. deren sozialer und kommunikativer Struktur – beruht (von Cranach et al., 1986; siehe die Einleitung zu Abschnitt 2.2.2).

Das „Bindeglied“ zwischen diesen äußeren Bedingungen und den psychischen Prozessen ist – wie bereits bemerkt – das Handlungsziel: Ein Ziel ist die bewusste gedankliche Vorwegnahme des angestrebten Ergebnisses einer Handlung einschließlich der Vornahme zu dessen Verwirklichung (Hacker, 2005).

Von einem Gruppenziel ist zu demnach zu sprechen, wenn zumindest die meisten Gruppenmitglieder die bewusste gedankliche Vorwegnahme des angestrebten Ergebnisses einer gemeinsamen Gruppenhandlung teilen (vgl. Wegge, 2004, S. 264ff) und sich entschließen, dieses Ziel zu realisieren.

Entscheidend hierbei ist, dass Ziele nicht unmittelbar von außen – also etwa im Sinne von Vorgaben – auf das Handeln wirken. Ziele werden vielmehr im Ergebnis der aktiven geistigen Auseinandersetzung des Menschen mit äußeren Handlungsbedingungen gebildet.

⁵ Ein simples Beispiel für eine solche unangemessene Redefinition wäre, eine Zeitvorgabe, die zur Erfüllung einer Arbeitsaufgabe eine Frist von zwei Tagen vorsieht, in eine Zeitvorgabe von drei Tagen zu „redefinieren“. Weniger trivial sind beispielsweise Redefinitionen technischer Funktionen einschließlich deren Wechselbeziehung bei der Entwicklung technischer Produkte, im Sinne des Erkennens und Verstehens dieser technischen Funktionen, sowie deren angemessene Berücksichtigung beim Konstruktionshandeln vgl. Abschnitt 2.3.3.1.

Ziele sind bildlich ausgedrückt „Leuchtfener für das Handeln“ (Dörner, 2006, S. 74) und bilden damit den zentralen Begriff der Handlungstheorie. Sie besitzen eine aktivierende, eine selektive und eine regulative Funktion für die Arbeitstätigkeit (Hacker, 2005): Bevor eine bestimmte Tätigkeit initiiert wird, existieren gleichzeitig meist mehrere potentielle Zielintensionen mit jeweils spezifischem Anreizwert und Erfolgserwartungen. Die Entscheidung darüber, welches Ziel verwirklicht werden soll, wird durch die Interaktion des Anreizwerts eines Ziels und der Erfolgserwartung, dieses Ziel zu erreichen, beeinflusst (*aktivierende Funktion*; Heckhausen, 1989). Die erfolgte Entscheidung zur Verfolgung eines Ziels schließt (zumindest vorübergehend) die Verwirklichung eines alternativen Ziels aus (*selektive Funktion*) und bestimmt, welche Maßnahmen zur Zielerreichung angemessen sind (*regulative Funktion*). Wie bereits angemerkt, sind Ziele jedoch nur dann handlungswirksam, wenn der organisational gewährte Entscheidungsspielraum bzw. die Merkmale einer Aufgabe Freiheitsgrade für eine eigene Zielsetzung erlauben. In dem Maße, in dem Arbeitshandlungen durch organisational festgelegte Bedingungen geleitet werden, nimmt auch die Bedeutung von Zielen für die Handlungsorganisation ab (vgl. Hacker, 2005).

Um eine Handlung ausführen zu können, ist es jedoch nicht ausreichend, möglichst konkrete Vorstellungen über die Ziele einer Aufgabe zu besitzen. Es ist darüber hinaus auch eine Vorstellung über die Verknüpfung dieser Ziele und Teilziele mit geeigneten *Maßnahmen* sowie über die Möglichkeit der Ausführbarkeit dieser Maßnahmen unter vorhandenen Bedingungen erforderlich. Der Vorgang der gedanklichen Verknüpfung einer Zielstruktur mit bedingungsangemessenen Maßnahmen zur Realisierung der Ziele sowie die Festlegung einer zweckmäßigen Abfolge dieser Maßnahmen wird als Handlungsplanung bezeichnet (Dörner, 2001). Wie später noch zu zeigen ist (Abschnitt 2.2.2.3), erfordert Handlungsplanung in Gruppen zusätzlich noch die Festlegung der angemessenen Form der Kooperation der Gruppenmitglieder bei der gemeinsamen Ausführung dieser Maßnahmen.

Handlungsplanung in Gruppen ist demzufolge der Vorgang der Verknüpfung einer Zielstruktur mit bedingungsangemessenen Maßnahmen zur Realisierung dieser Zielstruktur einschließlich der Festlegung der kooperativen Ausführung dieser Maßnahmen.

Pläne sind damit umfassender als Ziele, da sie zusätzlich auch Vorgehensweisen enthalten. Handlungsplanung ist nach Hacker (2005) dabei weitaus mehr als eine bloße Zuordnung von Maßnahmen zu Zielen. Der Prozess des Planens beinhaltet darüber hinaus die aktive, vorausschauende Auseinandersetzung mit der Aufgabe, deren intellektuelle Analyse sowie die Berücksichtigung von übergeordneten Fernzielen der Tätigkeit.

2.2.2 Drei Dimensionen zur Bestimmung der Regulationserfordernisse von Gruppenaufgaben

Die Merkmale der gemeinsamen Gruppenaufgabe sind der wesentliche Einflussfaktor dafür, wie eine Gruppe ihr gemeinsames Handeln organisiert bzw. welche Form der Organisation des Gruppenhandelns erfolgreich sein wird (Hacker, 1994; Hackman, 1987; Hackman & Morris, 1975; Tschan, 2000; von Cranach et al., 1987; von Cranach et al., 1986; Weber, 1997). Dieser bestimmende Einfluss der gemeinsamen Gruppenaufgabe auf das Gruppenhandeln soll in der folgenden Abbildung 1 verdeutlicht werden.

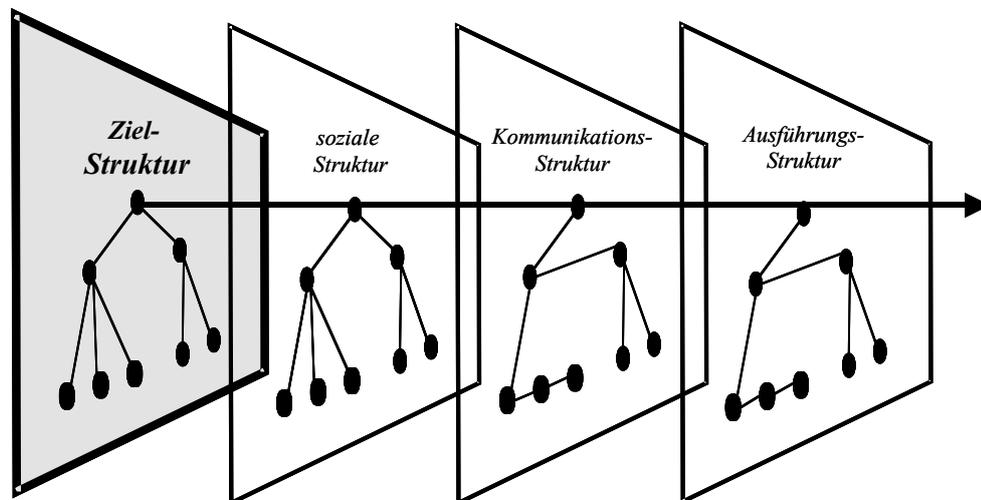


Abbildung 1: Gruppenhandeln als Ergebnis der „Projektion“ der strukturellen Merkmale der gemeinsamen Gruppenaufgabe (nach von Cranach et al. 1986, S. 212)

Für von Cranach et al. (1986) ist Gruppenhandeln das Ergebnis der „Projektion“ der strukturellen Merkmale einer Gruppenaufgabe – nach von Cranach und Kollegen ist dies die Zielstruktur der Gruppenaufgabe – auf die strukturellen Merkmale einer Gruppe: die soziale, die Kommunikations- und die Ausführungsstruktur des Gruppenhandelns. Die *soziale Struktur* meint dabei die sich aus der gemeinsamen Aufgabe ergebende Rollenverteilung und hierarchische Gliederung der Gruppe. Die *Kommunikationsstruktur* beschreibt die Art und Weise, wie die Gruppe über die Organisation der Gruppenhandlungen zur Verwirklichung der Ziele und Teilziele kommuniziert. Die *Ausführungsstruktur* beschreibt schließlich das beobachtbare Gruppenhandeln. Die strukturellen Merkmale einer Gruppe entstehen also nicht zufällig oder willkürlich, sondern werden wesentlich durch die Zielstruktur der Gruppenaufgabe bestimmt (vgl. hierzu auch Abschnitt 2.2.7.) Verschiedene Rollen in Gruppen können dabei jeweils unterschiedliche Teilaufgaben repräsentieren. Auch die vollständige funktionale Bedeutung von Einfluss und Macht in Gruppen erschließt sich damit erst unter Einbeziehung des Gruppenhandelns zur Bearbeitung

einer bestimmten Gruppenaufgabe (von Cranach et al., 1986): Hierarchisch höhere Gruppenmitglieder haben einen größeren Einfluss auf die Bestimmung der Gruppenziele und die Wahl der geeigneten Maßnahmen und sie koordinieren die individuellen Teilhandlungen der Gruppenmitglieder.

Es ist festzuhalten, dass die hierarchische Struktur von Handlungszielen einer der bestimmenden Einflüsse auf sämtliche strukturellen Merkmale einer Gruppe zu sein scheint. Um eine Aufgabe erfüllen zu können, müssen Gruppen sich entsprechend der zu realisierenden Ziele und Teilziele organisieren.

Eine Gruppe von Personen wird die gemeinsame Gruppenaufgabe „Segeln eines Schiffes“⁶ anders organisieren müssen als die gemeinsame Gruppenaufgabe „Transport von Ziegelsteinen“: Die erfolgreiche Durchführung eines Wendemanövers mit einem Segelschiff erfordert beispielsweise die Ausführung verschiedener, eng miteinander verknüpfter Teilziele, deren zielverwirklichende Maßnahmen unter den Gruppenmitgliedern aufgeteilt werden müssen (Der Steuermann muss das Steuerrad bedienen. Die Matrosen müssen dann zum richtigen Zeitpunkt der Wende die Segel und Winden handhaben.) und ein Gruppenmitglied, welches das gemeinsame Handeln koordiniert (Ein Kapitän muss das Manöver anordnen und die Teilhandlungen koordinieren.). Das Wendemanöver erfordert, dass die Gruppenmitglieder eine gemeinsame Vorstellung darüber besitzen, *was* sie *wann* und *wie* zu tun haben. Während des Manövers ist eine fortwährende Koordination der individuellen Aktivitäten nötig (Sie müssen „Hand in Hand“ ablaufen, sollten „ineinander greifen“). Der Transport von Steinen durch eine Gruppe umfasst hingegen keine verschiedenartigen Teilziele. Die Koordination dieser gemeinsamen Gruppenaufgabe kann sich auf eine äußerst knappe Absprache zu Beginn beschränken, etwa ob der Transport in einer Kettenstruktur erfolgen soll oder ob jedes Gruppenmitglied die Steine über die gesamte Wegstrecke bis zum Bestimmungsort tragen soll.

Für eine Bestimmung erfolgskritischer Faktoren des Gruppenhandelns sind also die Merkmale der gemeinsamen Gruppenaufgabe zu berücksichtigen. Um ein systematisches Verständnis von diesen Merkmalen gemeinsamer Gruppenaufgaben zu bekommen, benötigen wir Beschreibungsdimensionen. Die in der vorliegenden Arbeit vertretene Auffassung von Gruppen im Sinne von komplexen, handelnden

⁶ Das Segel-Beispiel wurde entnommen aus von Cranach et al. (1986).

Systemen bietet eine Möglichkeit zur Herleitung solcher Beschreibungsdimensionen. Diese Auffassung impliziert, dass solche Beschreibungsdimensionen über gemeinsame Gruppenaufgaben in Bezug auf die handlungstheoretisch abzuleitenden *Regulationserfordernisse* des gemeinsamen Gruppenhandelns systematisiert werden müssen (Tschan, 2000). Als die wesentlichen Merkmale sind dabei – entsprechend den Überlegungen der vorherigen Abschnitte – die Struktur von Zielen und Teilzielen der gemeinsamen Gruppenaufgabe zu nennen, sowie die Maßnahmen, die zur Realisierung dieser Zielstruktur (unter den existierenden Bedingungen) in kooperativer Form auszuführen sind.

Die im folgenden Abschnitt vorgestellten drei Beschreibungsdimensionen der Regulationserfordernisse von Gruppenaufgaben – Problemcharakter, Aufgabenkomplexität und Kooperationsanforderungen – basieren daher auf den beiden im vorherigen Abschnitt vorgestellten zentralen Konzepten des Gruppenhandelns – den Zielen einer Aufgabe sowie den Maßnahmen zur Realisierung dieser Ziele.

2.2.2.1 *Problemcharakter*

Existieren auf dem Weg zu einem Aufgabenziel Hindernisse, für deren Überwindung keine Handlungsrountinen zur Verfügung stehen, kann eine solche Aufgabe als Problem bezeichnet werden. „*Ein ‚Problem‘ entsteht [...] dann, wenn ein Lebewesen ein Ziel hat und nicht ‚weiß‘, wie es dieses Ziel erreichen soll*“ (Duncker, 1935/1974, S.1).

Nach Dörner (1987) lassen sich drei Formen von „Barrieren“ der Zielerreichung unterscheiden, die jeweils unterschiedliche Arten der Überwindung erfordern:

*Interpolationsbarriere*⁷. In diesem Falle sind der Zielzustand und die Maßnahmen der Zielerreichung bekannt, jedoch nicht die angemessene Reihenfolge der Maßnahmenausführung. Ein typisches Beispiel für eine solche Art von Problem ist ein Puzzlespiel. Hier sind die möglichen Maßnahmen durch die Teile des Puzzles festgelegt. Zumeist liegt auch eine Puzzlevorlage vor, der Zielzustand ist also ebenfalls klar. Die Lösung des Problems besteht darin, die richtige Kombination der

⁷ Interpolation: Von zwei bekannten Funktionswerten auf Zwischenwerte schließen

Maßnahmen zu finden, also in diesem Falle in einer geeigneten Aneinanderreihung der Puzzleteile.

Synthetische Barriere. Ist der anzustrebende Zielzustand bekannt, aber nicht die Maßnahmen zu dessen Erreichung, liegt eine synthetische Barriere vor. Ein Beispiel für ein Problem solcher Art ist die bekannte Problemlöseaufgabe von Duncker (1935/1974), in der ein Verfahren gesucht wird, mit dem ein inoperables Magengeschwulst entfernt werden kann. Das Ziel ist klar vorgegeben. Es mangelt aber an der Kenntnis geeigneter Maßnahmen zu dessen Erreichung. In diesem Falle ist es für die Lösung des Problems nicht mehr ausreichend, eine richtige Kombination bereits bekannter Maßnahmen zu finden, sondern es sind diese an das aktuelle Problem anzupassen bzw. gänzlich *neu* zu entwickeln.

Dialektische Barriere. Die wohl anspruchsvollste Art von Problemen liegt vor, wenn das angestrebte Ziel nur vage formuliert ist. In diesem Falle ist also lediglich bekannt, dass ein Ausgangszustand verändert werden muss, aber welche Eigenschaften der angestrebte Zielzustand genau aufweisen soll, ist noch weitgehend unklar. Dörner (1987) bemerkt, dass Probleme dieser Art oftmals auf Vergleichskriterien beruhen. Es wird also angestrebt, etwas „besser“ oder „schöner“ zu machen, ohne dass schon klar ist, worin nun diese Verbesserung genau bestehen soll. Mit anderen Worten; der Zielzustand ist „offen“ bzw. nur unzureichend definiert. Da ohne Kenntnis des anzustrebenden Zielzustandes auch mögliche Maßnahmen nicht auf ihre Eignung eingeschätzt werden können, steht die handelnde Person vor dem Dilemma, sich zunächst unter unsicheren Handlungsbedingungen dem Ziel „irgendwie“ annähern zu müssen. Nach Dörner geschieht die Lösung solcher Probleme durch eine allmähliche Konkretisierung des Zielzustandes mittels der Erzeugung und nachfolgenden Beseitigung von Widersprüchen. Dörner spricht im Falle von Problemen mit einem unklarem Zielzustand daher von einer *dialektischen Barriere*.⁸ Es erfolgt eine zunächst mehr oder minder willkürliche aber als angemessen erscheinende Zielsetzung. Das Ziel wird solange verfolgt, bis in der bis-

⁸ Dialektik: Methode zur Wahrheitsfindung durch Denken in Gegensatzbegriffen, durch Aufdecken und Überwinden von Gegensätzen

her gefundenen Lösung einzelne Widersprüche offenbar werden. Diese Widersprüche werden sodann beseitigt. Dadurch werden vielleicht neue Widersprüche sichtbar, welche einer weiteren Korrektur bedürfen.

Ein praktisches Beispiel eines dialektischen Problems wäre die Neuentwicklung eines technischen Gerätes, welches „innovativer“ als das Vorgängermodell sein sollte. Die Produktentwickler können unter der unkonkreten Anforderung „innovativ“ vielleicht eine verbesserte ästhetische Gestaltung des Modells verstehen. Bei der Verwirklichung dieses Kriteriums kann beispielsweise deutlich werden, dass durch das veränderte Design wichtige technische Funktionen des Gerätes nicht mehr fehlerfrei ausgeführt werden können oder dass der angestrebte Kostenrahmen gesprengt wird. Es tritt also ein Widerspruch zu Tage, der beseitigt werden muss. Im vorliegenden Beispiel wäre also eine Lösung zu entwickeln, die sowohl das Kriterium eines verbesserten Designs als auch der Realisierung der gefährdeten technischen Funktion erfüllt. Durch dieses Vorgehen erfolgt eine allmähliche Konkretisierung des Ziels. Wie Produktentwickler und insbesondere Gruppen von Produktentwicklern unter diesen Bedingung ihre Handlungen organisieren, dazu mehr in Abschnitt 2.3.

Verschiedene Arten von Problemen können damit anhand der Kenntnis des angestrebten Endzustandes einer Handlung – des Ziels – sowie der Kenntnis über die zur Erreichung des Ziels erforderlichen Maßnahmen unterschieden werden. Es wird hierbei deutlich, dass ein Problem nicht unabhängig von den jeweils handelnden Personen existiert. So stellt die Ausführung des Wendemanövers mit dem Segelschiff für Laien mit Sicherheit ein Problem mit einer synthetischen und einer Interpolationsbarriere dar. Das angestrebte Ziel ist klar, aber über die Art und die angemessene Reihenfolge der auszuführenden Maßnahmen besteht kein Wissen. Für eine erfahrene Crew hingegen existiert kein Problem. Zu ergänzen ist, dass die genannten drei Problemtypen einander nicht ausschließen. So enthält das genannte Beispiel der Neuentwicklung eines technischen Produkts neben einer dialektischen Barriere zusätzlich auch eine synthetische Barriere, da es die Lösung des Problems

durchaus erfordern kann, dass Maßnahmen zur Problemlösung neu erdacht werden müssen.

2.2.2.2 Aufgabenkomplexität

Der Grad der *Komplexität* einer Aufgabe wird in der Literatur anhand folgender Kriterien diskutiert (vgl. Campbell, 1988; Dörner, 2006; R. E. Wood, 1986):

Die Anzahl von unterschiedlichen Teilzielen einer Aufgabe. Je mehr unterschiedliche Teilziele eine Aufgabe umfasst, desto mehr unterschiedliche Informationen müssen verarbeitet werden und desto mehr Fähigkeiten sind zur Aufgabenausführung erforderlich. Demzufolge ist es eine weniger komplexe Aufgabe, einen Nagel in die Wand zu schlagen, als ein Automobil zu konstruieren.

Die Vernetztheit und Widersprüchlichkeit der Teilziele. Werden bei der Bearbeitung einer Aufgabe mit einer einzigen Maßnahme eine Vielzahl von Teilzielen beeinflusst, kann einer solchen Aufgabe eine höhere Komplexität zugeschrieben werden, als wenn damit nur ein einziges Teilziel beeinflusst wird. Noch komplexer ist die Aufgabe, wenn mit einer Maßnahme ein Teilziel erreicht, ein anderes aber gefährdet wird. So ist es beispielsweise bei der Herstellung einer Computersoftware möglich, dass die Verwirklichung des Ziels „Bereitstellung vielfältiger Funktionen“ zu einer Beeinträchtigung des Ziels „Benutzerfreundlichkeit“ führt, da mit der Funktionsvielfalt eine ansteigende Unübersichtlichkeit einhergehen kann.

Die zu berücksichtigenden Erfordernisse hinsichtlich Zeitpunkt, Abfolge und Intensität der Maßnahmendurchführung einschließlich örtlicher Bedingungen. Erfordert es eine Aufgabe, dass einzelne Maßnahmen in einer bestimmten Reihenfolge und mit einer bestimmten Intensität ausgeführt werden, wird deren Ausführung mit einem höheren kognitiven Aufwand verbunden sein, als wenn solche Anforderungen nicht bestehen. Demnach ist der Transport von hundert Steinen aus einer Ecke des Gartens in die andere Ecke weniger komplex, als die Ausführung eines Wendemanövers mit einem Schiff, welches beispielsweise die Berücksichtigung eines bestimmten Handlungszeitpunktes, die Einhaltung einer notwendigen Handlungsabfolge usw. erfordert.

Der Grad der Transparenz der Maßnahmenwirksamkeit. Die Wirkung von Maßnahmen kann auch aufgrund der Vernetztheit, Konflikthaftigkeit und Nichtlinearität in der Beziehung der Aufgabenelemente in ihrer Gänze nicht immer eingeschätzt werden. Es wird angenommen, dass mit dem Grad der Intransparenz von Maßnahmenwirkungen auch die Komplexität einer Aufgabe steigt. Ein wesentlicher Einfluss auf die Transparenz der Maßnahmenwirksamkeit ist die Linearität bzw. Nichtlinearität der Beziehung zwischen Maßnahmen und Zielen. Für die Aufgabe einen Nagel in die Wand zu schlagen, kann eine lineare Beziehung zwischen ausgeführten Maßnahmen und Zielerreichung angenommen werden, da der Zusammenhang zwischen der Intensität des Hammerschlags und Eindringen des Nagels in die Wand im Allgemeinen einzusehen ist. Aufgaben mit einer linearen Beziehung zwischen Maßnahme und Ziel werden daher als weniger komplex eingestuft. Ein Beispiel für eine komplexere nichtlineare Beziehung zwischen Maßnahmen und Zielen bietet die Computersimulation „Tanaland“ (Dörner, 2006, S. 22ff), bei der Versuchspersonen für das Wohl einer imaginären afrikanischen Region sorgen mussten. Hier verursachten die meisten Versuchspersonen eine – glücklicherweise nur virtuelle – Hungerkatastrophe, da sie nicht beachteten, dass mit einem linearen Anstieg des Nahrungsangebotes ein exponentieller Bevölkerungszuwachs einherging, was in der Konsequenz zu einer Verknappung der Nahrung führte.

Die Dynamik der Aufgabe. Dieser Aspekt bezieht sich auf Veränderungen von Drittfaktoren, welche die Art der Beziehung zwischen Maßnahmen und Zielen beeinflussen. So ist es beispielsweise möglich, dass bei der Entwicklung eines Mobiltelefons aufgrund der Einführung eines Konkurrenzprodukts, welches neue technische Funktionen enthält, völlig neue Entwicklungsziele und damit auch Maßnahmen definiert werden müssen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen: Komplexe Aufgaben sind vielzellig (polytelisch), vernetzt, dynamisch und intransparent (Dörner & Schaub, 1995).

Die Komplexität einer Aufgabe steht jedoch nicht in unmittelbar positivem Zusammenhang zu der empfundenen Schwierigkeit bei der Bearbeitung einer Aufgabe, sondern wird zusätzlich durch die Verfügbarkeit von angemessenen Handlungsrou-tinen zur Bearbeitung einer Aufgabe bestimmt – also dem angesprochenen Problemcharakter einer Aufgabe.

2.2.2.3 Kooperationsanforderungen

Aus den eingangs aufgeführten Beispielen zweier Gruppenaufgaben – dem Segeln eines Schiffes und dem Tragen von Steinen – wurde weiterhin ersichtlich, dass aus Sicht des *Gruppenhandelns* zusätzlich zu den beiden beschriebenen Kriterien zur Bewertung von Aufgaben – Problemcharakter und Komplexität – das Ausmaß der notwendigen *Kooperationsanforderungen* ein bedeutsames Merkmal für die Bestimmung von Regulationserfordernissen von Gruppenaufgaben ist.

Der Begriff Kooperationsanforderung umfasst die Inhalte und das Ausmaß der zur Erfüllung einer gemeinsamen Arbeitsaufgabe möglichen und notwendigen aktiven Abstimmung zwischen Gruppenmitgliedern.

Hervorzuheben sind an dieser Stelle zunächst die inhaltlichen Unterschiede der Begriffe „Kooperation“ und „Koordination“: Koordination erfordert bei der Bearbeitung einer gemeinsamen Gruppenaufgabe eine Kombination („Verschränkung“) und Synchronisierung der individuellen Handlungen der Gruppenmitglieder; Kooperation umfasst diese Aspekte nicht notwendigerweise (vgl. z.B. Kozlowski & Bell, 2003). Koordination ist demzufolge eine Sonderform der Kooperation. Gruppenhandeln umfasst nach der in dieser Arbeit vertretenden Auffassung immer Koordination (vgl. die Definition in Abschnitt 2.2.1). Das *Ausmaß* der Kooperationsanforderungen wird im wesentlichen durch zwei Einflussfaktoren bestimmt: Zum einen die *organisational gewährten* kollektiven *Entscheidungsbefugnisse* (Hacker, 1994; Weber, 1997) und zum anderen die *aufgabenseitig erforderlichen*, kollektiven *Entscheidungsnotwendigkeiten*.

Inwieweit die Bearbeitung einer Gruppenaufgabe einer aktiven Abstimmung zwischen den Gruppenmitgliedern bedarf, hängt also zum einen davon ab, welche Tätigkeitsspielräume die jeweilige Organisation überhaupt ermöglicht. So kann ein und dieselbe Gruppenaufgabe in Abhängigkeit von der jeweiligen Organisation *sowohl* unter sehr restriktiven Bedingungen *als auch* unter – zumindest teilweiser – Autonomie ausgeführt werden. Beispielsweise kann bei der Montage eines Automobils am Fließband durch organisationale Festlegungen vollständig bestimmt werden, welcher Arbeitsschritt, durch welches Gruppenmitglied, unter welchen Bedingungen und zu welchem Zeitpunkt auszuführen ist. Zwar müssen die individuellen Arbeitsschritte sehr genau aufeinander abgestimmt werden, aber die Abstimmung erfolgt nicht durch die Gruppe sondern ist durch die Arbeitsbedingungen festgelegt. Die Kooperationsanforderungen beschränken sich weitgehend auf eine Einhaltung des Zeittaktes, welcher durch das Fließband vorgegeben wird. Die gleiche Arbeitsaufgabe kann jedoch andererseits auch unter Gewährung von kollektiven Entscheidungsspielräumen, beispielsweise hinsichtlich der Verteilung von Teilaufgaben unter den Gruppenmitgliedern, Arbeitstempo oder der Abfolge von Arbeitshandlungen ausgeführt werden.

Für die in der vorliegenden Arbeit behandelte Thematik ist – neben den organisational gewährten Freiheitsgraden – der zweite Einflussfaktor auf das Ausmaß gemeinsamer Kooperationsanforderungen wesentlicher: Unabhängig von organisational gewährten Freiheitsgraden *erfordern* bestimmte *Typen* von Gruppenaufgaben ein höheres Ausmaß an Kooperation als andere Gruppenaufgaben. Hier wird die Frage behandelt, ob und wie Teilaufgaben der gemeinsamen Gruppenarbeit auf die Gruppenmitglieder aufgeteilt und wie diese wieder zu einer gemeinsamen Gruppenleistung zusammengeführt werden bzw. ob eine solche Vereinigung für die Erfüllung der Gruppenaufgabe überhaupt erforderlich ist (vgl. Hacker, 1994). In diesem Zusammenhang können drei Typen von Gruppenaufgaben unterschieden werden (vgl. Hacker, 1994; Weber, 1997):

Individuell ausführbare Teilaufgaben in mengenteiliger Kooperation. Kann die gemeinsame Gruppenaufgabe in gleichartige, eigenständige Teilaufgaben untergliedert werden, spricht man von einer mengenteiligen Kooperation. Das „Steineschleppen“ würde unter diese Kategorie einzuordnen sein. Hier können sich die Kooperationsanforderungen auf ebendiese Verteilung der Teilaufgaben beschränken. Während der Handlungsausführung ist lediglich eine punktuelle Abstimmung „nebeneinander ablaufender“, individuell regulierter Arbeitshandlungen erforderlich, zum Beispiel hinsichtlich der Festlegung der zeitlichen oder räumlichen Ausführung einer individuellen Teilaufgabe (vgl. Oesterreich & Resch, 1985). Die Ausführung der Gruppenaufgabe erfordert keine „Verknüpfung“ der individuellen Teilhandlungen und damit auch kaum eine Koordination zwischen den Gruppenmitgliedern.

Gruppenaufgaben in artteiliger Kooperation mit erforderlicher Anfangs- und Endkoordination. Ein Beispiel für eine solche Aufgabe wäre das gemeinschaftliche Schreiben eines wissenschaftlichen Artikels mit mehreren Co-Autoren. Hier wird in einer Anfangskoordination zu Beginn der Aufgabenbearbeitung eine gemeinsame Festlegung der inhaltlichen Ausrichtung des Artikels erfolgen, sowie die Aufteilung der einzelnen Abschnitte unter den Autoren und der Termin ihrer Fertigstellung. Das Verfassen der einzelnen Abschnitte des Artikels selbst wird weitestgehend individuell ausgeführt werden. Zum Schluss werden alle Abschnitte zusammengefügt und es wird eine gemeinschaftliche Abgleichung ihrer Konsistenz erfolgen. Bei der hier beschriebenen Form der Aufgabe „Gemeinschaftliches Schreiben eines wissenschaftlichen Artikels“ liegt eine artteilige Kooperation der Gruppenarbeit vor. Die Bezeichnung artteilig meint, dass die Gesamtaufgabe in *verschiedenartige* und individuell ausführbare Teilaufgaben unterteilt wird (Hacker, 1994). Die individuellen Teilaufgaben stellen für sich genommen jedoch keine eigenständigen Leistungen dar, sondern müssen zu einer *gemeinsamen* Gruppenleistung vereinigt werden. Entscheidend für die erfolgreiche Aufgabenbearbeitung wird eine eingehende Planung der Gruppenarbeit im Vorfeld – also eine Anfangskoordination sein, um beispielsweise zu verhindern, dass zwei Autoren unwissentlich das gleiche Kapitel

bearbeiten oder dass einer der Autoren am Thema „vorbeschreibt“. Die Güte der Vorabplanung wird demnach auch den Umfang der Endkoordination bestimmen.

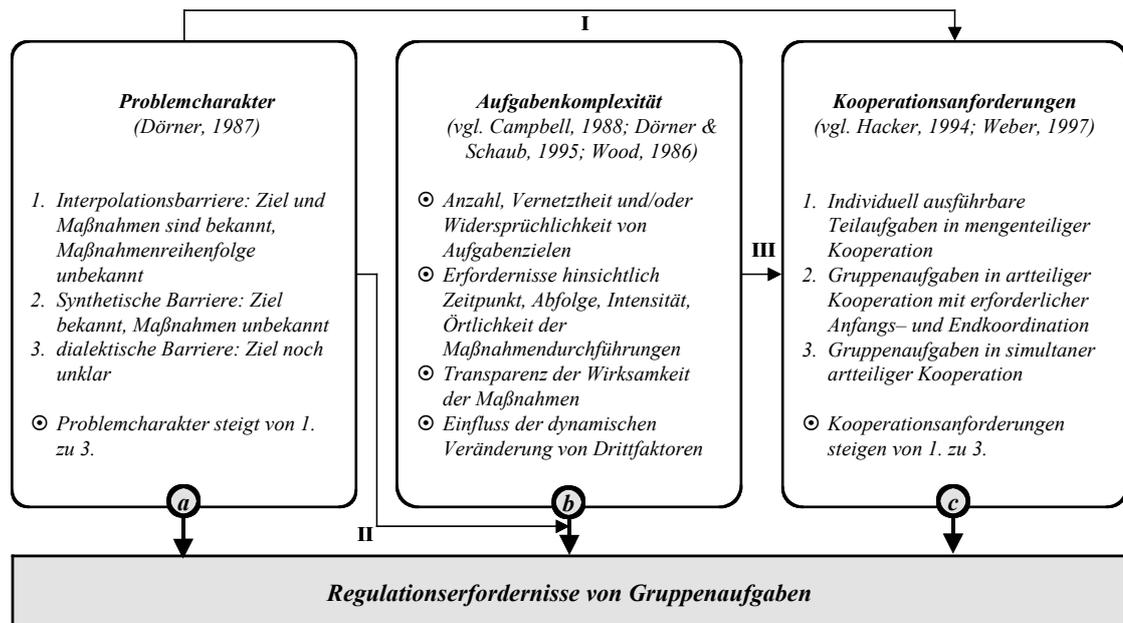
Gruppenaufgaben in simultaner arteiliger Kooperation (Hacker, 1994). Das Wendemanöver des Segelschiffes wäre ein Beispiel einer solchen Aufgabe. Auch hier liegt eine arteilige Kooperation vor, das heißt, es existieren verschiedenartige Teilaufgaben, die für sich genommen keine eigenständige Leistung darstellen, sondern zu einer gemeinsamen Gruppenleistung vereinigt werden müssen. Im Vergleich zu der vorhergehenden Aufgabe ist jedoch nicht nur eine Anfangs- und Endkoordination notwendig. Die erfolgreiche Ausführung der gemeinsamen Gruppenaufgabe wird es vielmehr erfordern, dass die individuellen Beiträge der Gruppenmitglieder in einer *fortwährenden Koordination* zwischen allen an der Aufgabenausführung beteiligten Gruppenmitgliedern organisiert werden. Um eine reibungslose Gruppenhandlung zu ermöglichen, sollte im Idealfall jedes Gruppenmitglied zu jedem Zeitpunkt darüber orientiert sein, *was* für eine Handlung von *welchem* Gruppenmitglied *wie* ausgeführt wird, auf welche Art und Weise die Zusammenführung der Teilhandlungen erfolgen soll und wann eine Handlung erfolgreich abgeschlossen ist. So wird bei der Ausführung des Wendemanövers das alleinige Betätigen des Ruders durch ein Gruppenmitglied noch keine erfolgreiche Wende ermöglichen, wenn nicht durch ein anderes Gruppenmitglied auch das Segel bedient wird. Bei Routineaufgaben, wie dem Segeln eines Schiffes mit einer erfahrenen Crew, werden die Inhalte der verschiedenen Teilaufgaben sowie die Form ihrer Koordination in den allermeisten Fällen übereinstimmend beurteilt werden. Es ist jedoch zu erahnen, dass im Falle komplexer Probleme, für deren Lösung geeignete Maßnahmen nicht unmittelbar zur Verfügung stehen, die Kooperationsanforderungen wesentlich höher sein werden.

Es wird deutlich, dass eine arteilige Kooperation im Vergleich zu einer mementeiligen Kooperation immer mit einer höheren Kooperationsanforderung verbunden ist, da im ersten Fall die Erfüllung der gemeinsamen Gruppenaufgabe davon abhängt, inwieweit die Gruppenmitglieder ihre individuellen Teilhandlungen angemessen koordinieren.

2.2.2.4 Die Wechselbeziehung zwischen den Dimensionen der Regulationserfordernisse von Gruppenaufgaben

Abbildung 2 fasst noch einmal die wesentlichen Informationen zu den Regulationserfordernissen von Gruppenaufgaben zusammen. Es wird ersichtlich, dass die drei Dimensionen zur Bestimmung der Regulationserfordernisse von Gruppenaufgaben nicht vollständig unabhängig voneinander sind.

So wird im Falle eines vorhandenen Problemcharakters auch bei sehr wenig komplexen Aufgaben zumindest zu Beginn eine Klärung der Form der Kooperation des gemeinsamen Gruppenhandelns notwendig sein (Pfeil I). Es wird auch deutlich, dass eine interaktive Wirkung des Problemcharakters und der Komplexität auf die Regulation einer gemeinsamen Gruppenaufgabe angenommen werden kann (Pfeil II). So wird die Regulation eines nur wenig komplexen Problems eine weniger umfangreiche Denktätigkeit der Gruppenmitglieder erfordern, als die Regulation eines hochkomplexen Problems. Schließlich kann angenommen werden, dass das Ausmaß der Kooperationsanforderungen insbesondere von der Vernetztheit der Aufgabenziele abhängig ist (Pfeil III), da zu vermuten ist, dass mit dem Grad der Vernetztheit der Aufgabenziele die Kooperationsanforderungen steigen, bis hin zu einer simultanen arteiligen Kooperation, die eine fortwährende Koordination zwischen den Gruppenmitgliedern erfordert – wie das Segelschiffbeispiel verdeutlichte.



- a) ist bestimmend für die zur erfolgreichen Aufgabenbearbeitung erforderliche Qualität der Denktätigkeit
- b) ist bestimmend für den zur erfolgreichen Aufgabenbearbeitung erforderlichen Wissensumfang
- c) ist bestimmend für den zur erfolgreichen Aufgabenbearbeitung erforderlichen Grad der aktiven Abstimmung zwischen den Gruppenmitgliedern

I) Bei unklaren Zielen ist in jedem Fall zumindest eine Anfangskoordination zwischen den Gruppenmitgliedern erforderlich (vgl. Hacker, 1994; Weber, 1997).

II) Der Problemcharakter und die Aufgabenkomplexität sind bestimmend für den Umfang der zur Aufgabenbearbeitung erforderlichen Denktätigkeit.

III) Die Vernetztheit der Aufgabenziele ist bestimmend für den zur Aufgabenbearbeitung erforderlichen Grad der Kooperation.

Abbildung 2: Zusammenfassende Darstellung der Dimensionen zur Bestimmung der Regulationserfordernisse von Gruppenaufgaben

Weiterhin wird deutlich, dass der Grad der (In)Transparenz der Wirksamkeit von Maßnahmen, als ein Kriterium der Aufgabenkomplexität, gleichzeitig auch den Problemcharakter einer Aufgabe berührt. Ist ein Ziel bekannt, aber die Wirkung von Maßnahmen zur Erreichung des Ziels intransparent, dann liegt zumindest ein synthetisches Problem vor.

Die hier vertretene Auffassung von Gruppenaufgaben als Struktur von Zielen, Bedingungen und Maßnahmen, die in kooperativer Form auszuführen sind, gestattet

umfassendere Aussagen über die Leistungsfähigkeit von Gruppen, als zum Beispiel klassische Modelle von Gruppenaufgaben und Gruppenleistung, wie beispielsweise von Steiner (1972) und McGrath (1984). Letztgenannte Modelle erlauben insbesondere Aussagen über die Leistungsverluste in Gruppen bei der Bearbeitung basaler und unteilbarer Aufgaben (vgl. z.B. Wegge, 2004, S. 25). Reale Arbeitsaufgaben umfassen jedoch in den meisten Fällen mehrere dieser basalen Aufgabentypen, so dass eine Vorhersage von realen Gruppenleistungen mit diesen Modellen nur schwer möglich ist.

2.2.3 Die Ebenen der Regulation des Gruppenhandelns

Die gemeinsame Bearbeitung von Gruppenaufgaben erfordert es, dass Aufgabenziele geklärt und diese in „behandelbare“ Teilziele untergliedert werden, sowie dass bedingungsangemessene Maßnahmen zur Erreichung dieser Ziele und die kooperative Form ihrer Ausführung festgelegt werden. Das Ausmaß der Regulation einer Gruppenhandlung wird also in hohem Maße davon abhängen, inwieweit eine angemessene gemeinsame *Zielvorstellung* sowie Wissen über und die Fähigkeiten zu *Maßnahmen* zur Verwirklichung des Ziels im Vorfeld der Handlung bereits im (bzw. in den) Handelnden existieren, inwieweit sich diese Maßnahmen unmittelbar aus den objektiven Bedingungen der Handlung ableiten lassen, oder inwieweit es einer aktiven Denktätigkeit und Kommunikation zur Erarbeitung einer Zielstruktur und von Maßnahmen bedarf.

In Anlehnung an die individuelle Handlungsregulation (Hacker, 2005) sind auch gruppenseitig drei Ebenen der Handlungsregulation zu unterscheiden (von Cranach, 1996): Die intellektuelle Regulationsebene, die Ebene der flexiblen Handlungsmuster sowie die sensumotorische Regulationsebene.

Die Regulation von Gruppenhandlungen auf der *intellektuellen Ebene* meint eine Kommunikation bzgl. der Oberziele der Aufgabe. Sind die Ziele einer Aufgabe nicht bekannt oder nur unzureichend definiert, muss sich die Gruppe also darauf *verständigen*, welche Ziele sie überhaupt verfolgen will, welche Kriterien der Zielerreichung existieren und mit welchen Maßnahmen die Zielerreichung erfolgen soll.

Aus den Überlegungen von Oesterreich und Resch (1985) lässt sich eine weitere Differenzierung dieser Ebene ableiten. Sie unterscheiden zwischen Aufgaben, in denen übergeordnete Handlungsziele noch gänzlich unbekannt sind und es demzufolge noch einer Klärung des Handlungsbereichs bedarf (*Erschließung neuer Handlungsbereiche*), Aufgaben, in denen die übergeordneten Handlungsziele feststehen, die Aufgabe hinsichtlich zu erreichender Teilziele aber noch nicht ausdifferenziert ist und in denen zusätzlich noch neue Handlungspläne zur Teilzielerreichung entwickelt werden müssen (*Koordination mehrerer Handlungsbereiche*) und schließlich Aufgaben, in denen ebenfalls die übergeordneten Handlungsziele noch nicht feststehen und hinsichtlich der Teilziele untergliedert sind, jedoch Handlungspläne für die Teilzielerreichung vorhanden sind (*Teilzielplanung*). Die Regulationserfordernisse und damit auch die Kommunikationserfordernisse verringern sich von der Erschließung neuer Handlungsbereiche hin zur Teilzielplanung.

Für Gruppen ist mit einer intellektuellen Handlungsregulation gleichzeitig auch eine aktive Erarbeitung der für die jeweilige Aufgabe angemessenen Kooperationsform verbunden. Es ist für die Gruppe also zu klären, welches Gruppenmitglied oder welche Gruppenmitglieder welche Teilziele bearbeiten und ob diese Arbeitsteilung in einer mengenteiligen oder arteiligen Form verwirklicht werden soll. Die Angemessenheit dieser Entscheidung wird wiederum davon abhängen, in welcher Wechselbeziehung die Teilziele einer Aufgabe zueinander stehen bzw. ob diese Wechselbeziehungen der Gruppe überhaupt bekannt sind.

Sind die Ziele und Teilziele einer gemeinsamen Gruppenaufgabe sowie die zu deren Erreichung notwendigen Maßnahmen bekannt, erfolgt nach von Cranach (1996) eine Regulation des Gruppenhandelns auf der *Ebene der flexiblen Handlungsmuster*. Der Umfang der gemeinsamen Kommunikation wird hier von den – durch die Aufgabenkomplexität sowie die Entscheidungsspielräume vermittelten – Kooperationsanforderungen abhängen. Erfordert die Aufgabenausführung eine simultane arteilige Kooperation – existieren also verschiedenartige Teilaufgaben, welche fortwährend zwischen allen Gruppenmitgliedern koordiniert werden müssen (vgl. Wendemanöver beim Segelschiff) – sind die Regulationserfordernisse insgesamt höher, als wenn die Gruppenaufgabe lediglich einer Anfangs- und Endkoordination

bedarf oder durch die Summierung individuell ausführbarer Teilaufgaben erfüllt werden kann (Tschan, 2000).

Bei Aufgaben mit nur geringen Regulationserfordernissen, wie beispielsweise dem Transport einer Waschmaschine in den fünften Stock eines Wohnhauses, erfolgt eine Handlungsregulation auf der *sensumotorischen Ebene*. Die verbale Kommunikation kann hier nicht direkt der Ausführung sensumotorischer Handlungsmuster dienen (vgl. Oesterreich & Resch, 1985). Sie kann jedoch die Abstimmung von Bewegungsmustern zwischen den Individuen unterstützen („höher“, „weiter links“, „absetzen“, ...).

Die Anforderungen an die Regulation des Gruppenhandelns sind also abhängig von der Existenz angemessener, gemeinsam geteilter *Ziele*, dem Wissen über *Maßnahmen* zur Verwirklichung dieser Ziele und der Anzahl und Vernetztheit dieser Ziele und Maßnahmen. Übergeordnete Regulationsebenen umfassen dabei längere Handlungszeiträume sowie eine größere Anzahl an Handlungsschrittabfolgen als untergeordnete Ebenen. Sie beziehen sich häufiger auf übergeordnete Ziele und weniger auf Teilziele einer Handlung.

Da Gruppenhandeln individuelle Regulationsprozesse der Gruppenmitglieder voraussetzt (vgl. Abschnitt 2.1) ist in Abhängigkeit von der Komplexität und dem Problemcharakter der gemeinsamen Gruppenaufgabe auch ein unterschiedliches Ausmaß an bewusster Denktätigkeit bei einzelnen Gruppenmitgliedern erforderlich: Das Ausmaß der notwendigen individuellen intellektuellen Kontrolle bei der Bearbeitung einer Aufgabe wird ebenfalls durch das Ausmaß der Kenntnis des Ausgangs- und des angestrebten Zielzustands der Handlung sowie der erforderlichen Maßnahmen zur Erreichung des Zielzustandes bestimmt (vgl. hierzu Hacker, 2005). Ist das Ziel klar, aber die erforderlichen Maßnahmen für die Zielerreichung unbekannt, muss durch aktives Denken ein Handlungsplan entworfen werden. Das bedeutet, dass eine Regulation des Gruppenhandelns auf intellektueller Ebene eine individuelle intellektuelle Handlungsregulation voraussetzt.

Die kommunikative Regulation des Gruppenhandelns erfordert auch die Bewusstheit von Regulationsprozessen, die für eine individuelle Handlungsregulation nicht bewusstseinspflichtig sind. So müssen auch bewusstseinsfähige, aber nicht immer bewusstseinspflichtige, gedächtnisgespeicherte routinisierte Handlungsschemata zumindest bis zu einem gewissen Ausmaß verbalisierbar sein, damit sie in die Regulation des Gruppenhandelns eingehen können. Selbst kaum bewusstseinsfähige unselbständige Komponenten einer Handlung, wie hoch geübte Bewegungsmuster (Operationen, vgl. Abschnitt 2.2.1), müssen ins zumindest in Teilen bewusst werden, um beispielsweise eine erforderliche Abstimmung dieser Bewegungsmuster zwischen den Gruppenmitgliedern – wie etwa beim gemeinsamen Transport einer Waschmaschine – zu gewährleisten. Die Regulation des Gruppenhandelns erfordert damit in der Regel einen höheren Grad an bewusster Kontrolle als die individuelle Handlungsregulation. Es bestehen also – neben den zahlreichen festzustellenden inhaltlichen Gemeinsamkeiten – auch Unterschiede zwischen individueller und gruppenspezifischer Handlungsregulation und zwar hinsichtlich des *Modus* der Regulation des Handelns. Einige der sich hieraus ergebenden Konsequenzen sollen im Folgenden in aller Kürze benannt werden.

2.2.4 *Kommunikation als Modus der Regulation des Gruppenhandelns*

Handlungstheorien sind ursprünglich individuumsbezogene Theorien. Da die Übertragung eines psychologischen Konzepts auf eine neue Ebene zu inhaltlichen Unschärfen führen kann (Klein, Dansereau & Hall, 1994; Rousseau, 1985), sollte die Übertragung handlungstheoretischer Überlegungen auf die Ebene der Gruppen nicht unkommentiert bleiben.

Einer der wesentlichen Unterschiede zwischen individuellem Handeln und Gruppenhandeln ist der *Modus* der Handlungsregulation: Die Regulation des Gruppenhandelns geschieht durch Kommunikation. Kommunikationsprozessen in Gruppen wird damit eine analoge Funktion für die Regulation von Gruppenhandlungen zugeschrieben, wie kognitiven Prozessen für die individuelle Handlungsregulation (Tschan, 2000; von Cranach et al., 1987; von Cranach et al.,

1986): „[...] die handlungsbezogene Kommunikation der Gruppe [entspricht] in vieler Hinsicht den handlungsbezogenen Kognitionen des Individuums“ (von Cranach, 1995, S. 28).

Aus diesem Analogieschluss kann jedoch keineswegs eine vollständige Übereinstimmung zwischen handlungsbezogenen Kognitionen und handlungsbezogener Kommunikation geschlussfolgert werden. Nach Luhmann (2004) sind kognitive Prozesse (Bewusstsein) und Kommunikation als unabhängig von einander operierende Systeme anzusehen, die sich lediglich wechselseitig „anstoßen“ aber nicht gezielt beeinflussen können. So umfasst Gesagtes zum einen viel weniger als das, was in einer Person vor sich geht; gleichzeitig kann jedoch die Geschwindigkeit, Komplexität und Vielfältigkeit von Kommunikation durch unser Bewusstsein nur unvollständig verarbeitet werden. Zwar setzen kognitive Prozesse und Kommunikation einander voraus, so wird es ohne Bewusstsein keine Kommunikation geben und ohne Kommunikation wohl auch kein Bewusstsein (vgl. hierzu z.B. von Schlippe & Schweitzer, 2003, S. 70ff). Aber eine völlige Deckungsgleichheit zwischen beiden Systemen kann nicht ohne weiteres angenommen werden.

Es kann festgestellt werden, dass die handlungsleitenden Kommunikationsinhalte *weniger* umfassen, als die Summe der potentiell verfügbaren handlungsleitenden Kognitionen der Gruppenmitglieder. Dies hat unter anderem folgende Ursachen:

Nicht alle aufgabenrelevanten Kognitionen sind verbalisierbar. So operieren bestimmte Wissensanteile – insbesondere solche, die durch direkte praktische Erfahrung erworben wurden – unterhalb der Bewusstseinschwelle. Das heißt, ein Teil unseres Handelns wird durch Wissen geleitet, dessen detaillierte Inhalte uns nicht oder nur in groben Zügen bewusst sind. Wissen solcher Art wird als *implizites Wissen* bezeichnet (z.B. Büssing, Herbig & Ewert, 2001; Dienes & Perner, 1999; Polanyi, 1966). Da implizites Wissen nichtbewusstes bzw. vorbewusstes Wissen ist, kann es auch nicht unmittelbar verbal kommuniziert werden. Individuell implizites

Wissen ist also Wissen, welches individuell handlungswirksam ist, jedoch für die Organisation des gemeinsamen Gruppenhandelns nur schwer verfügbar gemacht werden kann.

Manche aufgabenrelevanten Kognitionen werden absichtlich nicht verbalisiert. Dies kann beispielsweise unter Bedingungen der Fall sein, in denen ein Gruppenmitglied der Meinung ist, dass die gemeinsame Gruppenleistung genauso gut auch ohne sein eigenes Zutun erreicht werden kann (Trittbrettfahren) oder unter Bedingungen, in denen es merkt, dass andere Mitglieder ihre Beiträge zum Gruppenhandeln zurückhalten (sucker effect; einen Überblick über solche und weitere individuelle Motivationsverluste in Gruppen bietet Wegge, 2004, S. 82ff).

Kommunikation kann die Entwicklung aufgabenrelevanter Kognitionen blockieren. Es wurde vielfach beobachtet, dass nominale Brainstorming-Gruppen – also Gruppen, in denen individuell entwickelte Ideen zu einem Gruppenergebnis summiert werden – zumeist deutlich mehr Ideen als vergleichbare reale Brainstorming-Gruppen produzieren. Als wesentlicher Grund hierfür wird eine Blockierung der individuellen Ideenentwicklung („production blocking“) in realen Gruppen angenommen (Diehl & Stroebe, 1987). Genauer gesagt, in Phasen, in denen ein Gruppenmitglied spricht, müssen die anderen Gruppenmitglieder bereits entwickelte Ideen im Gedächtnis behalten und können aufgrund der limitierten menschlichen Arbeitsgedächtniskapazität keine neuen Ideen entwickeln. Die individuelle Ideenentwicklung wird durch solche Blockierungen hingegen nicht behindert.

Kommunikation unterliegt sozialen Einflüssen, insbesondere ausgeübt durch Gruppenmehrheiten oder verhaltenskonsistente Minderheiten, statushöhere Gruppenmitglieder, etablierte Gruppennormen und bereits zuvor geäußerte Inhalte (für einen Überblick siehe van Avermaet, 2002). Das bedeutet für das Gruppenhandeln, dass sowohl die kommunizierten Inhalte als auch deren weitere Behandlung im Diskurs Einflüssen unterworfen sind, die keine unmittelbare Aufgabenrelevanz haben müssen. So werden beispielsweise Ideen einzelner Gruppenmitglieder zum weiteren Vorgehen gar nicht erst getätigt, weil sie nicht den bisherigen Gruppennor-

men entsprechen oder sie werden aus diesen Gründen abgelehnt („Das haben wir noch nie so gemacht“).

Zudem ist zu erwarten, dass die handlungsleitenden Kommunikationen in Gruppen im Vergleich zu der Summe der potentiell verfügbaren handlungsleitenden Kognitionen der Gruppenmitglieder einen *qualitativen Mehrwert* besitzen:

Kommunikation verändert individuelle Kognitionen und damit auch die individuellen Regulationsvoraussetzungen der Gruppenmitglieder (vgl. Hacker, 2005, S. 259ff): Die mit sprachlichem Einsatz verbundene Abstraktion von Aufgabenmerkmalen führt dazu, dass diese zu komplexen und für die Aufgabenausführung funktionellen Einheiten klassifiziert werden. Diese abstrahierten Einheiten können mit anderen Einheiten kombiniert und zu neuen inhaltlichen Einheiten synthetisiert werden. Dadurch wird die aufgabenbezogene Orientierung ermöglicht bzw. erleichtert. Darüber hinaus wird so auch aufgabenrelevantes explizites Wissen gebildet, welches für die weitere Aufgabenbearbeitung reproduziert werden kann. Schließlich fördert die sprachliche Formulierung auch die Kontrolle der Handlungsausführung, da hierdurch beispielsweise zuvor nicht bewusste Handlungskomponenten bewusst werden. Das heißt, allein die Notwendigkeit, zur Regulation des Gruppenhandelns kommunizieren zu müssen, kann zu einer Erweiterung individuellen handlungsbezogenen Wissens bzw. Verbesserung handlungsbezogenen Denkens führen. Davon kann wiederum auch die Qualität des Gruppenhandelns profitieren.

Kommunikation in Gruppen führt zu einer wechselseitigen kognitiven Anregung durch „Resonanzprozesse“ (Weber, 1997): Während des Gruppenhandelns erhalten Gruppenmitglieder Anregungen durch kommunizierte Inhalte anderer Gruppenmitglieder. Diese lösen bei ihnen, wie das „fehlende Glied in der Kette“ vorhandener Kenntnisse (ebd., S. 157), eine Überlegung aus, welche wiederum zu einem individuellen Beitrag führt, der sich in das gemeinsame Gruppenhandeln wiederum als fehlendes Glied einer Kette einfügt. Im Verlauf des Gruppenhandelns werden dabei sowohl gemeinsame Regulationsgrundlagen entwickelt als auch materielle Veränderungen an Arbeitsgegenständen vorgenommen. Es kann also vermutet

werden, dass sich während des Gruppenhandelns eine typisch gruppenspezifische Qualität der mentalen Repräsentation einer Aufgabe herausbildet, die in gewisser Hinsicht mehr, jedoch gleichzeitig auch weniger ist, als die Summe der individuellen Repräsentationen der Gruppenmitglieder (Weber, 1997).

Nicht unerwähnt bleiben soll in diesem Zusammenhang noch der folgende Punkt: *Kommunikation ist mehrdeutig*, das heißt eine Kommunikation enthält gleichzeitig mehrere Botschaften (vgl. Watzlawik, Beavin & Jackson, 2000). Dies hat zur Folge, dass kommunizierte Inhalte nicht notwendigerweise in der vom Sender intendierten Form aufgenommen und verstanden werden, was wiederum zu Missverständnissen, Nicht-Verstehen oder Konflikten führen kann. Auch hier findet im kommunikativen Prozess eine qualitative Veränderung eines individuellen Beitrages statt, jedoch sind in diesem Falle eher negative Konsequenzen für das Gruppenhandeln zu erwarten.

Die Eigenheiten kommunikativer und damit verbundener sozialer Prozesse führen also zum einen dazu, dass die in die Handlungsregulation in Gruppen sowohl mehr als auch weniger eingeht, als die potentielle Summe verfügbarer aufgabenrelevanter Kognitionen der Gruppenmitglieder. Kommunikative Prozesse verursachen darüber hinaus *qualitative* Veränderungen individueller Kognitionen und führen gleichzeitig zu einer neuen Aufgabenrepräsentation mit einer typisch gruppenspezifischen Qualität.

2.2.5 Der Prozess des Gruppenhandelns

Marks, Mathieu und Zaccaro (2001, S. 357) definieren den Gruppenprozess als „members’ interdependent acts that convert inputs to outcomes through cognitive, verbal, and behavioral activities directed toward organizing taskwork to achieve collective goals.“ Gemäß der handlungstheoretischen Logik lässt sich dieser Prozess des Gruppenhandelns durch eine logische Abfolge qualitativ unterschiedlicher Regulationsvorgänge beschreiben (Tschan, 2000).

Es wurde bereits bemerkt, dass Ziele – also die bewussten gedanklichen Vorwegnahmen angestrebter Handlungsergebnisse – Handlungen aktivieren, ausrichten

und auslösen. Demnach sollte eine Phase der *Zielklärung* am Beginn des Handlungsprozesses stehen. Diese Ziele und Teilziele sind dann in einer Phase der *Handlungsplanung* mit geeigneten Maßnahmen zu verknüpfen. Die Zielklärung und Handlungsplanung können unter die Phase der *Handlungsvorbereitung* subsummiert werden.

In der Phase der *Handlungsausführung* werden die Handlungsobjekte direkt verändert. Miller et al. (1960) nehmen an, dass die Ausführung von Handlungen über rückkoppelnde Vergleiche mit den Zielen und Handlungsplänen kontrolliert wird. Sie bezeichnen diese Rückkopplungs-Vergleiche als *TOTE-Einheiten* (Test-Operate-Test-Exit-Einheit): Die Handlung wird durch die gedankliche Vorwegnahme des Ergebnisses (des Ziels) geleitet. Das Ergebnis einer Operation, also einer unselbständigen Handlungskomponente wird mit dem Ziel verglichen (Test). Bei einer ungenügenden Übereinstimmung mit dem Ziel wird die Handlung fortgesetzt (Operate) bis nach einer hinreichenden Übereinstimmung des Handlungsergebnisses mit der Zielvorstellung (Test) die Tätigkeit beendet wird (Exit).

Hacker (2005) weist darauf hin, dass tätigkeitsregulierende Rückkopplungs-Vergleiche nicht hermetisch abgeschlossen sind, sondern auch handlungsrelevante Umweltveränderungen einbeziehen müssen. Daher ist es notwendig, neue Teilziele zu entwickeln und in den rückkoppelnden Vergleichsprozess einzubeziehen. Sein Modell der VVR- Einheit (Vornahme-Veränderungs-Rückkopplungs-Einheit) berücksichtigt demzufolge zusätzlich zu den in der TOTE-Einheit beschriebenen Prozessen auch Veränderungen in der Umwelt durch die oder während der Handlungsausführung.

Handlungen beinhalten demnach auch eine Komponente der *Handlungsbewertung* im Sinne des Abgleichs aktueller Maßnahmenresultate mit angestrebten Zielzuständen.

Zusammenfassend ist festzuhalten: Der Handlungsprozess kann unterteilt werden in eine Phase der *Handlungsvorbereitung* und eine Phase der *Handlungsausführung*. Während der Phase der *Handlungsvorbereitung* werden Ziele gebildet, die Möglichkeiten für die Erreichung dieser Ziele geklärt und die Bedingungen für die Handlungsausführung eingeschätzt. Es werden Handlungspläne

entwickelt und schließlich eine Entscheidung zur Ausführung einer Handlung getroffen. In der Phase der *Handlungsausführung* werden die Objekte der Handlung direkt verändert. Hier gilt es, die Zielerreichung gegenüber konkurrierenden Handlungsanreizen abzuschirmen und gleichzeitig zu bewerten, inwieweit die ausgeführte Handlung zu den angestrebten Resultaten führt. Eine Handlung umfasst also idealerweise folgende Phasen:

- Zielklärung
- Handlungsplanung
- Handlungsausführung
- Handlungsbewertung

In zwei experimentellen Studien, in denen jeweils eine Problemlöseaufgabe gemeinsam in Gruppen zu bearbeiten war, konnte Tschan (2000) zeigen, dass Handlungsprozesse von Gruppen anhand dieser Phasen beschrieben werden können. Sie konnte darüber hinaus einen positiven Zusammenhang zwischen der Anzahl der vollständigen und sequenziell idealtypischen Handlungszyklen im Gruppenprozess und der Gruppenleistung beobachten. Das heißt, Gruppen waren dann erfolgreicher, wenn ihre Handlungsprozesse vermehrt Zyklen aufwiesen, die *sowohl* handlungsvorbereitende *als auch* handlungsbewertende Phasen aufwiesen und in denen die Auftretensreihenfolge dieser Phasen der handlungstheoretisch-idealtypischen Sequenz entsprach, d.h. die Handlungsvorbereitung erfolgte *vor* und die Handlungsbewertung *nach* der Handlungsausführung.

2.2.6 Erfolgskritische Einflüsse auf die Regulation des Gruppenhandelns

Im Folgenden wird das Konzept des gemeinsamen geteilten mentalen Modells vorgestellt, welches – nach handlungstheoretischem Verständnis – die bisher benannten erfolgskritischen Aspekte der gemeinsamen Bearbeitung einer Arbeitsaufgabe noch einmal zusammenfasst und akzentuiert. Es werden die angenommenen „Mechanismen“ erläutert werden, die der Unterstützung des Gruppenhandelns durch gemeinsame geteilte mentale Modelle zugrunde liegen. Abschließend wird diskutiert,

inwieweit ein gemeinsames geteiltes mentales Modell für alle Formen der Kooperation in Arbeitsgruppen vonnöten ist und ob auch schädliche Einflüsse gemeinsamer geteilter mentaler Modelle auf das Gruppenhandeln angenommen werden können.

2.2.6.1 *Gemeinsame geteilte mentale Modelle von Arbeitsaufgaben*

Aus den bisherigen Abschnitten ist abzuleiten, dass eine kommunikativ erarbeitete *gemeinsame* und *geteilte* Vorstellung der Gruppenmitglieder über die *Zielstruktur* einer Aufgabe, über die geeigneten Maßnahmen zur Verwirklichung dieser Zielstruktur – einschließlich deren Ausführungsbedingungen – sowie über die in Abhängigkeit von der Zielstruktur erforderlichen Kooperationsanforderungen – kurzum *ein gemeinsames geteiltes mentales Modell der Gruppe von der Arbeitsaufgabe* – aus Sicht der Handlungstheorie den wesentlichen erfolgskritischen Faktor des gemeinsamen Gruppenhandelns darstellt.

Gemeinsame geteilte mentale Modelle können als die Organisation des gemeinsamen und geteilten aufgabenrelevanten Wissens aller Gruppenmitglieder aufgefasst werden (vgl. Cannon-Bowers, Salas, Converse & Castellan, 1993).

Der Begriff des mentalen Modells wurde ursprünglich insbesondere in Zusammenhang mit kognitiven Prozessen bei der Bedienung und Überwachung technischer Systeme verwendet (z.B. Rasmussen, 1979). Mentale Modelle bezeichnen komplexe Gedächtnisrepräsentationen mit einer Struktur „analogous to the structure of the corresponding state of affairs in the world – as we perceive or conceive it“ (Johnson-Laird, 1983, S. 156). Die *inhaltliche Struktur* mentaler Modelle ist demzufolge nur im Zusammenhang mit den Sachverhalten beschreibbar, die sie abbilden. Mentale Modelle von Arbeitsaufgaben umfassen also – analog zu den bisherigen Ausführungen – Repräsentationen von Zielen, Maßnahmen zur Erreichung dieser Ziele sowie den Ausführungsbedingungen dieser Maßnahmen (vgl. Hacker, 2005, S. 193).⁹ Mentale Modelle sind *dynamisch*, das heißt die Inhalte mentaler Modelle können sich in Abhängigkeit von Lernerfahrungen verändern (Rouse & Morris, 1986). Da sie jedoch Referenzpunkte für das

⁹ Hacker verwendet anstelle des Begriffs mentales Modell den des „tätigkeitsleitenden operativen Abbildsystems“ (OAS).

menschliche Handeln darstellen, sollten sie zumindest *zeitweise invariant* sein (vgl. Hacker, 2005, S. 189ff).

Mentalen Modellen werden im Wesentlichen drei *Funktionen* zugeschrieben: die Beschreibung, die Erklärung und die Vorhersage von Sachverhalten (Rouse & Morris, 1986, S. 360). Der wesentliche Nutzen eines mentalen Modells besteht in der letzteren der drei Funktionen – der Vorhersage von Sachverhalten (vgl. Tversky & Kazdin, 2000). Hinsichtlich der Regulation von Handlungen lässt sich ableiten, dass angemessene mentale Modelle von Arbeitsaufgaben es gestatten, *vorausschauend* zu handeln (vgl. Hacker, 2005). Mit anderen Worten; in dem Maße, in dem wir über ein angemessenes mentales Modell einer Arbeitsaufgabe verfügen, wissen wir, wann wir was, wie tun müssen und welche Folgen unser Tun haben wird. Aufgabenangemessene mentale Modelle sind damit eine wesentliche Quelle für Zeitersparnis, Fehler- und Beanspruchungsreduktion bei der Aufgabenbearbeitung (vgl. Hacker, 2005, S. 194).

Auch gemeinsamen geteilten mentalen Modellen kann demzufolge eine handlungsunterstützende Funktion für die Aufgabenbearbeitung durch Gruppen zugeschrieben werden (z.B. Cannon-Bowers et al., 1993; Klimoski & Mohammed, 1994; Mohammed & Dumville, 2001). Gemeinsame geteilte mentale Modelle ermöglichen seitens der Gruppenmitglieder eine übereinstimmende Beschreibung, Erklärung und Voraussage der Struktur der Gruppenaufgabe und der in kooperativer Form auszuführenden Maßnahmen; damit unterstützen sie insbesondere die Orientierung der Gruppenmitglieder bezüglich der Gruppenaufgabe und die effektive Koordination des Gruppenhandelns (Klimoski & Mohammed, 1994).

Der positive Einfluss der Existenz von Gruppenzielen – als dem zentralen Element gemeinsamer geteilter mentaler Modelle – auf die Gruppenleistung ist empirisch vielfach belegt (vgl. O'Leary-Kelly, Martocchio & Frink, 1994). Dieser positive Einfluss wird insbesondere zurückgeführt auf die Mobilisierung der Anstrengungsbereitschaft, Richtung der Aufmerksamkeit, Steigerung der Hartnäckigkeit sowie Entwicklung angemessener Handlungsstrategien (vgl. Wegge, 2004). Jedoch werden Ziele – insbesondere durch die *Zielsetzungs*-Theorie (Locke & Latham, 1990, 2002)

– hier oftmals im Sinne von *Vorgaben* durch Führungspersonen, also im Sinne eines Führungsinstrumentes diskutiert. Diese Perspektive vernachlässigt jedoch zum einen, dass Ziele nicht „unmittelbar von außen“ handlungswirksam werden, sondern nur als Resultat des aktiven geistigen Tätigseins des handelnden Menschen (vgl. Abschnitt 2.2.1). Zum anderen setzt die Vorgabe von Zielen deren Bekanntheit voraus. Zumeist unbeachtet bei der Betrachtung des Zusammenhangs zwischen Gruppenzielen und Gruppenleistung bleiben daher die – in dieser Arbeit noch zu behandelnden – Aufgabentypen in Form komplexer Probleme, in denen die Ziele zu Beginn der Aufgabenbearbeitung noch nicht bekannt und durch die Gruppe selbst noch zu erarbeiten sind.

Da gemeinsame geteilte mentale Modelle neben einer Zielstruktur gleichzeitig auch Vorstellungen über geeignete Maßnahmen zur Zielerreichung und den angemessenen Kooperationsanforderungen enthalten, verringern sie in der Phase der *Handlungsvorbereitung* den Aufwand der Planung von Handlungen, im Sinne der kommunikativen Festlegung von abzuarbeitenden konkreten Teilzielen, von hierfür erforderlichen Maßnahmen einer Handlung sowie der Abstimmung der arbeitsteiligen Struktur des Gruppenhandelns.

Im Falle eines vorhandenen gemeinsamen geteilten mentalen Modells wird neben einer klaren Zielstruktur, auch ein fertiges Handlungsprogramm mit einer logischen Hierarchie von Handlungen sowie einer Sequenz und kooperativen Aufteilung der angemessenen Maßnahmenausführung abgerufen. Gleichzeitig ermöglichen gemeinsame geteilte mentale Modelle eine gezielte Einschätzung der Ausführungsbedingungen dieser Handlungen. Mentale Modelle gestatten damit eine schnelle Erkennung aufgabenrelevanter Informationen und erlauben so eine vereinfachende Strukturierung und effektive Orientierung bezüglich einer aktuellen Aufgabe, ohne dass hierfür eine systematische Durchmusterung der Fülle vorhandener Umgebungsreize und langwierige Aushandlungsprozesse in der Gruppe notwendig wären. Rouse und Morris (1986) sprechen in diesem Zusammenhang von „guidance and cuing“ (S. 358).

Auch während der *Handlungsausführung* tragen gemeinsame geteilte mentale Modelle zu einer Verringerung der Regulationserfordernisse bei: In Abschnitt 2.2.5 wurde dargestellt, dass die Handlungsausführung durch Rückkopplungsvergleiche zwischen Teilzielen und aktuellen Handlungsergebnissen kontrolliert wird. Oftmals ist es im Verlauf einer Handlung notwendig, aufgrund relevanter Umweltveränderungen neue Teilziele zu entwickeln und in den rückkoppelnden Vergleichsprozess einzubeziehen (Hacker, 2005, S. 217ff). Hierbei steht die handelnde Person jedoch vor der Herausforderung zu unterscheiden, welche neuen Informationen notwendigerweise integriert werden sollten und welche die Zielerreichung behindern würden.

Gemeinsame geteilte mentale Modelle können dabei unterstützend wirken: Die in mentalen Modellen enthaltenen gemeinsamen Vorstellungen über anzustrebende Zielzustände erleichtern die Regulation der Handlungsausführung über die genannten rückkoppelnden Vergleichsprozesse. Es wird in eine weitgehende Einigkeit darüber herrschen, welche der während des Gruppenhandelns anfallenden Informationen weiter verarbeitet werden. Die Einordnung aktueller Handlungen in ein Gesamtschema der Aufgabe ermöglicht die *Erkennung von unzulässigen Abweichungen des Handlungsvollzugs* und – je nach Detaillierungsgrad des gemeinsamen Handlungsplans – eine *Abschätzung des angemessenen Zeitaufwandes für Handlungen zur Realisierung eines Teilziels*.

Entsprechend konnten Mathieu, Heffner, Goodwin, Salas und Cannon-Bowers (2000) beobachten, dass sowohl der Grad der Übereinstimmung als auch die Angemessenheit eines gemeinsamen geteilten mentalen Modells zu effektiveren Gruppenprozessen und damit auch zu einer besseren Gruppenleistung beiträgt. Die Effektivität des Gruppenprozesses wurde in dieser Untersuchung durch Verhaltensbeobachtungen der gemeinsamen Bedienung eines Flugsimulators anhand von drei Dimensionen erfasst: die Entwicklung von Vorgehensstrategien, die gemeinsame Kooperation und die Kommunikation. Das gemeinsame geteilte mentale Modell wurde operationalisiert anhand des Grades der Übereinstimmung der individuellen Urteile der Gruppenmitglieder über aufgabenbezogene und gruppenbezogene Aspekte. Zusätzlich wurde durch Vergleich mit Expertenratings der selben Aspekte die

Angemessenheit des gemeinsamen geteilten mentalen Modells bestimmt. Analoge Befunde ermittelten Lim und Klein (2006) im Zusammenhang mit dem Training militärischer Einheiten. Noch zu betrachten ist, inwieweit auch bei der gemeinsamen Bearbeitung komplexer Probleme in Gruppen ein gemeinsames mentales Modell zu einer besseren Gruppenleistung beiträgt.

2.2.6.2 Differenzierte Betrachtung des Einflusses gemeinsamer geteilter mentaler Modelle auf Gruppenhandeln und Gruppenleistung

Im folgenden Abschnitt soll abschließend noch auf drei Punkte eingegangen werden, um ein differenzierteres Verständnis des Zusammenhangs zwischen gemeinsamen geteilten mentalen Modellen und Gruppenhandeln und Gruppenleistung zu vermitteln:

Erstens: Die Existenz eines gemeinsamen geteilten mentalen Modells von der gemeinsamen Aufgabe kann nicht unter allen Umständen unmittelbar vorausgesetzt werden: Eine der grundsätzlichen Annahmen der Handlungstheorie ist, dass die in einem Arbeitsauftrag enthaltenen objektiven Anforderungen bei ihrer subjektiven Übernahme als Arbeitsaufgabe von der handelnden Person – in Abhängigkeit vom jeweiligen Wissen, Erfahrungen, Motivlagen usw. – individuell „redefiniert“ werden (Hacker, 2005; vgl. Abschnitt 2.2.1).

Wenn also Personen mit unterschiedlichem Wissen und Erfahrungshintergrund in einer Arbeitsgruppe zusammenkommen, um gemeinsam eine Arbeitsaufgabe zu bearbeiten, dann ist es wahrscheinlich, dass die Ziele und Teilziele sowie die geeigneten Maßnahmen zur Erreichung dieser Teilziele von den Gruppenmitgliedern unterschiedlich wahrgenommen werden.

Interindividuell unterschiedliche Wahrnehmungen der Gruppenmitglieder von der gemeinsamen Arbeitsaufgabe können insbesondere dann erwartet werden, wenn die Aufgabenziele im Vorfeld unklar sind bzw. wenn eine nur unzureichende Kenntnis geeigneter Maßnahmen zur Zielerreichung existiert – also im Falle einer gemeinsamen Arbeitsaufgabe mit Problemcharakter (vgl. Abschnitt 2.2.2.1). In einem solchen Fall ist es notwendig, das gemeinsame geteilte mentale Modell aktiv durch kommunikative Prozesse zu erarbeiten. Diese Kommunikation sollte auf der

intellektuellen Ebene (vgl. Abschnitt 2.2.3) erfolgen, d.h. alle benannten Aspekte geteilter mentaler Modelle umfassen: die Teilziele einer Aufgabe, die hierfür erforderlichen Maßnahmen sowie die Abstimmung der arbeitsteiligen Struktur des Gruppenhandelns. Der Umfang der Kommunikation wird von der Komplexität der Aufgabe abhängen (vgl. Abschnitt 2.2.2.2), d.h. je mehr Teilziele eine Aufgabe umfasst und je mehr unterschiedliche Maßnahmen zur Erreichung dieser Teilziele ausgeführt werden müssen, desto umfangreicher und anspruchsvoller sind die kommunikativen Anforderungen.

Zweitens: Der Umfang und die Komplexität angemessener gemeinsamer geteilter mentaler Modelle ist abhängig von der Komplexität der gemeinsamen Arbeitsaufgabe und den für die Aufgabenausführung zu erfüllenden Kooperationsanforderungen. Je mehr Teilziele eine gemeinsame Aufgabe umfasst, und je vernetzter diese Teilziele sind, desto umfassender wird ein angemessenes gemeinsames geteiltes mentales Modell über diese Arbeitsaufgabe sein. Kann eine gemeinsame Arbeitsaufgabe in Form einer mengenteiligen Kooperation ausgeführt werden, müssen lediglich Vorstellungen über die für diese Form der Kooperation erforderlichen Aufgabenaspekte – wie zum Beispiel einzuhaltende Termine der Beendigung des Arbeitsauftrages – gemeinsam geteilt werden. Erfordert eine gemeinsame Arbeitsaufgabe hingegen eine simultane arteilige Kooperation und mithin eine Koordination des individuellen Handelns der Gruppenmitglieder, sollte ein gemeinsames geteiltes Modell auch Vorstellungen darüber beinhalten, *was, welches Gruppenmitglied, wie und wann* zu tun hat (vgl. Hacker, 1994), also auf welche Weise sich die individuellen Handlungen der Gruppenmitglieder zu einer gemeinsamen Gruppenhandlung verschränken. Existieren solche gemeinsamen geteilten Vorstellungen nicht, ist mit Leistungseinbußen aufgrund von Koordinationsverlusten zu rechnen. Der Aufwand und die Notwendigkeit der Erarbeitung eines gemeinsamen geteilten mentalen Modells steigt mit dem Maße an, mit dem die Bearbeitung einer gemeinsamen Arbeitsaufgabe eine simultane arteilige Kooperation (vgl. Abschnitt 2.2.2.3) erfordert. Oder umgekehrt, in dem Maße, in dem die gemeinsame Gruppenaufgabe in mengenteiliger Kooperation ausgeführt

werden kann, wird ein gemeinsames Verständnis von der Gruppenaufgabe für deren erfolgreiche Ausführung weniger umfassend sein müssen.

Drittens: Ein gemeinsames geteiltes mentales Modell kann das Gruppenhandeln bzw. die Gruppenleistung negativ beeinflussen. Untersuchungen von Janis (1972) zeigten, dass sich in Gruppen mit hoher Kohäsion und dem Bestreben nach Konsens eine kontraproduktive Form des Gruppendenkens (group-think) etablieren kann, welche aufgrund von Konformitätsdruck und Selbstzensur zu einer Vernachlässigung widersprüchlicher Informationen, damit zu einer Beeinträchtigung der Realitätswahrnehmung und schließlich zu irrationalen Gruppenentscheidungen führen.

Darüber hinaus können Gruppen insbesondere bei der Lösung komplexer Probleme gerade von der *Diversität* – also von der Vielfalt – und weniger von der Gemeinsamkeit und Geteiltheit des Wissens der Gruppenmitglieder profitieren, da hierdurch das divergente Denken in Gruppen gefördert und die Erwägung alternativer Lösungswege angeregt wird (z.B. Miliken, Bartel & Kurtzberg, 2003). Damit erhöht sich demzufolge auch die Wahrscheinlichkeit der Innovativität von Gruppen (vgl. West et al., 2004).

Ein zu starker Konsens bzw. eine zu hohe Überschneidung des Wissens der Gruppenmitglieder kann dazu führen, dass die durch den Einsatz von Gruppenarbeit erwarteten Vorteile im Vergleich zum individuellen Handeln – also eine höhere Informationsverarbeitungskapazität und umfangreicheres Wissen – nicht wirksam werden. Es existiert damit auch eine „dark side“ gemeinsamer geteilter mentaler Modelle (Klimoski & Mohammed, 1994). Es ist daher zu fragen, bis zu welchem Ausmaß der „Geteiltheit“ bzw. der „Gemeinsamkeit“ ein gemeinsames geteiltes mentales Modell das Gruppenhandeln fördern kann. Es ist weiter zu fragen, inwieweit hinsichtlich der unterschiedlichen Komponenten gemeinsamer geteilter mentaler Modelle ein unterschiedliches Ausmaß an „Geteiltheit“ bzw. „Gemeinsamkeit“ zweckmäßig ist.

Mohammed und Dumville (2001) meinen hierzu, dass das Ausmaß der angemessenen „Geteiltheit“ bzw. „Gemeinsamkeit“ von unterschiedlichen Faktoren

abhängt, unter anderem von dem Typ der gemeinsamen Gruppenaufgabe. Für diese Arbeit ist daher zu schlussfolgern, dass die Frage der Aufgabenangemessenheit des gemeinsamen geteilten mentalen Modells im Zusammenhang mit der hier behandelten Problemstellung zu betrachten ist.

2.2.7 Die hierarchisch-sequenzielle Handlungsorganisation: „Idealmodell“ des Gruppenhandelns?

Im Hinblick auf die später dargestellten Annahmen zur Regulation des Gruppenhandelns bei der gemeinsamen Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben soll die Berechtigung der Annahme eines idealtypischen, systematisch planbaren Handlungsprozesses im Folgenden kurz diskutiert werden.

Es wird vermutet, dass die Handlungsorganisation auf einer *hierarchischen* Untergliederung eines abstrakten Handlungsziels in „behandelbare“ untergeordnete Teilziele beruht, welche dann *sequenziell* „abgearbeitet“ werden. Man spricht daher von einer *hierarchisch-sequenziellen Handlungsorganisation* (Hacker, 2005; Miller et al., 1960; W. Volpert, 1982).

Die Vorstellung von einer *hierarchischen* Struktur der Handlungsregulation entspricht den Annahmen der hierarchischen Organisation unseres kognitiven (Rosch & Lloyd, 1978) und sprachlichen Systems (z.B. Chomsky, 2002). Um das uns umgebende Chaos zu meistern, erkennen wir Gemeinsamkeiten zwischen bestimmten Umweltreizen und fassen diese zu abstrakteren, übergeordneten Kategorien zusammen (Kelly, 1955/1991; Rosch & Lloyd, 1978). Dadurch verringern wir die Menge der zu verarbeitenden Informationen, reduzieren die Komplexität unserer Umwelt und können uns effektiver in ihr orientieren.

Handlungsbezogene Kognitionen scheinen ähnlich hierarchisch organisiert zu sein (Miller et al., 1960). Die hierarchisch-sequenzielle Handlungsorganisation basiert auf der Schaffung von Redundanzen – also auf der Erkennung von Gemeinsamkeiten zwischen Umweltreizen mittels Abstraktion und der Zusammenfassung dieser Gemeinsamkeiten zu hierarchisch geordneten Kategorien (Volpert, 1982). Abbildung 3 veranschaulicht Annahmen über die Abfolge der psychischen Vorgänge der hierarchisch-sequenziellen Handlungsorganisation.

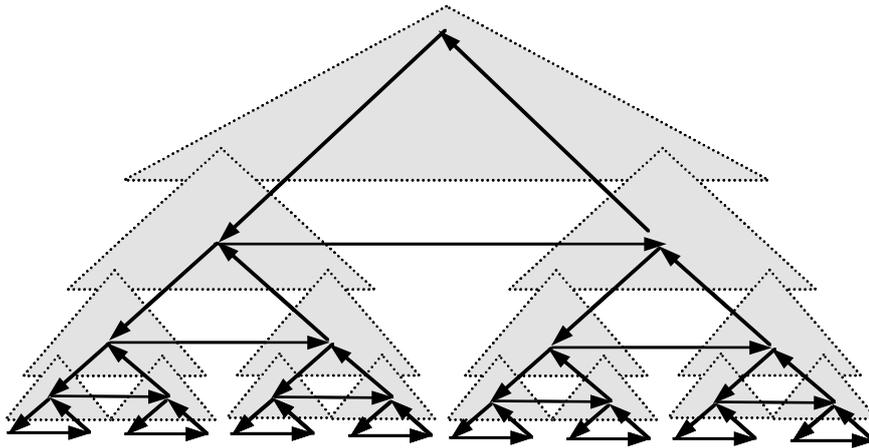


Abbildung 3: Die „psychische Abfolgestruktur“ der hierarchisch-sequenziellen Handlungsorganisation (nach Volpert, 1982 S. 43; Hacker, 2005)

Die dargestellten Dreiecke stellen jeweils Handlungseinheiten dar, welche Ziele sowie sämtliche untergeordnete Handlungseinheiten mit ihren Teilzielen einschließlich sämtlicher Maßnahmen zu deren Realisierung umfassen. So kann es beispielsweise das Ziel einer Handlung sein, ein „Regal aufzuhängen“. Dieses Ziel beinhaltet unterschiedliche untergeordnete Einheiten mit unterordneten Teilzielen, (z.B. „Wandbefestigung vorbereiten“ sowie „Regal anschrauben“). Diese Teilziele werden wiederum in weitere Teilziele untergliedert werden (z.B. Wandbefestigung vorbereiten: Bohrstellen vermessen, Bohrstellen anzeichnen, usw.). Ausgangspunkt ist das Hauptziel („Regal aufhängen“), aus welchem über mehrere Ebenen hinweg, Teilziele bis hin zur ersten „Basiseinheit“ abgeleitet werden können, welche eine nicht bewusstseinspflichtige Operation (und damit auch kein Ziel) umfasst (z.B. „rechte Hand umfasst Zollstock“). Bei einer erfolgreichen Realisierung der ersten Handlungseinheit folgt unmittelbar die nächste Basiseinheit. Sind sämtliche untergeordnete Basiseinheiten realisiert, erfolgt eine Rückmeldung an die nächsthöhere Ebene und es wird zur nächsten Einheit der gleichen Abstraktionsebene fortgeschritten usw. Die Handlung ist beendet, wenn eine erfolgreiche Rückmeldung zur Verwirklichung des Hauptziels erfolgt ist.

Bisherige handlungstheoretische Konzeptionen des Gruppenhandelns (Tschan, 2000; von Cranach et al., 1987; von Cranach et al., 1986) nehmen an, dass sich diese

hierarchische Struktur einer gemeinsamen Gruppenaufgabe in der hierarchischen Struktur der Gruppe wiederfindet (vgl. Abbildung 1). Verschiedene Rollen in Gruppen können dabei jeweils unterschiedliche Teilaufgaben repräsentieren. So könnte beispielsweise eine gemeinsame Gruppenaufgabe „Rohbau eines Hauses“ die aufgabenspezifische Rollenteilung zwischen Tiefbau, Hochbau, Zimmerleuten und Dachdeckern erfordern. Die Einsatzpläne dieser verschiedenen Arbeitsgruppen werden durch eine hierarchisch höhere Bauleitung koordiniert.

Das Modell der hierarchisch-sequenziellen Handlungsorganisation ist nicht unkritisiert geblieben. So stellt es nach Greif (1994) lediglich ein „Idealmodell“ menschlichen Handelns dar. Insbesondere bei der „Behandlung“ komplexer Probleme muss die Annahme der vollständigen systematischen Planbarkeit des menschlichen Handelns – wie sie durch das Modell der hierarchisch-sequenziellen Handlungsorganisation repräsentiert wird – hinterfragt werden. Eine Ursache hierfür ist die begrenzte Verarbeitungskapazität unseres kognitiven Systems (z.B. Cowan, 2000). Dörner (2001) beschreibt ein simples Beispiel, das anschaulich die Grenzen einer vollständig systematischen Organisation von Handlungen verdeutlicht: Angenommen, es ist ein Ziel bekannt und es stehen zehn basale Operationen zur Erreichung dieses Ziels zur Verfügung. Die für die Zielerreichung günstigste Reihenfolge der Verknüpfung ist jedoch unbekannt. Die Durchmusterung aller theoretisch möglichen Reihenfolgen von Operationen mit einer Geschwindigkeit von einer hundertstel Sekunde pro Operation würde mehrere Jahre benötigen! Es ist hinzuzufügen, dass in dem genannten Beispiel noch äußerst günstige Bedingungen vorhanden waren. Es existierte nur ein Ziel und es waren sämtliche ausführbaren Operationen bekannt. Bedenkt man, dass bei komplexen Problemen mehrere Teilziele nebst deren Beziehungen und zusätzlich noch die Maßnahmen zur Realisierung dieser Teilziele zu entwickeln sind und bedenkt man weiterhin, dass in Gruppen zusätzliche Zeit für eine kommunikative Verständigung hinsichtlich dieser Ziele und Maßnahmen sowie auf die günstigste Form der Kooperation vonnöten ist, werden die Grenzen der hierarchisch-sequenziellen Organisation des Gruppenhandelns offenbar.

Eine *vollständige* hierarchisch-sequenzielle Organisation einer Handlung setzt also voraus, dass die handelnden Personen bzw. die Gruppe bereits über ausreichende Kenntnisse zur Realisierung der Handlung – die Zielstruktur der Handlung, sowie die Verknüpfung der Zielstruktur mit bedingungsangemessenen Maßnahmen einschließlich der Festlegung ihrer kooperativen Ausführung – *verfügt*. Es stellt sich die Frage, wie erfolgt die Handlungsorganisation in Gruppen, wenn die zu bearbeitenden Aufgaben komplex und die Ziele zunächst noch abstrakt und unklar sind. Auf diesen Punkt wird zu einem späteren Zeitpunkt (Abschnitt 2.3) näher eingegangen.

2.2.8 Schlussfolgerungen

Die wesentlichen Einflussfaktoren auf den Gruppenerfolg sind aus handlungstheoretischer Sicht die Merkmale der gemeinsamen Gruppenaufgabe: Die *Ziele*, sowie die durch Handlungsplanung festzulegenden und in *kooperativer* Form auszuführenden *Maßnahmen* zur Realisierung dieser Ziele unter existierenden *Bedingungen*.

Aus diesen strukturellen Merkmalen einer Gruppenaufgabe lassen sich drei Dimensionen zur Bestimmung der Regulationsanforderungen von Gruppenaufgaben ableiten: Der *Problemcharakter* der Aufgabe – welcher anzeigt, inwieweit die Ziele und die Maßnahmen zu deren Realisierung bekannt bzw. nicht bekannt sind, die *Aufgabenkomplexität* – welche insbesondere die Anzahl, Vernetztheit und Widersprüchlichkeit von Aufgabenzielen sowie die Erfordernisse der Maßnahmen-durchführung umfasst und die gemeinsamen *Kooperationsanforderungen* – welche das Ausmaß der zur Erfüllung einer gemeinsamen Arbeitsaufgabe erforderlichen Abstimmung zwischen den Gruppenmitgliedern beschreibt.

Das *Ausmaß* der Regulation einer Gruppenhandlung wird davon abhängen, inwieweit eine angemessene gemeinsame geteilte Zielvorstellung sowie Wissen und die Fähigkeiten über Maßnahmen zur Verwirklichung des Ziels in kooperativer Form im Vorfeld der Handlung bereits existieren oder inwieweit diese kommunikativ erarbeitet werden müssen.

Als wesentlicher Erfolgsfaktor für ein effizientes Gruppenhandeln und damit für eine erfolgreiche Aufgabenbearbeitung wurde ein *gemeinsames geteiltes mentales Modell* der Gruppenmitglieder über die gemeinsame Arbeitsaufgabe benannt,

welches die eingangs genannten strukturellen Merkmale einer gemeinsamen Gruppenaufgabe umfasst. Es erlaubt eine gemeinsame Orientierung der Gruppenmitglieder, unterstützt die Integration von Individualwissen in den Gruppenprozess und trägt gleichzeitig zur Herausbildung von Wissen auf Gruppenebene bei. Daher ist die Effizienz und Güte einer Gruppenhandlung in hohem Maße von der Verfügbarkeit geteilter mentaler Modelle abhängig.

Unklar bleibt, inwieweit eine bei der Bearbeitung komplexer Probleme notwendige Erarbeitung einer solchen gemeinsamen geteilten Vorstellung in einer systematischen Form erfolgen kann. Im folgenden Abschnitt ist daher die Frage zu beantworten, welche erfolgskritischen Faktoren bei der gemeinsamen Bearbeitung einer Konstruktionsaufgabe – als Kernaufgabe der Produktinnovation und Beispiel für ein komplexes Problem – abgeleitet werden können.

2.3 Gruppenhandeln bei der Lösung eines komplexen Problems am Beispiel des Konstruierens

Im folgenden Abschnitt werden – am Beispiel des Produktinnovationsprozesses – erfolgskritische Faktoren der gemeinsamen Bearbeitung eines komplexen Problems in Gruppen abgeleitet. Mit Produkten sind dabei zumeist technische Produkte gemeint, wohl wissend dass der Begriff des Produkts auch Dienstleistungen, landwirtschaftliche Produkte, kunstgewerbliche Produkte usw. einschließt.

Nicht jede Produktentwicklung ist gleichzeitig auch eine Produktinnovation. Produktinnovation ist ein Spezialfall der Produktentwicklung, bei dem neuartige und anforderungsgerechte Lösungen und Teillösungen für ein Produkt entwickelt wurden. Produktinnovation muss jedoch nicht immer gleichbedeutend mit Neukonstruktion sein. Produktentwicklung umfasst neben der Neukonstruktion von Produkten auch sogenannte *Variantenkonstruktionen* – in denen Lösungsprinzipien einer bestehenden Konstruktion übernommen und lediglich Maße und Details verändert werden – sowie *Anpasskonstruktionen* – bei denen beispielsweise aufgrund veränderter marktbezogener, rechtlicher und anderer Bedingungen oder zu beseitigender

Mängel, Veränderungen an einer bestehenden Konstruktion vorgenommen werden. Auch neuartige und anforderungsgerechte Lösungen für Teilfunktionen eines Produkts bei einer Anpasskonstruktion können innovativ sein. Dennoch beziehen sich die nachfolgenden Ausführungen insbesondere auf Neukonstruktionen, da diese aufgrund ihrer Unbestimmtheit den vergleichsweise größten Problemcharakter aufweisen. Für die folgenden Ausführungen sind hierbei insbesondere die frühen Phasen der Klärung von technischen Funktionen und der ersten Entwicklung von Lösungsprinzipien zur Umsetzung dieser Funktionen von Interesse.

Kern der Produktentwicklungstätigkeit bzw. Produktinnovationstätigkeit ist – neben vielfältigen organisatorischen Aufgaben – das *Konstruieren*, also das Entwerfen und Gestalten eines technischen Gegenstandes, seiner Bauteile und Baugruppen durch den Menschen (Pahl et al., 2005).

Konstruieren ist das „lückenlose und schöpferische Vorausdenken eines technischen Gebildes und Schaffen aller Unterlagen für seine stoffliche Verwirklichung“ (Bock, 1955, zitiert nach Hacker, 2002, S.12).

Konstruktionshandeln erschöpft sich also nicht in der Beschäftigung mit Vorhandenem, sondern beinhaltet insbesondere bei der Neukonstruktion „denkendes Entwerfen des noch nicht Gegebenen“ (Hacker, 1996, S. 111) und kann damit als anspruchsvollste Denktätigkeit angesehen werden. Arbeitsaufgaben, deren wesentlicher Inhalt das Konstruieren ist, sollen im Folgenden Konstruktionsaufgaben genannt werden.

Im folgenden Abschnitt sollen zunächst die spezifischen *Regulationserfordernisse von Konstruktionsaufgaben* in den frühen Phasen der Produktinnovation bestimmt werden. Dabei wird auf die drei im Abschnitt 2.2.2 vorgestellten Kriterien Problemcharakter, Aufgabenkomplexität und Kooperationsanforderungen Bezug genommen. Die Möglichkeiten der praktischen Erfüllbarkeit der Regulationserfordernisse werden verglichen mit bisherigen Erkenntnissen über das

individuelle Konstruktionshandeln und über das Konstruktionshandeln in Gruppen. Abschließend werden hieraus die empirisch zu überprüfenden *erfolgskritischen Faktoren bei der Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben in Gruppen* abgeleitet.

2.3.1 Die Regulationserfordernisse von Konstruktionsaufgaben

2.3.1.1 Der Problemcharakter von Konstruktionsaufgaben

Es ist ein wesentliches arbeitspsychologisches Merkmal von Konstruktionsaufgaben, dass aufgrund eines *neu* zu entwickelnden technischen Gegenstandes die Anforderungen zu Beginn entweder nur „*lückenhaft umschrieben*“ (Hacker, 2005) oder nur *abstrakt bzw. gar nicht definiert* sind. Konstruktionsaufgaben können in diesem Sinne als *Probleme* bezeichnet werden (vgl. Badke-Schaub & Frankenberger, 2004; Görner, 1994).

Ein Beispiel für eine *lückenhaft umschriebene Anforderung* findet sich in der Entwicklungsgeschichte des Großraumflugzeuges Airbus A380. Hier waren Materialien und Fertigungsverfahren zu entwickeln, welche einerseits eine höhere Belastbarkeit der 845 m² großen Tragflächen gewährleisten und gleichzeitig ein geringes Eigengewicht besitzen sollten. Die Anforderungen sind also relativ klar definiert. Allein die Lösung, welche diese Anforderungen zu erfüllen vermag, ist nur als Lücke umschrieben. In Bezug auf die in Abschnitt 2.2.2.1 beschriebene Systematik von Problemen können Konstruktionsaufgaben mit lückenhaft umschriebenen Anforderungen durch eine *synthetische Barriere* gekennzeichnet werden (Dörner, 1987). Bei der Aufgabenbearbeitung kann hier nur bedingt auf Routinen zurückgegriffen werden, sondern es sind durch aktive Denkarbeit bekannte Maßnahmen an die aktuelle Problemstellung anzupassen bzw. neu zu entwickeln. Insbesondere bei der *Neuentwicklung* technischer Produkte müssen sich Entwickler zusätzlich oftmals mit *abstrakten Anforderungen* auseinandersetzen. Das zu entwickelnde Produkt soll „innovativer“ und „nachhaltiger“ sein als ein Konkurrenzprodukt. Es soll neue Funktionen enthalten oder existierende Funktionen besser erfüllen. Worin diese Verbesserung aber genau bestehen soll, ist im Vorfeld noch unklar. Produktentwickler stehen nun vor der Herausforderung, diese abstrakten An-

forderungen in technische Funktionen umzusetzen, d.h. mit einem konkreten Ergebnis zu füllen. Die aus Sicht dieser Arbeit wichtigste Konsequenz ist das Fehlen eines im Vorhinein antizipierbaren Handlungsergebnisses – also einer antizipierbaren Zielstruktur. Dörner umreißt die wesentliche Problematik des Konstruktionsprozesses folgendermaßen: „In the beginning there is a cloud! When designing begins there exists a more or less cloudy idea about how the machine should look and how it should work. This cloudy idea ‚crystallises‘ in the course of time and is transformed into a clear and complete image of the machine in the form of an exact drawing“ (Dörner, 1999, S. 407). Konstruktionsaufgaben weisen damit neben einer synthetischen Barriere auch eine *dialektische Barriere* auf (Dörner, 1987; vgl. Abschnitt 2.2.2.1). Da – wie bereits mehrfach betont – Ziele das Handeln leiten und gleichzeitig auch Referenzmaß für die Güte der Handlungsausführung sind, bedeutet dies für das Konstruktionshandeln, dass nicht nur durch Denkarbeit Maßnahmen zur Zielerreichung adaptiert bzw. neu entwickelt werden müssen, sondern dass dies auch noch unter nur unsicheren Handlungsbedingungen geschehen muss.

2.3.1.2 Die Komplexität von Konstruktionsaufgaben

Ein Beispiel für die Komplexität von Konstruktionsaufgaben und deren Auswirkungen ist Ariyo, Eckert und Clarkson (2006) zu entnehmen: In einem Entwicklungsprojekt wurde als ein Teilziel aus ästhetischen Erwägungen beschlossen, die Heckscheibe eines Automobils zu verändern. Dies verursachte eine Reihe unerfreulicher Folgen, welche die Erreichung weiterer Teilziele der Konstruktionsaufgabe gefährdeten: Zunächst wurde eine gehäufte Ansammlung von Schnee und Eis an der Heckscheibe bemerkt (Gefährdung des Teilziels: Gewährleistung der Sichtfreiheit für den Fahrer). Dies führte zu dem Vorschlag, eine größere Heckscheibenheizung zu installieren, was jedoch wiederum eine Überlastung des Elektroniksystems hervorrief (Gefährdung des Teilziels: Gewährleistung der Funktionstüchtigkeit des elektronischen Systems des Automobils). Dem wurde mit einer Vergrößerung der Lichtmaschine begegnet, welche jedoch starke Vibrationsprobleme auslöste (Gefährdung des Teilziels: Gewährleistung des Fahrkomforts). Demzufolge musste eine strukturelle Stabilisierung der Lichtmaschine vorgenommen

werden. Dies bewirkte eine Verringerung der Knautschzone (Gefährdung des Teilziels: Gewährleistung der Fahrgastsicherheit). Eine Neukonstruktion der Stoßstange musste vorgenommen werden. Diese im Beispiel vorgestellte Konstruktionsaufgabe weist wesentliche Kennzeichen einer komplexen Aufgabe auf, wie sie in Abschnitt 2.2.2.2 aufgeführt wurden:

Die Aufgabe besaß also eine *Vielzahl von Teilzielen*. In diesem Fall war eines der Teilziele die Verbesserung der Ästhetik des Automobils. Durch Maßnahmen zur Erreichung dieses Teilziels wurden jedoch direkt oder indirekt andere Teilziele gefährdet, die zunächst nicht im Fokus der Entwicklung standen (z.B. die Funktionstüchtigkeit des elektronischen Systems und die Gewährleistung der Fahrgastsicherheit). Ursache hierfür war zum einen die *Vernetztheit* und zum anderen die *Konflikthaltigkeit der Teilziele*. Diese Beziehungen waren zunächst *intransparent* und wurden bei der Entwicklung daher nicht beachtet.

Die Komplexität einer Konstruktionsaufgabe ist also eine Funktion des Grades der Vernetztheit, Konflikthaltigkeit und Intransparenz der Beziehung zwischen den anforderungsgerechten Funktionen des zu entwickelnden technischen Systems (z.B. Lindemann, 2005).

Welche Konsequenzen ergeben sich für das Konstruktionshandeln? Eine extrem „objektivistische“ Position hierzu äußert Altschuller (1986, S. 14): „Das Wesentliche bei einer Erfindung besteht darin, dass das technische System aus einem Zustand in einen anderen übergeht, wobei sich dieser Übergang nach bestimmten

Gesetzen vollzieht und nicht aufs Geratewohl.“¹⁰ Für Altschuller besteht die Konstruktion demnach vor allem in der Erkennung und Überwindung technisch-physikalischer Widersprüche. Aus der in dieser Arbeit vertretenen Position wäre zu ergänzen, dass die Güte des Entwicklungsprozesses davon abhängen wird, inwieweit diese „objektive Logik“ der Aufgabe in einer subjektiven Ziel- und Maßnahmenstruktur des Produktentwicklers „abgebildet“ werden kann – sprich inwieweit ein geeignetes mentales Modell der Aufgabe existiert (vgl. Abschnitt 2.2.6). Nur dann wäre ein vorausschauendes planerisches Konstruktionshandeln möglich, und es bestünde nicht die Notwendigkeit auf Probleme mit Maßnahmen zu reagieren, deren Wirkung wiederum unklar ist und die weitere Folgeprobleme verursachen, wie im aufgeführten Beispiel der Fall.

In diesem Sinne bedeutet Zielklärung beim Konstruieren auch eine Klärung der anforderungsgerechten Funktionen des zu entwickelnden technischen Systems. Eine vollständigere Einbeziehung dieser Anforderungen ist damit auch ein wesentlicher Erfolgsfaktor für die gemeinsame Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben.

2.3.1.3 Die Kooperationsanforderungen von Konstruktionsaufgaben

Konstruktionsaufgaben lassen sich als *komplexe Probleme* bezeichnen, da sie meist eine Vielzahl nur lückenhaft umschriebener oder abstrakter Teilziele umfassen, die in unterschiedlichem Ausmaß miteinander vernetzt sind und deren Beziehung oftmals widersprüchlicher Natur ist. Konstruktionshandeln in den frühen Phasen der Produktinnovation bedeutet damit insbesondere unter unsicheren Handlungsbedingungen eine komplexe Ziel- und damit auch Maßnahmenstruktur durch Denkarbeit entwickeln zu müssen.

¹⁰ Altschuller (1986, S.14) ergänzt weiter: „Aber gerade diese, die primäre, die objektive Seite des Schöpfertums bleibt außerhalb des Blickfeldes der Psychologen.“ Auch wenn es aus psychologischer Sicht keine ausschließlich objektive Seite von Aufgaben geben kann (siehe Abschnitt 2.2.1) ist Altschullers Kritik insofern berechtigt, als sie auf die Vorliebe von Psychologen für die Untersuchung von Problemlöseprozessen an künstlichen Aufgaben abzielt. Dieser Aspekt wird daher bei der methodischen Umsetzung der hier dargestellten theoretischen Überlegungen zu berücksichtigen sein.

Insbesondere die Ausführung komplexer Probleme – wie die Konstruktion technischer Produkte – kann von einer gemeinsamen Bearbeitung in Arbeitsgruppen aufgrund der Erweiterung des potentiell verfügbaren Wissenspools wesentlich profitieren (Stempfle & Badke-Schaub, 2002).¹¹ Schätzungsweise ein Drittel ihrer Tätigkeit verrichten Produktentwickler in Gruppen (Birkhofer & Jänsch, 2003) und sogar 90% aller kritischen Situationen innerhalb des Produktentwicklungsprozesses werden gemeinsam in Gruppen gelöst (Badke-Schaub, Stempfle & Wallmeier, 2001).

Gleichzeitig wird durch eine Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben in Arbeitsgruppen der aufgabenimmanenten Komplexität noch eine zusätzliche Komplexitätsdimension hinzugefügt – die der Kooperation in der Gruppe insbesondere der Koordination zwischen den Gruppenmitgliedern (Olson, Olson, Carter & Storrøsten, 1992; Stempfle & Badke-Schaub, 2002):

Bei der Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben sind eine Vielzahl vernetzter, sich zum Teil widersprechender Teilziele zu realisieren. Wie das weiter oben aufgeführte Beispiel der Konstruktion eines Automobils verdeutlichte, sind die Wechselwirkungen zwischen den Teilzielen einer Aufgabe meist nicht bekannt. Ja oftmals sind noch nicht einmal die Teilziele selbst bekannt, sondern nur lückenhaft bzw. abstrakt formuliert. Es ist jedoch gerade die Zielstruktur der gemeinsamen Gruppenaufgabe, welche die angemessene Koordination in der Gruppe, also die Art der Verteilung von Teilaufgaben auf die Gruppenmitglieder, die Abfolge der Ausführung der Teilaufgaben usw. bestimmt (von Cranach et al., 1986).

Demzufolge scheint zumindest bis zur Klärung der Zielstruktur eine *fortwährende* Koordination des Gruppenhandelns erforderlich, da mit der Veränderung eines Teilziels sich zugleich die Regulationsgrundlagen aller Gruppenmitglieder ändern.

¹¹ Darüber hinaus existieren noch weitere durch Gruppenarbeit erzielte Vorteile, insbesondere verschiedene Formen von Motivationsgewinnen im Vergleich zur Einzelarbeit (für einen Überblick siehe Wegge, 2004), wie beispielsweise „social labouring“ Effekte (eine Zunahme individueller Leistung aufgrund hoher Identifikation mit der eigenen Gruppe bei gleichzeitigem Wettbewerb mit einer Fremdgruppe). Diese sollen jedoch nicht im Fokus dieser Arbeit stehen.

So wäre es im aufgeführten Beispiel der Autokonstruktion fatal, wenn die Umgestaltung der Heckscheibe einem Teil des Entwicklungsteams, das sich beispielsweise gerade mit der *Verkleinerung* der Lichtmaschine beschäftigt, nicht bekannt wäre.

2.3.1.4 Zwischenfazit

Es existiert zu Beginn des Konstruktionsprozesses kein gemeinsames geteiltes mentales Modell von der Konstruktionsaufgabe im Sinne eines organisierten Wissens der Gruppe über eine konkrete Zielstruktur, über geeignete Maßnahmen zur Realisierung dieser Zielstruktur, über hierfür erforderliche Ausführungsbedingungen und über die angemessene Form der Kooperation.

Gruppen müssen sich demzufolge für eine angemessene Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben ein gemeinsames geteiltes mentales Modell kommunikativ erarbeiten. Bezüglich der angenommenen Zweistufigkeit des Gruppenhandelns – mit kognitiven Regulationsprozessen auf der individuellen Ebene und kommunikativen Regulationsprozessen auf der Gruppenebene – müssen sich Produktentwickler *in* Gruppen zunächst durch Denken zumindest Teile eines solchen mentalen Modells erschließen und dann die Resultate ihrer Überlegungen der Gruppe mitteilen. Die Gruppe in ihrer Gesamtheit muss dann durch Kommunikation die individuellen Beiträge zu einer *gemeinsamen* Zielvorstellung bündeln und sich darauf aufbauend auf ein gemeinsames Vorgehen einigen. Eine solche Erarbeitung erfordert demzufolge die Kooperation zwischen *allen* Gruppenmitgliedern. Bei der Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben durch Gruppen ist also eine Regulation des Gruppenhandelns auf der intellektuellen Ebene notwendig (von Cranach, 1996; vgl. Abschnitt 2.2.3). Nur dann, wenn ein – zunächst vielleicht auch nur vages – gemeinsames geteiltes mentales Modell der Gruppe von der gemeinsamen Gruppenaufgabe existiert, kann das individuelle Wissen der Gruppenmitglieder „gebündelt“, können Wissenslücken ausgeglichen und Synergieeffekte erzielt werden.

Mit der kommunikativen Erarbeitung eines gemeinsamen geteilten mentalen Modells ist die aus Sicht dieser Arbeit wesentliche Anforderung an eine Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben in Gruppen formuliert: Gruppen sollten eine Zielstruktur

der Aufgabe erarbeiten, Maßnahmen zur Realisierung dieser Zielstruktur und in der Folge auch eine angemessene Form der Kooperation festlegen. Die Erarbeitung eines gemeinsamen geteilten mentalen Modells sollte möglichst *frühzeitig* während der Aufgabenbearbeitung geschehen, da nach Logik der Handlungsregulation (vgl. Abschnitt 2.2.5) die Qualität der Ausführung aller weiteren Handlungsschritte – also auch die Lösungssuche und Bewertung sowie die Entscheidungsfindung – durch eine Kenntnis von Aufgabenzielen positiv beeinflusst wird (vgl. auch Hackman & Morris, 1975).

Damit wurde also dargelegt, *was* Gruppen *wann* tun sollten, um erfolgreich eine Konstruktionsaufgabe zu bearbeiten. Es ist nunmehr zu klären, *wie* Gruppen ein gemeinsames geteiltes mentales Modell der gemeinsamen Konstruktionsaufgabe erarbeiten sollten. In Abschnitt 2.2.7 wurde bereits die Frage nach den Möglichkeiten und Grenzen eines vollständig systematischen Vorgehens aufgeworfen. Bei der Beantwortung dieser Frage sind folgende Punkte beachten:

Ein durchweg systematisches und bewusstes Vorgehen würde neben der Kenntnis der genauen Zielstruktur der Aufgabe auch eine vollständige Durchmusterung aller als aufgabenrelevant erscheinenden Maßnahmen, ein Behalten dieser Maßnahmen im Gedächtnis, eine gedankliche Aneinanderreihung aller denkbaren Maßnahmenfolgen, eine Auswahl aus diesen Maßnahmenfolgen aufgrund ausgewählter Kriterien und eine Prüfung der Vereinbarkeit der ausgewählten Maßnahmenabfolgen erfordern (vgl. Hacker, 2002). Dem steht vor allem die limitierte Kapazität unseres kognitiven Systems entgegen, dass selbst schon bei der systematischen Kombination einer sehr kleinen Anzahl von Maßnahmen schnell an die Grenzen des Machbaren stößt (vgl. das Beispiel von Dörner, 2001; Abschnitt 2.2.7). Im Falle von Konstruktionsaufgaben ist aufgrund ihrer hohen Komplexität der potentielle Suchraum noch wesentlich größer. Darüber hinaus müsste in Gruppen noch der zusätzliche Aufwand für eine kommunikative Einbringung all dieser Aspekte sowie der Einigung über das geeignete Vorgehen hinzugerechnet werden.

Daher stellen methodische Empfehlungen an den Konstruktionsprozess, welche auf ein streng systematisches Vorgehen, inklusive des Vordenkens sämtlicher

Lösungsmöglichkeiten abzielen (vgl. VDI 2221) eher eine nicht zu verwirklichende Idealvorstellung dar (vgl. Hacker, 2002).

Entwickler bzw. Entwicklergruppen stehen daher beim Konstruieren vor dem Dilemma, ein möglichst vollständiges und angemessenes gemeinsames mentales Modell von der gemeinsamen Konstruktionsaufgabe entwickeln zu müssen, andererseits aber nur über begrenzte Möglichkeiten zu verfügen, ein solches Modell systematisch und planvoll erarbeiten zu können. Hacker (2002, S. 13) kommt zu dem Schluss: „Das Denken beim Konstruieren steht vor Forderungen, die in einer rational optimalen Weise nicht erfüllbar sind.“ Es stellt sich demzufolge die Frage: Wie gehen Entwickler wirklich bei der Konstruktion vor? Aus der Kenntnis des realen Vorgehens lassen sich dann Überlegungen zu erfolgskritischen Faktoren des Konstruktionshandelns ableiten, die das theoretisch Wünschenswerte mit dem praktisch Machbaren verbinden. Da über das Vorgehen von Entwickler-Gruppen bislang nur wenige Erkenntnisse vorliegen, soll im folgenden Abschnitt zunächst auf das individuelle Konstruktionshandeln eingegangen werden.

2.3.2 Konstruktionshandeln als Gruppenhandeln

2.3.2.1 Erkenntnisse über das individuelle Konstruktionshandeln

Studien, in denen das Konstruktionshandeln von sowohl erfahrenen Produktentwicklern als auch von Laien beobachtet wurde (z.B. Dylla, 1991; Guindon, 1990; Günther & Ehrlenspiel, 1999; Hacker et al., 2002; Ullmann, Dittrich & Stauffer, 1988; Visser, 1994) deuten darauf hin, dass beim Konstruieren nur bedingt systematisch und planvoll vorgegangen wird. Beispielhaft seien hier Ergebnisse von zwei Studien näher beschrieben:

Ullman et al. (1988) führten Video- und Audioanalysen des Vorgehens von fünf Maschinenbau-Ingenieuren bei der Bearbeitung zweier Konstruktionsaufgaben durch. Es wurde beobachtet, dass die Entwickler ohne vorherige systematische Zerlegung des Problems eine bestimmte Anforderung an das zu entwickelnde Produkt auswählen – wobei, so vermuten die Autoren, die nach der individuellen Einschätzung der Entwickler schwierigste Anforderung gewählt wird – und

versuchen, eine Lösung für diese Anforderung zu entwickeln. Ist dies geschehen, wird die nächste Anforderung in Angriff genommen usw. Es wurden insbesondere lokale Handlungsplanungen beobachtet. Nach Ullman et al. (1988) kann dieses Vorgehen beim Konstruieren im Sinne einer lokal kontrollierten Erfüllung von Teilzielen (sogenannten Episoden) aufgefasst werden. Die Bearbeitung der gesamten Konstruktionsaufgabe besteht nach Ansicht der Autoren in der akkumulativen Erfüllung dieser Teilziele. Daher sprechen die Autoren vom „task/episode accumulation model of non-routine mechanical design“.

Guindon (1990) analysierte in zwei Fallstudien die verbalen Protokolle professioneller Entwickler beim Entwurf eines komplexen Software-Systems. Die Ergebnisse ihrer Analysen entsprechen in wesentlichen Zügen den zuvor beschriebenen Beobachtungen von Ullman et al.: Die Entwickler generierten Teillösungen bevor eine systematische Zerlegung des Problems stattfand. Es waren häufige Wechsel zwischen Phasen der Problemstrukturierung und Phasen der Lösungsgenerierung zu registrieren. Darüber hinaus war auch ein Hin- und Herspringen zwischen Teillösungen verschiedener Teilkomponenten des zu entwickelnden Systems und lokale Handlungsplanungen von nur kurzer Reichweite zu beobachten. Wie ist dieses Vorgehen aus handlungstheoretischer Sicht zu erklären?

Entwickler scheinen zunächst zu versuchen, mit dem noch unstrukturierten und hochkomplexen Problemraum zu Beginn der Aufgabenbearbeitung „vermutungsgeleitet“ (Hacker, 2005, S. 560) individuell Bekanntes zu verbinden. Mit anderen Worten; sie übertragen vorhandene mentale Modelle auf ein neues Problem. Dadurch ist eine sinnvolle Gruppierung von problemrelevanten Informationen möglich, d.h. es wird diesen Informationen ein „Funktionalwert“ (Duncker, 1935/1974, S. 14) hinsichtlich der Lösung des vorhandenen Konstruktionsproblems zugewiesen. Damit werden Handlungs*gelegenheiten* gefunden, die es zunächst erst einmal gestatten, mit dem vorhandenen Wissen bei der Lösung eines neuartigen komplexen Problems „voranzukommen“. Visser (1994) bezeichnet dieses Vorgehen mit Verweis auf Hayes-

Roth und Hayes-Roth (1979) daher als *opportunistisches Vorgehen* (opportunity: engl. für Gelegenheit).

Die auf der Basis vorhandenen Vorwissens wahrgenommenen Gelegenheiten können zeitweise ein systematisches hierarchisch-sequenzielles Vorgehen (vgl. Abschnitt 2.2.7) auslösen. Ein solches Vorgehen ist jedoch nicht geeignet, die Aufgabe in ihrer Gesamtheit zu bearbeiten. Vielmehr hat dieses Vorgehen einen eher vorläufigen Charakter und bezieht sich vorwiegend auf einen lokalen Bereich des Problemraums. „[...] an opportunistically organised activity may have hierarchical episodes, i.e. at a local level, but its global organisation is not hierarchical [...]“ (Visser, 1994, S. 257). Nicht der gesamte Problemraum wird also systematisch in Teilziele untergliedert, sondern erste Ideen zum Vorgehen innerhalb des Problemraums werden zerlegt, geprüft und verbessert (= *systematische Episoden*, vgl. Hacker, 2002).

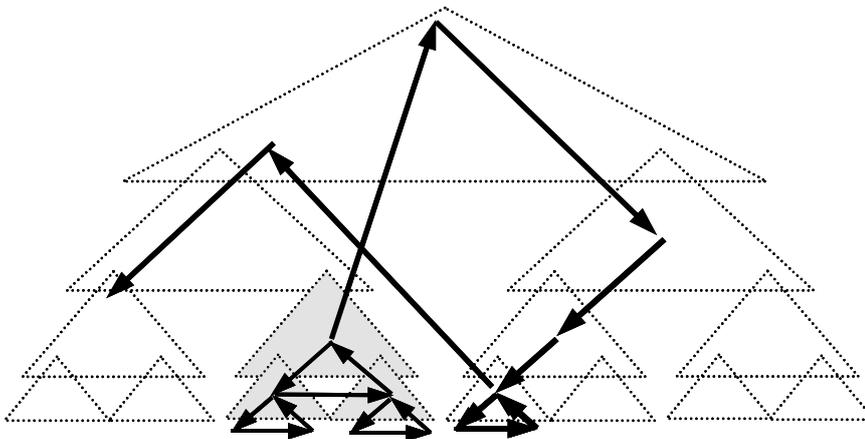


Abbildung 4: Opportunistisches Vorgehen mit systematischen Episoden (graue Felder kennzeichnen den Beginn der Handlung)

Die Handlungsregulation bei Konstruktionsaufgaben kann somit als *opportunistisches Vorgehen mit systematischen Episoden* interpretiert werden (Hacker, 2002, 2003; Visser, 1994). Konstruktionshandeln kann also nicht vollständig anhand des „klassischen“ Modells der hierarchisch-sequenziellen Handlungsorganisation beschrieben werden: Es werden weder zunächst systematisch sämtliche Teilziele ermittelt, dann alle Lösungsprinzipien für die Verwirklichung eines Teilziels

zusammengetragen, dann das am besten geeignete Lösungsprinzip ausgewählt usw. noch wird ein Teilziel vollständig erfüllt, bevor das nächste Teilziel anvisiert wird. Das heißt Konstruktionshandeln ist weder „arbeitsschrittrein“ noch „teilaufgabenrein“ (Hacker, 2002). Konstruieren umfasst vielmehr – im klassischen Sinne – unvollständige Handlungszyklen, ein iteratives Durchlaufen von einzelnen Handlungsphasen sowie ein Hin- und Herwechseln zwischen Teilaufgaben und eine fortlaufende Umdefinierung dieser (vgl. Abbildung 4).

Es wird angenommen, dass das opportunistische Vorgehen durch zyklisch ablaufende Rückkopplungsprozesse organisiert wird (Hacker, 2005), ähnlich den in Abschnitt 2.2.5 beschriebenen TOTE-Einheiten. Der Unterschied zu vorgenannten ist, dass bei der Konstruktion ja zunächst nur vage Vorstellungen über das anzustrebende Ziel vorhanden sind und die Test- bzw. Vergleichsvorgänge demzufolge einen eher wertenden Charakter besitzen und auf unklaren Bewertungskriterien beruhen. Hacker (2005, S. 560) spricht demzufolge von *Erzeugungs-Bewertungs-Zyklen*, in denen hypothesengeleitet Lösungen entwickelt und auf ihre Brauchbarkeit eingeschätzt werden. Diese Zyklen können als fortlaufender Fehlerkorrekturprozess zusätzlich zu zielgerichteter Lösungsentwicklung angesehen werden (ebd.). Sie entsprechen dem in Abschnitt 2.2.2.1 beschriebenen Vorgehen zur Überwindung einer dialektischen Barriere – also der fortwährenden Erzeugung und nachfolgenden Beseitigung von Widersprüchen bei der Problemlösung (Dörner, 1987).

Während des Konstruierens müssen also *fortwährend* neue Informationen erkannt, in Bezug auf ihre Relevanz für die Aufgabenerfüllung bewertet, die gewonnenen Erkenntnisse in den Handlungsprozess integriert und Vorgehensweisen entsprechend modifiziert werden. Dadurch werden nach und nach auch die Ziele der Konstruktionsaufgaben konkretisiert.

„Die Zielpräzisierung ist also selbst Inhalt des Konstruierens im Sinne einer iterativen Zielentwicklung unterwegs“ (Hacker, 2002, S. 15).

Der wesentliche „Antreiber“ des opportunistischen Vorgehens ist das „*Prinzip der kognitiven Ökonomie*“ (Hacker, 2002): Ohne dass der gesamte Problemraum systematisch zerlegt werden muss, werden innerhalb des komplexen Problemraums einer Konstruktionsaufgabe „Wissensinseln“ (Hacker, 2005, S. 562) oder „stabile Interaktionsinseln“ (Greif, 1994, S. 105) erarbeitet. Das heißt, es liegen noch unfertige Lösungskonzepte vor, welche für die Lösung des Gesamtproblems geeignet erscheinen bzw. es wurden bereits Lösungen verworfen. Die als geeignet erscheinenden Lösungen werden in wiederkehrenden Schritten hinsichtlich ihres Nutzens für die Verwirklichung einer Gesamtlösung beurteilt und verändert. Dadurch werden nach und nach die Anforderungen und Bedingungen des Gesamtproblems exploriert, zumindest Teilziele erkannt und damit die Komplexität des Gesamtproblems verringert.

In einer von Hacker et al. (2002) durchgeführten Studie berichteten Probanden entsprechend Nachteile beim Konstruieren, wenn sie instruiert wurden, systematisch vorzugehen. So äußerten sie häufiger als Probanden, die zu einem opportunistischen Vorgehen instruiert wurden, eine erlebte Behinderung in der vorläufigen Umsetzung von Ideen. 84% der Probanden, die instruiert wurden, opportunistisch vorzugehen aber nur 50% der Probanden, die zu einem systematischen Vorgehen instruiert wurden, gaben an, dass sie das instruierte Vorgehen auch selbst gewählt hätten.¹² Als eine Ursache hierfür kann der Widerspruch zwischen systematischem Vorgehen und den Prinzipien der kognitiven Ökonomie angesehen werden.

Die individuelle Handlungsregulation beim Konstruieren weicht also von einer systematischen hierarchisch-sequenziellen Handlungsregulation ab und kann treffender als opportunistisches Vorgehen mit systematischen Episoden charakterisiert werden. Im nun folgenden Abschnitt ist zu klären, inwieweit sich diese Merkmale individuellen Konstruktionshandelns auch auf Gruppenebene widerspiegeln.

¹² Andererseits waren Probanden, die eine Instruktion zum systematischen Vorgehen erhielten, zufriedener mit der von ihnen entwickelten Lösung und fühlten sich im Vergleich zur Kontrollgruppe stärker angeregt, Lösungsalternativen zu entwickeln.

2.3.2.2 *Erkenntnisse über das Konstruktionshandeln in Gruppen*

Cross und Cross (1995) beobachteten den Konstruktionsprozess dreier erfahrener Entwickler bei der Konstruktion einer Halterung zur Befestigung eines Rucksacks an einem Fahrrad. In dieser Studie stellten die Entwickler zunächst einen systematischen Vorgehensplan auf. Im Verlauf der Aufgabebearbeitung beobachteten die Autoren jedoch häufige opportunistische Abweichungen von diesem Plan sowie Aktivitätswechsel der Gruppe ohne formale Entscheidungen.

Stempfle und Badke-Schaub (2002) analysierten die Kommunikationsprozesse in drei Gruppen bestehend aus vier bis sechs Personen bei der Entwicklung eines mechanischen Konzepts für ein Planetarium. Die Autoren beobachteten ein Vorgehen, welches ebenfalls mit dem auf individueller Ebene beschriebenen Konstruktionshandeln vergleichbar ist. Es wurde ein ständiger Wechsel zwischen Phasen, die sich direkt auf die zu entwickelnde Lösung bezogen, mit Phasen, die sich auf die Koordination des Gruppenprozesses bezogen, beobachtet. Solche Koordinationsphasen nahmen insgesamt etwa ein Drittel der gesamten Aufgabebearbeitung ein. Iterative Schleifen wurden weiterhin zwischen Phasen der Lösungsanalyse – im Sinne einer Diskussion von Lösungen – und Phasen der Lösungsbewertung beobachtet. Dieser Wechsel wird von den Autoren interpretiert als eine fortwährende Erweiterung und Einengung des potentiellen Lösungsraums bis eine befriedigende Lösung entwickelt wurde.

Vergleichbare Ergebnisse beobachteten Olson et al. (1992), die 10 Treffen mit drei bis sieben Teilnehmern im Rahmen von vier Produktentwicklungsprojekten analysierten. Auch sie berichten von einer dominierenden Rolle iterativer Wechsel zwischen Phasen, in denen Lösungsalternativen diskutiert wurden und Phasen der Lösungsbewertung. Diese iterativen Zyklen wurden oftmals durch eine Phase eingeleitet, in denen die wesentlichen Anforderungen des zu entwickelnden Produkts geklärt wurden. Die Autoren berichten weiterhin, dass insgesamt in ca. 40% der Zeit während dieser Treffen direkt über das zu entwickelnde Produkt diskutiert wurde, 30% der Zeit nahmen reflektierende Kommunikationen – wie die Zusammenfassung

des bisherigen Designprozesses ein – und 20% beinhalteten reine Koordinationsabsprachen.

Für die vorliegende Arbeit sind die folgenden Schlussfolgerungen abzuleiten: Die drei Studien zeigen, dass das Konstruktionshandeln von Gruppen in seinen wesentlichen Inhalten und Abläufen dem individuellen Konstruktionshandeln – wie es im vorangegangenen Abschnitt beschrieben wurde – entspricht: Konstruktionshandeln von Gruppen ist gekennzeichnet durch ein nur wenig systematisches – also nicht teilaufgabenreines und arbeitsschrittweises – Vorgehen mit iterativen Schleifen zwischen Handlungsphasen. Das Vorgehen von Gruppen bei der Konstruktion kann also ebenfalls als opportunistisches Vorgehen bezeichnet werden.

Der in den Studien von Olson et al. (1992) und Stempfle und Badke-Schaub (2002) beobachtete maßgebliche Anteil von Koordinationsabsprachen am gesamten Kommunikationsprozess belegt die Annahme hoher Kooperationsanforderungen beim gemeinsamen Konstruktionshandeln in Gruppen (vgl. Abschnitt 2.2.2.3). Olson et al. (1992) vermuten, dass dieser Aufwand insbesondere die Notwendigkeit widerspiegelt, eine gemeinsame Basis für die Aufgabenbearbeitung („common ground“) zu entwickeln. Diese Interpretation entspricht den Annahmen der handlungsunterstützenden Wirkung eines gemeinsamen geteilten mentalen Modells bei der gemeinsamen Aufgabenbearbeitung (vgl. Abschnitt 2.2.6).

Es zeigte sich, dass diese Kooperationsabsprachen keinen „monolithischen“ Block bilden, sondern auf mehrere Phasen verteilt werden. Aufgrund der hohen Komplexität und dem Problemcharakter von Konstruktionsaufgaben in den frühen Phasen der Produktentwicklung kann also keine vollständige Vorabplanung des Vorgehens erfolgen, sondern es müssen fortwährend die durch das Konstruktionshandeln entstehenden neuen Informationen erkannt, bewertet und integriert werden. In Gruppen muss dies durch Kommunikation geschehen. Dieses Vorgehen entspricht der beschriebenen Annahme einer „iterativen Zielentwicklung unterwegs“.

Damit können Annahmen zur Beantwortung der zum Ende des Abschnittes 2.3.1.4 gestellten Frage, *wie* Gruppen ein gemeinsames geteiltes mentales Modell

erarbeiten sollten, abgeleitet werden: Es kann vermutet werden, dass Gruppen das gemeinsame geteilte mentale Modell in *iterativen Schritten unterwegs* erarbeiten sollten. Neben einer Zielerarbeitung sollte die iterative Erarbeitung eines gemeinsamen geteilten mentalen Modells auch eine Ableitung von Maßnahmen umfassen, da eine Modifikation von Zielen im Verlaufe des Konstruktionsprozesses auch eine Modifikation der zur Zielerreichung auszuführenden Maßnahmen beinhaltet.

Leider präsentieren sowohl Cross und Cross (1995) als auch Stempfle und Badke-Schaub (2002) als auch Olson et al. (1992) keine empirischen Daten darüber, welche Art des beobachteten Vorgehens in Gruppen zu besseren Lösungen führt. Es stellt sich also nunmehr die Frage, ob sich die vermuteten erfolgskritischen Einflussfaktoren auf das Konstruktionshandeln in Gruppen empirisch belegen lassen.

2.3.2.3 Exkurs: Die Rolle gemeinsamer Vergegenständlichungen bei der Entwicklung gemeinsamer geteilter mentaler Modelle beim Konstruieren

Skizzieren ist eine „materialisierte Form des geistigen Handelns“ und ermöglicht – neben einer Externalisierung und Fixierung – durch visuelle Rückmeldung und Komplexitätsreduktion eine Weiterentwicklung, Präzisierung und Korrektur mentaler Modelle beim Konstruieren (Sachse & Leinert, 2002). Insbesondere bei komplexen Konstruktionsaufgaben können Skizzen zu einer Verringerung der Arbeitsschritte – und damit auch des Regulationsaufwandes – beitragen (Sachse, 2002). Die Anfertigung von Skizzen führt darüber hinaus zu einer höheren Lösungsgüte beim Konstruieren, als wenn nicht skizziert wird (Sachse, 1999). Das Skizzieren von Lösungskonzepten gehört also nicht nur zum wesentlichen „Handwerkszeug“ des Entwicklers, es kann auch den Prozess des individuellen Konstruierens nachweislich unterstützen (z.B. Purcell & Gero, 1998).

Es ist anzunehmen, dass Skizzen nicht nur das individuelle Konstruktionshandeln unterstützen können, sondern im Sinne „gemeinsamer Vergegenständlichungen“ durch eine „gruppenweite“ Vermittlung, Speicherung und Anwendung von aufgabenbezogenen Kenntnissen, Fähigkeiten und Vorgehensweisen auch die gemeinsame Handlungsregulation der Gruppe fördern (vgl. Weber, 1997). Gemeinsame Vergegenständlichungen können in diesem Zusammenhang als eine spezifische

Form der Kommunikation und damit der Handlungsregulation in Gruppen betrachtet werden. Gemeinsame Vergegenständlichungen entstehen, indem „die Gruppenmitglieder [...] ihr vorhandenes individuelles Wissen und Können sowie die während der gemeinsamen Aufgabendurchführung hinzugewonnene individuelle Erfahrung teilweise in eine materielle Gestalt übertragen“ (Weber, 1997, S. 152). Aufgrund von Resonanzprozessen (vgl. Abschnitt 2.2.4) ist es möglich, dass die gemeinsamen Vergegenständlichungen gleichsam ein Beispiel für die Materialisierung individueller Beiträge zu einem gemeinsamen Gruppenprodukt sind, das mehr ist als die Summe seiner Teile.

Gemeinsamen Vergegenständlichungen kommt also gerade ob der beschriebenen Komplexität und dem Problemcharakter der gemeinsamen Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben in Gruppen eine wichtige handlungsregulative Funktion zu. Es kann insbesondere vermutet werden, dass sie zu einer schrittweisen Entwicklung eines gemeinsamen geteilten *bildhaften* Modells über das zu entwickelnde technische System und damit auch zu einer Verbesserung der Kommunikation in der Gruppe sowie zu einer effektiveren Nutzung des individuellen Wissens beim gemeinsamen Konstruieren beitragen.

2.3.3 Abschließende Schlussfolgerungen: Erfolgskritische Einflüsse auf das Gruppenhandeln beim Konstruieren

Aufgrund der Vielfalt von Einflussfaktoren auf den Konstruktionsprozess ist es kaum möglich, ein ideales Vorgehen zu definieren (vgl. z.B. Andreasen & Hein, 1987; Lindemann, 2005). Die gegenwärtige Befundlage darüber, was erfolgreiches Konstruktionshandeln auszeichnet, ist demzufolge nur wenig umfassend und nur zum Teil und hier auch nur für das individuelle Vorgehen gesichert (vgl. Hacker et al., 2002). Kaum etwas ist über Erfolgsfaktoren für das gemeinsame Konstruktionshandeln in Gruppen bekannt. Dennoch erscheint es möglich, aus den bisherigen Ausführungen erfolgskritische Faktoren der Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben in Gruppen abzuleiten. Es ist also die Frage zu beantworten, *was* Gruppen, *wann* und *wie* beim gemeinsamen Konstruktionshandeln tun sollten, um erfolgreich zu sein.

2.3.3.1 *Was sollten Gruppen für eine erfolgreiche Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben tun?*

Gruppen sollten für die erfolgreiche Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben ein gemeinsames geteiltes mentales Modell – im Sinne einer gemeinsamen geteilten Zielstruktur einer Aufgabe, der geeigneten Maßnahmen zur Realisierung dieser Zielstruktur einschließlich der hierfür erforderlichen Ausführungsbedingungen und Kooperationsanforderungen – erarbeiten. Ohne ein gemeinsames mentales Modell kann die gemeinsame Aufgabe nur unzureichend bearbeitet werden (Cannon-Bowers et al., 1993; Klimoski & Mohammed, 1994; Lim & Klein, 2006; Mathieu et al., 2000; Mohammed & Dumville, 2001). Diese Feststellung gilt aufgrund der hohen Vernetztheit und wechselseitigen Abhängigkeit der zu realisierenden Teilfunktionen des technischen Konzepts insbesondere für das Konstruieren (vgl. Abschnitt 2.3.1.2). So werden Entscheidungen über eine Teilfunktion eines Konzepts die Regulationsgrundlagen aller Gruppenmitglieder verändern und erfordern daher eine ständige Abstimmung aller Gruppenmitglieder.

In Anlehnung an Weber (1997) können Konstruktionsaufgaben daher als Gruppenaufgaben mit einem Höchstmaß an kollektiven Regulationserfordernissen bezeichnet werden, da selbst bei einer arbeitsteiligen Organisation des Gruppenhandelns alle Regulationsentscheidungen die Einbeziehung aller Gruppenmitglieder erfordert. Die Herausarbeitung eines Mindestmaßes an übereinstimmenden Vorstellungen über die handlungsrelevanten Aspekte der gemeinsamen Konstruktionsaufgabe scheint also eine der wesentlichen Voraussetzungen dafür zu sein, dass die erhofften Leistungsvorteile von Gruppen gegenüber einem individuellen Vorgehen – insbesondere die effektive Nutzung des potentiell verfügbaren Wissenspools – auch tatsächlich erzielt werden.

Gerade aufgrund des Problemcharakters und der Komplexität von Konstruktionsaufgaben ist es jedoch wenig wahrscheinlich, dass zu Beginn der Aufgabenbearbeitung ein gemeinsames geteiltes Modell der Gruppenmitglieder über die gemeinsame Aufgabe vorhanden ist. Da das gemeinsame Gruppenhandeln immer auf individuellen Regulationsvorgängen beruht (Tschan, 2000; von Cranach et al., 1987; von

Cranach et al., 1986) und diese im Falle von Konstruktionsaufgaben auf der individuell erfahrungsgeleiteten Erkennung und Nutzung von Handlungsgelegenheiten beruhen (vgl. Visser, 1994; in Abschnitt 2.3.2.1), ist anzunehmen, dass in Abhängigkeit dieser Erfahrungsunterschiede die Gruppenmitglieder den gemeinsamen Arbeitsauftrag auf jeweils unterschiedliche Weise redefinieren (vgl. Hacker, 2005). Mit anderen Worten; es sind zu Beginn der Aufgabenbearbeitung unterschiedliche Vorstellungen der Gruppenmitglieder über Aufgabenziele sowie über geeignete Maßnahmen zur Zielerreichung anzunehmen. Nur wenn ein gemeinsames geteiltes mentales Modell über die Konstruktionsaufgabe existiert, kann das individuelle Wissen der Gruppenmitglieder „gebündelt“, können Wissenslücken ausgeglichen und Synergieeffekte erzielt werden.

Da der wesentliche Inhalt von Konstruktionsaufgaben das Vorausdenken eines technischen Gebildes ist (vgl. Abschnitt 2.3), welches Funktionen im Rahmen bestimmter – marktbezogener, kundenbezogener, juristischer usw. – Anforderungen erfüllen soll, beinhaltet Zielklärung bei der Konstruktion zunächst insbesondere die Klärung der im Arbeitsauftrag benannten Anforderungen an das technische Produkt. Diese auftragsseitigen Produkthanforderungen sind die wesentliche Zielquelle des Konstruktionshandelns. Die Feststellung, dass beim Konstruieren solche auftragsseitigen Anforderungen berücksichtigt werden sollten, ist nicht trivial, sondern wesentliches Kennzeichen so genannter „leistungsstarker“ Entwickler (Hacker, 2002). Die Wahrnehmung und das Verstehen solcher Anforderungen sowie die Intension, diese bei der Bearbeitung der Konstruktionsaufgabe zu berücksichtigen, kann also im Sinne einer Zielklärung aufgefasst werden. Auch wenn Anforderungen und damit auch die daraus abgeleiteten Ziele vielleicht zu Beginn noch abstrakt erscheinen mögen (z.B. „das Produkt soll innovativ sein“), geben sie dennoch eine erste Richtung für die Wahl aufgabenangemessener Maßnahmen vor. Aus der Nichtbeachtung einer einzigen Anforderung bei der Konstruktion folgt nicht einfach, dass das technische Gerät nur diese einzige Anforderung nicht erfüllt und diese lediglich nachträglich ergänzt werden muss. Es ist aufgrund der Komplexität von Konstruktionsaufgaben durchaus wahrscheinlich, dass sämtliche der bisher umgesetzten technischen Funkti-

onen im Falle der nachträglichen Berücksichtigung einer weiteren Anforderung in anderer Form zu realisieren sind. An dieser Stelle sei noch einmal auf das in Abschnitt 2.3.1.2 vorgestellte Beispiel der Veränderung der Heckscheibe eines Automobils zur Erfüllung ästhetischer Anforderungen und dessen Folgen verwiesen.

Hacker (Hacker, 2002; , 2005; Hacker et al., 2002) stellt daher in Bezug auf das individuelle Vorgehen beim Konstruieren fest, dass sich erfolgreiche Entwickler insbesondere durch eine umfassendere Anforderungsklä rung, also eine vollständigere Erfassung der Hauptfunktionen des technischen Konzepts, auszeichnen (siehe hierzu auch Fricke, 1999) Der Zusammenhang zwischen der Anzahl der in die Analyse einbezogenen Merkmale und der Lösungsgüte des Konzepts gilt als gesichert (Hacker, 2005, S. 566). Es konnte gezeigt werden, dass eine methodische Unterstützung des Konstruierens durch Fragetechniken, die sich insbesondere auf die Anforderungen an den technischen Gegenstand beziehen (vgl. Winkelmann & Hacker, 2005), zu einer signifikanten Verbesserung der Lösungsgüte führen kann (Wetzstein & Hacker, 2004; Winkelmann & Hacker, 2006).

Damit kann die Zielklärung im Sinne der Anforderungsklä rung als ein wesentliches Erfolgskriteriums bei der Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben bezeichnet werden.

Zielklärung allein ist jedoch nicht ausreichend für eine erfolgreiche Aufgabenerfüllung, sondern erfordert gleichzeitig auch die planerische Festlegung der unter den existierenden Bedingungen geeigneten Maßnahmen zur Realisierung dieser Ziele einschließlich der Form ihrer kooperativen Ausführung. Diese Feststellung gilt insbesondere bei komplexen Aufgaben. So stellen Wood, Mento und Locke (1987) in einer Metaanalyse über 125 Studien fest, dass bei der Bearbeitung komplexer Aufgaben positive Effekte von Zielen (in diesem Falle genauer von Zielsetzungen) am schwächsten ausgeprägt sind. Die Autoren vermuten, dass eine erfolgreiche Bearbeitung komplexer Aufgaben neben der Existenz von Zielen *auch* eine Entwicklung angemessener Handlungsstrategien erfordert. Die Metaanalyse von Wood (1987) umfasste jedoch ausschließlich Studien über individuelles Handeln, so dass die Existenz entsprechender Effekte auf Gruppenebene noch zu prüfen ist.

2.3.3.2 Wann sollten Gruppen im Verlauf des Konstruktionshandelns ein gemeinsames geteiltes mentales Modell erarbeiten?

Die Erarbeitung eines gemeinsamen geteilten mentalen Modells sollte möglichst zu Beginn der Aufgabenbearbeitung geschehen. Insbesondere die Kenntnis von Aufgabenzielen sollte nach Logik der Handlungsregulation die Qualität der Ausführung aller weiteren Handlungen, also auch die Lösungssuche und Bewertung sowie die Entscheidungsfindung positiv beeinflussen (vgl. Hackman & Morris, 1975):

Es kann vermutet werden, dass im Falle unklarer Zielvorstellungen die *Lösungssuche* negativ beeinflusst wird. So ist es für die erfolgreiche Ausführung einer Handlung einerseits notwendig, dass Informationen über konkurrierende Handlungsanreize ausgeblendet werden, gleichzeitig kann dies jedoch zu einer übermäßigen Beschäftigung mit Teilzielen führen, die schnell eine Eigendynamik entwickeln kann ("*fiat tendenz*"; Heckhausen, 1989). So können bei der intensiven Beschäftigung mit einer Teilfunktion des zu entwickelnden Konzepts konzeptuelle Schwächen offenbar werden, die Nachbesserungen erfordern. Mit anderen Worten; man „beißt“ sich auf der Suche nach Sicherheit in einem komplexen Problemraum und nach einem ausgewogenen Verhältnis von Anforderung und Erfolgchance (Dörner, 2006) an einem Teilproblem der Aufgabe fest und verliert dabei die Gesamtaufgabe aus den Augen. Dies kann dazu führen, dass Teilziele der Aufgabe als Endziele behandelt werden (*Horizontalflucht*; Dörner, 2006). Eine frühzeitige Kenntnis der Hauptaufgabenziele und eine Bewusstmachung dieser Ziele kann dazu beitragen, die Lösungssuche neu auszurichten, um nicht der Gefahr zu unterliegen, sich auf das erste, aber unter Umständen nicht beste Lösungsprinzip zu fixieren (vgl. Smith, 2003).

Da es das letztliche Ziel des Konstruktionsprozesses ist, *eine* konkrete anforderungsgerechte Lösung zu entwickeln, ist es neben der Erweiterung des Suchraums, auch notwendig, diesen nach und nach einzuengen (z.B. Ehrlenspiel, 1995). Diese Einengung erfolgt durch rückkoppelnde *Lösungsbewertung und Entscheidungen* (vgl. Abschnitt 2.2.5). Eine zuverlässige und gültige Bewertung von Konzepten kann jedoch nur unter Bezugnahme auf eine aufgabenadäquate Zielstruktur erfolgen (vgl.

Abschnitt 2.2.6.1). Im Falle einer unzureichenden Zielklärung liegen jedoch keine zuverlässigen Kriterien für Bewertungen und damit auch für Entscheidungen vor.

2.3.3.3 Wie sollten Gruppen im Verlauf des Konstruktionshandelns ein gemeinsames geteiltes mentales Modell erarbeiten?

Gruppen sollten ein gemeinsames geteiltes mentales Modell in iterativen Schritten durch eine Kommunikation über Ziele und Handlungspläne – im Sinne der Festlegung von Maßnahmen – erarbeiten. Entwickler in Gruppen müssen sich zunächst durch Denken zumindest Teile eines mentalen Modells – also insbesondere Aufgabenziele sowie der Maßnahmen zu deren Umsetzung – individuell erschließen und ihre Überlegungen dann der Gruppe mitteilen. Da Gruppenhandeln durch Kommunikationsprozesse reguliert wird (Tschan, 2000; von Cranach, et al. 1986; vgl. Abschnitt 2.2.4), ist also das gemeinsame mentale Modell durch eine gemeinsame Kommunikation in der Gruppe zu erarbeiten.

Da gemeinsame mentale Modelle Verknüpfungen zwischen Aufgabenzielen, Maßnahmen und deren Ausführungsbedingungen in kooperativer Form beinhalten (vgl. Abschnitt 2.2.6.1), sollte für das Konstruieren in Gruppen insbesondere eine Regulation der Gruppenhandlungen auf der intellektuellen Ebene, also durch eine kommunikative Erarbeitung und Strukturierung der Aufgabenziele (Oesterreich & Resch, 1985; von Cranach, 1996) erfolgsbestimmend sein.

Es ist weiter anzunehmen, dass die kommunikative Erarbeitung des gemeinsamen mentalen Modells, im Sinne einer Zielklärung (Anforderungskklärung) und Vorgehensplanung nicht als klar abgrenzbare einheitliche Handlungsphase zu verstehen ist, auf deren Ergebnisse im weiteren Verlauf der Aufgabenbearbeitung in unveränderter Form zurückgegriffen wird (vgl. Abschnitt 2.3.2.1). Da die Anforderungen und Ziele der Konstruktionsaufgabe – wie bereits bemerkt – zu Beginn der Aufgabenbearbeitung „nur als Lücke umschrieben“ oder abstrakt formuliert sind, sind fortwährende iterative (rückkoppelnde) Schritte notwendig, in denen die nach und nach explorierten Anforderungen und Bedingungen des Gesamtproblems in Handlungsziele umgesetzt und so regulativ wirksam werden (vgl. auch Stempfle 2004a, 2004b). Aufgrund der angesprochenen starken wechselseitigen Abhängigkeit der

Teilfunktionen des zu entwickelnden technischen Konzepts erfordert die fortwährende iterative Zielklärung und Vorgehensplanung wiederum die Einbeziehung aller Gruppenmitglieder. Daher ist zu erwarten, dass *iterative* Zielklärungs- mit sich unmittelbar anschließenden Handlungsplanungsphasen förderlicher für den weiteren Verlauf des Konstruktionsprozesses sind als ein quasi „monolithischer“ Block der Zielklärung und Handlungsplanung. Die Anzahl dieser iterativen Zielklärungs- und Handlungsplanungsphasen sollten jedoch im Verlaufe des Prozesses abnehmen (vgl. die Frage, wann Gruppen ein mentales Modell erarbeiten sollten.). Eine im Prozessverlauf gleich bleibende Anzahl an Zielklärungs- mit sich unmittelbar anschließenden Handlungsplanungsphasen könnte vielmehr auf eine Zielunsicherheit der Gruppe hinweisen.

Mit der *kommunikativen Erarbeitung* einer gemeinsamen geteilten *Zielstruktur* sowie von *Maßnahmen* zur Verwirklichung dieser Zielstruktur in *iterativen Schritten* möglichst zu *Beginn des Konstruktionshandelns* ist die aus Sicht dieser Arbeit wesentliche Anforderung an eine erfolgreiche Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben in Gruppen formuliert.

3 Hypothesen und Fragestellungen

Was sollten Gruppen bei der erfolgreichen Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben tun? Aus Sicht der Handlungstheorie ist die Existenz eines angemessenen gemeinsamen geteilten mentalen Modells über die gemeinsame Gruppenaufgabe – also über die Zielstruktur einer Aufgabe, über die geeigneten Maßnahmen zur Verwirklichung dieser Zielstruktur einschließlich deren Ausführungsbedingungen sowie über die in Abhängigkeit von der Zielstruktur erforderlichen Kooperationsanforderungen – der wesentliche erfolgskritische Faktor des gemeinsamen Gruppenhandelns (vgl. Abschnitt 2.2.6).

Aufgrund des Problemcharakters der in dieser Arbeit fokussierten Konstruktionsaufgaben (vgl. Abschnitt 2.3.1.1) kann jedoch angenommen werden, dass zu Beginn der Aufgabenbearbeitung kein gemeinsames geteiltes mentales Modell der Gruppenmitglieder über die Konstruktionsaufgabe existiert. Ein wesentlicher Erfolgsfaktor der gemeinsamen Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben in Gruppen sollte daher die *Erarbeitung* eines solchen gemeinsamen geteilten mentalen Modells sein. Da Gruppenhandeln durch verbale Kommunikation reguliert wird (vgl. Abschnitt 2.2.4), kann die Erarbeitung eines gemeinsamen geteilten Modells über die Konstruktionsaufgabe im Sinne einer verbalen Kommunikation der Gruppenmitglieder über Aufgabenziele (*Zielklärung*) und über die Festlegung von Maßnahmen zur Realisierung dieser Zielstruktur (einschließlich deren Ausführungsbedingungen) sowie deren Kooperationsanforderungen (*Handlungsplanung*) aufgefasst werden.

Hypothese 1: Bei der gemeinsamen Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben unterscheiden sich erfolgreiche Gruppen von weniger erfolgreichen Gruppen durch einen höheren zeitlichen Anteil der Zielklärung.

Hypothese 2: Bei der gemeinsamen Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben unterscheiden sich erfolgreiche Gruppen von weniger erfolgreichen Gruppen durch einen höheren zeitlichen Anteil der Handlungsplanung.

Wann sollten Gruppen im Verlauf des Konstruktionshandelns ein gemeinsames geteiltes mentales Modell erarbeiten? Aus der logischen *Abfolge* von Regulationsvorgängen innerhalb des Handlungsprozesses (vgl. Abschnitt 2.2.5) lässt sich ableiten, dass die kommunikative Erarbeitung von Zielen und Maßnahmen insbesondere zu Beginn der Aufgabenbearbeitung erfolgen sollte, denn Ziele richten alle weiteren Handlungen aus. Da eine Handlungsausführung eine Verknüpfung dieser Ziele und Teilziele mit geeigneten Maßnahmen erfordert, sollte auch eine Handlungsplanung zu Beginn der Aufgabenbearbeitung erfolgen.

Hypothese 3: Bei der gemeinsamen Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben unterscheiden sich erfolgreiche Gruppen von weniger erfolgreichen Gruppen durch einen *höheren zeitlichen Anteil der Zielklärung zu Beginn der Aufgabenbearbeitung*.

Hypothese 4: Bei der gemeinsamen Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben unterscheiden sich erfolgreiche Gruppen von weniger erfolgreichen Gruppen durch einen *höheren zeitlichen Anteil der Handlungsplanung zu Beginn der Aufgabenbearbeitung*.

Da das wesentliche Ziel des Konstruierens die anforderungsgerechte Realisierung der Funktionen eines technischen Produkts ist (vgl. Abschnitt 2.3), stellt eine vollständigere Einbeziehung von Produktanforderungen in die Zielklärung zu Beginn der Aufgabenbearbeitung ein wesentliches Gütekriterium für die Zielklärung und damit auch einen wesentlichen Erfolgsfaktor für die gemeinsame Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben dar (vgl. Abschnitt 2.3.3.1).

Hypothese 5: Bei der gemeinsamen Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben unterscheiden sich erfolgreiche Gruppen von weniger erfolgreichen Grup-

pen durch eine *umfassendere Einbeziehung der Produktanforderungen in die Zielklärung zu Beginn der Aufgabenbearbeitung.*

Wie sollten Gruppen im Verlauf des Konstruktionshandelns ein gemeinsames geteiltes mentales Modell erarbeiten? Die Komplexität von Konstruktionsaufgaben (vgl. Abschnitt 2.3.1.2) – im Sinne einer „Vielzieligkeit“, Vernetztheit dieser Teilziele, Konflikten zwischen diesen Teilzielen sowie mehreren potentiell möglichen Maßnahmen zur Realisierung dieser Teilziele – erfordert es, dass bei der Zielklärung und Handlungsplanung eine Vielzahl handlungsrelevanter Informationen zu erarbeiten und zu verarbeiten ist. Insbesondere aufgrund der begrenzten Kapazität unseres kognitiven Systems erscheint eine systematische Ableitung der Zielstruktur, eine vollständige Entwicklung aller potentiell möglichen Maßnahmenabfolgen zur Verwirklichung dieser Zielstruktur sowie die Auswahl der geeignetsten Maßnahmenabfolgen nicht möglich. Diese handlungsrelevanten Informationen müssen vielmehr in einem fortlaufenden Fehlerkorrekturprozess – also durch eine fortwährende Erzeugung und nachfolgende Beseitigung von Widersprüchen bei der Aufgabenbearbeitung – erarbeitet werden (vgl. Abschnitt 2.3.2.1). Eine Aufteilung der Zielklärung sowie Handlungsplanung in *fortwährende iterative* Schritte sollte daher einen positiveren Einfluss auf den Gruppenerfolg besitzen als einheitliche Zielklärungs- und Handlungsplanungsphasen.

Hypothese 6: Bei der gemeinsamen Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben in Gruppen steht die Aufteilung des zeitlichen Anteils der Zielklärung auf mehrere iterative Phasen in positiverem Zusammenhang zum Gruppenerfolg, als eine Aufteilung auf wenige monolithische Phasen.

Hypothese 7: Bei der gemeinsamen Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben in Gruppen steht die Aufteilung des zeitlichen Anteils der Handlungsplanung auf mehrere iterative Phasen in positiverem Zusammenhang zum Gruppenerfolg, als eine Aufteilung auf wenige monolithische Phasen.

Aus der logischen Abfolge von Handlungsphasen (vgl. Abschnitt 2.2.5) lassen sich weiterhin Annahmen über den Einfluss der *Interaktion* zwischen Zielklärungs- und Handlungsplanungsphasen auf eine erfolgreiche gemeinsame Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben ableiten: Die bei der Aufgabebearbeitung auszuführenden Maßnahmen dienen nach handlungstheoretischem Verständnis der Verwirklichung der Aufgabenziele. Damit sollte die Existenz einer *aufgabenangemessenen* Zielstruktur auch eine aufgabenangemessene Handlungsplanung begünstigen.

Hypothese 8: Bei der gemeinsamen Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben in Gruppen begünstigt eine umfassendere Einbeziehung der Produktanforderungen in die Zielklärung den positiven Zusammenhang der Handlungsplanung auf den Gruppenerfolg.

Vor diesem Hintergrund sollte auch eine fortwährende Einbeziehung der Aufgabenziele bei der Handlungsplanung den Gruppenerfolg positiv beeinflussen.

Hypothese 9: Bei der gemeinsamen Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben unterscheiden sich erfolgreiche Gruppen von weniger erfolgreichen Gruppen durch ein häufigeres rückkoppelndes Hin- und Herwechseln zwischen Zielklärungsphasen und Handlungsplanungsphasen.

Aus den Darstellungen des Theorieteils lassen sich Hinweise auf weitere mögliche Vorgehensunterschiede zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen ableiten. Dies betrifft insbesondere die potentiell erfolgskritische Rolle gemeinsamer Vergegenständlichungen – in Form des Skizzierens – beim Konstruieren (vgl. Abschnitt 2.3.2.3). Aufgrund der noch unzureichenden Befundlage wurden hierzu keine prüfbaren Hypothesen formuliert. Es soll der Fragestellung nachgegangen werden, inwieweit weitere Vorgehensunterschiede zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen identifiziert werden können.

Hierzu wurde eine offene Fragestellung formuliert, aus deren Beantwortung Hypothesen für zukünftige Forschungsarbeiten ableitbar sind.

***Offene Fragestellung 1:* Können bei der gemeinsamen Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben – neben den angenommenen Unterschieden hinsichtlich der gemeinsamen Zielklärung und Handlungsplanung – weitere Vorgehensunterschiede zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen identifiziert werden?**

Weiterhin soll überprüft werden, inwieweit qualitative Analysen des Gruppenhandelns der erfolgreichsten und am wenigsten erfolgreichen Untersuchungsgruppe die durch quantitative Datenanalysen ermittelten Ergebnisse zu den Forschungshypothesen widerspiegeln.

***Offene Fragestellung 2:* Unterscheiden sich die erfolgreichste und am wenigsten erfolgreiche Untersuchungsgruppe hinsichtlich der vermuteten erfolgskritischen Faktoren der gemeinsamen Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben?**

4 Methode

4.1 Untersuchungsdesign

Ziel der hier vorgestellten Untersuchung war die Erfassung des Gruppenhandelns bei der gemeinsamen Bearbeitung einer Konstruktionsaufgabe und des hierbei erzielten Gruppenerfolgs – im Sinne des Innovationspotenzials des bei der Aufgabenbearbeitung entwickelten technischen Konzepts. Es handelt sich um eine Laboruntersuchung ohne systematische Bedingungsvariation hinsichtlich der interessierenden unabhängigen Variablen – hier des Gruppenhandelns. Eine Laboruntersuchung erschien insbesondere aus folgendem Grund die am besten geeignete Untersuchungsart für die Beantwortung der vorliegenden Fragestellungen zu sein:

Untersuchungen unter natürlichen Bedingungen – also eine Erfassung des Gruppenhandelns sowie des Gruppenerfolgs bei realen Produktentwicklungsprojekten – würden aufgrund nicht kontrollierbarer aufgabenseitiger Einflüsse (unterschiedliche Komplexität und Problemcharakter der Aufgabe) sowie nicht kontrollierbarer organisationaler Einflüsse (wie verschiedenartiges Führungsverhalten, Unterschiede in der Fehlerkultur, ungleicher Zeitdruck) eine valide Prüfung der in Abschnitt 1 vorgestellten Hypothesen erschweren. So ist es kaum möglich, Unterschiedshypothesen hinsichtlich des Gruppenerfolgs zu prüfen, wenn dieser nichtkontrollierbaren Kriterien unterliegt.

Durch eine Laboruntersuchung können diese Störgrößen weitestgehend kontrolliert werden. Laboruntersuchungen besitzen daher im Vergleich zu Untersuchungen, die unter natürlichen Bedingungen durchgeführt werden, den Vorteil einer höheren *internen Validität*, d.h. Veränderungen der abhängigen Variablen können mit höherer Wahrscheinlichkeit auf Veränderungen der unabhängigen Variablen zurückgeführt werden (vgl. Bortz & Döring, 1995, S. 54ff). Demgegenüber besitzen Laboruntersuchungen jedoch eine geringere *externe Validität* als Felduntersuchungen, d.h. es ist weniger wahrscheinlich, dass die Untersuchungsergebnisse über die spezifischen Untersuchungsbedingungen hinweg generalisierbar sind (ebd.). Dem wurde in

der hier vorgestellten Untersuchung mit einer realitätsnahen Aufgabenstellung begegnet, die von Mitarbeitern des Lehrstuhls für Produktentwicklung der TU München erarbeitet worden ist.

4.2 Stichprobe

Die Untersuchung wurde in den Veranstaltungen „Methoden der Produktentwicklung“ und „Produktentwicklung und Konstruktion“ des Lehrstuhls für Produktentwicklung der TU München vorgestellt. Diese Veranstaltungen sind Bestandteil des Hauptstudiums der Diplombildung von Ingenieurstudenten. Als Ziel des Experiments wurde allgemein die Untersuchung der Entstehung innovativer Lösungen in Gruppen genannt. Interessierte Studierende konnten sich in eine Terminliste eintragen.

An der Untersuchung nahmen 60 Studierende der Ingenieurwissenschaften teil, die zu 20 Gruppen á drei Personen zusammengefasst wurden. Die wesentlichen demografischen Merkmale der Untersuchungsteilnehmer sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Der geringe Anteil der weiblichen Teilnehmer (8.3%) resultiert aus dem allgemein geringen Anteil weiblicher Studierender im Bereich Maschinenwesen. So berichtet das Statistische Bundesamt (2005) von einem bundesweiten Anteil weiblicher Absolventen im Bereich Maschinenbau im Jahre 2004 von 16.5%. Der Range der absolvierten Fachsemester (2-12) deutet auf einen heterogenen Ausbildungsstand der Teilnehmer hin. Mit anderen Worten; es könnte aufgrund dieser Angaben nicht ausgeschlossen werden, dass der Gruppenerfolg durch systematische Unterschiede der Gruppen hinsichtlich des Fachwissens bestimmt wurde und nicht durch Unterschiede im Gruppenhandeln. Diese Aussage kann jedoch in mehrerer Hinsicht relativiert werden: Lediglich vier der Teilnehmer besuchten weniger als sechs Fachsemester und der überwiegende Anteil (78.3%) besaß ein abgeschlossenes Vordiplom. Eine zusätzliche Kontrolle des Einflusses des fachspezifischen Wissens der Gruppen erfolgte durch den Einsatz eines Wissenstests (vgl. Abschnitt 4.4.3).

Tabelle 1: Beschreibung der Stichprobe (N = 60)

		absolut	in %
Geschlecht	weiblich	5	8.3
	männlich	55	91.7
Vordiplom abgeschlossen	ja	47	78.3
	nein	12	20.0
	fehlende Angaben	1	1.7
Studienfach	Maschinenwesen	52	86.7
	Entwicklung & Konstruktion	1	1.7
	Luft- und Raumfahrt	3	5.0
	Fahrzeugtechnik	2	3.3
	Maschinenbau- und Management	1	1.7
	Mechatronik	1	1.7
Alter (in Jahren)	<i>M</i>		23.62
	<i>SD</i>		1.32
	Range		21-28
Anzahl der Fachsemester	<i>M</i>		6.78
	<i>SD</i>		1.85
	Range		2-12

4.3 Ablauf der Untersuchung

Das Experiment fand in einem Raum des Lehrstuhls für Produktentwicklung der TU München statt. Es waren zwei Untersuchungsleiter anwesend. Einer der Untersuchungsleiter bediente und überwachte die technischen Geräte für die Videoaufzeichnung des Experiments. Der zweite Untersuchungsleiter führte durch das Experiment. Zur Minimierung von Untersuchungsleitereffekten waren sämtliche Instruktionen standardisiert.

Nach einer Begrüßung wurden die Mitglieder der Gruppen darüber informiert, dass das Ziel des Experiments die Untersuchung des Einflusses des Wissens und der Kommunikation in der Gruppe auf die Innovativität von Gruppen ist. Ihnen wurde

der allgemeine Ablauf des Experiments und die Gesamtdauer des Experiments mitgeteilt. Sie wurden weiterhin darüber informiert, dass die Teilnahme an dem Experiment mit 50 Euro pro Gruppenmitglied vergütet wird; und dass die Experimentalgruppe, welche die beste Lösung entwickelt, eine zusätzliche Prämie von 25 Euro pro Mitglied erhalten wird.

Die Teilnehmer wurden darüber hinaus aufgeklärt, dass vom Prozess der Aufgabenbearbeitung Bild- und Tonaufnahmen erfolgen würden. Die vollständige Anonymisierung aller erhobenen Daten wurde zugesichert.

Vor Beginn der eigentlichen Gruppenaufgabe wurde jedes Gruppenmitglied gebeten, einen Test seines aufgabenrelevanten Wissens zu bearbeiten (eine genauere Beschreibung der Testinhalte erfolgt in Abschnitt 4.4.3). Die Dauer dieses Tests betrug 40 Minuten.

Danach wurden den Teilnehmern die Aufgabenblätter mit den genauen Instruktionen zur Gruppenaufgabe ausgehändigt und die Teilnehmer wurden gebeten, die Aufgabenstellung durchzulesen. Das Ziel der Aufgabe war die Erstellung einer Konstruktionskizze einer Schreibtischlampe. Die Lichtquelle sollte in fünf Freiheitsgraden einstellbar sein. Das Konzept sollte innovativ sowie einfach und kostengünstig zu fertigen sein. Weitere Anforderungen waren in der Aufgabenstellung aufgelistet (vgl. Anhang: Abbildung A1). Danach wurden vom Untersuchungsleiter nochmals die wesentlichen Aufgabenziele und Bedingungen verdeutlicht. Die wörtliche Instruktion lautete wie folgt:

„Sie haben insgesamt 90 Minuten Zeit. Bitte generieren sie in den ersten 45 Minuten gemeinsam zwei bis drei Lösungsvorschläge, aus denen sie dann in den restlichen 45 Minuten einen auswählen. Denken sie bitte daran, dass die Lösung sämtliche Anforderungen erfüllen soll, die in der Aufgabenstellung aufgeführt sind, und dass sie ihre Lösungsskizze so gestalten, dass ein Außenstehender, der bei der Lösungssuche nicht dabei war, diese ohne Probleme lesen kann. Also dass z.B. ein Zeichner anhand ihrer Skizze eine technische Zeichnung anfertigen könnte. Wie eingangs erwähnt, werden wir die Bearbeitung der Konstruktionsaufgabe mit Video aufzeichnen. Bitte sprechen sie deshalb möglichst laut und deutlich. Wenn sie zwischenzeitlich Fragen haben, wenden sie sich bitte an uns. Viel Spaß!“

Zur Aufgabenausführung wurden Zeichenpapier, Stifte, Lineal, Präsentationsmaterialien und eine Metaplanwand bereitgestellt. Um der Gruppe die Zeitplanung zu erleichtern, war darüber hinaus eine Uhr mit Countdown-Anzeige vorhanden. Weitere Hilfsmittel waren nicht gestattet.

Zwölf Gruppen wurden gebeten, die Aufgabenbearbeitung nach 45 Minuten zu unterbrechen und mit Unterstützung einer auf der Repertory Grid Technik (Kelly, 1955/1991) basierenden Methode zu reflektieren. Acht dieser zwölf Gruppen reflektierten über die bisherige gemeinsame Aufgabenbearbeitung (Experimentalgruppe); die restlichen vier Gruppen reflektierten über aufgabenirrelevante Inhalte (Dummy-Gruppe). Die verbleibenden acht Gruppen führten die Reflexion über die gemeinsame Aufgabenbearbeitung nach Beendigung der Aufgabenbearbeitung durch (Kontrollgruppe). Die Dauer der Reflexion betrug im Durchschnitt 32.5 Minuten ($SD = 17.27$). Ziel war die Förderung der Einbringung des individuellen Wissens der Gruppenmitglieder in den Gruppenprozess und die Entwicklung eines gemeinsamen geteilten mentalen Modells über die gemeinsame Gruppenaufgabe durch Reflexion. Das genaue Vorgehen der Reflexion ist beschrieben in Herbig et al. (2006).¹³

Nach Beendigung der Aufgabenbearbeitung erhielten die Gruppenmitglieder erneut den Wissenstest, den sie bereits zu Beginn des Experiments bearbeitet hatten.

¹³ Die hier berichtete Untersuchung fand statt im Rahmen des Projektes „Implicit knowledge in the product innovation process“, welches durch die Förderinitiative „Innovationsprozesse in Wirtschaft und Gesellschaft“ der VolkswagenStiftung unterstützt wurde. Eines der Ziele dieses Projektes war die Entwicklung einer Interventionsmethode, welche das Gruppenhandeln in den frühen Phasen des Produktinnovationsprozesses unterstützen sollte. Die hier berichtete Untersuchung diente u.a. der experimentellen Überprüfung der Wirksamkeit dieser Interventionsmethode. Die hierzu ermittelten Ergebnisse wurden bereits andersorts berichtet (Herbig et al., 2006; Müller, Herbig & Petrovic, 2006) und sind kein Gegenstand der vorliegenden Arbeit. Der Einfluss der Intervention auf die hier berichteten Ergebnisse ist jedoch zu kontrollieren und zu diskutieren (vgl. Abschnitt 5.1.2).

Sie erhielten die Gelegenheit, ihre zum früheren Zeitpunkt gemachten Angaben zu korrigieren. Für diesen Abschnitt hatten die Teilnehmer 10 Minuten zur Verfügung.¹⁴

Danach wurden die Teilnehmer gebeten, einen Fragebogen zu bearbeiten, welcher demografische Angaben erfragte und darüber hinaus psychologische Skalen enthielt.

Zum Abschluss des Experiments wurden die Teilnehmer gebeten, eine Erklärung zu unterzeichnen, in der sie sich verpflichteten, während der Dauer der Gesamt-Untersuchung Stillschweigen über die genauen Untersuchungsinhalte zu bewahren. Damit sollte vermieden werden, dass nachfolgende Experimentalgruppen aufgrund der Kenntnis der Aufgabenstellung Vorteile bei der Aufgabenbearbeitung besitzen. Die Gesamtdauer eines Experiments betrug vier Stunden. Abbildung 5 gibt einen Überblick über den Untersuchungsablauf.

¹⁴ Hintergrund war die Prüfung der Frage, inwieweit die Kommunikationsprozesse in Gruppen eine Veränderung des individuellen expliziten Wissen beeinflussen. Dieser Teil des Experiments ist für die hier vorgestellte Fragestellung nicht relevant.



Abbildung 5: Überblick über den Untersuchungsablauf (schraffierte Felder: hier erhobene Daten werden in dieser Arbeit nicht berichtet)

4.4 Erhebungsmethoden

Die Erfassung des *Gruppenhandelns* erfordert die *Beobachtung von tatsächlichem Verhalten*. Eine zuverlässige und gültige Erfassung von Handlungsprozessen mit ökonomischeren Verfahren, wie beispielsweise die Erhebung von Selbstauskünften der Gruppenmitglieder durch Fragebögen, ist nicht zu leisten. Retrospektive Selbstauskünfte sind vielmehr als „komplizierte Rekonstruktionen anzusehen, beeinflusst

von kognitiven Schemata und sozialen Stereotypen, von formalen Antwort-Tendenzen und sozialer Erwünschtheit, von Retrospektionseffekten, formalen Urteilsheuristiken u.a. Verzerrungen“ (Fahrenberg, Myrtek, Pawlik & Perrez, 2007, S. 14). Es gibt Hinweise, dass speziell im Gruppenkontext zusätzliche verzerrende Einflüsse existieren. Jourden und Heath (1996) berichten beispielsweise, dass Gruppenmitglieder bei der Bewertung von Leistungsergebnissen der eigenen Gruppe so genannten „positiven Illusionen“ unterliegen, also die Gruppenleistung überschätzen. Die Autoren vermuten als Ursache unter anderem die mit der Zusammenarbeit in Gruppen verbundenen sozialen und emotionalen Gewinne. Die Erfassung des Gruppenhandelns erfolgte in dieser Arbeit daher durch systematische Verhaltensbeobachtungen. Die Erfassung des Gruppenerfolgs erfolgte durch Expertenratings.

4.4.1 Erfassung des Gruppenhandelns

Zunächst stellte sich die Frage, inwieweit bei der Erfassung des Gruppenhandelns auf vorhandene bereits etablierte Beobachtungsverfahren zurückgegriffen werden kann.

Das wichtigste Kriterium für einen Einsatz eines Beobachtungsverfahrens in der hier vorgestellten Untersuchung war dessen handlungstheoretische Verortung. Ein Einsatz „klassischer“ Beobachtungssystematiken mit abweichender theoretischer Fundierung, wie die bekannte IPA (Interaction Process Analysis; Bales, 1970), wurde demzufolge ausgeschlossen. Die in der IPA verwendeten Beobachtungskategorien fokussieren insbesondere die Qualität der Beziehung zwischen den Gruppenmitgliedern. Im Vordergrund der hier vorgestellten Untersuchung stand jedoch die handlungsregulatorische Funktion der verbalen Kommunikation der Gruppenmitglieder.

Vorhandene handlungstheoretisch fundierte Verfahren, wie das VERA-KHR (Verfahren zur Analyse von Merkmalen der kollektiven Handlungsregulation von Arbeitsgruppen im Produktionsbereich; Weber, 1997) wurden zum einen für eine Erfassung und Beurteilung von anderen Formen der Gruppenarbeit – in Falle des VERA-KHR für Gruppenarbeit im Bereich der industriellen Produktion – entwickelt und betrachten zum anderen längerfristige Tätigkeitsanforderungen. Die vorliegende

Untersuchung zielt jedoch ausschließlich auf kurzfristige Handlungsprozesse im Sinne einer Problemlösung ab.

Da für die vorliegende Problemstellung keine etablierten Verfahren zur Verfügung standen, wurden eigene Beobachtungskategorien entwickelt, die sich an den Phasen des Handlungsprozesses (vgl. Abschnitt 2.2.5) bzw. an Vorgehensmodellen der Produktentwicklung (Lindemann, 2005) orientieren.

4.4.1.1 *Beobachtungseinheiten*

Vor der inhaltlichen Qualifizierung von Beobachtungseinheiten ist deren „Zäsuraspekt“ (Faßnacht, 1979) zu betrachten. Mit anderen Worten; zunächst ist zu bestimmen, auf welche Art und Weise die Beobachtungsdaten in Beobachtungseinheiten unterteilt werden sollen. Hierbei gibt es kein einheitliches und damit auch kein bestmögliches Vorgehen. So unterscheiden beispielsweise Simon und Boyer (1974) sieben unterschiedliche Typen von Beobachtungseinheiten. Die meist verbreitete Form der Unterteilung ist, mit jedem inhaltlichen Wechsel einer Kommunikation bzw. eines Verhaltens auch eine neue Beobachtungseinheit zu beginnen (im Folgenden *ereignisbasierte Kodierung*). Eine andere Form besteht in der inhaltlichen Kategorisierung zuvor festgelegter Zeitintervalle, d.h. mit dem Ende eines Zeitintervalls beginnt eine neue Beobachtungseinheit (im Folgenden *zeitbasierte Kodierung*).

Die Entscheidung sollte theoriegeleitet vor dem Hintergrund der spezifischen Fragestellung getroffen werden. Für die hier dargestellte Untersuchung wurde die Form einer ereignisbasierten Kodierung gewählt. Die Beobachtungseinheiten wurden demnach begrenzt durch einen Wechsel der handlungsregulatorischen Funktion der verbalen Kommunikation in der Gruppe. Eine solche Einheit konnte sowohl einen einzigen Satz als auch eine länger andauernde Wechselrede umfassen, entscheidend war, dass die kommunizierten Inhalte eine einheitliche handlungsregulatorische Funktion für das Gruppenhandeln besaßen. Die Form der ereignisbasierten Kodierung erlaubt keine unmittelbare Aufeinanderfolge von Beobachtungseinheiten gleichen Inhalts, da jede Beobachtungseinheit begrenzt wird durch den *inhaltlichen Wechsel* der beobachteten Kommunikation bzw. des beobachteten Verhaltens. Die

ereignisbasierte Kodierung resultiert darüber hinaus – im Gegensatz zu einer zeitbasierten Kodierung – in Beobachtungseinheiten unterschiedlichen zeitlichen Umfangs.

Hinsichtlich des „Auflösungsgrades“ der Beobachtungseinheiten ist zu bemerken, dass nur Analysen auf der Ebene der Gruppe durchgeführt wurden. Das heißt, es wurde nicht unterschieden, welches einzelne Gruppenmitglied zu wem spricht. Aufgrund der „Verschränkung“ individueller Beiträge zu einem gemeinsamen Regulationsprozess von Gruppen (vgl. z.B. Weber, 1997) erscheint dieses Vorgehen angemessen.

4.4.1.2 Beobachtungskategorien

In Anlehnung an die Phasen der Handlungsregulation (vgl. Abschnitt 2.2.5) wurden insgesamt acht Beobachtungskategorien unterschieden:

1. *Zielklärung (ZK)* umfasst die verbale Kommunikationen bezüglich der Erfassung und Strukturierung, der in der Aufgabenstellung vorgegebenen Konzeptanforderungen. Da – wie bereits bemerkt – das wesentliche Ziel des Konstruierens die Realisierung der Anforderungen eines technischen Konzepts ist, kann die Zielklärung bei der Konstruktion als Anforderungsklä rung aufgefasst werden (vgl. Abschnitt 2.3.3.1).

Verbale und Verhaltensanker für die Kodierung von ZK: Die Kommunikation in Phasen der Zielklärung bezieht sich auf die in der Aufgabenstellung vorgegebenen Anforderungen an das Produkt. Bei Vergabe von ZK haben solche Äußerungen den Charakter „des Erkennens, des Klärens, des Verstehens, des sich Vornehmens,“ (solche Bemühungen bezogen sich insbesondere auf das Koordinatensystem des Verstellbereichs der Schreibtischlampe z.B. „Das heißt die Y-Achse geht nach oben weg. Die geht also nicht vom Fuß weg.“) bzw. den zusätzlichen Charakter des „sich Rückversicherns“; letzteres vor allem in Stadien der Aufgabebearbeitung, in denen bereits ein Lösungskonzept entwickelt worden war.

Besitzt die Nennung einer Anforderung hingegen den Charakter einer Wertung des bestehenden Lösungskonzepts (z.B. „Also so richtig innovativ ist das noch nicht.“), wurde der Kode Lösungsbewertung (LB) vergeben.

Zielklärungsphasen wurden oft mit Äußerungen eingeleitet, wie „Was ist gefordert?“ oder „Was muss die Lampe können?“. Eine Zielklärung wurde meist begleitet durch eine Betrachtung des Aufgabenblattes. Weitere typische Handlungen während Zielklärungsphasen waren die Erstellung von Anforderungslisten oder die Durchführung von spezifischen Produktentwicklungsmethoden, wie Funktionsmodellierungen (zur Beschreibung des Vorgehens bei der Funktionsmodellierung siehe z.B. Lindemann, 2005).

Für eine Überprüfung der Annahme, dass eine vollständigere Einbeziehung von *Produktanforderungen* in die Zielklärung zu Beginn der Aufgabenbearbeitung einen wesentlichen Erfolgsfaktor für die gemeinsame Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben darstellt, wurde in Phasen der Zielklärung zusätzlich eine Kommunikation der in der Aufgabenbeschreibung aufgelisteten *Produktanforderungen* (vgl. Anhang: Abbildung A1) kodiert. Die Nennung folgender Anforderungen wurde kodiert:

- Verstellbarkeit
- Gewicht
- Lichtquelle
- Trafo
- Innovativ
- einfache Fertigung
- kostengünstige Fertigung
- einfache Bedienbarkeit

Eine Nennung einer dieser Anforderungen in der Phase der Zielklärung wurde mit einem Kode erfasst. Jede Anforderung wurde pro Phase nur einmal kodiert, unabhängig davon, ob sie in dieser Phase nur ein oder mehrmals kommuniziert wurde.

2. *Handlungsplanung (HP)* umfasst die verbale Kommunikation, mit der die Maßnahmen zur Verwirklichung der Ziele unter vorhandenen Bedingungen sowie deren kooperative Ausführung festgelegt werden (vgl. Abschnitt 2.2.1).

Verbale und Verhaltensanker für die Kodierung von HP: Die Vergabe des Codes HP ist verhältnismäßig eindeutig, da die Kommunikation ausschließlich vorgehensbezogen ist. Die Kommunikation ist vorwiegend zukunftsgerichtet und vorschlagend (z.B. „Wir sollten uns zuerst einmal drum kümmern, wie wir’s machen [...].“, „Also ich würde mit der Anforderungsliste anfangen.“), fragend (z.B. „Sollen wir jetzt ne Anforderungsliste erstellen?“) bzw. festlegend („Ich schreib’s halt einfach mal auf, oder?“). Handlungsplanungsphasen wurden oftmals eingeleitet durch konstatierende Äußerungen hinsichtlich des bisherigen Vorgehens, wie „Wir gehen noch nicht strukturiert vor.“ und dann weitergeführt durch Vorschläge bezüglich des weiteren Vorgehens. Bezieht sich die Kommunikation auf die Anforderungen bzw. auf das Lösungskonzept, kann HP nicht vergeben werden.

3. *Lösungssuche (LS)* umfasst die verbale Kommunikation und Handlungen, die Generierung von Lösungsalternativen betreffend.

Verbale und Verhaltensanker für die Kodierung von LS: Äußerungen in Phasen der Lösungssuche sind wie HP ebenfalls oft zukunftsgerichtet und haben ebenso den Charakter des „fragenden“, „vorschlagenden“, beziehen sich aber im Gegensatz zu HP ausschließlich auf die zu entwickelnde Lösungsalternative bzw. deren Teilfunktionen. Typische Äußerungen in Phasen der Lösungssuche waren: „Da wär’ auch eine Leuchtstoffröhre denkbar.“; „Also ich hätt’ mir gedacht, dass man die 5 cm lang macht.“ Lösungssuche schließt auch Phasen der Stillarbeit, das Skizzieren erster Entwürfe oder die Niederschrift von Konzeptnamen ein (z.B. „Schwanenhalskonzept“). Weitere Verhaltensanker waren die Durchführung von Produktentwicklungsmethoden zur Förderung der Lösungssuche, wie der von Kreativitätsmethoden (z.B. Brainstorming).

4. *Lösungsbewertung (LB)* umfasst die verbale Kommunikation zur Bewertung einer entwickelten Lösung oder Teillösung.

Verbale und Verhaltensanker für die Kodierung von LB: Die verbale Kommunikation in Phasen der Lösungsbewertung ist ebenfalls auf die bisher entwickelten Lösungsalternativen bzw. Teilfunktionen dieser Lösungsalternativen bezogen. Im Gegensatz zu Lösungssuche sind die Äußerungen jedoch nicht zukunftsgerichtet sondern gegenwartsbezogen. Kennzeichnend ist – wie bereits angemerkt – der wertende Charakter der Kommunikation. Diese kann sowohl anforderungsbezogen wertend (z.B. „Also so richtig innovativ ist das noch nicht.“), funktionsbezogen wertend (z.B. „[...] dann funktioniert das nicht.“), als auch ausschließlich wertend sein („Ich bin nicht zufrieden.“).

Aufgrund des Aufbaus des Konstruktionshandelns aus zyklischen und rückkoppelnden Erzeugungs-Bewertungs-Einheiten (vgl. Abschnitt 2.3.2.1) finden auch während Phasen der Lösungssuche wertende Kommunikationen statt, welche nicht im Sinne einer Lösungsbewertung kodiert wurden. Diese bleiben zumeist unbeobachtbar, da sie Bestandteil der individuellen kognitiven Handlungsregulation innerhalb des Gruppenhandelns sind, werden jedoch teilweise auch kommunikativ geäußert. Solche wertenden Äußerungen bildeten Teilsätze, die nur in Verbindung mit vorangestellten oder sich anschließenden Kommunikationen zur Lösungssuche eine Sinneinheit bildeten (z.B. „Ich überleg grad, das ist natürlich doof, weil’s nur in eine Richtung geht, aber ihr kennt doch diese Teile, die bei uns die Fenster aufmachen [...], ob man nicht so ein Ding irgendwie rausziehen könnte?“). Solche Kommunikationen wurden als Lösungssuche kodiert, da die Kommunikation – obwohl sie auch bewertende Aspekte enthielt – im Kern einen vorschlagenden Charakter hatte und die wertende Äußerung keine eigenständige Sinneinheit bildete. Für eine Kodierung als Lösungsbewertung musste die wertende Kommunikation als eine in sich geschlossene Sinneinheit¹⁵ erkannt werden.

¹⁵ Eine Sinneinheit entspricht Bales’ (1970) Konzept des kommunikativen Akts („act“), welches definiert wird als „[...] a communication sufficiently complete to permit the other person to interpret it, and so react in relation to its content and to the speaker (S. 68).“

Der Beginn von Lösungsbewertungsphasen war oft durch eine kurze kommunikative Pause zur vorherigen Äußerung gekennzeichnet. Wiederum war der Einsatz von Produktentwicklungsmethoden, wie die Punktbewertung (vgl. Lindemann, 2005), ein zusätzlicher Verhaltensanker.

5. *Entscheidungen treffen (ET)* beinhaltet die verbale Kommunikation zum Ausschluss bzw. zur Auswahl von bestehenden Lösungen oder Teillösungen.

Verbale Anker für die Kodierung von ET: Die verbale Kommunikation der Phase „Entscheidungen treffen“ ist ebenfalls auf die bisher entwickelten Lösungsalternativen oder deren Teilfunktionen bezogen. Sie umfasst jedoch im Gegensatz zu den anderen lösungsbezogenen Kommunikationen den Ausschluss existierender Alternativen oder Teilfunktionen aus dem weiteren Vorgehen (z.B. „Das heißt die Schiene können wir schon mal raus streichen, oder?“) oder die Festlegung, eine solche Alternative oder Teilfunktion zu realisieren (z.B. „Nehmen wir das.“).

6. *Anfertigung der Lösungsskizze (SKZ)* umfasst Handlungen, in denen die endgültige Konzeptskizze erstellt wurde.

Verbale und Verhaltensanker für die Kodierung von SKZ: Skizzierungsphasen unterschieden sich von Phasen der Lösungssuche, da hier keine neuen Lösungsalternativen generiert, sondern lediglich bestehende Lösungen zeichnerisch umgesetzt wurden. In diesen Phasen erfolgte oftmals überhaupt keine verbale Kommunikation, beziehungsweise es wurde das Vorgehen lediglich vom Zeichner selbst kommentiert. Die kommunizierten Inhalte das Lösungskonzept betreffend, wurden in diesen Phasen als von der Gruppe akzeptiert vorausgesetzt („Also, ich mal’s jetzt einfach mal als Design.“). Das heißt, es wurden keine Fragen oder Vorschläge hinsichtlich der Funktionen und Teilfunktionen des Konzepts gestellt. War dies der Fall, wurde LS kodiert. Oftmals wurden während der Erstellung der Lösungsskizze auch noch Festlegungen über die technische Umsetzung zu realisierender Teilfunktionen getroffen, die zuvor noch nicht besprochen wurden oder über welche die Gruppe zuvor noch

keine endgültige Entscheidung getroffen hatte (z.B. „Die mach mer halt, nen Zentimeter oder anderthalb.“), die zumeist mit einer Frage der Rückversicherung an die Gruppe verbunden waren (z.B. „Das wird wohl reichen, oder?“). In solchen Fällen wurde ET kodiert.

Weiterhin traten noch Phasen auf, in denen keine direkte aufgabenbezogene Kommunikation erfolgte. Typische Beispiele hierfür waren, sich Vorstellen und Scherze machen. Diese Phasen wurden mit der Kategorie *Sozio-emotionale Regulation (SOZ)* kodiert. Direkt an den Versuchsleiter gerichtete Fragen wurden mit der Kategorie *Frage der Teilnehmer an Untersuchungsleiter (F TN)* kodiert. Typische Inhalte dieser Kommunikation waren Fragen nach Hilfsmitteln für die Aufgabenbearbeitung oder zu den Anforderungen an die zu fertigende Lösungsskizze, wie die Notwendigkeit der Beschriftung mit genauen Abmaßen.

Tabelle 2 fasst die Inhalte der sechs *aufgabenbezogenen* Beobachtungskategorien, sowie wichtige verbale und handlungsbezogene Kodierungskriterien zusammen. Die Kodierung erfolgte durch zwei mit der Thematik „Gruppenhandeln beim Konstruieren“ vertraute Diplom-PsychologInnen anhand der Videoaufzeichnungen der Untersuchung. Das Kodiersystem und die Kodierregeln wurden zunächst gemeinsam besprochen. Danach wurde die Videoaufzeichnung des Gruppenhandelns einer Experimentalgruppe von beiden Beurteilern separat ausgewertet und Differenzen in der Kodierung diskutiert. Zur Überprüfung der Beurteilerübereinstimmung wurden im Folgenden acht von insgesamt 20 Videoaufzeichnungen von beiden Beurteilern separat ausgewertet (vgl. Abschnitt 5.1.5.1). Die verbleibenden zwölf Aufnahmen wurden jeweils durch einen der Beurteiler kodiert.

Tabelle 2: Handlungsbezogene Beobachtungskategorien zur Erfassung des Gruppenhandelns

Beobachtungskategorie	Kommunikation (Verhalten)	Beispiel	Ausschlusskriterien
ZK	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erfassung und Strukturierung der Produktanforderungen ▪ <i>anforderungsbezogen und nicht wertend</i> ▪ <i>erkennend, klärend, gegenwartsbezogen oder zukunftsgerichtet</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ „Es ist nur vorzugeben, dass das Ding dahin schwenkbar sein muss.“ ▪ „Wir sollten uns zuerst einmal drum kümmern, wie wir's machen [...]“ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>vorgehensbezogen: HP</i> ▪ <i>wertend: LB</i> ▪ <i>nicht anforderungs- und auf bestehendes Konzept bezogen: LS, ET, SKZ</i>
HP	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Festlegung von Maßnahmen zur Verwirklichung der Ziele ▪ <i>vorgehensbezogen</i> ▪ <i>zukunftsgerichtet, auch konstatierend, fragend, vorschlagend, festlegend</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ „Also ich hätt mir gedacht, dass man die 5 cm lang macht.“ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>nicht vorgehensbezogen</i> ▪ <i>anforderungsbezogen und nicht wertend: ZK</i> ▪ <i>vorgehensbezogen: HP</i> ▪ <i>„Sinnlichkeit“ und (anforderungsbezogen oder wertend oder konstatierend): LB</i> ▪ <i>ausschließend oder festlegend: ET</i> ▪ <i>bestehendes umsetzend: SKZ</i>
LS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Generierung von Lösungsalternativen ▪ <i>konzeptbezogen und (fragend oder vorschlagend oder entwickelnd)</i> ▪ <i>zukunftsgerichtet, vorschlagend</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ „Also so richtig innovativ ist das noch nicht.“ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>anforderungsbezogen und nicht wertend: ZK</i> ▪ <i>vorgehensbezogen: HP</i> ▪ <i>wertend und keine „Sinnlichkeit“: LS</i> ▪ <i>ausschließend oder festlegend: ET</i> ▪ <i>bestehendes umsetzend: SKZ</i>
LB	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bewertung einer entwickelten Lösung oder Teillösung ▪ <i>konzeptbezogen und (anforderungsbezogen wertend oder funktionsbezogen wertend oder nur wertend) und „Sinnlichkeit“</i> ▪ <i>gegenwartsbezogen</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ „Das heißt die Schiene können wir schon mal rausstreichen.“ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>anforderungsbezogen und nicht wertend: ZK</i> ▪ <i>vorgehensbezogen: HP</i> ▪ <i>fragend oder vorschlagend: LS</i> ▪ <i>wertend oder konstatierend: LB</i> ▪ <i>bestehendes umsetzend: SKZ</i>
ET	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausschluss bzw. Auswahl von Lösungen/Teillösungen ▪ <i>konzeptbezogen und (ausschließend oder festlegend)</i> ▪ <i>gegenwartsbezogen</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ „Also ich mal's jetzt jetzt einfach mal als Design.“ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>anforderungsbezogen und erkennend: ZK</i> ▪ <i>vorgehensbezogen: HP</i> ▪ <i>fragend oder vorschlagend: LS</i> ▪ <i>wertend oder konstatierend: LB</i> ▪ <i>ausschließend, festlegend: ET</i>
SKZ	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erstellung der endgültigen Konzeptskizze ▪ <i>konzeptbezogen und bestehendes umsetzend</i> ▪ <i>Akzeptanz voraussetzend, kommentierend</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ „Also ich mal's jetzt jetzt einfach mal als Design.“ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>anforderungsbezogen und erkennend: ZK</i> ▪ <i>vorgehensbezogen: HP</i> ▪ <i>fragend oder vorschlagend: LS</i> ▪ <i>wertend oder konstatierend: LB</i> ▪ <i>ausschließend, festlegend: ET</i>

Anmerkung: ZK = Zielklärung, HP = Handlungssuche, LS = Lösungssuche, LB = Lösungsbewertung, ET = Entscheidungen treffen, SKZ = Skizzieren. Logisches „und/oder /nicht“ bei der Inhaltsbeschreibung der Kommunikation (des Verhaltens).

4.4.2 Erfassung des Gruppenerfolgs: Innovationspotenzial der entwickelten Konzepte

Der Gruppenerfolg wurde anhand des Innovationspotenzials des während der Aufgabenbearbeitung entwickelten Lösungskonzepts eingeschätzt.

Innovation wird definiert als die Entwicklung *und* Anwendung neuer Ideen (West, 2002; West & Altink, 1996; West & Farr, 1990; West et al., 2004). Eine Innovation geschieht also erst, wenn eine neue Idee in die Praxis umgesetzt wird und sich bewährt. Da im Ergebnis der Gruppenarbeit lediglich Konzeptskizzen entstanden, ist im Falle der vorliegenden Untersuchung von *Innovationspotenzial* zu sprechen. Innovation ist kein homogenes Konstrukt. West und Anderson (1996) unterscheiden drei Dimensionen der Innovation: Das Ausmaß (*magnitude*), die Radikalität (*radicality*) und die Originalität (*novelty*) der Innovation. Das Ausmaß beschreibt den Nutzen der Innovation. Radikalität beschreibt den durch die Innovation verursachten Grad der Veränderung. Originalität beschreibt die Andersartigkeit der Innovation. Die Erfassung des Innovationspotenzials in der vorliegenden Untersuchung ist an diese Dimensionen angelehnt. Es wurden drei Dimensionen erfasst:

Anforderungserfüllung ist die Umsetzung, der in der Aufgabenstellung genannten Anforderungen in der Lösung. Das Ausmaß des Nutzens einer Innovation (bzw. ihrer Bedeutung nach West und Anderson) kann nur in Bezug auf die jeweiligen Anforderungen abgeschätzt werden. Mit anderen Worten; ein nur unter vergleichsweise hohen Fertigungskosten zu realisierendes Konzept kann eine innovative Lösung darstellen, wenn Fertigungskosten im Vergleich zur hohen Qualität des Produkts eine eher untergeordnete Rolle für den Kunden spielen. Dasselbe Lösungskonzept wäre jedoch nur wenig innovativ, wenn geringe Fertigungskosten eine zentrale Anforderung darstellen. Es wurde die Summe der einer Konzeptskizze zu entnehmenden *nicht* erfüllten Anforderungen erfasst. In die Berechnung des Gesamtscores „Innovationspotenzial“ ging die invertierte Summe der nicht erfüllten Anforderungen ein.

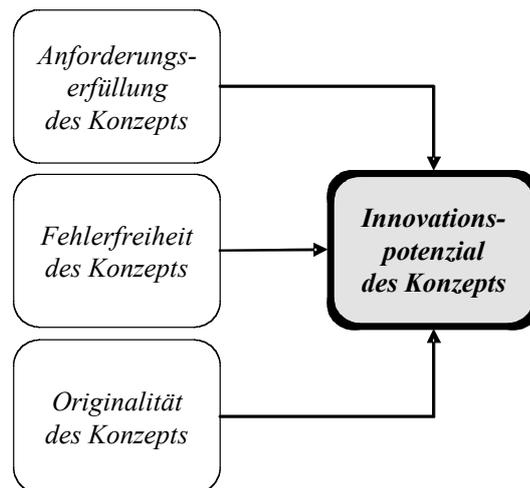


Abbildung 6: Die erfassten Dimensionen des Innovationspotenzials

Fehlerfreiheit meint die Freiheit von Konstruktionsfehlern. Die Fehlerfreiheit eines Konzepts ist die Voraussetzung für Innovation, da nur fehlerfreie Lösungen eine praktische Bedeutung besitzen. Es wurde die Summe der einer Konzeptskizze zu entnehmenden Konstruktionsfehler erfasst. In die Berechnung des Gesamtscores ging die invertierte Summe der Konstruktionsfehler ein.

Ein Lösungskonzept kann sämtliche gestellte Anforderungen erfüllen aber nur wenig originell sein, da bereits Lösungen existieren, welche diese Anforderungen auf ähnliche Weise erfüllen. Die Originalität eines Konzepts, sollte daher ein integraler Bestandteil für die Bestimmung von Innovation sein. Die Erfassung der Dimension *Originalität* basiert auf einer von Lindemann und Baumberger (2004) vorgestellten Methode zur Bewertung von Innovationsleistungen. Diese Dimension wird auf einer fünfstufigen Skala eingeschätzt (1= langweilig; 5 = originell).

Das *Innovationspotenzial* entspricht dem Mittelwert der drei Dimensionen Fehlerfreiheit, Anforderungserfüllung und Originalität. Abbildung 6 fasst die drei Dimensionen zusammen. Die Bewertung des Innovationspotenzials der Konzeptskizzen erfolgte durch Expertenratings (Diplom-Ingenieure, Mitarbeiter des Lehrstuhls für Produktentwicklung der TU München) anhand der genannten drei Dimensionen.

4.4.3 Erfassung der Kontrollvariable: Explizites aufgabenbezogenes Wissen

Einleitend zu dieser Arbeit wurde postuliert, dass die Art der Interaktion in Gruppen den Gruppenerfolg letztlich besser vorhersagen kann, als das aufgabenrelevante Wissen der einzelnen Gruppenmitglieder (vgl. Abschnitt 1). Daher ist zur Beantwortung der behandelten Fragestellung dieses aufgabenrelevante Wissen der einzelnen Gruppenmitglieder zu kontrollieren.

Da sämtliche Untersuchungsteilnehmer Studierende des Maschinenbaus bzw. vergleichbarer ingenieurwissenschaftlicher Fachrichtungen waren und sich zum überwiegenden Teil im gleichen Stadium der Ausbildung befanden (vgl. Abschnitt 4.2), kann prinzipiell von einer homogenen Zusammensetzung der Stichprobe hinsichtlich des expliziten aufgabenbezogenen Wissens ausgegangen werden. Diesbezügliche systematische Unterschiede zwischen leistungsstarken und leistungsschwächeren Gruppen sind also wenig wahrscheinlich, jedoch nicht völlig auszuschließen.

Das explizite aufgabenbezogene Wissen der Gruppenmitglieder wurde durch einen Wissenstest erhoben, den jeder Untersuchungsteilnehmer individuell durchführen hatte. Die Testaufgaben wurden von Mitarbeitern des Lehrstuhls für Produktentwicklung der TU München, auf der Basis der Studienanforderungen der Ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung im Bereich Maschinenbau entwickelt. Der Test umfasste zum einen vier offene Fragen zum Wissen über das systematisch methodische Vorgehen bei der Produktentwicklung (Beispielfrage: „Das Problem bzw. das betrachtete System soll auf abstrahiertem Niveau beschrieben werden. Beschreiben Sie hierzu mehrere mögliche Vorgehensweisen und erläutern Sie deren Unterschiede!“). Zum anderen wurde in neun ebenfalls offenen Fragen Wissen aus verschiedenen technischen Fachbereichen (z.B. Mechanik, Elektrizitätslehre, Feingerätebau, Ergonomie) erfragt. (Beispielfrage: „Welches Wissen aus dem Bereich „Mechanik“ besitzen Sie für den Bau einer Schreibtischlampe?“). Diese Fragen waren in kurzen Schlagworten zu beantworten. Jede richtige Antwort wurde mit einem Punkt bewertet, teilweise richtige Antworten mit 0.5 Punkten. Es war

keine maximal zu erreichende Obergrenze des Testscores festgesetzt. Die Testdauer betrug 40 Minuten.

4.5 Auswertungsmethoden

4.5.1 Wahl und Interpretation der statistischen Auswertungsmethoden

Bei der Wahl statistischer Auswertungsverfahren stellt sich zunächst die Frage der Verwendung parametrischer oder verteilungsfreier Verfahren. Als Auswahlkriterien sind hierbei insbesondere das Messniveau der erhobenen Daten sowie die Verteilung der Stichprobenkennwerte zu berücksichtigen.

Bortz, Lienert und Boehnke (2000, S. 83ff) stellen eine „Entscheidungspragmatik“ vor, welche Kriterien zur Entscheidung über die Verwendung parametrischer oder verteilungsfreier Verfahren umfasst. Die Autoren empfehlen zuallererst eine Prüfung des messtheoretischen Datenniveaus der zu betrachtenden abhängigen Variablen. Erfüllt die abhängige Variable die Anforderungen an ein metrisches oder zumindest intervallskaliertes Datenniveau nicht, ist verteilungsfrei zu testen. Wesentliches Kennzeichen von Intervallskalen ist die Äquidistanz – also die Gleichabständigkeit – benachbarter Skalenpunkte. Die Skala zur Erfassung der Dimension „Originalität“, welche in den Gesamtwert der abhängigen Variable „Innovationspotenzial“ eingeht, erfüllt dieses Kriterium nicht. Daher kann für die abhängige Variable dieser Untersuchung kein intervallskaliertes Datenniveau, sondern lediglich ein ordinales Datenniveau angenommen werden.

Einige der nachfolgenden statistischen Untersuchungen basieren auf dem Vergleich von Vorgehensunterschieden zwischen einer Klasse von Gruppen, die Konzepte mit hohem Innovationspotenzial erarbeitete und einer Klasse von Gruppen, welche Konzepte mit geringerem Innovationspotenzial erarbeitete. Für die Auswahl der für diesen Vergleich erforderlichen statistischen Verfahren ist nicht das Datenniveau zur Erfassung des Innovationspotenzials zu berücksichtigen, sondern dasjenige zur Erfassung des Gruppenhandelns. *Innerhalb* jeder der Beobachtungskategorien zur Erfassung des Gruppenhandelns liegen Auftretenshäufigkeiten bzw. zeitliche

Anteile an der gesamten Aufgabenbearbeitung – also Daten auf metrischem Niveau – vor, welche den Einsatz parametrischer Verfahren rechtfertigen würden. Zum einen sind jedoch die Verteilungskennwerte von Phasen des Gruppenhandelns in der Grundgesamtheit unbekannt. Zum anderen gibt Bortz (2005) eine Stichprobengröße von $n \leq 30$ an, ab der keine Normalverteilung der Stichprobenmittelwerte nach dem zentralen Grenzwerttheorem angenommen werden kann. In der vorliegenden Untersuchung wird dieses Kriterium unterschritten, da Ergebnisse auf Gruppenebene berichtet werden. Die Stichprobengröße beläuft sich damit auf $N = 20$ Gruppen. Daher werden für die Prüfung von Vorgehensunterschieden zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen ebenfalls parameterfreie Verfahren verwendet.

Mit dem Einsatz parameterfreier Verfahren sind auch Nachteile verbunden. Obwohl sie – wie soeben angemerkt – bei Nichtbekanntheit der Verteilung der zu prüfenden Merkmale in der Grundgesamtheit alternativlos sind (Bortz & Lienert, 1998), sind sie gerade aufgrund dieser Nichtbekanntheit der Verteilungsmerkmale bei kleinen Stichproben nur wenig robust. Die Berechnung verlässlicher Teststatistiken bei kleinen Stichproben ermöglichen exakte Tests. Es wird hier die Nullhypothese geprüft, dass die empirisch ermittelten sowie extremere Testwerte auch bei einer zufälligen Verteilung der Messwerte über Vergleichsgruppen beobachtet werden können (vgl. Edgington, 1995). Das Prinzip der exakten Testung beruht auf der wiederholten Permutation (Vertauschung) der Messwerte über Vergleichsgruppen. Für jede der Permutationen wird eine Teststatistik berechnet. Der Anteil der so ermittelten „zufälligen“ Testwerte, welche gleich oder extremer zu dem empirisch ermittelten Testwert sind, entsprechen der exakten Irrtumswahrscheinlichkeit ($p_{(exakt)}$). Die im Ergebnisteil berichteten Teststatistiken über Gruppenunterschiede beruhen daher auf exakten Testprozeduren.

Das Signifikanzniveau p – also die in Kauf genommene Wahrscheinlichkeit einer irrtümlichen Akzeptanz der Forschungshypothese bei Gültigkeit der Nullhypothese in der Grundgesamtheit – wird in dieser Arbeit mit 10% festgelegt. Diese vergleichsweise hohe Irrtumswahrscheinlichkeit lässt sich mit der noch relativen Neuheit des Forschungsgebietes dieser Untersuchung begründen. Wie bereits bemerkt,

ist nach Kenntnis des Autors dieser Arbeit die existierende Befundlage über erfolgreiches Gruppenhandeln bei der Lösung komplexer Probleme bis dato nur unzureichend. Daher sollen die hier ermittelten Befunde insbesondere auch eine weitere Forschungsarbeit anregen. In diesem Falle wären zu konservative Kriterien über die Entscheidung von Forschungshypothesen eher kontraproduktiv. Daher ist auch eine Festlegung des Signifikanzniveaus auf 10% gerechtfertigt (Bortz, 2005).

Bei der Analyse kleiner Stichproben steigt die Wahrscheinlichkeit von Beta-Fehlern, das heißt einer irrtümlichen Akzeptanz der Nullhypothese. Es wird in diesem Falle empfohlen, bei der Interpretation von Testergebnissen und der Entscheidung über die Forschungshypothesen neben der statistischen Signifikanz auch die Effektstärken im Sinne der praktischen Bedeutsamkeit der Testergebnisse zu berücksichtigen (Kramer & Rosenthal, 1999). Für die Einschätzung von Gruppenunterschieden wird Cohens d berichtet (z.B. Cohen, 1988). Werte für Cohens d kleiner $|.5|$ werden als schwache Effekte, Werte zwischen $|.5|$ und $|.8|$ als mittlere Effekte und höhere Werte als starke Effekte interpretiert. Bei der Prüfung korrelativer Zusammenhänge werden Testwerte zwischen $|.1|$ und $|.3|$ als schwache Effekte, Werte zwischen $|.3|$ und $|.5|$ als mittlere Effekte und Werte darüber als starke Effekte interpretiert (z.B. Bortz, 2005). Es werden Forschungshypothesen akzeptiert, wenn zumindest mittlere Effekte in der angenommenen Richtung beobachtet werden.

Sämtliche der hier berichteten statistischen Analysen wurden mit dem Programmpaket SPSS 12.0 durchgeführt.

4.5.2 Methode zur Testung von Gruppenunterschieden

Die Prüfung der Vorgehensunterschiede zwischen leistungsstarken und leistungsschwächeren Gruppen beruht auf dem U-Test von Mann und Whitney (1947). Der U-Test prüft Unterschiede zwischen zwei unabhängigen Zufallsstichproben in der Ausprägung eines Merkmals, welches bei beiden Stichproben erhoben wurde. Die Messungen in beiden Stichproben werden in eine gemeinsame Rangfolge transformiert, wobei der kleinste Wert einen Rangplatz von 1 und der größte Wert den

Rangplatz N erhält (wobei $N = N_1 + N_2$). Es wird die Nullhypothese getestet, dass sich der durchschnittliche Rangplatz der Merkmalsausprägung zwischen beiden Stichproben nicht unterscheidet.

Die Prüfgröße U wird ermittelt, indem für jeden Rangplatz einer Gruppe die Anzahl der höheren Rangplätze in der anderen Gruppe ermittelt und summiert wird. U entspricht damit der Anzahl der Rangplatzunterschreitungen einer Gruppe im Vergleich zur anderen Gruppe.

4.5.3 Methode zur Testung von Moderatoreffekten

Ein Moderator ist eine qualitative oder quantitative Variable, welche die Richtung und/oder das Ausmaß einer Beziehung zwischen einer unabhängigen Variable und einer abhängigen Variable beeinflusst (Baron & Kenny, 1986). Anders gesagt; ein Moderatoreffekt existiert, wenn für Subgruppen einer unabhängigen Variablen bzgl. einer Drittvariablen (Moderator) ein maximaler Effekt auf die abhängige Variable beobachtet werden kann. Eine unerwartet geringe oder inkonsistente Beziehung zwischen einer UV und einer AV kann auf einen Moderatoreffekt deuten.

Die Methode der Wahl zur Prüfung von Moderatorhypothesen ist die der multiplen moderierten Regression (z.B. Aiken & West, 1991). Diese Methode kann jedoch im vorliegenden Fall keine Anwendung finden, da zum einen keine multivariate Normalverteilung der in die Testung einfließenden Variablen angenommen werden kann (vgl. Abschnitt 4.5.1) und zum anderen das erforderliche Verhältnis zwischen der Anzahl der Fälle (hier $N = 20$) und der Anzahl Prädiktorvariablen (hier: Zeitanteil der Handlungsphasen, Anzahl der Handlungsphasen, Interaktionsvariable Zeitanteil X Anzahl der Handlungsphasen) nicht erreicht wird. Tabachnick und Fidell (2001, S. 117) referieren diesbezüglich eine Faustregel von Green (1991), die $N \geq 104 + 8m$ ($m =$ Anzahl der unabhängigen Variablen) zur Ermittlung einzelner Prädiktoren empfiehlt.

Es wurde daher eine Dichotomisierung der Moderatorvariablen vorgenommen, jeweils getrennt für beide Stufen der Zusammenhang zwischen der unabhängigen Variablen und der abhängigen Variablen ermittelt und die Differenz der beiden Zu-

sammenhangsmaße bestimmt. Zur Prüfung der Stärke des Zusammenhangs wurde – da aufgrund des vorhandenen Datenniveaus ein Einsatz parametrischer Verfahren nicht angemessen ist – der Rangkorrelationskoeffizient ρ (rho) nach Spearman berechnet. Die Rangkorrelation nach Spearman entspricht der Produkt-Moment-Korrelation. Statt intervallskalierter Messwerte gehen lediglich die Rangdaten dieser Messwerte in die Berechnung ein (eine Herleitung der Formel des Rangkorrelationskoeffizienten aus der Formel der Produkt-Moment-Korrelation ist nachzulesen in Bortz et al., 2000).

4.5.4 Methode zur Zeitreihenanalyse

Für die Entscheidung über Hypothese 9 sind zwei Sachverhalte zu prüfen: 1) Unterscheiden sich erfolgreiche von weniger erfolgreichen Gruppen durch jeweils spezifische systematische Abfolgen von Handlungsphasen? 2) Treten diese Abfolgen von Handlungsphasen bei der Aufgabenbearbeitung überzufällig häufig auf?

Die erste Frage kann durch Gruppenvergleiche von Häufigkeiten unmittelbar aufeinander folgender Handlungsphasen geprüft werden, wie sie in Abschnitt 4.4.1.2 beschrieben wurden. Die zur Beantwortung der zweiten Frage notwendige Aufbereitung der Daten sowie die Auswahl der statistischen Verfahren basiert auf Überlegungen von Gottman und Roy (1990) sowie Bakeman, Adamson und Strisik (1995) zur Analyse von Zeitreihen diskreter Codes. Die wesentlichen Punkte dieser Überlegungen sollen im Folgenden an einem hypothetischen Beispiel kurz erläutert werden.

Im Ergebnis der Videoanalyse liegt eine Sequenz diskreter Codes über Handlungsphasen vor; z.B. X X Y X Y X Y Y X Y X Y. In einem ersten Schritt wurden diese Kodierungssequenzen in Paare unmittelbar aufeinander folgender Handlungsphasen aufgeteilt. Dabei bildete jeweils die nachfolgende Handlungsphase eines Paares zum Zeitpunkt t_0 die vorangehende Handlungsphase eines Paares zum Zeitpunkt t_{0+1} . Die entsprechende Aufteilung der oben aufgeführten hypothetischen Beispielsequenz würde demzufolge X X, X Y, Y X, X Y, Y X, X Y, Y Y, Y X, X Y, Y X, X Y lauten. Dabei gilt $N_2 = N-1$ wobei N_2 die Anzahl der Paare ist und N die Anzahl aller Handlungsphasen einer Kodierungssequenz. Die oben aufgeführte Sequenz mit zwölf Handlungsphasen ergibt demzufolge elf Paare von Handlungsphasen.

Tabelle 3: Beispiel für die Darstellung von Zeitreihen diskreter Kodes mit Kontingenztafeln

		Nachfolgende Handlungsphasen (NACH)		
		X	Y	
Vorangehende Handlungsphasen (VOR)	X	n_{XX}	n_{XY}	n_{X+}
	Y	n_{YX}	n_{YY}	n_{Y+}
		n_{+X}	n_{+Y}	N_2

Die Bestimmung *überzufällig* auftretender Abfolgen von Handlungsphasen erfordert einen Vergleich der bedingten Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Handlungsphase mit der unbedingten Auftretenswahrscheinlichkeit dieser Handlungsphase.

Hierzu werden zunächst die gepaarten Handlungsphasen in Kontingenztafeln angeordnet. Die Zeilen der Kontingenztafeln enthalten dabei jeweils die Anzahl der vorangehenden Handlungsphasen (VOR) n_{x+} . Die Spalten enthalten die Anzahl der jeweiligen nachfolgenden Handlungsphasen (NACH) n_{+x} . Den Zellen dieser Kontingenztafeln ist demzufolge zu entnehmen, wie häufig ein bestimmtes Paar von Handlungsphasen auftritt (vgl. Tabelle 3). Durch Division der Auftretenshäufigkeit eines Phasenpaares n_{xy} mit der Häufigkeit des Auftretens der vorangehenden Handlungsphase dieses Phasenpaares n_{x+} sind die Wahrscheinlichkeiten von Y unter der Bedingung X (*bedingte Wahrscheinlichkeiten des Auftretens einer Handlungsphase Y*) zu berechnen ($p_{xy} = n_{xy} / n_{x+}$).

Zu begründen ist die Notwendigkeit des Vergleichs der bedingten mit der unbedingten Auftretenswahrscheinlichkeit einer Handlungsphase damit, dass die Bedeutung einer bedingten Auftretenswahrscheinlichkeit umso höher ist, je geringer im Vergleich die unbedingte Auftretenswahrscheinlichkeit dieser Phase ist (Gottman & Roy, 1990, S. 17f), wie folgendes Beispiel veranschaulichen soll:

In Bezug auf die oben aufgeführte Beispielsequenz ist festzustellen, dass die unbedingte Auftretenswahrscheinlichkeit der Phase Y $p_Y = 0.50$ beträgt, denn von den insgesamt zwölf erfassten Handlungsphasen wurden sechs mit Y kodiert ($p_Y = n_Y / N = 6/12 = 0.50$). Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Y unter der Bedingung, dass zuvor X auftrat, beläuft sich

hingegen auf $p_{XY} = 0.83$ ($p_{XY} = n_{XY} / n_{X+} = 5/6 = 0.83$). Mit anderen Worten; fünf der insgesamt sechs Y-Phasen traten unmittelbar nach einer vorherigen X-Phase auf. Es ist demzufolge im Vergleich zur unbedingten Auftretenswahrscheinlichkeit p_Y wahrscheinlicher, dass Y auftritt, wenn zuvor X durchgeführt wurde. Dieses Ergebnis kann im Sinne eines systematischen Wechsels zwischen X und Y interpretiert werden.

Der Betrag der bedingten Auftretenswahrscheinlichkeit allein, ist noch kein hinreichender Befund für einen solchen systematischen Phasenwechsel. Würde beispielsweise die unbedingte Auftretenswahrscheinlichkeit $p_Y = 0.80$ betragen, dann wäre der bedingten Auftretenswahrscheinlichkeit $p_{XY} = 0.83$ weniger Bedeutung beizumessen, denn in diesem Falle ist die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Y unter der Bedingung einer unmittelbar zuvor durchgeführten Phase X nur unwesentlich höher, als die prinzipielle – also die unbedingte – Auftretenswahrscheinlichkeit von Y. Hier kann also nicht von einem systematischen sondern vielmehr von einem zufälligen Wechsel zwischen X und Y ausgegangen werden.

Eine Möglichkeit der Prüfung der statistischen *Signifikanz* bedingter Wahrscheinlichkeiten bei der Analyse von Zeitreihen diskreter Codes besteht in der Verwendung logit-loglinearer Modelle¹⁶ (Bakeman et al., 1995; Gottman & Roy, 1990). Logit-loglineare Modelle prüfen Häufigkeitsverteilungen über zwei dichotome oder mehrfachgestufte kategoriale Merkmale und sind damit der Klasse der χ^2 -Tests zuzuordnen. Die Ergebnisse logit-loglinearer Modelle erlauben jedoch umfassendere statistische Aussagen als herkömmliche χ^2 -Tests: Im Vergleich zu herkömmlichen χ^2 -Tests, deren Resultate – im Falle der vorliegenden Arbeit – lediglich eine Aussage darüber erlauben würden, inwieweit *prinzipielle* systematische Abfolgen zwischen vorangehenden und nachfolgenden Handlungsphasen existieren, eröffnet die Anwendung logit-loglinearer Verfahren unter anderem die Möglichkeit einer Beantwortung der Frage, zwischen *welchen* der einzelnen Merkmalskategorien von Vor- und Nachphasen solche systematischen Abfolgen existieren. Das heißt, es ist möglich zu überprüfen, ob systematische Wechsel von X zu Y, von Y zu X usw. existieren.

¹⁶ Ein Logit ist der Logarithmus des Verhältnisses der Häufigkeiten der Stufen der abhängigen Variable. Ziel eines logit-loglinearen Modells ist es, dieses Verhältnis vorherzusagen.

Für die Durchführung von logit-loglinearen Verfahren sind folgende Voraussetzungen und Bedingungen zu beachten: Genau wie die Anwendung von χ^2 -Verfahren im Allgemeinen (vgl. Bortz, 2005, S.177), erfordert auch die Berechnung logit-loglinearer Modelle voneinander unabhängige Beobachtungen. Diese Voraussetzung wird jedoch durch die oben beschriebene Paarbildung verletzt, da – wie beschrieben – die nachfolgende Handlungsphase eines Paares zum Zeitpunkt t_0 die vorangehende Handlungsphase eines Paares zum Zeitpunkt t_{0+1} bildet. Anderson und Goodman (1957) zeigten jedoch, dass bei großer Anzahl an vergebenen Codes die Prüfstatistik – trotz Abhängigkeit der Variablen – Chi-Quadrat verteilt ist. Damit sind logit-loglineare Verfahren für die Untersuchung von Zeitreihen geeignet.

Weiterhin sind bei der Zeitreihenanalyse die spezifischen Besonderheiten zeitbasierter und ereignisbasierter Kodierungen zu berücksichtigen. Während bei der erstgenannten Art der Kodierung ein erneutes Auftreten derselben Handlungsphase in einem unmittelbar nachfolgenden Zeitabschnitt möglich ist, wird bei einer ereignisbasierten Kodierung – wie sie in dieser Arbeit angewendet wurde – das Auftreten einer bestimmten Handlungsphase durch das Auftreten einer anderen Handlungsphase abgelöst. Hier ist gemäß Definition keine unmittelbare Abfolge übereinstimmender Handlungsphasen möglich. Mit anderen Worten; es bleiben diejenigen Zellen einer Kontingenztafel unbesetzt, welche die Auftretenshäufigkeiten von vorangehenden und nachfolgenden Handlungsphasen übereinstimmenden Inhalts abbilden. Dies ist bei der Modellabschätzung durch eine Gewichtung dieser Zellen zu berücksichtigen, um eine systematische Verzerrung der Ergebnisse zu vermeiden (vgl. Bakeman et al., 1995).

4.6 Die Analyseebene

Sowohl die Ebene der Konstrukterhebung, als auch der statistischen Auswertung sollten der Ebene der Theorie entsprechen (Klein et al., 1994). Zwar ist Gruppenhandeln mehrstufiges Handeln – welches auf individuellen Regulationsprozessen basiert (vgl. Abschnitt 2.1) – jedoch besitzen die im Diskurs entwickelten Ziele und Handlungspläne einer Gruppe aufgrund der Eigenheiten kommunikativer und damit ver-

bundener sozialer Prozesse eine typisch gruppenspezifische Qualität (vgl. Abschnitt 2.2.4). Weiterhin erarbeitete in der vorliegenden Untersuchung jede Gruppe ein *gemeinsames* Ergebnis – die Konzeptskizze. Die Ebene der Analyse ist in dieser Untersuchung daher die Ebene der Gruppe. Das heißt, alle relevanten Konstrukte – bis auf das explizite Fachwissen – wurden auf der Ebene der Gruppe erhoben und ausgewertet.

5 Ergebnisse

5.1 Überprüfung der Voraussetzungen für die Hypothesentestung

5.1.1 Überprüfung untersuchungsbedingter Artefakte

Im Folgenden werden potentielle untersuchungsbedingte Quellen einer systematischen Verzerrung der Untersuchungsergebnisse untersucht.

Einfluss der Untersuchungsleiter auf den Gruppenerfolg. Das Verhalten von Untersuchungsleitern kann die Ergebnisse von Untersuchungen beeinflussen (Bortz & Döring, 1995). Solchen systematischen Versuchsleiter-Artefakten wurde zum einen durch die Verwendung standardisierter Instruktionen begegnet. Darüber hinaus wurde das Innovationspotenzial der Konzepte der von Versuchsleiter A und B geleiteten Gruppen verglichen. Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen beobachtet (siehe Anhang; Tabelle A4).

Einfluss des Erhebungszeitpunktes auf den Gruppenerfolg. Obwohl die Teilnehmer für den Zeitraum der gesamten Erhebung – dieser belief sich auf einen Monat – zum Stillschweigen über die Untersuchungsinhalte verpflichtet wurden, kann eine Information von später Teilnehmenden durch Teilnehmer, welche die Untersuchung bereits abgeschlossen hatten, nicht ausgeschlossen werden. Systematische Vorteile später teilnehmender Experimentalgruppen aufgrund einer eventuellen Vorabkenntnis der Aufgabenstellung sind daher zu überprüfen. Ein Vergleich des erzielten Innovationspotenzials der in der ersten und zweiten Hälfte des Erhebungszeitraums teilnehmenden Gruppen ergab keine signifikanten Unterschiede (siehe Anhang; Tabelle A4).

Einfluss der Tageszeit auf den Gruppenerfolg. Ein Teil der Untersuchungen fand Vormittags zwischen 9:00 und 13:00 statt, ein anderer Teil nachmittags zwischen 14:00 und 18:00. Tageszeitlich bedingte Schwankungen der Leistungsfähigkeit (Blake, 1967) können daher die Untersuchungsergebnisse in unerwünschter Weise beeinflussen. Es wurde das erzielte Innovationspotenzial der vormittags und nach-

mittags teilnehmenden Gruppen verglichen. Auch hier sind keine signifikanten Gruppenunterschiede zu beobachten (siehe Anhang; Tabelle A4).

5.1.2 Überprüfung des Einflusses der experimentellen Manipulation

Wie in der Darstellung des Ablaufs der Untersuchung (Abschnitt 4.3) berichtet, unterbrach eine Hälfte der teilnehmenden Gruppen die Aufgabenbearbeitung für eine methodisch unterstützte Reflexion über die gemeinsame Gruppenaufgabe.

Die Intervention zielte darauf ab, individuelles implizites Wissen in Gruppen zu explizieren und durch eine strukturierte Diskussion die Entwicklung eines gemeinsamen geteilten mentalen Modells der Gruppenmitglieder über die gemeinsame Konstruktionsaufgabe zu unterstützen. Damit sollten also genau diejenigen erfolgskritischen Einflussfaktoren auf das gemeinsame Gruppenhandeln gefördert werden, welche in dieser Arbeit diskutiert wurden.

Es ist also möglich, dass Untersuchungsgruppen durch die Intervention eine mangelnde Zielklärung und Handlungsplanung vor der Intervention ausgleichen können bzw. dass das Gruppenhandeln nach der Intervention „entlastet“ wird, dass also Experimentalgruppen während der Aufgabenbearbeitung im Vergleich zu Kontroll- und Dummy-Gruppen im geringeren Umfang Ziele klären bzw. Handlungen planen müssen. Eine Folge wäre, dass die in dieser Untersuchung berichteten Analysen, welche nur die Prozesse während der Aufgabenbearbeitung abbilden, die „wahren“ Zusammenhänge zwischen Zielklärung und Handlungsplanung unterschätzen.

Aufgrund der geringen Stichprobengröße, sind solche Interaktionseffekte nicht statistisch kontrollierbar. Jedoch sind systematische Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen hinsichtlich der abhängigen Variablen Innovationspotenzial sowie hinsichtlich des zeitlichen Anteils und der Anzahl der Handlungsphasen nach der Intervention zu überprüfen.

Es wurden – bis auf einen signifikant höheren zeitlichen Anteil und einer signifikant höheren Anzahl von Phasen sozio-emotionaler Regulation bei Dummy-Gruppen gegenüber den beiden anderen Versuchsgruppen – keine signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen hinsichtlich der erfassten Handlungsphasen sowie hinsichtlich des erzielten Innovationspotenzials beobachtet (siehe Anhang;

Tabelle A5). Hinsichtlich der höheren Ausprägung sozio-emotionaler Regulation bei Dummy-Gruppen kann vermutet werden, dass die Inhalte der aufgabenirrelevanten Reflexion (die Gruppen mussten über Sportarten reflektieren) zu einer Stimmungsauflockerung in diesen Gruppen führte.

5.1.3 Überprüfung des Einflusses der soziodemografischen Gruppenzusammensetzung

Die Diversität von Gruppen – also die Verschiedenartigkeit der Mitglieder einer Gruppe – hinsichtlich personenbezogener beobachtbarer (z.B. Geschlecht; W. Wood, 1987) und nicht beobachtbarer Merkmale (z.B. Erfahrung und Wissen) kann die Gruppenleistung – insbesondere bei der Entwicklung kreativer Ideen – sowohl positiv als auch negativ beeinflussen (Miliken et al., 2003). Daher sind vor der Hypothesentestung Einflüsse einer unterschiedlichen Zusammensetzung der Gruppen hinsichtlich der erhobenen soziodemografischen Merkmale (vgl. Abschnitt 4.2) auf das Innovationspotenzial der entwickelten Konzepte zu überprüfen.

Die durchgeführten Tests geben keinen Hinweis auf ein signifikant unterschiedliches Innovationspotenzial von geschlechtsdiversen und geschlechtshomogenen Gruppen (vgl. Anhang; Tabelle A6). Ebenfalls nicht signifikant sind die beobachteten schwachen negativen Zusammenhänge zwischen dem Grad der Altersdiversität sowie der Diversität der Fachsemester – jeweils gemessen an der Standardabweichung der Merkmale innerhalb einer Gruppe – und dem Innovationspotenzial (vgl. Anhang; Tabelle A7).

5.1.4 Überprüfung des Zusammenhangs zwischen explizitem aufgabenbezogenen Wissen und Gruppenerfolg

Die Prüfung der Hypothesen setzt weiterhin eine Kontrolle des direkten Einflusses des in Gruppen vorhandenen expliziten aufgabenbezogenen Wissens auf den Gruppenerfolg – im Sinne des Innovationspotenzials der entwickelten Lösungen – voraus (vgl. Abschnitt 4.4.3). Hierzu wurde die Stärke des Zusammenhangs von verschiedenen Gruppenmaßen des auf der Basis des Wissenstests ermittelten expliziten aufgabenbezogenen Wissens und dem Innovationspotenzial geprüft. Jeweils schwach po-

sitive, nicht signifikante Zusammenhänge wurden zwischen dem mittleren aufgabenbezogenen Wissen ($\rho = .17$) bzw. dem aufgabenbezogenen Wissen des „schlechtesten“ Gruppenmitglieds ($\rho = .16$) sowie dem Innovationspotenzial ermittelt.

Schwache negative, ebenfalls nicht signifikante Zusammenhänge von $\rho = -.26$ wurden beobachtet zwischen der Diversität des expliziten aufgabenbezogenen Wissens – bestimmt anhand der Standardabweichung der Ergebnisse des Wissenstests innerhalb einer Gruppe – und dem Innovationspotenzial. Tendenziell geht also ein unterschiedliches Niveau des expliziten aufgabenbezogenen Wissens in Gruppen mit einem niedrigeren Innovationspotenzial einher. Kein Zusammenhang ($\rho = .06$) bestand in der vorliegenden Untersuchung zwischen dem ermittelten Wissensstand des besten Gruppenmitglieds und dem Innovationspotenzial (vgl. Anhang; Tabelle A8).

Aufgrund der insgesamt nur schwachen Ausprägung der Zusammenhänge zwischen explizitem aufgabenbezogenen Gruppenwissen und Gruppenerfolg kann also eine Überprüfung der formulierten Hypothesen vorgenommen werden.

5.1.5 Überprüfung der Zuverlässigkeit der verwendeten Verfahren

5.1.5.1 Zuverlässigkeit der Beobachtungskategorien zur Erfassung des Gruppenhandelns

Zur Einschätzung der Zuverlässigkeit der Beobachtungskategorien wurden acht der 20 Video-Aufnahmen unabhängig von jeweils zwei Beurteilern kodiert. Die Beurteilerübereinstimmung wurde mit Cohens κ (Kappa; Cohen, 1960) bestimmt. Cohens κ entspricht der zufallskorrigierten prozentualen Beurteilerübereinstimmung darüber, ob zu einem Zeitpunkt diskrete Ereignisse auftraten oder nicht. Der Wertebereich beträgt -1 bis $+1$. Die Interpretation von Cohens κ in dieser Arbeit orientiert sich an den Empfehlungen von Fleiss und Cohen (1973): Ein κ -Wert zwischen 0.4 und 0.6 kann demnach als akzeptable Beurteiler-Übereinstimmung interpretiert werden. Werte zwischen 0.6 und 0.75 weisen auf eine gute, Werte > 0.75 auf eine sehr gute Beurteiler-Übereinstimmung hin.

Für die Bestimmung von Cohens κ wurden die Videoanalysen in zehn Sekunden Abschnitte aufgeteilt und die Übereinstimmung bzw. Nichtübereinstimmung der

Beurteiler in der Kategorisierung dieser Zeitabschnitte bestimmt.¹⁷ Für jede der acht doppelt kodierten Video-Aufnahmen wurde ein separater κ -Wert berechnet.

Die so ermittelte Beurteilerübereinstimmung streut zwischen Werten von $\kappa = .58 - .82$. Dies entspricht einem prozentualen Anteil der übereinstimmenden Urteile von 70.4% bis 87.5% (vgl. Anhang; Tabelle A1). Die durchschnittliche Beurteilerübereinstimmung beträgt $\kappa = .66$. Damit kann von einer insgesamt guten Zuverlässigkeit des entwickelten Kategoriensystems ausgegangen werden.

Von den doppelt kodierten Aufnahmen wurden für die weiteren Analysen jeweils 50% der Kodierungen jedes Beurteilers verwendet. Die Auswahl wurde per Los bestimmt.

5.1.5.2 Zuverlässigkeit der Konzeptbewertung zur Erfassung des Gruppenerfolgs

Um die Zuverlässigkeit des gewählten Vorgehens zur Einschätzung des Innovationspotenzials zu überprüfen, erfolgten unabhängige Bewertungen sämtlicher Konzeptskizzen durch jeweils zwei Experten (Diplom-Ingenieure, Mitarbeiter des Lehrstuhls für Produktentwicklung der TU München).

Zur Bestimmung der Beurteiler-Übereinstimmung wurde aufgrund des ordinalen Datenniveaus der Skala Originalität sowie der nicht anzunehmenden Normalverteilung der Stichprobenmittelwerte die Rangkorrelation nach Spearman verwendet (Eingehendere Erläuterungen zum Problem des Skalenniveaus bei der Bestimmung der Beurteilerübereinstimmung sind beispielsweise nachzulesen in Wirtz & Caspar, 2002, S. 123ff).

Die Beurteilerübereinstimmung der Dimension Originalität beträgt $\rho = .78$, der Dimensionen Fehlerfreiheit $\rho = .96$ und der Dimension Anforderungserfüllung $\rho = .89$ (vgl. Anhang; Tabelle A2). Damit kann eine gute Zuverlässigkeit der Maße zur

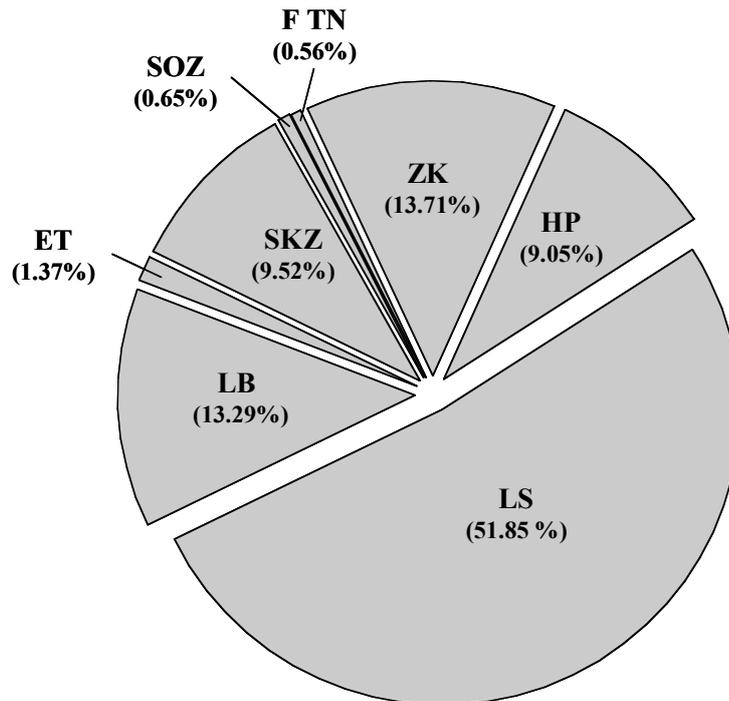
¹⁷Aufgrund der ereignisbasierten Kodierung differierte der erfasste zeitliche Umfang ein und der selben kodierten Handlungsphase leicht zwischen den Beurteilern. Die ereignisbasierte Kodierung führte auch dazu, dass sich die Beurteiler zum Teil hinsichtlich der Anzahl der kodierten Handlungsphasen unterschieden. Daher war ohne eine Aufteilung der Handlungsphasen in Zeitabschnitte gleichen Umfangs keine eindeutige Gegenüberstellung der Kodierungen der beiden Beurteiler möglich.

Einschätzung des Innovationspotenzials festgestellt werden. Für die weiteren Analysen wurden die Bewertungen des erfahreneren der beiden Beurteiler verwendet.

Die Analysen erbrachten somit insgesamt keine Hinweise auf systematische Verzerrungen der Experimentalergebnisse durch untersuchungsbedingte Artefakte, Unterschiede in der soziodemografischen Zusammensetzung der Gruppen sowie hinsichtlich des expliziten mittleren Wissens in Gruppen. Damit sind die Voraussetzungen zur Prüfung der formulierten Hypothesen gegeben.

5.2 Beschreibung des Gruppenhandelns bei der Bearbeitung der Konstruktionsaufgabe

Den Darstellungen der Hypothesentestung soll zunächst eine generelle Beschreibung des Vorgehens der Gruppen vorangestellt werden, um dem Leser eine bessere Vorstellung über das Gruppenhandeln bei der Bearbeitung der Konstruktionsaufgabe zu vermitteln. Abbildung 7 illustriert die prozentuale Verteilung des Zeitanteils, der bei der Aufgabenbearbeitung für die erfassten Handlungsphasen aufgewendet wurde. Etwas mehr als die Hälfte der Zeit verbrachten die Gruppen mit der Suche nach und Entwicklung von Lösungskonzepten (Lösungssuche: 51.85 %), gefolgt von der Kommunikation über Aufgabenziele (Zielklärung: 13.71 %) und der Bewertung der entwickelten Konzepte (Lösungsbewertung: 13.29 %).



ZK = Zielklärung, HP = Handlungsplanung, LS = Lösungssuche, LB = Lösungsbewertung, ET = Entscheidungen treffen, SKZ = Skizzieren, SOZ = Sozio-Emotionale Regulation, F TN = Frage der Teilnehmer an die Versuchsleiter

Abbildung 7: Prozentuale Verteilung des Zeitanteils der Handlungsphasen (N = 20 Gruppen)

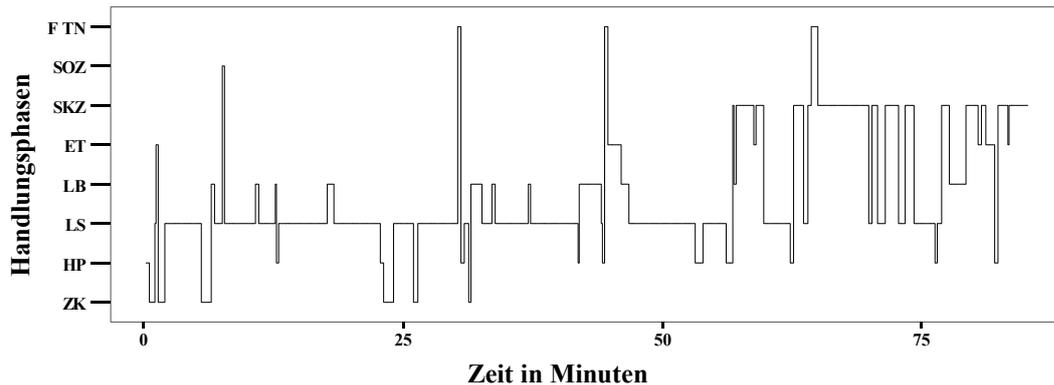
Für das Fertigen der Konzeptskizze (Skizzieren) sowie die Festlegung von Maßnahmen der Handlungsausführung (Handlungsplanung) werden jeweils etwas weniger als 10% der Zeit aufgewendet. Ein mit 1.37% nur sehr geringer Zeitanteil wird expliziten Entscheidungen über das Lösungskonzept bzw. über Teillösungen gewidmet. Auch die beiden nicht aufgabenbezogenen Handlungsphasen nehmen mit Zeitanteilen von unter einem Prozent einen nur geringen Raum ein. Zwischen den Gruppen sind hinsichtlich des aufgewendeten zeitlichen Anteils für diese Phasen jedoch auch große Unterschiede zu registrieren (vgl. Tabelle 4). So beschäftigte sich eine Gruppe in nur 2% der zur Verfügung stehenden Zeit mit der Zielklärung während für die Gruppe mit dem höchsten Zeitanteil an Zielklärung 32.02% zu verzeichnen sind.

Tabelle 4: *Deskriptive Statistik des zeitlichen Anteils sowie der Anzahl der beobachteten Handlungsphasen*

Handlungsphasen	Zeitlicher Anteil (in %)				Anzahl			
	M	SD	MIN	MAX	M	SD	MIN	MAX
ZK	13.71	7.75	2.00	32.02	8.85	3.69	3	16
HP	9.05	4.99	.62	21.07	14.60	5.58	2	26
LS	51.85	8.88	35.92	72.65	18.70	5.39	9	28
LB	13.29	8.66	1.92	35.86	9.30	5.50	2	22
ET	1.37	1.34	.00	4.87	3.50	2.70	0	9
SKZ	9.52	6.17	.00	19.34	6.00	3.60	0	14
SOZ	.65	.88	.00	3.96	2.30	2.96	0	14
F TN	.56	.69	.00	2.51	1.35	1.46	0	5
Gesamt	100	-	-	-	64.60	16.72	35	92

Anmerkung: $N = 20$. ZK = Zielklärung, HP = Handlungsplanung, LS = Lösungssuche, LB = Lösungsbewertung, ET = Entscheidungen treffen, SKZ = Skizzieren, SOZ = Sozio-Emotionale Regulation, F TN = Frage der Teilnehmer an die Versuchsleiter.

Es wurden durchschnittlich 64.6 Phasen durchgeführt (vgl. Tabelle 4). Das bedeutet, dass – bei einer insgesamten Aufgabenbearbeitungszeit von 90 Minuten – etwa alle 1.4 Minuten ein Wechsel in der Handlungsregulation der Gruppen stattfand. Jedoch sind hier auch starke Schwankungen zwischen den Gruppen in der Anzahl der durchgeführten Phasen zu beobachten. Abbildung 8 verdeutlicht beispielhaft den *Verlauf* des Handelns einer Gruppe bei der Aufgabenbearbeitung anhand der erhobenen Phasen.



ZK = Zielklärung, HP = Handlungsplanung, LS = Lösungssuche, LB = Lösungsbewertung, ET = Entscheidungen treffen, SKZ = Skizzieren, SOZ = Sozio-Emotionale Regulation, F TN = Frage der Teilnehmer an die Versuchsleiter

Abbildung 8: Beispiel des Verlaufs der Aufgabenbearbeitung einer Gruppe

Nach einer kurzen Phase der Handlungsplanung und Zielklärung beginnt die Gruppe sehr schnell mit der Lösungssuche, die jedoch immer wieder durch kurze Phasen der Zielklärung, Handlungsplanung aber auch Lösungsbewertung unterbrochen werden. In der zweiten Hälfte der Aufgabenbearbeitung sind überhaupt keine Zielklärungsphasen mehr zu beobachten. Etwa zu Anfang des letzten Drittels der Aufgabenbearbeitung beginnt die Gruppe mit der Anfertigung der Konzeptskizze. Die Fertigung der Skizze wird häufiger unterbrochen durch Einschaltung erneuter Lösungssuchen zum Teil auch Handlungsplanungs-, Lösungsbewertungs- und Entscheidungsphasen.

Das Beispiel verdeutlicht, dass die Gruppe – in Übereinstimmung mit den theoretischen Überlegungen – nicht „arbeitsschrittrein“ vorgeht, sondern stattdessen einzelne Handlungsphasen iterativ durchläuft.

Das Vorgehen der Gruppen ist insgesamt jedoch nicht unsystematisch, wie Abbildung 9 verdeutlicht. So ist im Vergleich zur ersten Hälfte der Aufgabenbearbeitung in der zweiten Hälfte ein wesentlich geringerer Anteil handlungsvorbereitender Phasen (Zielklärung, Handlungsplanung) hingegen ein höherer Anteil handlungsausführender Phasen (Lösungssuche, Lösungsbewertung, Entscheidung treffen, Skizzieren) zu verzeichnen.

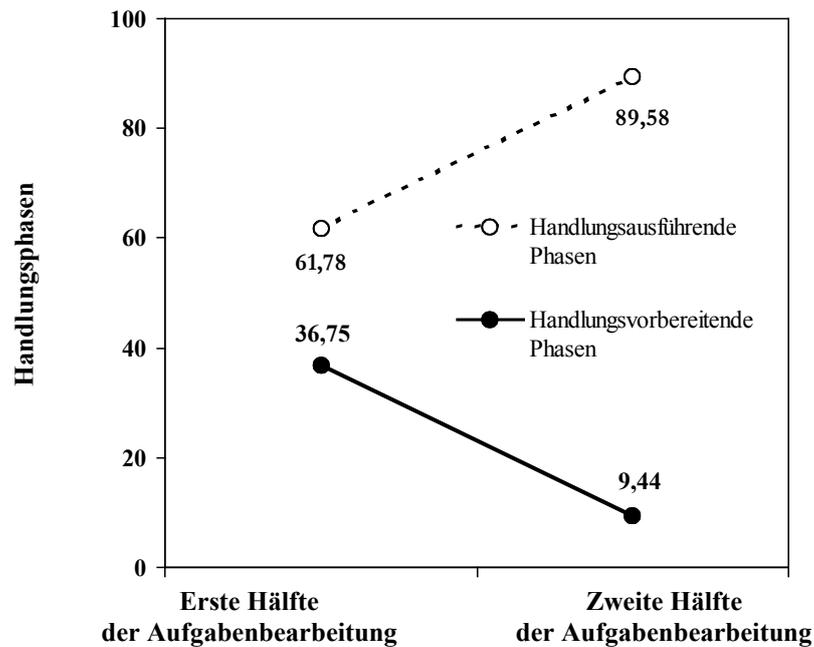


Abbildung 9: Prozentualer Anteil handlungsvorbereitender und handlungsausführender Phasen im Vergleich zwischen erster und zweiter Hälfte der Aufgabenbearbeitung (N = 20 Gruppen)

In den nun folgenden Abschnitten werden, die formulierten Forschungshypothesen hinsichtlich die Faktoren erfolgreichen Gruppenhandelns bei der gemeinsamen Ausführung von Konstruktionsaufgaben geprüft.

5.3 Statistische Hypothesentestung

5.3.1 Ergebnisse zu Unterschieden zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen hinsichtlich des zeitlichen Anteils der Zielklärung und Handlungsplanung

Es wurden die Annahmen formuliert, dass sich erfolgreiche von weniger erfolgreichen Gruppen durch einen höheren zeitlichen Anteil der Zielklärung bzw. Handlungsplanung unterscheiden.

Zur Prüfung dieser Hypothesen 1 und 2 wurden durch Mediansplitting zwei Klassen von Gruppen gebildet, welche die – hinsichtlich des Innovationspotenzials

der entwickelten Konzepte – jeweils besten zehn bzw. schlechtesten zehn Gruppen umfassten. Der Gruppenvergleich erfolgte mit dem Mann-Whitney U-Test (vgl. Abschnitt 4.5.2). Die Ergebnisse sind Tabelle 5 zu entnehmen. (Einen Überblick über Gruppenunterschiede hinsichtlich des zeitlichen Anteils aller erhobenen Handlungsphasen bieten die Tabellen A15 - A17 im Anhang).

Tabelle 5: Unterschiede zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen hinsichtlich des zeitlichen Anteils der Zielklärung und Handlungsplanung

	Gruppenerfolg				$p_{\text{(exakt)}}$	d
	gering (n = 10)		hoch (n = 10)			
	M	SD	M	SD		
Zeitlicher Anteil Zielklärung (H1)	14.38	5.16	13.05	9.96	.20	.17
Zeitlicher Anteil Handlungsplanung (H2)	7.47	3.60	10.64	5.84	.07	.65

Anmerkung: Mann-Whitney U-Test; exakte einseitige Signifikanz, $p \leq .10$.

Die Annahme eines höheren zeitlichen Anteils für Zielklärung bei erfolgreichen Gruppen gemäß Hypothese 1 bestätigte sich nicht. Es wurde hier sogar ein leicht höherer Anteil der Zielklärung bei der Gruppe der weniger Erfolgreichen beobachtet. Die Unterschiede zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen sind jedoch nicht signifikant.

Erwartungsgemäße Resultate erbrachte die Testung von Hypothese 2. Hier wurde ein signifikant höherer zeitlicher Anteil der Handlungsplanung bei erfolgreichen Gruppen beobachtet. Die Effektstärke d deutet auf eine mittlere praktische Bedeutsamkeit des Gruppenunterschiedes hin.

Gemäß der logischen Abfolge von Handlungsphasen innerhalb des Handlungsprozesses (vgl. Abschnitt 2.2.1.4) wurde geschlussfolgert, dass erfolgreiche Gruppen insbesondere *zu Beginn* der Aufgabenbearbeitung einen höheren zeitlichen Anteil der

Zielklärung (Hypothese 3) und der Handlungsplanung (Hypothese 4) aufwenden. Zur Prüfung dieser beiden Hypothesen wurden wiederum erfolgreiche und weniger erfolgreiche Gruppen hinsichtlich des zeitlichen Anteils beider Handlungsphasen in der ersten Hälfte der Aufgabenbearbeitung verglichen.

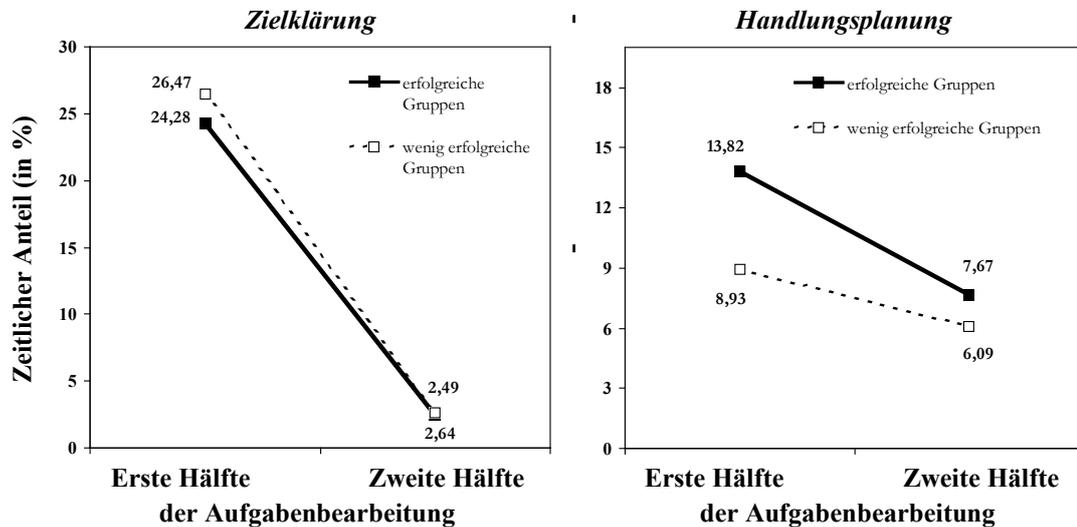


Abbildung 10: Gruppenerfolg und zeitlicher Anteil der Zielklärung und Handlungsplanung im Vergleich zwischen erster und zweiter Hälfte der Aufgabenbearbeitung (erfolgreiche Gruppen: $n = 10$; wenig erfolgreiche Gruppen: $n = 10$)

Die Ergebnisse der Hypothesentestung sind in Abbildung 10 grafisch dargestellt. (Die vollständigen Ergebnisse der statistischen Analyse sind den Tabellen A16 und A17 im Anhang zu entnehmen.)

Die Analyse zeigt, dass entgegen den Annahmen keine signifikanten Gruppenunterschiede zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen hinsichtlich des zeitlichen Anteils der Zielklärung zu Beginn der Aufgabenbearbeitung bestehen. Sowohl erfolgreiche als auch weniger erfolgreiche Gruppen wenden etwa ein Viertel der Zeit der ersten Aufgabenhälfte für die Zielklärungen auf. Erfolgreiche Gruppen nehmen sich hierfür in der Tendenz sogar weniger Zeit als wenig erfolgreiche Gruppen. In der zweiten Hälfte erfolgt dann bei beiden Gruppen eine rapide Abnahme des Zeitaufwandes der Zielklärung. Damit ist Hypothese 3 zurückzuweisen.

Im Vergleich beider Gruppen hinsichtlich des zeitlichen Anteils der Handlungsplanung zu Beginn der Aufgabenbearbeitung sind hingegen erwartungsgemäße Unterschiede zu beobachten. Erfolgreiche Gruppen wenden in der ersten Hälfte der Aufgabenbearbeitung signifikant ($p < .10$) mehr Zeit für die Handlungsplanung auf als wenig erfolgreiche Gruppen. Die Effektstärke ($d = .66$) deutet auf eine mittlere Bedeutsamkeit dieses Gruppenunterschiedes hin. Hypothese 4 kann daher bestätigt werden.

Aus Abbildung 10 ist weiterhin erkennbar, dass auch im zweiten Abschnitt der Aufgabenbearbeitung bei erfolgreichen Gruppen ein höheres Niveau hinsichtlich des aufgewendeten zeitlichen Anteils der Handlungsplanung zu beobachten ist, der diesbezügliche Gruppenunterschied in diesem Zeitabschnitt ist jedoch nicht signifikant, und die Effektstärke ($d = .26$) weist auf eine geringe Bedeutsamkeit hin.

5.3.2 Ergebnisse zum Unterschied zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen hinsichtlich des Umfangs der Anforderungserfassung

Es wurde vermutet, dass sich erfolgreiche Gruppen von weniger erfolgreichen Gruppen durch eine umfassendere Einbeziehung der Produkthanforderungen in die Zielklärung zu Beginn der Aufgabenbearbeitung unterscheiden (Hypothese 5).

Zur Überprüfung dieser Annahme wurde der Grad der Vollständigkeit der Anforderungserfassung während der Zielklärungsphasen in der ersten Hälfte der Aufgabenbearbeitung überprüft. Eine vollständige Anforderungserfassung erforderte demnach, dass sämtliche in der Aufgabenstellung enthalten Produkthanforderungen im Verlauf der Zielklärungsphasen dieses Zeitraumes zumindest einmal kommuniziert worden sind (vgl. hierzu auch Abschnitt 4.4.1.2).

Abbildung 11 zeigt, dass die Ergebnisse des Vergleichs der erfolgreichen mit weniger erfolgreichen Gruppen in der Tendenz der in Hypothese 5 formulierten Annahmen entsprechen, die Signifikanz dieser Gruppenunterschiede jedoch nicht statistisch abgesichert werden kann.

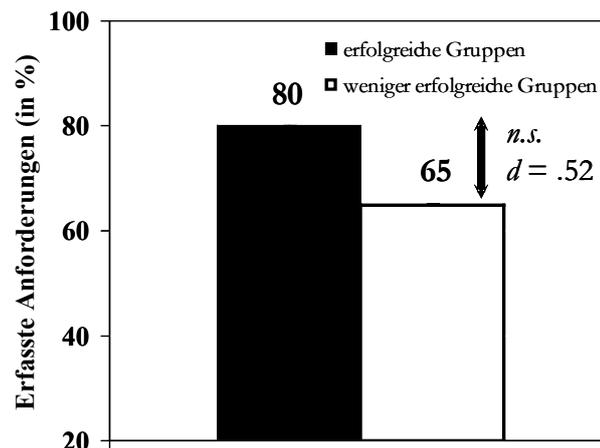


Abbildung 11: Gruppenerfolg und Vollständigkeit der Anforderungserfassung (erfolgreiche Gruppen: $n = 10$; wenig erfolgreiche Gruppen: $n = 10$)

Erfolgreiche Gruppen erfassen während der Zielklärung in der ersten Hälfte der Aufgabenbearbeitung 80% der in der Aufgabenstellung benannten Produkthanforderungen, während wenig erfolgreiche Gruppen im Durchschnitt nur 65% dieser Anforderungen erfassen. Die bei der Prüfung der Gruppenunterschiede ermittelten Testwerte sind jedoch nicht signifikant. Die Effektstärke weist auf eine mittlere praktische Bedeutsamkeit des Unterschiedes hin. Hypothese 5 kann daher – trotz tendenziell annahmekonformer Ergebnisse – nicht bestätigt werden. (Die ausführlichen statistischen Angaben zur Prüfung dieser Hypothese sind Tabelle A18 im Anhang zu entnehmen.)

5.3.3 Ergebnisse zum erfolgskritischen Einfluss der Aufteilung der Zielklärung und Handlungsplanung in iterative Schritte

Vor dem Hintergrund der Überlegung, dass aufgrund der Komplexität und dem Problemcharakter von Konstruktionsaufgaben keine systematische Zielklärung und keine systematische Auswahl aller potentiellen Maßnahmenabfolgen zur Verwirklichung dieser Zielstruktur möglich ist, wurde angenommen, dass eine iterative Zielklärung und Handlungsplanung in mehreren Phasen einen positiveren Einfluss auf den Gruppenerfolg hat, als eine Aufteilung auf wenige Phasen (Hypothesen 6 und 7).

Die Hypothesen beinhalten Annahmen über moderierende Zusammenhänge, d.h. es wird vermutet, dass die Stärke und/oder Richtung des Zusammenhangs zwischen der aufgewendeten Zeit für Zielklärung bzw. Handlungsplanung einerseits und Gruppenerfolg andererseits beeinflusst wird durch die Verteilung der hierfür aufgewendeten Zeit auf wenige oder mehrere Handlungsphasen.

Zur Prüfung von Moderatorhypothesen sollte die Moderatorvariable sowohl mit der unabhängigen Variable als auch mit der abhängigen Variable unkorreliert sein (Baron & Kenny, 1986). So kann beispielsweise im Falle substanzieller Korrelationen zwischen der unabhängigen Variablen und der Moderatorvariablen eine Interaktion beider Variablen keinen oder einen nur geringen zusätzlichen Beitrag zur Aufklärung der Ausprägung der abhängigen Variable leisten.

Es wurden also zunächst die Korrelationen zwischen den unabhängigen Variablen (zeitlicher Anteil der Zielklärung bzw. Handlungsplanung) und den Moderatorvariablen (Anzahl der jeweiligen Handlungsphasen) betrachtet. Im Falle der Zielklärung sind mittlere positive Korrelationen von $\rho = .39$ zwischen dem aufgewendeten zeitlichen Anteil und der Aufteilung in verschiedene Phasen zu beobachten; im Falle der Handlungsplanung ist ein starker positiver Zusammenhang von $\rho = .77$ festzustellen (siehe Anhang; Tabelle A9). Tendenziell geht also ein höherer zeitlicher Anteil, der für eine Handlungsphase aufgewendet wurde, auch mit einer größeren Anzahl der jeweiligen Handlungsphase einher. Insbesondere im Falle der Zielklärung variiert jedoch die in vergleichbaren Zeitanteilen durchgeführte Anzahl der Phasen. Eine gesonderte Betrachtung von Gruppen mit geringer und hoher Anzahl an Zielklärungsphasen erscheint daher angemessen. Im Falle der Handlungsplanung ist eine sinnvolle konzeptuelle Unterscheidung zwischen dem zeitlichen Anteil und der Anzahl der Phasen nur eingeschränkt zu treffen.

Im nächsten Schritt wurden die Korrelationen zwischen den Moderatorvariablen und der abhängigen Variablen (Innovationspotenzial der Lösungskonzepte) berechnet (siehe Anhang, Tabelle A12). Zwischen der Anzahl der Zielklärungsphasen und dem Innovationspotenzial sind schwache negative Zusammenhänge zu beobachten $\rho = -.21$, hinsichtlich der Anzahl der Handlungsplanungsphasen und dem

Innovationspotenzial weisen die Ergebnisse hingegen auf mittlere positive Zusammenhänge hin $\rho = .41$.

Die genannten Voraussetzungen zur Überprüfung von Moderatorhypothesen sind damit im Falle der Zielklärung gegeben. Im Falle der Handlungsplanung ist hingegen aufgrund der substanziellen Zusammenhänge des Moderators (Anzahl der Handlungsphasen) sowohl zur unabhängigen Variable (zeitlicher Anteil der Handlungsphase) als auch zur abhängigen Variable (Innovationspotenzial) keine sinnvolle Interpretation der angenommenen Moderationseffekte möglich. Die Ergebnisse deuten hier vielmehr auf einen positiven Haupteffekt der Anzahl der Handlungsplanungsphasen hin. Hypothese 7 muss damit verworfen werden.

Tabelle 6: *Unterschiede zwischen zeitlichem Anteil der Handlungsplanung und Anzahl der Handlungsplanungsphasen im Zusammenhang mit dem Innovationspotenzial (post-hoc)*

	M	SD	ρ	
			1	2
1. Zeitlicher Anteil Handlungsplanung	9.05	4.99		
2. Anzahl Handlungsplanungsphasen	14.60	5.58	.77**	
3. Innovationspotenzial	4.32	.99	.16	.41 ⁺

Anmerkung: $N = 20$. Rangkorrelation nach Spearman. ⁺ $p \leq .10$; * $p \leq .05$, ** $p \leq .01$ (zweiseitige Signifikanz).

Es wurden post-hoc die Zusammenhänge zwischen dem zeitlichen Anteil der Handlungsplanung und dem Innovationspotenzial sowie zwischen der Anzahl der Handlungsplanungsphasen und dem Innovationspotenzial verglichen (vgl. Tabelle 6). Die Signifikanz des Unterschieds zwischen dem schwach positiven Zusammenhang des zeitlichen Anteils der Handlungsplanung und dem Innovationspotenzial sowie des mittleren positiven Zusammenhangs der Anzahl der Handlungsplanungsphasen und dem Innovationspotenzial wurde bestimmt durch ein Verfahren zum Vergleich von Korrelationen innerhalb einer Stichprobe (Steiger, 1980; referiert in

Bortz, 2005). Der ermittelte Z-Wert des Unterschiedes beider Korrelationen beträgt 1.90 ($p \leq .05$, einseitige Testung). Der Zusammenhang zwischen der Anzahl der Handlungsplanungsphasen und dem Innovationspotenzial ist also signifikant höher als derjenige zwischen dem zeitlichen Anteil der Handlungsplanungsphasen und dem Innovationspotenzial.

Zur Prüfung der Hypothese 6 wurden durch Mediansplitting zwei Gruppen mit niedriger und hoher Anzahl an Zielklärungsphasen gebildet. Im nächsten Schritt wurden getrennt für beide Gruppen Rangkorrelationen nach Spearman (ρ) zwischen dem zeitlichen Anteil der Zielklärung und den Bewertungen des Innovationspotenzials berechnet.

Die Überprüfung der Zusammenhangsunterschiede zwischen den Gruppen basiert auf Fisher's Z-Transformation der Korrelationskoeffizienten. Dieses Verfahren ist ursprünglich vorgesehen zum Vergleich von Produkt-Moment-Korrelationen. Da jedoch Produkt-Moment-Korrelationen, die auf Rängen intervallskaliertener Messwerte beruhen, identisch sind zu Rangkorrelationen nach Spearman (vgl. Bortz, 2005, S.232), kann eine übereinstimmende Verteilung der Koeffizienten der Produkt-Moment- und Rangkorrelation angenommen werden. Eine Anwendung von Fisher's Z-Transformation zum Vergleich von Rangkorrelationen erscheint daher angemessen. Tabelle 7 fasst das Ergebnis der Hypothesentestung zusammen.

Für die Gruppe „Geringe Phasenzahl Zielklärung“ ist ein starker negativer Zusammenhang zwischen dem für die Zielklärung aufgewendeten zeitlichen Anteil und dem Innovationspotenzial zu beobachten. Dieser Zusammenhang ist hochsignifikant. Für die Gruppe „Hohe Phasenzahl Zielklärung“ ist hingegen ein mittlerer positiver Zusammenhang festzustellen. Die Unterschiede zwischen den Fisher-Z transformierten Korrelationskoeffizienten beider Gruppen sind ebenfalls hochsignifikant. Die aufgewendete Anzahl der Zielklärungsphasen moderiert somit den Zusammenhang zwischen zeitlichem Anteil der Zielklärung und Innovationspotenzial.

Tabelle 7: Prüfung von Moderatoreffekten der Anzahl der Zielklärungsphasen auf den Zusammenhang zwischen zeitlichem Anteil der Zielklärung und Innovationspotenzial (H6)

Gruppe		M	SD	ρ	z
Geringe Anzahl Zielklärungsphasen (N=11)	Zeitlicher Anteil Zielklärung	11.98	6.42	-.74**	
	Innovationspotenzial	4.36	1.02		
					-2.61**
Hohe Anzahl Zielklärungsphasen (N=9)	Zeitlicher Anteil Zielklärung	15.83	9.04	.41	
	Innovationspotenzial	4.26	1.01		

Anmerkungen. Rangkorrelation nach Spearman. ** $p \leq .01$ (einseitige Signifikanz).

Dennoch bestätigt dieses Resultat Hypothese 6 nicht vollständig. Ein Blick auf die Mittelwerte des Innovationspotenzials beider Gruppen in Tabelle 7 zeigt, dass die Gruppe „Geringe Phasenzahl Zielklärung“ ein höheres Innovationspotenzial erzielte, als die Gruppe „Hohe Phasenzahl Zielklärung“. Der Unterschied zwischen beiden Gruppen ist zwar nicht signifikant (Mann-Whitney-U = 44.00, $p \geq .10$), es kann jedoch kein prinzipieller Leistungsvorteil für Gruppen angenommen werden, die einen hohen Zeitanteil der Zielklärung auf eine Vielzahl von Phasen aufgeteilt haben. Auch Gruppen, die einen geringen Zeitanteil der Zielklärung auf eine geringe Anzahl an Phasen aufteilten, waren in der Lage, gute Leistungen erzielen.

Es bleibt also zunächst das widersprüchliche Ergebnis festzuhalten, dass ein hoher zeitlicher Aufwand an Zielklärung einen positiven Einfluss auf den Gruppenerfolg hat, wenn sie in mehreren iterativen Phasen erfolgt; dass jedoch ein geringer zeitlicher Aufwand der Zielklärung aufgeteilt in wenige Phasen ebenso erfolgversprechend zu sein scheint. Hypothese 6 ist daher nur teilweise bestätigt.

5.3.4 Ergebnisse zum Einfluss des Umfangs der Anforderungserfassung auf den Zusammenhang von Handlungsplanung und Gruppenerfolg

Es wurde angenommen, dass eine umfassendere Einbeziehung der Produkthanforderungen in Phasen der Zielklärung den positiven Zusammenhang zwischen Hand-

lungsplanung und Lösungsgüte verstärkt, da die Existenz einer aufgabenangemessenen Zielstruktur auch eine aufgabenangemessene Handlungsplanung befördern sollte (Hypothese 8). Hier liegt wiederum eine Moderatorhypothese vor.

Aufgrund des – gegenüber dem zeitlichen Anteil der Handlungsplanung – stärkeren positiven Zusammenhangs der Anzahl der Handlungsplanungsphasen zum Innovationspotenzial (vgl. Abschnitt 5.3.3) wurde für die Überprüfung der Moderatorhypothese die Variable „Anzahl der Handlungsplanungsphasen“ verwendet. Die Modelltestung umfasst also die unabhängige Variable „Anzahl der Handlungsplanungsphasen“, die Moderatorvariable „Grad der Anforderungserfassung“ und der abhängigen Variable „Innovationspotenzial der Lösungskonzepte“.

Vor der eigentlichen Hypothesenüberprüfung wurden wiederum die Korrelationen zwischen unabhängiger Variable und Moderatorvariable, sowie zwischen Moderatorvariable und abhängiger Variable bestimmt. Der Grad der Anforderungserfassung korreliert mittelgradig positiv zu der Anzahl der Handlungsplanungsphasen ($\rho = .37$) und schwach positiv ($\rho = .22$) zu dem Innovationspotenzial der Lösungskonzepte. Eine Prüfung der Moderatorhypothese erscheint aufgrund der nur schwachen bzw. mittleren Ausprägung dieser Zusammenhänge angemessen (vgl. auch Abschnitt 5.3.3).

Ausgehend von den durch die Datenlage gegebenen Voraussetzungen wurde wiederum eine Dichotomisierung der Moderatorvariablen vorgenommen, getrennt für beide Stufen der Zusammenhang zwischen der unabhängigen Variable und der abhängigen Variable ermittelt und die Signifikanz der Differenz zwischen beiden Fisher-Z transformierten Zusammenhangsmaßen ermittelt (vgl. Abschnitt 4.5.3). Tabelle 8 fasst die Ergebnisse der Testung zusammen. Für die Gruppe „Geringe Anforderungserfassung“ ist ein schwacher positiver Zusammenhang für die Gruppe „Hohe Anforderungserfassung“ hingegen ein mittlerer positiver Zusammenhang zwischen der Anzahl der Handlungsplanungsphasen und dem Innovationspotenzial der Lösungskonzepte zu beobachten.

Tabelle 8: Prüfung von Moderatoreffekten des Grades der Anforderungserfassung auf den Zusammenhang zwischen Anzahl der Handlungsplanungsphasen und Innovationspotenzial (H8)

Gruppe		M	SD	ρ	z
Geringe Anforderungserfassung (n = 9)	Phasenzahl Handlungsplanung	12.44	6.23	.16	.36
	Innovationspotenzial	3.96	.75		
Hohe Anforderungserfassung (n = 11)	Phasenzahl Handlungsplanung	16.36	4.52	.34	
	Innovationspotenzial	4.61	1.09		

Anmerkung: Rangkorrelation nach Spearman. + $p \leq .10$, ** $p \leq .05$ (einseitige Signifikanz).

Die beobachteten Korrelationsunterschiede entsprechen damit in ihrer Tendenz der Erwartung; dass die eine umfassendere Einbeziehung der Produkthanforderungen in die Zielklärung den positiven Zusammenhang der Handlungsplanung auf die Lösungsgüte verstärkt. Die Unterschiede zwischen den Fisher-Z transformierten Korrelationskoeffizienten der Gruppen „Geringe Anforderungserfassung“ und „Hohe Anforderungserfassung“ sind jedoch nicht signifikant, daher muss Hypothese 8 verworfen werden.

5.3.5 Ergebnisse zum Unterschied zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen hinsichtlich rückkoppelnder Wechsel zwischen Zielklärungs- und Handlungsplanungsphasen

Die durch Handlungsplanungsphasen festgelegten Maßnahmen sollen der Realisierung von Zielen dienen, daher sollte eine fortwährende Einbeziehung von Aufgabenzielen bei der Handlungsplanung den Gruppenerfolg begünstigen. Es wurde daher angenommen, dass sich erfolgreiche von weniger erfolgreichen Gruppen durch häufigere iterative Wechsel zwischen Zielklärungsphasen (ZK) und Handlungsplanungsphasen (HP) unterscheiden (Hypothese 9).

Hierzu wurden zunächst mit dem Mann-Whitney U-Test (vgl. Abschnitt 4.5.2) Vergleiche erfolgreicher und weniger erfolgreicher Gruppen hinsichtlich der Häufig-

keit aufeinanderfolgender Handlungsphasen ZK:HP bzw. HP:ZK durchgeführt. Die Ergebnisse des Gruppenvergleichs sind Tabelle 9 zu entnehmen.

Tabelle 9: Unterschiede zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen hinsichtlich iterativer Wechsel zwischen Zielklärungs- und Handlungsplanungsphasen (H9)

Aufeinanderfolgende Phasenpaare	Gruppenerfolg				P _(exakt)	d
	gering (n = 10)		hoch (n = 10)			
	M	SD	M	SD		
ZK:HP	2.30	1.06	4.20	2.70	.04	.93
HP:ZK	2.90	1.45	4.60	2.95	.11	.73

Anmerkung: Mann-Whitney U-Test. $p_{(exakt)}$: exakte einseitige Signifikanz. ZK = Zielklärung, HP = Handlungsplanung.

Die Ergebnisse entsprechen in der Tendenz den Annahmen. Bei erfolgreichen Gruppen sind signifikant mehr direkt aufeinanderfolgende Wechsel von Zielklärungsphasen zu Handlungsplanungsphasen zu beobachten als bei weniger erfolgreichen Gruppen. Die Effektstärken weisen auf eine hohe praktische Bedeutsamkeit dieses Unterschiedes hin. Ebenfalls sind entsprechend den Vermutungen bei erfolgreichen Gruppen häufigere umgekehrte Wechsel zwischen Handlungsplanungs- auf Zielklärungsphasen zu beobachten. Die Differenz zu weniger erfolgreichen Gruppen ist jedoch nicht signifikant, während die Effektstärke eine mittlere praktische Bedeutsamkeit dieses Unterschiedes anzeigt.

Zusätzliche Bestätigung von Hypothese 9 kann eine Analyse der Zufälligkeit bzw. Überzufälligkeit des Auftretens der betrachteten Phasenpaare erbringen. Dieser Aspekt ist insofern von Bedeutung, da eine bloße Zufälligkeit des Auftretens von HP unter der Bedingung des vorherigen Auftretens von ZK und umgekehrt die der Hypothese 9 zugrunde liegende inhaltliche Interpretation der Phasenwechsel im Sinne einer absichtsvollen Einbeziehung von Aufgabenzielen in die Handlungsplanung nicht rechtfertigen würde. Aus der bisher betrachteten bloßen Anzahl der Pha-

senpaare ist noch keine Information hinsichtlich der Zufälligkeit dieser Phasenabfolgen zu entnehmen. Hierzu ist ein Vergleich der bedingten Auftretenswahrscheinlichkeit einer Handlungsphase mit der unbedingten Auftretenswahrscheinlichkeit dieser Handlungsphase notwendig (vgl. hierzu die Ausführungen in Abschnitt 4.5.4).

Es wurden hierfür Zeitreihenanalysen mit logit-loglinearen Verfahren durchgeführt (für eine eingehende Beschreibung der Datenaufbereitung und der Methode vgl. Abschnitt 4.5.4). Für die Modellberechnung wurden jeweils zwei Variablen, die jeweils sechs Kategorien umfassten, in die Analyse aufgenommen: Eine unabhängige Variable *vorangehende Handlungsphasen* (VOR: Zielklärung, Handlungsplanung, Lösungssuche, Lösungsbewertung, Entscheidung treffen, Skizzieren) und eine abhängige Variable *nachfolgende Handlungsphasen* (NACH: Zielklärung, Handlungsplanung, Lösungssuche, Lösungsbewertung, Entscheidung treffen, Skizzieren). Zu prüfen war in einem ersten Schritt, ob sowohl im Falle der erfolgreichen als auch der weniger erfolgreichen Gruppen die Auftretenshäufigkeit der Kategorien der Variable NACH *prinzipiell* von der Auftretenshäufigkeit der Kategorien der Variable VOR abhängt. In einem zweiten Schritt war die Existenz solcher systematischen bedingten Auftretenshäufigkeiten speziell für die Handlungsphasen ZK und HP zu klären.

Neben den bereits genannten Voraussetzungen für die Verwendung logit-loglinearer Verfahren (Umgang mit der Verletzung der Unabhängigkeitsannahme der Beobachtungen sowie Einführung von Gewichtungparametern bei ereignisbasierten Kodierungen; vgl. die Ausführungen in Abschnitt 4.5.4) ist zu berücksichtigen, dass für die hierzu durchzuführenden Analysen eine ungewichtete Aggregation von Beobachtungen über alle $N = 20$ Untersuchungsgruppen hinweg notwendig ist. Das heißt, es werden die beobachteten Auftretenshäufigkeiten der Handlungsphasen über die Untersuchungsgruppen hinweg zusammengefasst. Dies sollte nicht ungeprüft erfolgen, da beispielsweise übermäßige Varianzen in der Auftretenshäufigkeit der Handlungsphasen zwischen allen Untersuchungsgruppen dazu führen, dass die kombinierten Werte Handlungsmuster aufweisen, die keine einzige der einzelnen Gruppen beschreiben können (Wickens, 1993). Die Voraussetzungen für eine Aggregation der einzelnen Gruppendaten wurden geprüft, indem ein Modell 1, welches rein gruppenspezifische Auftretenshäufigkeiten von Handlungsphasen annahm, mit einem Modell 2 verglichen wurde, welches zusätzlich gruppe-

nunabhängige Einflüsse von VOR auf NACH annahm.¹⁸ Kriterium ist die Bestimmung der Verbesserung der Anpassung von Modell 2 im Vergleich zu Modell 1 an die empirischen Daten (vgl. Bakeman et al., 1995). Die ermittelte Differenz der Fit-Indices von Modell 1 und Modell 2 beträgt $\chi^2 = 27.33$, $df = 1$, $p = .00$ (vgl. Anhang Tabelle A19). Dies bedeutet, dass unter Kontrolle gruppenspezifischer Auftretenshäufigkeiten von Handlungsphasen auch noch über die Gruppen hinweg systematische Abfolgen dieser Handlungsphasen existieren. Dies kann als angemessene Voraussetzung einer Aggregation der Gruppendaten und damit für die Durchführung der Modellberechnung zur zusätzlichen Prüfung von Hypothese 9 aufgefasst werden.

Zur zusätzlichen Prüfung von Hypothese 9 wurden Modellberechnungen getrennt für erfolgreiche Gruppen und weniger erfolgreiche Gruppen durchgeführt.¹⁹ Es wurde ein Unabhängigkeitsmodell berechnet, welches *keine* Abhängigkeit der Variable VOR von der Variable NACH annimmt. Eine signifikante Abweichung der em-

¹⁸ Für die Durchführung logit-loglinearer Analysen ist ein angemessenes Verhältnis zwischen der Anzahl der in die Analyse eingehenden Beobachtungen und der Anzahl der zu schätzenden Parameter zu beachten. Für eine zuverlässige Schätzung der Modellparameter sollten dabei – entsprechend den allgemeinen Voraussetzungen für χ^2 -Verfahren – so viele Beobachtungen vorliegen, dass der Anteil zu erwartender Häufigkeiten kleiner fünf nicht 20% überschreitet (Bortz, 2005; S. 177). Da der in die Modellberechnung aufzunehmende Faktor GRUPPE 20 Stufen umfasste (die Zahl der Faktorstufen entspricht $N = 20$ Gruppen), wurden – um ein angemessenes Verhältnis zwischen der Anzahl der Beobachtungen und der Anzahl der zu schätzenden Parameter zu gewährleisten – die Beobachtungskategorien ZK und HP zu einer Kategorie „Handlungsvorbereitung“ und die restlichen Beobachtungskategorien zu der Kategorie „Handlungsausführung“ zusammengefasst. Der Anteil erwarteter Häufigkeiten kleiner 5 betrug für Modell 1: 8.75% für Modell 2: 11.25%.

¹⁹ Ursprünglich wurden Modellberechnungen angestrebt, die eine Voraussage der Wahrscheinlichkeit des Auftretens der abhängigen Variable Gruppenerfolg (ERFOLG: gering, hoch) aufgrund der Wahrscheinlichkeit der Abfolge von Handlungsphasen erlauben (Modell: ERFOLG BY NACH BY VOR). Die Maximum Likelihood Schätzung der Anpassung des Modells an die empirischen Daten wurde jedoch nicht erreicht. Ursache hierfür kann – trotz Erfüllung des Kriteriums von weniger als 20% beobachtete Häufigkeiten kleiner 5 – eine noch immer zu geringe Anzahl der Beobachtungen zum Verhältnis der einzuschätzenden Parameter sein (vgl. Tabachnick & Fidell, 2001; S.521). Daher mussten für beide Gruppen getrennte Berechnungen vorgenommen werden. Es ist damit nur ein deskriptiver Vergleich zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen hinsichtlich möglicher Unterschiede in der Abfolge überzufälliger Handlungsphasen möglich.

pirischen Daten von diesem Unabhängigkeitsmodell ist ein Hinweis auf eine existierende Abhängigkeit zwischen VOR und NACH.

Sowohl im Falle der wenig erfolgreichen Gruppen ($\chi^2 = 50.59$, $df = 19$, $p = .00$) als auch der erfolgreichen Gruppen ($\chi^2 = 104.49$, $df = 19$, $p = .00$) weicht das Nullmodell signifikant von den empirischen Daten ab. Damit kann eine prinzipielle Abhängigkeit der Auftretenshäufigkeit der Stufen der Variable NACH von denen der Variable VOR registriert werden.

Tabelle 10: Überprüfung systematischer iterativer Wechsel zwischen Zielklärungs- und Handlungsplanungsphasen

		f_{obs}	f_{exp}	e	e_{stand}
wenig erfolgreiche Gruppen (n = 10)	ZK:HP	23	18.17	4.83	1.13
	HP:ZK	29	19.81	9.19	2.06**
erfolgreiche Gruppen (n = 10)	ZK:HP	42	26.24	15.76	3.07**
	HP:ZK	46	27.75	18.25	3.46**

Anmerkung: f_{obs} = beobachtete Häufigkeiten; f_{exp} = erwartete Häufigkeiten; e = Residuen; e_{stand} = standardisierte Residuen. * $p \leq .05$; ** $p \leq .01$.

Eine Bestimmung der *spezifischen* Abhängigkeiten der einzelnen Kategorien der Variable NACH von denjenigen der Variable VOR erlaubt die Analyse der z-transformierten Residuen der erwarteten Häufigkeiten (vgl. Bakeman et al., 1995). Mit anderen Worten; signifikante Residuen des Nullmodells kennzeichnen systematisch auftretende Wechsel zwischen den Handlungsphasen bei der Aufgabebearbeitung durch die Gruppen.

In Tabelle 10 sind getrennt für beide Gruppen die beobachteten und erwarteten Häufigkeiten sowie Residuen des Nullmodells zu den Phasenwechseln zwischen ZK:HP bzw. HP:ZK dargestellt (eine ausführliche Statistik zur Signifikanz der Wechsel zwischen allen Handlungsphasen ist Tabelle A20 im Anhang zu entnehmen).

Die relevante Information für die aktuelle Hypothesenprüfung ist, dass erfolgreiche Gruppen bei der Aufgabenbearbeitung sowohl überzufällig häufig zwischen ZK und HP als auch zwischen HP und ZK wechseln, während wenig erfolgreiche Gruppen nur überzufällig häufig von HP zu ZK wechseln. Damit kann der durchgeführte Vergleich zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen hinsichtlich der Häufigkeit iterativer Wechsel zwischen Zielklärungs- und Handlungsplanungsphasen im Sinne einer absichtsvollen Einbeziehung von Aufgabenzielen in die Handlungsplanung interpretiert werden. Hypothese 9 kann damit insgesamt bestätigt werden.

5.3.6 Zusammenfassung der Ergebnisse der Hypothesentestung

Die *Hypothesen 1 und 3* müssen verworfen werden, da weder über den gesamten Verlauf noch in der ersten Hälfte der Aufgabenbearbeitung signifikante Unterschiede zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen hinsichtlich des zeitlichen Anteils der Zielklärung beobachtet wurden. Bezüglich des zeitlichen Anteils der Handlungsplanung zeigten sich signifikante hypothesenkonforme Gruppenunterschiede mit jeweils mittleren Effekten. Die Ergebnisse unterstützen daher die *Hypothesen 2 und 4*.

Hypothese 5 kann – trotz tendenziell annahmekonformer Ergebnisse – nicht bestätigt werden. Erfolgreiche Gruppen erfassen die Anforderungen zwar vollständiger, die Unterschiede zu den weniger erfolgreichen Gruppen sind jedoch nicht signifikant; die Effekte des Unterschiedes sind mittelstark.

Widersprüchliche Ergebnisse erbrachte die Überprüfung von *Hypothese 6*. Zwar wurde der erwartete positive Einfluss einer iterativen Aufteilung der Zielklärung auf das Innovationspotenzial der entwickelten Lösungen beobachtet, jedoch waren auch Gruppen erfolgreich, welche nur einen geringen Zeitanteil der Zielklärung aufwiesen und diesen auf wenige Phasen aufteilten.

Hypothese 7 konnte nicht bestätigt werden. Da starke Zusammenhänge zwischen der unabhängigen Variable „zeitlicher Anteil Handlungsplanung“ und dem Moderator „Anzahl der Handlungsplanungsphasen“ ermittelt wurden, kann keine Prüfung der Moderatorhypothese vorgenommen werden. Der signifikant höhere

positive Zusammenhang zwischen der *Anzahl* der Handlungsplanungsphasen und dem Innovationspotenzial im Vergleich zum Zusammenhang zwischen dem *zeitlichen Anteil* der Handlungsplanung weist auf einen Haupteffekt iterativer Handlungsplanung auf den Gruppenerfolg hin.

Entsprechend den Annahmen verstärkt die vollständigere Erfassung der Anforderungen den positiven Zusammenhang zwischen Handlungsplanung und dem Innovationspotenzial der entwickelten Lösungen. Die Unterschiede zwischen Gruppen geringer und hoher Anforderungserfassung sind jedoch nicht signifikant, daher muss *Hypothese 8* verworfen werden.

Die Untersuchungsergebnisse unterstützen die in *Hypothese 9* getroffenen Annahmen zu einem systematischen rückkoppelnden Wechsel zwischen Zielklärungs- und Handlungsplanungsphasen bei erfolgreichen Gruppen.

Tabelle 11 fasst die Ergebnisse der Hypothesentestung zusammen.

Tabelle 11: Zusammenfassung der Ergebnisse der Hypothesentestung

Hypothesen zu Unterschieden zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen hinsichtlich des zeitlichen Anteils der Zielklärung und Handlungsplanung		
Bei der gemeinsamen Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben unterscheiden sich erfolgreiche Gruppen von weniger erfolgreichen Gruppen ...		
H1	... durch einen höheren zeitlichen Anteil der Zielklärung.	–
H2	... durch einen höheren zeitlichen Anteil der Handlungsplanung.	+
H3	... durch einen höheren zeitlichen Anteil der Zielklärung zu <i>Beginn</i> der Aufgabenbearbeitung.	–
H4	... durch einen höheren zeitlichen Anteil der Handlungsplanung zu <i>Beginn</i> der Aufgabenbearbeitung.	+
Hypothese zum Unterschied zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen hinsichtlich des Umfangs der Anforderungserfassung		
Bei der gemeinsamen Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben unterscheiden sich erfolgreiche Gruppen von weniger erfolgreichen Gruppen durch eine umfassendere Einbeziehung der Produkthanforderungen in die Zielklärung zu Beginn der Aufgabenbearbeitung.		
H5		–
Hypothesen zum erfolgskritischen Einfluss der Aufteilung der Zielklärung und Handlungsplanung in iterative Schritte		
Bei der gemeinsamen Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben in Gruppen steht die Aufteilung des zeitlichen Anteils der <i>Zielklärung</i> auf mehrere iterative Phasen in positiverem Zusammenhang zum Gruppenerfolg, als eine Aufteilung auf wenige monolithische Phasen.		
H6		+/-
Bei der gemeinsamen Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben in Gruppen steht die Aufteilung des zeitlichen Anteils der <i>Handlungsplanung</i> auf mehrere iterative Phasen in positiverem Zusammenhang zum Gruppenerfolg, als eine Aufteilung auf wenige monolithische Phasen.		
H7		–
Hypothese zum Einfluss des Umfangs der Anforderungserfassung auf den Zusammenhang von Handlungsplanung und Gruppenerfolg		
Bei der gemeinsamen Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben in Gruppen begünstigt eine umfassendere Einbeziehung der Produkthanforderungen in die Zielklärung den positiven Zusammenhang der Handlungsplanung auf den Gruppenerfolg.		
H8		–
Hypothese zum Unterschied zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen hinsichtlich rückkoppelnder Wechsel zwischen Zielklärungs- und Handlungsplanungsphasen		
Bei der gemeinsamen Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben unterscheiden sich erfolgreiche Gruppen von weniger erfolgreichen Gruppen durch ein häufigeres rückkoppelndes Hin- und Herwechseln zwischen Zielklärungs- und Handlungsplanungsphasen.		
H9		+

Anmerkung. „–“ Hypothese verworfen; „+“ Hypothese nicht verworfen; „+/-“ widersprüchliche Ergebnisse.

5.4 Ergebnisse zu den offenen Fragestellungen

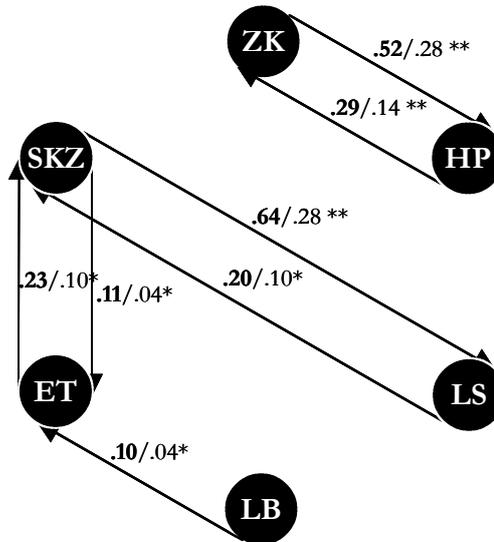
5.4.1 Ergebnisse zu weiteren Vorgehensunterschieden zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen

Zusätzlich zu den im vorherigen Abschnitt aufgeführten Resultaten wurden mit Hilfe der logit-loglinearen Analysen weitere Aspekte erfolgskritischer Vorgehensweisen bei der gemeinsamen Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben in Gruppen exploriert, zu denen keine expliziten Forschungshypothesen formuliert wurden (Offene Fragestellung 1). Abbildung 12 illustriert die Unterschiede erfolgreicher und weniger erfolgreicher Gruppen hinsichtlich systematischer Wechsel zwischen den Handlungsphasen.

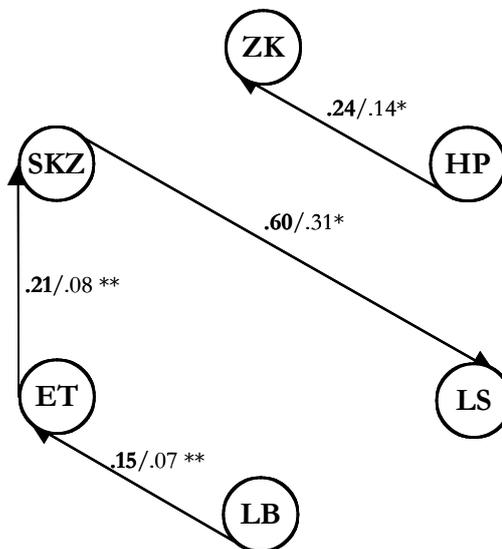
Die Zahlenwerte in Abbildung 12 sind wie folgt zu interpretieren: Die Werte links eines Schrägstrichs repräsentieren die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Handlungsphase unter der Bedingung der unmittelbar zuvor auftretenden Handlungsphase. Bei erfolgreichen Gruppen beträgt beispielsweise die Wahrscheinlichkeit, dass eine Handlungsplanungsphase auftritt, wenn zuvor eine Zielklärungsphase auftritt .52. Die Zahlenwerte rechts des Schrägstrichs repräsentieren die *unbedingte* Wahrscheinlichkeit des Auftretens der jeweiligen Folgephasen. So beträgt die unbedingte Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Handlungsplanungsphase bei erfolgreichen Gruppen .28. Damit verdoppelt sich bei erfolgreichen Gruppen fast die Wahrscheinlichkeit einer Handlungsplanungsphase, wenn zuvor eine Zielklärungsphase auftritt. Der Unterschied zu der unbedingten Auftretenswahrscheinlichkeit dieser Handlungsphase ist signifikant auf dem Niveau von $p \leq .01$.

Entscheidend für die Feststellung systematischer Wechsel zwischen den Handlungsphasen ist nicht der absolute Wert einer bedingten Auftretenswahrscheinlichkeit, sondern vielmehr eine *im Vergleich* zur unbedingten Wahrscheinlichkeit höhere bedingte Auftretenswahrscheinlichkeit einer Handlungsphase (vgl. hierzu auch Abschnitt 4.5.4)

a) erfolgreiche Gruppen ($n = 554$ Beobachtungen)



b) wenig erfolgreiche Gruppen ($n = 559$ Beobachtungen)



ZK = Zielklärung, HP = Handlungsplanung, LS = Lösungssuche, LB = Lösungsbewertung,
 ET = Entscheidungen treffen, SKZ = Skizzieren, SOZ = Sozio-Emotionale Regulation,
 F TN = Frage der Teilnehmer an die Versuchsleiter.

Zahlenwerte repräsentieren signifikante bedingte / unbedingte Wahrscheinlichkeiten des Auftretens der Folgephasen. * $p \leq .05$, ** $p \leq .01$ (zweiseitige Signifikanz).

Abbildung 12: Unterschiede zwischen erfolgreichen und wenig erfolgreichen Gruppen hinsichtlich systematischer Wechsel zwischen den Handlungsphasen

Es ist zunächst festzustellen, dass erfolgreiche Gruppen generell eine höhere Anzahl systematischer Wechsel zwischen den Handlungsphasen aufweisen. Oder mit anderen Worten; bei wenig erfolgreichen Gruppen erfolgt der Wechsel zwischen den Phasen zufälliger. Auffällig ist weiterhin, dass erfolgreiche Gruppen im Gegensatz zu weniger erfolgreichen Gruppen systematisch *rückkoppelnd* zwischen Handlungsphasen wechseln. Neben dem bereits angesprochenen Hin- und Rückwechsel zwischen Zielklärungs- und Handlungsplanungsphasen regt bei erfolgreichen Gruppen insbesondere auch die Phase des Skizzierens eine erneute Lösungssuche an, deren Ergebnisse dann wieder in die Anfertigung der Lösungsskizze einfließt. Ebenso löst das Skizzieren explizite Entscheidungen aus, welche dann wieder in der Skizze umgesetzt werden (vgl. hierzu Abschnitt 2.3.2.3 zur Rolle gemeinsamer Vergegenständlichungen durch Skizzieren beim Konstruieren).

Bei wenig erfolgreichen Gruppen ist hingegen kein systematischer Wechsel von Zielklärungs- auf Handlungsplanungsphasen zu verzeichnen. Es werden nach Phasen der Handlungsplanung lediglich häufiger „rückversichernde“ Zielklärungsphasen durchgeführt. Weiterhin ist ein gehäuftes unidirektionales Vorgehen von der Lösungsbewertung über Entscheidungen treffen hin zum Skizzieren zu beobachten, welches jedoch keine rückkoppelnden Schritte enthält. Wie bei erfolgreichen Gruppen folgen auf Phasen des Skizzierens häufige erneute Phasen der Lösungssuche, jedoch erfolgen keine systematischen Schritte zurück zum Skizzieren.

Die Analysen geben keine Hinweise auf Unterschiede zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen hinsichtlich systematischer iterativer Wechsel zwischen Phasen der Lösungssuche und Lösungsbewertung mit denen eine fortwährende Erweiterung und Einengung des potentiellen Lösungsraums vorgenommen wird (vgl. Abschnitt 2.3.2.2).

5.4.2 Vorgehensbeispiele der erfolgreichsten und am wenigsten erfolgreichen Untersuchungsgruppe

Im Folgenden wird anhand eines Transkript-Ausschnittes des Vorgehens einer der beiden erfolgreichsten Gruppen (die zwei erfolgreichsten Gruppen erzielten übereinstimmende Gesamtscores), beispielhaft ein iterativer und rückkoppelnder

Wechsel zwischen Phasen der Zielklärung (*ZK*) und Handlungsplanung (*HP*) unmittelbar nach Beginn der Aufgabenbearbeitung beschrieben (Offene Fragestellung 2). Dieser Gruppe soll für den gleichen Zeitraum das Vorgehen derjenigen Gruppe gegenübergestellt werden, welche die schlechteste Konzeptbewertung erhielt.

Damit soll ein zusätzlicher qualitativer Beleg für die Gültigkeit der berichteten statistisch-quantitativen Ergebnisse geliefert werden.

5.4.2.1 *Vorgehen der erfolgreichsten Gruppe zu Beginn der Aufgabenbearbeitung*

Die folgende Kommunikation fand unmittelbar nach Beginn der Aufgabenbearbeitung zwischen den drei Teilnehmern A, B, C statt (*HP* = Handlungsplanung; *ZK* = Zielklärung):

HP: C: „Also, ich würde mit der Anforderungsliste anfangen.“ A: „Was wollen wir denn alles?“; C: „Also, was steht da alles drin ...“ (schaut auf das Aufgabenblatt); C: ... „Einfach alles aufschreiben oder?“; **ZK:** C (schreibt): „5 Freiheitsgrade. Nennen wir’s Verfahrweg. Dann ...? [...] Lampe. Auf was müssen wir noch aufpassen?“ B: „Also, da ist jetzt die Rotation nicht mit drin?“ (Anm. des Autors: meint Verfahrweg.) C: „Also alles, was die Lampe jetzt so (gestikuliert die Wege der Verstellbarkeit der Lampe), dass ist jetzt so der Verfahrweg. Was ham mir noch? Gewicht. Gesamtgewicht kleiner 1500g.“ A: „Wobei 300g ist der Trafo. Die können wir gleich abziehen. Da darf die Lösung nicht mehr als 1200g wiegen.“ B: „Das sind auch noch Anforderungen: Innovativ, einfach, kostengünstig.“ C: „Kostengünstig? [...]“ A: „Ich würd’ sagen vom Material?“ B: „Nee, nicht ums Material.“ C: „Auch die Herstellung. ... (schaut wieder auf Aufgabenzettel) Bedienkraft.“ B: „Ja die muss niedrig sein, weil’s Einhandbedienung ist.“ A: „Es sollte schon innovativ sein. Es sollte schon was Neues sein. Also, da müssen wir uns was einfallen lassen.“ B: „Ja, das ist auch ne Anforderung.“ **HP:** A: „Wie können wir’s unterteilen?“ B: „Können es so unterteilen ...“ **ZK:** B: „Auf der einen Seite muss die Lampe einen sicheren Stand haben. [...] und wir müssen sicherstellen, dass sie verstellbar ist. Das sind zwei grobe Bereiche, die sich erst mal unabhängig von einander lösen lassen.“

HP: B: „Vielleicht das man jetzt so auf das Funktionszeug geht. Was hat die Lampe und wie können wir das aufteilen?“ C: „Blackbox.“²⁰ Willst du das machen? Was haben wir? Was wollen wir? Oder so ...“ [...] Machen wir’s, wie du gesagt hast. Also wir schreiben Funktionen auf. Danach suchen wir für jede Funktion – so Brainstorming oder so – suchen wir ...“ B: „...Lösungsmöglichkeiten. Können wir machen.“ [Gruppe:050610N]

Die Zielklärung wurde durch eine kurze Phase der Handlungsplanung eingeleitet, in der sich Teilnehmer C kurz über die Akzeptanz seines Vorschlages, eine Anforderungsliste zu erstellen bei der restlichen Gruppe rückversicherte.

In der folgenden Zielklärungsphase wurden dann von allen Teilnehmern gemeinsam die in der Aufgabenstellung aufgeführten Produkthanforderungen vollständig erfasst (vgl. 4.4.1.2). Als die Anforderungen vollständig aufgelistet waren, leitete Teilnehmer A die Phase der Handlungsplanung ein [„Wie können wir’s unterteilen?“]. Die Bemerkung des „Unterteilens“ regte Teilnehmer B dazu an, die erfassten Produkthanforderungen zu clustern bzw. zu gewichten [sicherer Stand und Verstellbarkeit; „Das sind zwei grobe Bereiche, die sich erst mal unabhängig von einander lösen lassen.“]. Diese Bemerkung regte Teilnehmer C wiederum an, die Lösungssuche so zu gestalten, getrennte Lösungen für die einzelnen Funktionen zu entwickeln. Bevor also ein Entschluss über das weitere Vorgehen gefasst wurde, erfolgte eine Rückkopplung zu einer Zielklärungsphase in der die Ziele gewichtet und anhand dieser gewichteten Handlungsziele die geeigneten Maßnahmen für das weitere Vorgehen festgelegt wurden.

Das Beispiel des Vorgehens der erfolgreichsten Gruppe enthält damit wesentliche der angenommenen erfolgskritischen Faktoren des Konstruierens in Gruppen: Die vollständige Einbeziehung der Produkthanforderungen in die Phase der Zielklärung und den iterativen und rückkoppelnden Wechsel zwischen Zielklärungs- und Handlungsplanungsphasen. Das Beispiel verdeutlicht, wie wichtig die Einbeziehung

²⁰ Blackbox ist eine Methode, die in den frühen Phasen der Produktentwicklung zur Veranschaulichung von Zusammenhängen zwischen einem technischen System und seiner Umgebung angewendet wird. Es werden nur Ein- und Ausgangsgrößen des Systems dargestellt (vgl. Lindemann, 2005).

der Handlungsziele für die angemessene Handlungsplanung ist. Weiterhin veranschaulicht das Beispiel auch die in den theoretischen Ausführungen angesprochene „Verschränkung“ der individuellen Beiträge bzw. die „Resonanzprozesse“ bei der gemeinsamen Regulation des Gruppenhandelns.

5.4.2.2 *Vorgehen der am wenigsten erfolgreichen Gruppe zu Beginn der Aufgabenbearbeitung*

Die folgende Kommunikation erfolgte ebenfalls unmittelbar nach Beginn der Aufgabenbearbeitung zwischen den drei Teilnehmern A, B, C (HP = Handlungsplanung; ZK = Zielklärung; LS = Lösungssuche):

HP: C: „Also, ich tät mir das alles da reinschreiben [...], dass man alles im Blick hat.“
A: „Ja. ... Sollen wir jetzt ne Anforderungsliste erstellen? Wobei so formal brauchen wir das nicht zu machen. Einfach zusammenschreiben. Dann langt das auch.“ B: „Ja.“ C: „Ich schreib’s halt einfach mal auf oder?“
ZK: C: „Also, X-Achse ... (C zeichnet das in der Aufgabenstellung – vgl. Anhang Abbildung A1 – abgebildete Koordinatensystem ab (ca. 30 sek keine Kommunikation, Teilnehmer schauen für sich auf ihre Aufgabenzettel). C: „200-500 mm ..., das heißt ja eigentlich ... irgendwie so was in dem Bereich ...“ (Anm. des Autors: meint den Verstellbereich der Lampe). B: „... das ist nach hinten. Das eine ist 400 plus minus 400, das andere ...“ (gestikuliert). C: „... also links-rechts und das geht also nicht nach vorn sondern nur nach hinten, quasi.“

(Etwa 1,5 Minuten weitere Diskussion der Teilnehmer über den Verstellbereich der Lampe.)

B und C über einem Aufgabenzettel gebeugt: B: „Vor allem mit dem Gelenk bist du schon mal in der Fläche translatorisch.“ C: „Ja mit dem drehst du eigentlich ja nur.“ B: „Also, dieses rotatorisch wär eigentlich nur das da oben.“ B: „Das heißt ...“
LS: B: „Ich denk da z.B. an ein Kugelgelenk oder so was. Mit dem wärst du ja auch im Raum dann ...“ C: „Da könnte man sich das alles sparen. Oder was zum ausziehen.“ B: „Ja, dass hab ich mir auch schon überlegt.“
HP: C: „Gut aber wie schreiben wir das jetzt auf?“ B: „Ham wir die Anforderungen soweit fertig?“ C: „Ich glaub noch nicht. Ich schreib mal hier, wie können wir das nennen...“
ZK: A: „Kinematik.“ C: „Dann.... Das ist dann die Elektrik einfach. Dann schreib ich dann vielleicht leicht auswechselbar dazu.“ B: „Ja, sowieso.“
LS: „Ich find’s schade, dass man an den Halogenstrahler gebunden ist. Da wär’ auch eine Leuchtstoffröhre denkbar.“ [...] **ZK:** C:

„Dann dieser Trafo da. Der soll ins Konzept integriert werden.“ **LS:** C: „Da wären dann zwei Lösungen denkbar. Am Stecker hinten oder irgendwie am Fuß.“ [Gruppe: 050601V]

Vergleichbar zu der besten Gruppe beginnt auch die am wenigsten erfolgreiche Gruppe nach einer kurzen Phase der Handlungsplanung mit der Zielklärung. Die Gruppe verwendete jedoch einen wesentlichen Zeitanteil dieser Zielklärung für die Diskussion nur einer der Produktanforderungen – der Verstellbarkeit der Lampe. Wesentliche weitere Anforderungen (wie zum Beispiel: einfache Bedienbarkeit, einfache Fertigung, kostengünstige Fertigung, Innovativität) wurden bis zu diesem Zeitpunkt nicht berücksichtigt. Ohne dass die Anforderungen geklärt worden sind, werden bereits erste (teilweise nicht anforderungsgerechte) Lösungsvorschläge gemacht [„Da wär’ auch eine Leuchtstoffröhre denkbar...“].

In diesen auszugsweise dargestellten Unterschieden des Vorgehens der erfolgreichsten und am wenigsten erfolgreichen Gruppe spiegeln sich damit die angenommenen erfolgskritischen Faktoren des Konstruktionshandelns in Gruppen wider. Die erfolgreiche Gruppe erfasst zu Beginn der Aufgabenbearbeitung die Produktanforderungen in der Phase der Zielklärung vollständig und entwickelt ihre Maßnahmen durch iterative und rückkoppelnde Wechsel zwischen Zielklärungs- und Handlungsplanungsphasen. Die am wenigsten erfolgreiche Gruppe sucht bereits nach Lösungen, ohne dass die hierfür erforderlichen Anforderungen geklärt sind.

6 *Diskussion*

Ausgangspunkt der Überlegungen zu dieser Arbeit war die Feststellung, dass in der sich verändernden Arbeitswelt die Komplexität arbeitsseitiger Anforderungen zunimmt und dass hierbei insbesondere die Bedeutung von Arbeitsaufgaben mit innovationsbezogenen Anforderungen wächst. Gleichzeitig wurde angemerkt, dass bisher nur wenig darüber bekannt ist, wie Arbeitsgruppen ihre Handlungen unter solchen komplexen und neuartigen Anforderungen organisieren. Die vorliegende Arbeit verfolgte daher das Ziel einer theoretisch fundierten Ableitung erfolgskritischer Faktoren von Gruppenprozessen bei der gemeinsamen Bearbeitung komplexer Probleme und einer empirische Überprüfung solcher erfolgskritischen Faktoren.

Es wurde eine handlungstheoretische Betrachtung von Gruppenprozessen und Gruppenaufgaben gewählt (Hacker, 2005; Tschan, 2000; von Cranach et al., 1986). Die strenge Orientierung an einer der am besten untersuchten arbeitspsychologischen Theorien erlaubt eine stringente Ableitung überprüfbarer Hypothesen und bietet die Basis für die Anschlussfähigkeit der durch diese Arbeit geleisteten Forschung.

Aus dieser handlungstheoretischen Perspektive wurden Gruppenprozesse als *zielgerichtetes* Gruppenhandeln beschrieben und als wesentliche Zielquelle des Gruppenhandelns im Arbeitskontext die gemeinsame Gruppenaufgabe benannt (vgl. Hacker, 1994; Weber, 1997). Aufbauend auf diesen Überlegungen wurden drei Dimensionen zur Bestimmung erfolgskritischer Regulationserfordernisse von Gruppenaufgaben abgeleitet – der Problemcharakter, die Komplexität und die Kooperationsanforderungen.

In die theoretischen Überlegungen wurden Konzepte zu gemeinsamen geteilten mentalen Modellen der Gruppenmitglieder über die gemeinsame Gruppenaufgabe (z.B. Cannon-Bowers et al., 1993) integriert, welche die erfolgskritischen Faktoren der gemeinsamen Bearbeitung einer Arbeitsaufgabe zusammenfassen und die ihnen zugrunde liegenden „Mechanismen“ für die Regulation des Gruppenhandelns beschreiben und erklären helfen. Es wurde festgestellt, dass für eine erfolgreiche Bear-

beitung von Gruppenaufgaben insbesondere eine gemeinsame geteilte Vorstellung über die Zielstruktur einer Aufgabe, über die geeigneten Maßnahmen zur Verwirklichung dieser Zielstruktur und über die hierfür erforderlichen Ausführungsbedingungen sowie deren Kooperationsanforderungen notwendig sind.

Um zu klären, wie diese gemeinsamen geteilten Vorstellungen bei der Bearbeitung komplexer Probleme erarbeitet werden können, wurden schließlich Überlegungen zum Konstruktionshandeln integriert. Konstruktionsaufgaben mit innovativen Anforderungen wurden aufgrund der darin enthaltenen Vielzahl vernetzter, widersprüchlicher, nur lückenhaft umschriebener und abstrakter Teilziele sowie nichtvorhandener Maßnahmen-Routinen zur Verwirklichung dieser Ziele als komplexe (dialektische) Probleme charakterisiert, und es wurde festgestellt, dass Gruppenhandeln bei der gemeinsamen Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben aufgrund dieser Komplexität und dieses Problemcharakters eine fortwährende Koordination erfordert.

Als wesentlicher erfolgskritischer Faktor bei der gemeinsamen Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben wurde die in iterativen Schritten kommunikativ zu erarbeitende gemeinsame Zielklärung sowie die Handlungsplanung zur Verknüpfung dieser Ziele mit bedingungsangemessenen Maßnahmen einschließlich der Festlegung der kooperativen Ausführung dieser Maßnahmen abgeleitet. Es wurde vermutet, dass die iterative Erarbeitung dieser Bestandteile eines aufgabenbezogenen gemeinsamen geteilten mentalen Modells nicht im Sinne „klassischer“ Annahmen einer systematischen hierarchisch-sequenziellen Organisation des Gruppenhandelns (Tschan, 2000) beschreib- und erklärbar ist, sondern durch ein – weder teilaufgaben- noch arbeitsschrittweises – opportunistisches Vorgehen mit systematischen Episoden erfolgt, welches vergleichbar ist mit dem individuellen Vorgehen beim Konstruieren (Hacker, 2002; Visser, 1994). Aus diesen Annahmen zu erfolgskritischen Faktoren bei der gemeinsamen Bearbeitung komplexer Probleme am Beispiel von Konstruktionsaufgaben wurden Hypothesen abgeleitet und in einer kontrollierten Laboruntersuchung durch Erhebung von Verhaltens- und Leistungsmaßen empirisch überprüft.

Diskussion der empirischen Ergebnisse. Die Annahme, dass erfolgreiche Gruppen sich im Vergleich zu weniger erfolgreichen Gruppen durch eine gemeinsame kommunikative Zielklärung – während des gesamten Verlaufs bzw. insbesondere zu Beginn der Aufgabenbearbeitung – auszeichnen, konnte in dieser Untersuchung nicht bestätigt werden.

Ein Erklärungsansatz für diese nicht hypothesenkonformen Befunde ist, dass es bei der Bearbeitung komplexer Probleme in Gruppen nicht ausreicht, *allein* eine kommunikative Zielklärung vorzunehmen. Eine Zielklärung scheint vielmehr eine notwendige, aber nicht hinreichende Bedingung für ein erfolgreiches Vorgehen von Gruppen bei der Bearbeitung komplexer Probleme zu sein: Da für die Bearbeitung komplexer Probleme in Gruppen kaum Maßnahmen-Routinen zur Verfügung stehen, sind zusätzlich entsprechende Maßnahmen zur Realisierung dieser Ziele durch eine kommunikative Handlungsplanung zu klären, zu adaptieren bzw. neu zu entwickeln. Dieser Erklärungsansatz entspricht der Argumentation der vorliegenden Arbeit und wird insbesondere durch das hier beobachtete Ergebnis gestützt, dass sich erfolgreiche Gruppen durch ein häufigeres rückkoppelndes Hin- und Herwechseln zwischen Zielklärungsphasen und Handlungsplanungsphasen auszeichnen.

Weiterhin ist mit Verweis auf Wegge (2004) zu bemerken, dass eine Zusammenarbeit in Gruppen – neben einer gemeinsamen Arbeitsaufgabe als Zielquelle – noch weitere Zielquellen bereithält. Ein Beispiel für eine zusätzliche, nicht aufgabenbezogene individuelle Zielquelle ist, bei der Zusammenarbeit in Gruppen negative Bewertungen durch die Gruppenmitglieder vermeiden zu wollen (Camacho & Paulus, 1995). Wegge (2004) nimmt an, dass aufgrund solcher zusätzlicher Zielquellen bei der Gruppenarbeit die Wahrscheinlichkeit von *Zielkonflikten* ansteigt. Diese Zielkonflikte können leistungshemmend wirken, da Aufmerksamkeit von der eigentlichen Aufgabenbearbeitung abgezogen wird (vgl. auch Hinsz et al., 1997).

Zwei weitere mögliche Erklärungsansätze für die Nichtbestätigung der Hypothesen zur Zielklärung sind methodischer Natur: Es ist erstens zu vermuten, dass die homogene Stichprobe und der Kontext der Untersuchung eine Verminderung der Varianz des Vorgehens der Gruppen bedingt hat: Zum einen besaß die überwiegende

Mehrzahl der Untersuchungsteilnehmer durch ihr ingenieurwissenschaftliches Studium Kenntnis über das methodische Vorgehen bei der Entwicklung technischer Produkte, in welcher die handlungsunterstützende Funktion der Zielklärung stark betont wird (vgl. Lindemann, 2005). Zum anderen mag die Akquise der Untersuchungsteilnehmer in Veranstaltungen des Lehrstuhls für Produktentwicklung für alle Untersuchungsgruppen einen zusätzlichen Aufforderungscharakter zu einem betont methodischen Vorgehen besessen haben. Dies kann dazu geführt haben, dass die Mehrzahl der Gruppen ein aus theoretischer Sicht angemessenes Vorgehen wählte. So zeichneten sich sowohl erfolgreiche als auch weniger erfolgreiche Gruppen insbesondere zu Beginn der Aufgabenbearbeitung durch einen mit 24.28% bzw. 26.47% hohen zeitlichen Anteil der Zielklärung aus. Diese eingeschränkte Varianz erschwerte die empirische Überprüfung der Annahmen über erfolgskritische Vorgehensweisen. Zweitens ist an dieser Stelle eine noch nicht ausreichende Differenzierung des entwickelten Kategoriensystems hinsichtlich qualitativer Unterschiede in der Durchführung der Zielklärung kritisch zu diskutieren²¹. So ist es möglich, dass erfolgreiche und weniger erfolgreiche Gruppen einen übereinstimmenden zeitlichen Anteil bzw. eine übereinstimmende Phasenanzahl der Zielklärung aufwiesen und damit keine Gruppenunterschiede identifiziert werden konnten, sie diese Handlungsphasen jedoch in unterschiedlicher Qualität ausführten. Entsprechende Hinweise für eine solche Annahme liefern die in Abschnitt 5.4.2.1 und 5.4.2.2 dargestellten Vorgehensbeispiele einer der beiden erfolgreichsten und der am wenigsten erfolgreichen Gruppe.

Aus der Nichtbestätigung der Hypothesen 1 und 3 sollte also nicht abgeleitet werden, dass eine Zielklärung generell keine handlungsunterstützende Funktion bei der Lösung komplexer Probleme in Gruppen besitzt. Bei einer zukünftigen Überprüfung sollte insbesondere das für diese Untersuchung entwickelte Kategoriensystem differenziert werden. Aus handlungstheoretischer Sicht wären hierfür beispielhaft folgende Ansatzpunkte zu nennen: Eine Möglichkeit wäre, zwischen dem Erkennen,

²¹ Als einziges Qualitätskriterium der Durchführung der Zielklärung wurde der Umfang der in diese Handlungsphase einbezogenen Produktanforderungen erhoben.

dem Verstehen und dem Intendieren der Erfüllung von aufgabenbezogenen Zielen zu unterscheiden (vgl. Abschnitt 2.2.1). Insbesondere hinsichtlich der Aufgabenkomplexität wäre als ein weiteres Merkmal die Klärung der Beziehungen *zwischen* Zielen zu erheben, wie dies im Bereich der Produktentwicklung beispielsweise durch Anwendung von Methoden der Funktionsmodellierung (vgl. Lindemann, 2005) angestrebt wird. Die Möglichkeiten einer solchen Differenzierung des Kategoriensystems sind jedoch begrenzt. Sie enden da, wo die Beobachtbarkeit und die Trennschärfe der Beobachtungskategorien sowie die Durchführungsökonomie des Verfahrens nicht mehr gewährleistet werden kann.

Hypothesenkonforme Gruppenunterschiede mit jeweils mittleren Effekten zeigten sich hinsichtlich der Handlungsplanung. Erfolgreiche Gruppen nahmen sich insgesamt mehr Zeit für die Handlungsplanung. In komplexen Problemsituationen, in denen nicht unmittelbar routinisierte Maßnahmen abgerufen werden können, ist es demnach hilfreich, geeignete Maßnahmen durch eine gemeinsame Handlungsplanung kommunikativ zu klären, zu adaptieren oder neu zu entwickeln. Erfolgreiche Gruppen unterschieden sich von weniger erfolgreichen Gruppen insbesondere durch eine zeitlich umfassendere Handlungsplanung in der ersten Hälfte der Aufgabenbearbeitung, während in der zweiten Hälfte der Aufgabenbearbeitung die Planungsaktivität abnahm. Der positive Effekt einer Handlungsplanung zu einem frühen Zeitpunkt der Aufgabenbearbeitung entspricht den Annahmen über die logische *Abfolge* von Regulationsvorgängen innerhalb des Handlungsprozesses (vgl. Abschnitt 2.2.1.4). Erfolgreiches Problemlösen in Gruppen muss also nach den vorliegenden Ergebnissen nicht zwingend einen über den Zeitverlauf gleich bleibend hohen zeitlichen Anteil der Handlungsplanung erfordern. Es scheint so zu sein, dass – wie in Abschnitt 2.3.2.1 im Zusammenhang mit individuellem Konstruktionshandeln geschildert – im Verlauf des Gruppenhandelns nach und nach das Gesamtproblem exploriert und dadurch eine gewisse „Planungssicherheit“ erreicht wird.

Der im Zusammenhang mit individuellem Konstruktionshandeln als gesichert geltende positive Zusammenhang zwischen der Anzahl der in die Zielklärung einbe-

zogenen Produktanforderungen und der Lösungsgüte des Konzepts (vgl. Hacker, 2002, 2005; Hacker et al., 2002) konnte in der vorliegenden Untersuchung – trotz tendenziell annahmenkonformer Ergebnisse mit mittleren Effekten – statistisch nicht abgesichert werden.

Als eine Ursache für dieses Resultat kommt der unterschiedliche Komplexitätsgrad der in der Aufgabenstellung benannten Anforderungen in Betracht (vgl. Stempfle, 2004a). So sind bei einer Nichtbeachtung der zentralen Anforderung des geforderten Verstellbereichs der Schreibtischlampe mit fünf Freiheitsgraden (vgl. Abbildung A1) gravierendere negative Auswirkungen auf das Innovationspotenzial der entwickelten Lösung anzunehmen als bei Nichtbeachtung der Forderung als Lichtquelle einen Halogenstrahler zu verwenden. Entsprechend wird als eines der Merkmale erfolgreichen individuellen Vorgehens beim Konstruieren insbesondere eine Konzentration auf *funktionell wichtige* Anforderungen angenommen (Hacker, 1996). Eine solche Gewichtung wurde in dieser Arbeit bei der Analyse der Anforderungserfassung nicht berücksichtigt und sollte neben der Betrachtung einer vollständigen Anforderungserfassung in zukünftigen Studien Beachtung finden. Aus sachlogischen Gründen ist jedoch eine objektive Gewichtung – insbesondere im Falle abstrakter Anforderungen (z.B. innovativ, kostengünstig) – nur schwer möglich. Alternativ hierzu könnte erfasst werden, inwieweit durch die Gruppen selbst eine Priorisierung von Anforderungen vorgenommen wird.

Weiterhin ist ein Argument aufzugreifen, welches bereits im Zusammenhang mit der Zielklärung benannt wurde: Eine Erfassung von Anforderungen scheint eine notwendige, aber nicht hinreichende Bedingung für ein erfolgreiches Vorgehen der Gruppen bei der Bearbeitung komplexer Probleme zu sein. Es ist zusätzlich auch eine angemessene Handlungsplanung durchzuführen.

Widersprüchlich sind die Ergebnisse hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen einer iterativen Zielklärung und dem Innovationspotenzial der entwickelten Lösungen. Einerseits förderte eine Aufteilung der Zielklärung in mehrere Phasen – im Gegensatz zu einer Aufteilung in wenige Phasen – erwartungsgemäß den positi-

ven Zusammenhang zwischen dem Zeitanteil der Zielklärung und dem Innovationspotenzial. Andererseits erzielten Gruppen mit einer Aufteilung der Zielklärung in wenige Phasen ein insgesamt höheres Innovationspotenzial. Gruppen konnten damit innovative Lösungen entwickeln, obwohl sie nur einen geringen Zeitanteil für die Zielklärung aufgewendet haben und diesen auf eine geringe Anzahl an Phasen aufteilten. An dieser Stelle kann die Forderung nach einer weiteren Differenzierung des verwendeten Kategoriensystems wiederholt werden: Zusätzlich zu der Aufteilung der Zielklärung in iterative Phasen ist zukünftig die Erfassung weiterer Qualitätsmerkmale dieser Handlungsphase erforderlich.

Im Falle der Handlungsplanung ist aufgrund des signifikant höheren positiven Zusammenhangs zwischen der *Anzahl* der Handlungsplanungsphasen und dem Innovationspotenzial – im Vergleich zum Zusammenhang zwischen dem *zeitlichen Anteil* der Handlungsplanung und dem Innovationspotenzial – davon auszugehen, dass es weniger entscheidend ist, wie viel Zeit für die Handlungsplanung aufgewendet wird, sondern wie häufig solche Handlungsplanungen durchgeführt werden. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit den Annahmen eines iterativen Vorgehens: Die Notwendigkeit einer stetigen Integration von neuen Informationen während des Konstruierens erfordert eine fortwährende „lokale“ planerische Modifizierung von Maßnahmen, entsprechend scheint eine langfristige Vorausplanung bei der gemeinsamen Bearbeitung komplexer Probleme nicht angemessen (siehe Abschnitt 2.3.2.1). Letztere Interpretation korrespondiert mit Befunden zum individuellen Vorgehen, die ebenfalls eine lokale Kontrolle des Handlungsprozesses beim Konstruieren annehmen (vgl. Ullmann et al., 1988).

Ebenfalls widersprüchlich ist die Befundlage zu der Annahme, dass eine vollständigere Erfassung der Anforderungen den positiven Zusammenhang zwischen Handlungsplanung und dem Innovationspotenzial der entwickelten Lösungen fördert. Die Ergebnisse entsprachen hier zwar tendenziell den Erwartungen, konnten jedoch nicht statistisch abgesichert werden. Bemerkenswert ist insbesondere, dass der Effekt des Zusammenhangs zwischen der Anzahl der Handlungsplanungsphasen und dem

Innovationspotenzial ohne Einbeziehung der Anforderungserfassung stärker ist, als dieser Zusammenhang unter der Bedingung einer vollständigeren Anforderungserfassung (vgl. hierzu Tabelle 8 und Tabelle A12). Hier sei noch einmal auf die obigen Anmerkungen zu den Defiziten bei der Erhebung der Anforderungserfassung verwiesen.

Weitestgehend gestützt durch die Untersuchungsergebnisse wird hingegen die Annahme über den erfolgskritischen Einfluss eines iterativen rückkoppelnden Wechsels zwischen Zielklärungs- und Handlungsplanungsphasen. Erfolgreiche Gruppen führten nicht nur häufigere Wechsel zwischen Zielklärungs- und Handlungsplanungsphasen und tendenziell auch häufigere umgekehrte Wechsel durch. In den Zeitreihenanalysen konnte zusätzlich gezeigt werden, dass dies bei erfolgreichen Gruppen auch in systematischerer Form geschah. Genauer gesagt, die Auftretenswahrscheinlichkeit einer Handlungsplanungsphase ist bei erfolgreichen Gruppen unter der Bedingung einer Zielklärungsphase wahrscheinlicher als die unbedingte Auftretenswahrscheinlichkeit von Handlungsplanungsphasen. Das heißt, erfolgreiche Gruppen führten eine Handlungsplanung unter systematischer direkter Einbeziehung der Zielklärung durch. Weniger erfolgreiche Gruppen stimmen mit erfolgreichen Gruppen lediglich hinsichtlich eines systematischen „rückversichernden“ Wechsels von Handlungsplanungs- auf Zielklärungsphasen überein. Dieser Befund kann – wie schon angemerkt – als Erklärung dafür dienen, warum keine Effekte einer Zielklärung allein beobachtet werden konnten. Erfolgskritisch bei der gemeinsamen Bearbeitung von komplexen Problemen am Beispiel des Konstruierens scheint vielmehr eine systematische Einbeziehung der Zielklärung in die Handlungsplanung zu sein.

Die durchgeführten Zeitreihenanalysen zeigen darüber hinaus, dass erfolgreiche Gruppen im Vergleich zu weniger erfolgreichen Gruppen insgesamt vermehrt zu einem iterativen rückkoppelnden Wechsel zwischen den Handlungsphasen neigen, während bei weniger erfolgreichen Gruppen eher ein unidirektionales Vorgehen beobachtet wurde. So regt bei erfolgreichen Gruppen das Skizzieren erneute Lösungs-

suchen an, deren Ergebnisse dann wieder in die Anfertigung der Lösungsskizze integriert werden. Dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass Annahmen über die vorgehensunterstützende Wirkung „materialisierter Formen des geistigen Handelns“ beim Konstruieren (Sachse, 1999, 2002; Sachse & Leinert, 2002) auch für Gruppen Gültigkeit besitzen.

Diskussion des Untersuchungsdesigns und der verwendeten Methoden. Einige kritische Anmerkungen zu den angewendeten Methoden wurden bereits aufgeführt, diese sollen im folgenden Unterabschnitt noch ergänzt werden. Aus methodischer Sicht sind zunächst die sich aus der Durchführung der Untersuchung in Form einer kontrollierten *Laborstudie* ergebenden Konsequenzen zu diskutieren. Wie bereits in Abschnitt 4.1 bemerkt, geht der mit Laboruntersuchungen gegenüber Felduntersuchungen erzielte Vorteil einer erhöhten internen Validität – dass also Veränderungen der interessierenden abhängigen Variablen mit höherer Wahrscheinlichkeit auf Veränderungen der betrachteten unabhängigen Variablen zurückgeführt werden können – immer zu Lasten einer eingeschränkten externen Validität – also einer verminderten Übertragbarkeit der Untersuchungsergebnisse über die spezifischen Untersuchungsbedingungen hinweg (vgl. Bortz & Döring, 1995, S. 54ff). Da es das wesentliche Ziel dieser Untersuchung war, Erkenntnisse über die prinzipiellen erfolgskritischen „Mechanismen“ des Gruppenhandelns bei der Bearbeitung eines komplexen Problems zu gewinnen, war bei der Untersuchungsplanung zunächst eine Gewährleistung der internen Validität vorrangig und demzufolge die Durchführung einer Laboruntersuchung die Methode der Wahl. Die in der vorliegenden Untersuchung noch nicht in ausreichendem Maße beantworteten Fragen, erfordern auch zukünftige Laborstudien analog zu der hier durchgeführten Form. Solche Laborstudien sind jedoch durch Feldstudien zu ergänzen, um die Frage zu beantworten, wie sich die beobachteten Mechanismen im organisationalen Alltag – mit seinen vielfältigen zusätzlichen Einflussfaktoren auf das Gruppenhandeln (siehe hierzu für den Bereich der Produktentwicklung insbesondere die ausführliche Studie von Badke-Schaub und Frankenberger, 2004) manifestieren und ob bzw. welche Einflüsse der Zielklärung

und Handlungsplanung auf erfolgreiches Gruppenhandeln in diesem Kontext zu beobachten sind. Es ist jedoch anzumerken, dass die insbesondere in den frühen Phasen industrieller Produktentwicklung vorherrschende strikte Geheimhaltung sowie ein stetig anwachsender Zeit- und Kostendruck eine intensive Beforschung des Feldes erschweren.

Hinsichtlich der akquirierten *studentischen Stichprobe* sind folgende kritische Bemerkungen angebracht: Ein wesentliches Argument für studentische Stichproben war deren Verfügbarkeit. Eine ausreichende Anzahl von erfahrenen Entwicklern für Laborexperimente war insbesondere aufgrund des eben erwähnten wachsenden Zeit- und Kostendrucks im Bereich der industriellen Produktentwicklung nicht zu gewinnen. Zu diskutieren ist jedoch die Übertragbarkeit der Ergebnisse dieser Arbeit auf erfahrene Produktentwickler. Existierende Befunde zu kognitiven Grundlagen von Leistungsunterschieden zwischen Experten und Novizen zeigen, dass Experten im Vergleich zu Novizen ein umfangreicheres Wissen über den jeweiligen Bereich der Expertise besitzen und dass dieses Wissen auch anders organisiert ist: So verfügen Experten über komplexe, gedächtnisgespeicherte kognitive Schemata (mentale Modelle), die es gestatten, lösungsrelevante Informationen eines Problems schneller zu identifizieren und diese effektiver zu gruppieren als Novizen (z.B. Larkin, McDermott, Simon & Simon, 1980; vgl. auch Rouse & Morris, 1986). Auch für den hier betrachteten Bereich des Konstruierens können Vorgehensunterschiede zwischen unerfahrenen und erfahrenen Entwicklern konstatiert werden. So beobachteten Ahmed, Wallace und Blessing (2003) in einer Studie mit sechs erfahrenen und sechs weniger erfahrenen Entwicklern unter anderem, dass singuläre Äußerungen erfahrener Entwickler im Vergleich zu unerfahrenen Entwicklern eine größere Anzahl relevanter Aufgabenaspekte (wie z.B. technische Funktionen) umfassten, dass sie während ihres Vorgehens häufiger auf vergangene Produktentwicklungsaufgaben verwiesen und dass sie vorausschauender vorgingen, indem sie bspw. häufiger Teillösungen wählten, die spätere Optionen weniger stark einschränkten. In die Überlegungen zur Übertragbarkeit der vorliegenden Ergebnisse auf erfahrene Entwickler ist für diese Arbeit zusätzlich auch die Ebene der Gruppe

einzu beziehen. Vergleichbar zu Gruppen von Novizen müssen Gruppen von Experten bei der gemeinsamen Bearbeitung neuartiger komplexer Probleme ein gemeinsames geteiltes mentales Modell der Aufgabe kommunikativ erarbeiten. Entsprechend geben bis dato existierende Befunde über das Vorgehen von Gruppen erfahrener Produktentwickler (Olson et al., 1992) keine Hinweise auf grundsätzliche Vorgehensunterschiede zu dem in dieser Arbeit beobachteten Vorgehen von Studenten (vgl. Abschnitt 2.3.2.2). Demnach scheint es angebracht, die Untersuchung basaler Prozesse des Gruppenhandelns beim Konstruieren auch mit studentischen Stichproben zu untersuchen (vgl. Stempfle & Badke-Schaub, 2002). Die Gültigkeit der in dieser Arbeit gewonnenen Ergebnisse zu erfolgskritischen Faktoren des Gruppenhandelns beim Konstruieren für Experten ist jedoch in zukünftigen Studien zu prüfen.

Aufgrund ihrer bestimmenden Rolle für die Regulationsanforderungen des Gruppenhandelns kam der Auswahl der in der Laboruntersuchung zu bearbeitenden gemeinsamen *Gruppenaufgabe* eine besondere Bedeutung zu. Im Hinblick auf die bereits in Abschnitt 2.3.1.1 zitierte Kritik von Altschuller (1986) an der Verwendung künstlicher Aufgaben bei der Untersuchung des schöpferischen Denkens und des Problemlösens war es essenziell, die Inhalte der Aufgabe realitätsnah zu gestalten. Die in der vorliegenden Untersuchung verwendete Aufgabe wurde daher von Mitarbeitern des Lehrstuhls für Produktentwicklung der Technischen Universität München ausgearbeitet, welche durch zahlreiche Kooperationen mit Industriepartnern mit realen Produktentwicklungsprojekten vertraut sind. In diesem Zusammenhang war insbesondere sicherzustellen, dass die verwendete Aufgabe die in Abschnitt 2.3.1 dargestellten Regulationsanforderungen von Konstruktionsaufgaben umfasste. Die Aufgabe enthielt sowohl sehr konkrete (z.B. hinsichtlich des Verstellbereichs und des Gewichts der Schreibtischlampe) als auch sehr abstrakte Anforderungen (z.B. die Forderung nach Innovativität und Kostengünstigkeit). Nach Dörner (1987) erforderte die für diese Aufgabe notwendige Problemlösung damit also die Überwindung dialektischer Barrieren (vgl. Abschnitt 2.2.2.1), wie sie auch für eine Vielzahl von im industriellen Kontext durchgeführten Produktentwicklungs- bzw.

Produktinnovationsprojekten anzunehmen sind. Dieses Aufgabenmerkmal kann auch als einer der entscheidenden Unterschiede zu bisher durchgeführten, vergleichbaren Studien (insbesondere von Tschan, 2000) angesehen werden, die insbesondere Aufgabentypen verwendeten denen lediglich eine synthetische Barriere zugeschrieben werden kann.

Hinsichtlich des Konzepts des gemeinsamen geteilten mentalen Modells und seiner Operationalisierung in dieser Untersuchung sind folgende Anmerkungen angebracht. Das Konzept wurde in die theoretischen Überlegungen eingeführt, weil es die in dieser Arbeit betrachteten Aspekte des Gruppenhandelns integriert und aus ihm der erfolgskritische Einfluss dieser Aspekte abgeleitet werden kann. Nicht intendiert wurde hingegen eine erschöpfende Erfassung sämtlicher Aspekte eines gemeinsamen geteilten mentalen Modells. Die vorliegende Untersuchung fokussierte exklusiv diejenigen Aspekte gemeinsamer mentaler Modelle, die für die Behandlung der Problemstellung dieser Arbeit von besonderer Relevanz sind: die Kommunikationsprozesse über wesentliche Inhalte der mentalen Modelle, welche entscheidend zu der Entwicklung, Modifizierung und Verstärkung gemeinsamer geteilter Modelle beitragen (Mohammed & Dumville, 2001). Nicht überprüft wurde, inwieweit diese Kommunikationsprozesse im Ergebnis wirklich zu dem Status einer *gemeinsamen geteilten* Vorstellung der Gruppenmitglieder über diese Inhalte führte.

Eine solche Einschränkung auf die aus den jeweiligen theoretischen Erwägungen wesentlichen Aspekte gemeinsamer geteilter mentaler Modelle erscheint aus folgenden Gründen notwendig: Gegenwärtig gibt es vielfältige theoretische Perspektiven, aus deren Sicht das Konzept des gemeinsamen geteilten mentalen Modells bzw. dessen Facetten betrachtet wird (Mohammed & Dumville, 2001). Entsprechend existiert bisher auch nicht *die* Methode der Wahl zur Erfassung eines gemeinsamen geteilten mentalen Modells, noch erscheint es möglich, sämtliche Facetten dieses globalen und heterogenen Konzepts in einer Untersuchung zu operationalisieren (Mohammed, Klimoski & Rentsch, 2000).

Eine der wesentlichen methodischen Stärken der vorliegenden Untersuchung ist die Verwendung eines *multimethodalen Designs*, also eine Erhebung unterschiedlicher Konstrukte mit jeweils unterschiedlichen Methoden. Hiermit wurde einer Verzerrung der Untersuchungsergebnisse durch systematische Messfehler der gemeinsamen Methode begegnet (common method bias, vgl. z.B. Podsakoff, MacKencie, Lee & Podsakoff, 2003). Eine solche gemeinsame Methodenvarianz kann sowohl eine Überschätzung als auch eine Unterschätzung der Stärke des tatsächlichen Zusammenhangs zwischen zwei Konstrukten bedingen (ebd.). Eine Verzerrung der vorliegenden Untersuchungsergebnisse durch eine solche gemeinsame Methodenvarianz kann ausgeschlossen werden.

Die für die Behandlung der vorliegenden Problemstellung unabdingbare Notwendigkeit einer eingehenden Beobachtung und Analyse realen Verhaltens ließ sich in dem zur Verfügung stehenden personellen, zeitlichen, und finanziellen Rahmen nur an einer mit $N = 20$ Gruppen vergleichsweise kleinen Stichprobe verwirklichen. Dieser geringe Stichprobenumfang verminderte die statistische Teststärke. Daraus resultierte eine höhere Wahrscheinlichkeit von Beta-Fehlern – also eine möglicherweise irrtümliche Akzeptanz von Nullhypothesen.

Darüber hinaus war aufgrund dieser eingeschränkten Datenlage der *Spielraum für die statistisch-methodische Auswertung* insgesamt stark begrenzt. So ist eine Anwendung von – im Vergleich zu den hier eingesetzten parameterfreien Verfahren – teststärkeren parametrischen Verfahren aufgrund der nicht prüfaren Verteilungsannahme nicht möglich und ein Einsatz multivariater Verfahren nahezu ausgeschlossen. Letzteres verhinderte insbesondere eine wünschenswerte direkte Kontrolle der in Abschnitt 5.1.1 bis 5.1.4 aufgeführten potenziellen Stör- oder Drittvariablen bei der Hypothesentestung. Auch eine im Rahmen der vorliegenden Problemstellung sicher sinnvolle Prüfung von Annahmen über komplexe Zusammenhangsmuster der betrachteten Größen des Gruppenhandelns – etwa mittels Strukturgleichungsmodellen – war nicht zu leisten. Darüber hinaus sind aufgrund des geringen Stichprobenumfangs die im Zusammenhang mit der Testung der Moderatorhypothesen berichteten Effekte der korrelativen Zusammenhänge als eher instabil einzuschätzen. Für gesi-

cherte Aussagen sind die hier ermittelten Ergebnisse daher in weiteren Studien zu replizieren.

Essenziell für die Untersuchung von Gruppenhandlungen bzw. Handlungen im Allgemeinen sind Aussagen über Prozesse, mithin Aussagen über Veränderungen der Auftretenswahrscheinlichkeit von Ereignissen unter der Bedingung des vorherigen Auftretens von Ereignissen. Auch für zukünftige Untersuchungen von Handlungsprozessen sind daher *Zeitreihenanalysen* durch logit-loglineare Verfahren zu empfehlen, wie sie in der vorliegenden Untersuchung verwendet wurden. Die Anwendung dieser Verfahren erlaubt, aufgrund eines statistischen Vergleichs bedingter und unbedingter Auftretenswahrscheinlichkeiten, Aussagen über die Überzufälligkeit bzw. Systematik von Handlungsabfolgen und damit weitergehende Aussagen als Häufigkeitsvergleiche des Auftretens von Handlungsabfolgen allein. Ebenfalls aufgrund der limitierten Datenlage konnten in der vorliegenden Untersuchung die potentiellen Möglichkeiten logit-loglinearer Verfahren nur unvollständig genutzt werden und nur deskriptive Gruppenvergleiche durchgeführt werden (vgl. Abschnitt 5.3.5 und 5.4.1). Die in dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnisse über den erfolgskritischen Einfluss systematischer Handlungsfolgen sind daher in zukünftigen Untersuchungen durch *direkte* logit-loglineare Modellvergleiche zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen weiter abzusichern.

Diskussion des Erkenntnisgewinns, der durch die vorliegende Arbeit erzielt wurde. Wie in den bisherigen Ausführungen mehrfach betont wurde, erforderte die in dieser Arbeit behandelte Problemstellung notwendigerweise

- die *direkte* Erfassung des Gruppenhandelns
- bei der Bearbeitung einer Aufgabe, welche die Merkmale Komplexität, dialektische Barrieren und Realitätsnähe aufweisen musste
- sowie die theoretisch fundierte Ableitung und empirische Prüfung von Annahmen über Zusammenhänge zwischen bestimmten Merkmalen des Gruppenhandelns und Gruppenerfolg.

Es ist ein Mangel an Studien zu konstatieren, die diese drei Kriterien erfüllen und daher ist der bisherige Erkenntnisstand der psychologischen Forschung über erfolgskritische Faktoren des Gruppenhandelns bei der Bearbeitung komplexer (dialektischer) Probleme nur unzureichend:

1) Die bisherige Forschung zu psychischen Prozessen der Bearbeitung komplexer (dialektischer) Probleme im Allgemeinen (z.B. Dörner, 1987, 2006; Duncker, 1935/1974) sowie im Speziellen zum schöpferischen Denken und Konstruieren (z.B. Ahmed et al., 2003; Dylla, 1991; Eisentraut, 1999; Fricke, 1999; Guindon, 1990; Günther & Ehrlenspiel, 1999; Hacker, 1996, 2002; Hacker et al., 2002; Ullmann et al., 1988; Visser, 1994) bezieht sich fast ausschließlich auf Individuen. Wie in den theoretischen Überlegungen zu dieser Arbeit ausgeführt, sind die in diesen Studien gewonnen Erkenntnisse jedoch nicht unmittelbar auf die Gruppenebene übertragbar, da Gruppenhandeln im Vergleich zum individuellen Handeln anhand eines anderen „Modus“ reguliert wird und als zusätzliches Regulationserfordernis Kooperationsanforderungen hinzukommen.

2) Die wenigen vorhandenen Arbeiten, welche direkte Handlungsmaße von Gruppen bei der Bearbeitung komplexer (dialektischer) Probleme erheben (Cross & Cross, 1995; Olson et al., 1992; Stempfle & Badke-Schaub, 2002), geben keine Auskunft über Zusammenhänge zwischen Gruppenhandeln und Gruppenerfolg. Das in diesen Studien beobachtete prinzipielle Vorgehen der Gruppen deckt sich aber weitgehend mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit (vgl. Abschnitt 2.3.2.2) und deutet damit auf eine valide Erfassung der relevanten Aspekte des Gruppenhandelns in dieser Untersuchung hin.

3) Existierende Studien, die erfolgskritische Vorgehensweisen gemeinsamen Gruppenhandelns anhand von direkten Handlungsmaßen prüfen (Tschan, 2000), beziehen sich auf andere Aufgabentypen. Im Gegensatz zu Befunden von Tschan, die einen positiven Zusammenhang zwischen der Anzahl vollständiger und sequenziell idealtypischer Handlungszyklen im Gruppenprozess und der Gruppenleistung aufzeigen, war das in der hier vorgestellten Untersuchung beobachtete Vorgehen erfolgreicher Gruppen weder teilaufgabenrein noch arbeitsschrittrein. Als ursächlich für

diese sich widersprechenden Befunde kann die Unterschiedlichkeit der in beiden Studien verwendeten Gruppenaufgaben angesehen werden. Die in der Studie von Tschan verwendete Aufgabe ist als synthetisches Problem zu charakterisieren, in dem sowohl das Aufgabenziel als auch die Maßnahmen zur Realisierung dieses Ziels bekannt waren und lediglich die angemessene Reihenfolge der Maßnahmen zu ermitteln war.²² Hingegen enthielt die in der vorliegenden Untersuchung verwendete Aufgabe – wie bereits angemerkt – aufgrund abstrakter Anforderungen (z.B. die Anforderung der „Innovativität“) zusätzlich auch dialektische Barrieren (vgl. Abschnitt 2.2.2.1), die sowohl eine iterative Zielklärung als auch eine Maßnahmenentwicklung erforderten.

Der „Neuheitswerts“, der durch die vorliegende Untersuchung erzielt wurde, besteht also insbesondere in dem Versuch, Annahmen über erfolgskritische Faktoren bei der gemeinsamen Bearbeitung komplexer (dialektischer) Probleme anhand direkter Handlungsmaße zu prüfen, um damit zu einem besseren Verständnis über die Organisation des Gruppenhandelns in solchen unbestimmten Situationen beizutragen. Der hierdurch angestrebte Erkenntnisfortschritt ist nicht nur von akademischen Belang. Aus der vorliegenden Arbeit können unmittelbar für die Praxis nutzbare Erkenntnisse hinsichtlich der methodischen Ausbildung der Produktentwicklung sowie der Entwicklung methodischer Unterstützungsmöglichkeiten für das Gruppenhandeln abgeleitet werden:

Ein Vergleich der nur *schwachen* Effekte des Zusammenhangs zwischen dem aufgabenbezogenen expliziten Wissen und dem generierten Innovationspotenzial der Produktlösungen²³ mit den *mittleren* Effekten des Zusammenhangs relevanter

²² Die Gruppen hatten die Aufgabe, verschiedene Plastikteile eines Stecksystems zu einer Kugelrollbahn zusammenzufügen. Leistungskriterien waren beispielsweise die Dauer des Kugeldurchlaufs und der sparsame Materialverbrauch.

²³ Hier wurden Werte zwischen $\rho = .06$ für den Zusammenhang des Gruppenmitglieds mit dem höchsten Wissen und dem Innovationspotenzial und $\rho = -.26$ für die Diversität des Wissens in der Gruppe und dem Innovationspotenzial beobachtet (vgl. Tabelle A8).

Prozessmerkmale und dem Innovationspotenzial²⁴ verdeutlicht noch einmal die Gültigkeit der einleitend aufgeführten Annahme, dass Input-Faktoren der Gruppenarbeit – wie eben persönliches Wissen der Gruppenmitglieder – die Ergebnisse der Gruppenarbeit über den *Gruppenprozess* – also das Handeln der Gruppenmitglieder – beeinflussen. Bei der methodischen Ausbildung im Bereich Produktentwicklung sollten also neben der Vermittlung individuellen Wissens auch Fähigkeiten vermittelt werden, dieses Wissen in Gruppenprozesse einzubringen und anzuwenden.

Die vorliegende Arbeit benennt hierfür Ansatzpunkte. Als konkreter Ratschlag kann ein reflektierendes Vorgehen im Sinne von West (1996) empfohlen werden. West (1996) definiert ein solches Vorgehen als „the extent to which group members overtly reflect upon the group’s objectives, strategies and processes, and adapt them to current or anticipated endogenous or environmental circumstances“ (S. 559). Dieses Prinzip der Reflexion und Adaption entspricht in seinen wesentlichen Zügen der in dieser Arbeit bei der Lösung komplexer Probleme als erfolgskritisch angesehenen iterativen Zielklärung und Handlungsplanung. Gruppen sollten also im Verlauf des Gruppenhandelns wiederkehrend die folgenden oder ähnliche Fragen beantworten:

- Sind unsere Aufgabenziele klar definiert?
- Wenn ja, was sind unsere Aufgabenziele? Wenn nein, welche Ziele sind noch unklar und wie sind sie zu klären?
- Inwieweit ist unser gegenwärtiges Handeln geeignet, die Aufgabenziele zu realisieren? Müssen wir unser Vorgehen ändern, um unsere Aufgabenziele zu erreichen?

In diesem Zusammenhang bietet sich auch eine Adaption bestehender „Fragegestützter Reflexionstechniken“ mit sogenannten W-Fragen (Was? Wie? Wa-

²⁴ Etwa der Zusammenhang des Innovationspotenzials zum zeitlichen Anteil der Zielklärung bei gleichzeitiger Aufteilung in viele Zielklärungsphasen von $\rho = .41$ (vgl. Abschnitt 5.3.3) oder zu der Anzahl der Handlungsplanungsphasen unter der Bedingung einer vollständigeren Anforderungserfassung von $\rho = .34$ (vgl. Abschnitt 5.3.4).

rum?...; vgl. Wetzstein & Hacker, 2004; Winkelmann & Hacker, 2005; 2006) an die Erfordernisse von Gruppen an.

Durch eine solche fortwährende reflektierende Vergegenwärtigung von Aufgabenzielen und – wenn nötig – planerische Adaption von Maßnahmen, wird die Entwicklung einer umfassenderen, intellektuellen, gemeinsamen geteilten Repräsentation der Aufgabe gefördert, ein vorausschauendes Agieren statt Reagieren ermöglicht und die Kontrolle über das Gruppenhandeln gesteigert (vgl. Hacker, 2005; West, 1996). Dadurch können insbesondere die bereits erwähnten typischen Fehlhandlungen bei der Bearbeitung komplexer Probleme (vgl. Abschnitt 2.3.3.2) – wie beispielsweise die Fixierung auf Teilziele und deren Behandlung als Endziele (vgl. Dörner, 2006) vermieden werden. Wie bereits einleitend bemerkt sollten durch ein solches reflektierendes Vorgehen insbesondere die kostenbestimmenden frühen Phasen der Entwicklung technischer Produkte mit einem günstigen Verhältnis zwischen Änderungsfreiheit und Änderungskosten (Ehrlenspiel, 1995; Ehrlenspiel et al., 1999) unterstützt werden.

Im Zusammenhang mit der methodischen Ausbildung im Bereich Produktentwicklung sollte nicht unerwähnt bleiben, dass die mit dieser Arbeit vorliegenden Ergebnisse empirische Unterstützung für neuere Vorgehensmodelle der methodischen Produktentwicklung – wie das Münchner Vorgehensmodell (MVM, Lindemann, 2005) – liefern, welches im Gegensatz zu klassischen, streng systematischen Modellen – wie das der VDI 2221 – ein Vorgehen in iterativen rückkoppelnden Schritten zwischen den Handlungsphasen empfehlen.

Ausblick. Diese Arbeit erlaubt keine abschließenden Aussagen über erfolgskritische Faktoren bei der gemeinsamen Bearbeitung komplexer Probleme in Gruppen. Die psychologische Beforschung dieses Bereichs steht insgesamt noch am Anfang. Es wurden bereits eine Reihe von Ansätzen benannt, mit denen die in dieser Arbeit behandelte Problemstellung weiter verfolgt werden kann:

Insgesamt sind weitere Studien notwendig, in denen auf handlungstheoretischer Basis durch *direkte* Erfassung des Gruppenhandelns bei der gemeinsamen Be-

arbeitung komplexer Probleme, die in dieser Arbeit diskutierten erfolgskritischen Faktoren überprüft werden. Solche Studien sollten ausschließlich realitätsnahe Aufgaben verwenden, welche dialektische Barrieren enthalten. Wünschenswert ist in diesem Zusammenhang die Entwicklung eines standardisierten, handlungstheoretisch fundierten Kategoriensystems zum Zwecke der Erfassung des Gruppenhandelns. (Die Notwendigkeit der weiteren Differenzierung des hier verwendeten Kategoriensystems sowie erste Ansätze für eine solche Differenzierung wurden bereits erwähnt.) Die Existenz und Durchsetzung eines Standardinstruments würde eine gültigere Vergleichbarkeit der Ergebnisse unterschiedlicher Studien ermöglichen und damit die Gewinnung gesicherter wissenschaftlicher Befunde zu dem hier behandelten Problembereich befördern. Eine Vergleichbarkeit von Studien erscheint insbesondere notwendig, da eine direkte Erfassung von Handlungsprozessen meist nur an kleinen Stichproben zu leisten ist und damit die Befunde einzelner Studien – wie im vorliegenden Falle auch – oftmals nur unzureichend statistisch abgesichert werden können.

Um die Gültigkeit der Ergebnisse dieser Untersuchung über Novizen hinaus abzusichern, sind Untersuchungen mit Experten-Gruppen anzustreben. Wünschenswert sind auch Analysen, die längere Zeiträume der Kooperation von Gruppen bei der Bearbeitung komplexer Probleme erfassen. So berichten Levesque, Wilson und Wholey (2001), dass in einer Untersuchung mit studentischen Softwareentwicklungsteams der Grad der gemeinsamen und geteilten Wahrnehmung der Gruppenaufgabe durch die Gruppenmitglieder im Zeitverlauf (nach einem, zwei und dreieinhalb Monaten) abnahm. Ursache war eine weniger häufige Interaktion und eine zunehmende Spezialisierung der Gruppenmitglieder. Es ist zu vermuten, dass nach einer hinreichenden Exploration des Problemraums das Gruppenhandeln nicht mehr fortwährend koordiniert werden muss, sondern eine längerfristige stabile arbeitsteilige Organisation des Gruppenhandelns erfolgen kann.

Die in dieser Arbeit vorgenommenen theoretischen Überlegungen und berichteten empirischen Befunde bieten weiterhin Ansätze für die Entwicklung von

Interventionsinstrumenten zur Förderung des Gruppenhandelns bei der Bearbeitung komplexer Probleme in Gruppen. Solche Instrumente sollten darauf abzielen, Gruppen durch eine wiederholte kommunikative Klärung von Zielen und planerische Ableitung von Maßnahmen im Verlauf der Aufgabebearbeitung die gemeinsame Orientierung in einem komplexen Problemraum zu erleichtern und damit ein problemangemessenes flexibles Gruppenhandeln zu fördern. Sie sollten die Gruppen jedoch nicht in ein Korsett vollständig systematischen Vorgehens pressen.

Neben den in dieser Arbeit betrachteten erfolgskritischen Faktoren werden im Zusammenhang mit individuellem Entwurfsdenken und Konstruieren weitere erfolgskritische Vorgehensmerkmale diskutiert, deren Gültigkeit für das Vorgehen in Gruppen ebenfalls Gegenstand zukünftiger Studien sein sollte. Hacker et al. (2002) nennen hier – neben einer umfassenden Auftragsanalyse und dem Aspekt des systematischen vs. opportunistischen Vorgehens – den erfolgskritischen Einfluss der Entwicklung verschiedener Lösungsalternativen im Vergleich zu einer ständigen Modifizierung einer Lösung (generierende vs. korrigierende Variation; Dylla, 1991), des Wechsels zwischen Gesamtsystem und Teilsystemen der Lösung, zwischen den Modalitäten der Lösungsentwicklung (sprachlich vs. symbolisch), zwischen mentaler und externaler Repräsentation sowie des rückkoppelnden reflexiven Bewertens der Lösungen. Bisherige Befunde deuten darauf hin, dass einem wiederholten rückkoppelnden Wechsel zwischen Lösungssuche und Lösungsbewertung auch beim Vorgehen in Gruppen eine zentrale Rolle zukommt (Stempfle & Badke-Schaub, 2002). Empirische Befunde über den Zusammenhang zum Gruppenerfolg liegen jedoch nach Kenntnis des Autors noch nicht vor. Die Rolle symbolischer Repräsentationen für das erfolgreiche Gruppenvorgehen wurde in der vorliegenden Arbeit bereits in Bezug auf das Skizzieren diskutiert und durch erste empirische Hinweise belegt (vgl. die Abschnitte 2.3.2.3 und 5.4.1.). Eine systematische Untersuchung des erfolgskritischen Einflusses solcher gemeinsamer Vergegenständlichungen steht jedoch noch aus. Hier wäre beispielsweise zu fragen: Unterscheiden sich erfolgreiche von we-

niger erfolgreichen Gruppen in dem was skizziert wird (das Gesamtsystem oder Teilsysteme) sowie hinsichtlich der Häufigkeit und des Zeitpunktes des Skizzierens?

Komplexes Problemlösen im Arbeitskontext im Sinne eines innovierenden Handelns ist kein Privileg von so genannten „white-collar jobs“, zu denen der hier betrachtete Bereich der Produktentwicklung sicher zugerechnet werden kann. Weiterhin werden Innovationen nicht nur bei der Entwicklung technischer Gebilde generiert. In der sich wandelnden Arbeitswelt nehmen die Komplexität und die Neuartigkeit arbeitsseitiger Anforderungen und auch der „Innovationsdruck“ in nahezu allen Bereichen zu. Auch das Personal einer Pflegestation, welches beispielsweise eine belastungsärmere und gleichzeitig die Qualität der Pflege erhöhende Form der Organisation der Stationsablaufs entwickelt und umsetzt, hat eine Innovation entwickelt. Entsprechend unterscheiden Damanpour und Evan (1984) zwischen technischen und administrativen Innovationen, wobei – nach dieser Unterscheidung – technische Innovationen die Inhalte der primären Arbeitsaufgabe und administrative Innovationen die Form der Zusammenarbeit von Personen bei der Ausführung dieser primären Arbeitsaufgabe zum Gegenstand haben. Es stellt sich daher die Frage, inwieweit die hier angestellten Überlegungen und ermittelten Ergebnisse auf andere Bereiche innovierenden Handelns übertragbar sind.

Ein Ausgangspunkt, diese Frage zu diskutieren, bezieht sich auf den Gegenstand, auf den sich das innovative Handeln ausrichtet. Beinhaltet innovierendes Handeln beim Konstruieren insbesondere das Vorausdenken von technischen Formen und Funktionen (Ullmann et al., 1988), so beinhaltet innovierendes Handeln bei der Entwicklung einer verbesserten Organisationsform (beispielsweise einer Pflegestation) das Vorausdenken von Möglichkeiten der Zusammenarbeit von Menschen zur Verrichtung einer bestimmten Tätigkeit unter bestimmten Arbeitsbedingungen. Existieren im ersteren Falle eine Vielzahl objektiver technisch-physikalischer Kriterien, so bestimmen im zweiten Falle insbesondere die Prozesse menschlichen Erlebens und Verhaltens die Angemessenheit des Handelns. Die Übertragbarkeit der im Zusammenhang mit der Entwicklung technischer Produkte diskutierten erfolgskriti-

schen Faktoren innovierenden Gruppenhandelns auf andere Bereiche innovierenden Handelns ist daher in zukünftigen Studien zu prüfen.

Literatur

- Ahmed, S., Wallace, K. & Blessing, L. T. M. (2003). Understanding the differences between how novice and experienced designers approach design tasks. *Research in Engineering Design*, 14, 1-11.
- Aiken, L. S. & West, S. G. (1991). *Multiple regression: testing and interpreting interactions*. Newbury Park: Sage.
- Altschuller, G. S. (1986). *Erfinden. Wege zur Lösung technischer Probleme*. Berlin: VEB Verlag Technik.
- Anderson, T. W. & Goodman, L. A. (1957). Statistical inference about Markov chains. *Annals of Mathematical Statistics*, 28, 89-110.
- Andreasen, M. M. & Hein, L. (1987). *Integrated Product Development*. Berlin: Springer.
- Antoni, C. (1996). *Teilautonome Arbeitsgruppen. Ein Königsweg zu mehr Produktivität und einer menschengerechten Arbeit?* Weinheim: Beltz.
- Ariyo, O., Eckert, C. & Clarkson, J. P. (2006). *Unpleasant surprises in the design of complex products: Why do change propagate?* Paper presented at the ASME 2006 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information In Engineering Conference, Philadelphia, USA.
- Arrow, H., McGrath, J. E. & Berdahl, J. L. (2000). *Small groups as complex systems. Formation, coordination, development, and adaptation*. Thousand Oaks: Sage.
- Badke-Schaub, P. & Frankenberger, E. (2004). *Management kritischer Situationen. Produktentwicklung erfolgreich gestalten*. Berlin: Springer.
- Badke-Schaub, P., Stempfle, J. & Wallmeier, S. (2001). *Transfer of experience in critical design situations. Paper presented at the ICED 01 (13th International Conference on Engineering Design): Unifying Engineering Design – Building a Partnership Between Research and Industry*, London.
- Bakeman, R., Adamson, L. B. & Strisik, P. (1995). Lags and Logs: Statistical Approches to Interaction (SPSS version). In J. M. Gottman (Eds.), *The Analysis of Change*. (pp. 279-308). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Bales, R. F. (1970). *Personality and interpersonal behavior*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Baron, R. M. & Kenny, D. A. (1986). The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51, 1173-1182.

- Birkhofer, H. & Jänsch, J. (2003). Interaction between individuals. In U. Lindemann (Eds.), *Human Behaviour in Design* (pp. 105-120). Berlin: Springer.
- Blake, M. J. (1967). Time of day effects on performance in a range of tasks. *Psychonomic Science*, 9, 349-350.
- Bock, A. (1955). Die Begriffe Konstruieren, Entwerfen und Gestalten. *Die Technik*, 8, 504-505.
- Bortz, J. (2005). *Statistik für Humanwissenschaftler*. Berlin: Springer.
- Bortz, J. & Döring, N. (1995). *Forschungsmethoden und Evaluation*. Berlin: Springer.
- Bortz, J. & Lienert, G. A. (1998). *Kurzgefasste Statistik für die klinische Forschung. Ein praktischer Leitfaden für die Analyse kleiner Stichproben*. Berlin: Springer.
- Bortz, J., Lienert, G. A. & Boehnke, K. (2000). *Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik*. Berlin: Springer.
- Büssing, A., Herbig, B. & Ewert, T. (2001). Implizites und explizites Wissen. Einflüsse auf Handeln in kritischen Situationen. *Zeitschrift für Psychologie*, 209, 174-200.
- Camacho, L. M. & Paulus, P. B. (1995). The role of social anxiousness in group brainstorming. *Journal of Personality and Social Psychology*, 68, 1071-1080.
- Campbell, D. J. (1988). Task complexity: A review and analysis. *Academy of Management Review*, 13, 40-52.
- Cannon-Bowers, J. A., Salas, E., Converse, S. & Castellan, N. J. (1993). Shared mental models in expert team decision making. In N.J. Castellan (Ed.), *Individual and group decision making: Current issues* (pp. 221-246). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Chomsky, N. (2002). *Syntactic Structures*. Den Haag: De Gruyter.
- Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*, 10, 213-220.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Cowan, N. (2000). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 87-185.
- Cross, N. & Cross, A. C. (1995). Observations of teamwork and social processes in design. *Design Studies*, 16, 143-170.
- Damanpour, F. & Evan, W. M. (1984). Organizational innovation and performance: the problem of 'organizational lag'. *Administrative Science Quarterly*, 29, 392-409.

- Devine, D. J., Clayton, L. D., Philips, J. L., Dunford, B. B. & Melner, S. B. (1999). Teams in organizations. Prevalence, characteristics, and effectiveness. *Small Group Research*, 30, 678-711.
- Diehl, M. & Stroebe, W. (1987). Productivity loss in brainstorming groups: Toward the solution of a riddle. *Journal of Personality and Social Psychology*, 53, 497-509.
- Dienes, Z. & Perner, J. (1999). A theory of implicit and explicit knowledge. *Behavioural and Brain Sciences*, 22, 735-755.
- Dörner, D. (1987). *Problemlösen als Informationsverarbeitung*. Kohlhammer: Stuttgart.
- Dörner, D. (1999). Approaching design thinking research. *Design Studies*, 20, 407-415.
- Dörner, D. (2001). *Bauplan für eine Seele*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag.
- Dörner, D. (2006). *Die Logik des Misslingens. Strategisches Denken in komplexen Situationen*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag.
- Dörner, D. & Schaub, H. (1995). Handeln in Unbestimmtheit und Komplexität. *Organisationsentwicklung*, 3, 35-47.
- Duncker, K. (1935/1974). *Zur Psychologie des produktiven Denkens*. Berlin: Springer.
- Dylla, N. (1991). *Denk- und Handlungsabläufe beim Konstruieren*. München: Hanser.
- Edgington, E. S. (1995). *Randomization Tests*. New York: Marcel Dekker.
- Ehrlenspiel, K. (1995). *Integrierte Produktentwicklung. Methoden für Prozeßorganisation, Produkterstellung und Konstruktion*. München: Hanser.
- Ehrlenspiel, K., Kiewert, A. & Lindemann, U. (1999). *Kostengünstig Entwickeln und Konstruieren. Kostenmanagement für die integrierte Produktentwicklung*. Berlin: Springer.
- Eisentraut, R. (1999). Styles of problem solving and their influence on the design process. *Design Studies*, 20, 431- 437.
- Fahrenberg, J., Myrtek, M., Pawlik, K. & Perrez, M. (2007). Ambulantes Assessment - Verhalten im Alltagskontext erfassen. Eine verhaltenswissenschaftliche Herausforderung an die Psychologie. *Psychologische Rundschau*, 58, 12-23.
- Faßnacht, G. (1979). *Systematische Verhaltensbeobachtung*. München: Ernst Reinhardt.
- Fleiss, J. L. & Cohen, J. (1973). The equivalence of weighted Kappa and the intraclass correlation coefficient as measures of reliability. *Educational and Psychological Measurement*, 33, 613-619.

- Fricke, G. (1999). Successful approaches in dealing with differently precise design problems. *Design Studies*, 20, 417-429.
- Görner, R. (1994). Zur psychologischen Analyse von Konstrukteur- und Entwurfstätigkeiten. In B. Bergmann & P. Richter (Hrsg.), *Die Handlungsregulationstheorie. Von der Praxis einer Theorie* (S. 233-241). Göttingen: Hogrefe.
- Gottman, J. M. & Roy, A. K. (1990). *Sequential Analysis. A Guide for Behavioral Researchers*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Green, S. B. (1991). How many subjects does it take to do a regression analysis? *Multivariate Behavioral Research*, 26, 449-510.
- Greif, S. (1994). Handlungstheorie und Selbsttheorie und Selbstorganisationstheorien - Kontroversen und Gemeinsamkeiten. In B. Bergmann & P. Richter (Hrsg.), *Die Handlungsregulationstheorie. Von der Praxis einer Theorie* (S. 89-114). Göttingen: Hogrefe.
- Guindon, R. (1990). Designing the Design Process: Exploiting Opportunistic Thoughts. *Human-Computer Interaction*, 5, 305-344.
- Günther, J. & Ehrlenspiel, K. (1999). Comparing designers from practice and designers with systematic design education. *Design Studies*, 20, 439-451.
- Hacker, W. (1973). *Allgemeine Arbeits- und Ingenieurpsychologie. Psychische Struktur und Regulation von Arbeitstätigkeiten*. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften.
- Hacker, W. (1994). Arbeitsanalyse zur prospektiven Gestaltung von Gruppenarbeit. In C. Antoni (Hrsg.), *Gruppenarbeit in Unternehmen* (S. 49-80). Weinheim: Beltz.
- Hacker, W. (1996). Entwickeln und Konstruieren als Denktätigkeit - zu einer Arbeitswissenschaft geistiger Erwerbstätigkeit. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 50, 111-116.
- Hacker, W. (2002). Konstruktives Entwickeln. Psychologische Grundlagen. In W. Hacker (Hrsg.), *Denken in der Produktentwicklung. Psychologische Unterstützung der frühen Phasen* (S. 9-25). Zürich: Rainer Hampp.
- Hacker, W. (2003). Action Regulation Theory: A practical tool for the design of modern work processes? *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 12, 105-130.
- Hacker, W. (2005). *Allgemeine Arbeitspsychologie. Psychische Regulation von Wissens-, Denk- und körperlicher Arbeit*. Bern: Huber.
- Hacker, W., Wetzstein, A. & Römer, A. (2002). Gibt es Vorgehensmerkmale erfolgreichen Entwerfens von Produkten? *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 56, 305-317.

- Hackman, J. R. (1987). The design of work teams. In J. W. Losch (Ed.), *Handbook of Organizational Behavior* (pp. 315-342). Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Hackman, J. R. & Morris, C. G. (1975). Group tasks, group interaction process, and group performance effectiveness: A review and proposed integration. In L. Berkovitz (Ed.), *Advances in Experimental Social Psychology* (pp. 1-55). New York: Academic Press.
- Hayes-Roth, B. & Hayes-Roth, F. (1979). A cognitive model of planning. *Cognitive Science*, 3, 275-310.
- Heckhausen, H. (1989). *Motivation und Handeln*. Berlin: Springer.
- Herbig, B., Müller, A., Petrovic, K., Pecquet, N., Graebisch, M. & Kreimeyer, M. (2006). *Implicit knowledge in the product innovation process. Method development and first results*. München: Lehrstuhl für Psychologie TU München.
- Hinsz, V. B. (1990). Cognitive and consensus processes in group recognition memory performance. *Journal of Personality and Social Psychology*, 59, 705-718.
- Hinsz, V. B., Tindale, R. S. & Vollrath, D. A. (1997). The emerging conceptualization of groups as information processors. *Psychological Bulletin*, 121, 43-64.
- Hof, H. & Wengenroth, U. (2007, in Druck). *Innovationsforschung – Ansätze, Methoden, Grenzen und Perspektiven*. Münster: LIT.
- Ilgen, D. R., Hollenbeck, J. R., Johnson, M. & Jundt, D. (2005). Teams in Organizations: From Input-Process-Output Models to IMO Models. *Annual Review of Psychology*, 56, 517-543.
- Janis, I. L. (1972). *Victims of group think: A psychological study of foreign-policy decisions and fiascoes*. Boston: Houghton-Mifflin.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Jourden, F. J. & Heath, C. (1996). The evaluation gap in performance perceptions: Illusory perceptions of groups and individuals. *Journal of Applied Psychology*, 81, 369-379.
- Kelly, G. A. (1955/1991). *The Psychology of Personal Constructs* (2nd Edition). London: Routledge.
- Klein, K. J., Dansereau, F. & Hall, R. J. (1994). Level issues in theory development, data collection, and analysis. *Academy of Management Review*, 19, 195-229.
- Klimoski, R. & Mohammed, S. (1994). Team mental model: Construct or metaphor? *Journal of Management*, 20, 403-437.

- Kozlowski, S. W. J. & Bell, B. S. (2003). Work groups and teams in organizations. In W. C. Borman, D. R. Ilgen & R. Klimoski (Eds.), *Handbook of psychology: Vol.12. Industrial and organizational psychology* (pp. 333-375). London: Wiley.
- Kramer, S. H. & Rosenthal, R. (1999). Effect sizes and significance levels in small sample research. In R. H. Hoyle (Eds.), *Statistic Strategies For Small Sample Research* (pp. 59-79). Thousand Oaks: Sage.
- Lanzetta, J. T. & Roby, T. B. (1960). The relationship between certain group process variables and group problem-solving efficiency. *Journal of Social Psychology*, 52, 135-148.
- Larkin, J., McDermott, J., Simon, D. P. & Simon, H. A. (1980). Expert and novice performance in solving physics problems. *Science*, 208, 1335-1342.
- Larson, J. R. & Christensen, C. (1993). Groups as problem solving units: Toward a new meaning of social cognition. *British Journal of Social Psychology*, 32, 5-30.
- Leontjew, A. N. (1979). *Tätigkeit, Bewusstsein, Persönlichkeit*. Berlin: Volk und Wissen.
- Levesque, L. L., Wilson, J. M. & Wholey, D. R. (2001). Cognitive divergence and shared mental models in software development project teams. *Journal of Organizational Behavior*, 22, 135-144.
- Lim, B.-C. & Klein, K. J. (2006). Team Mental Models and Team Performance: A Field Study of the Effects of Team Mental Model Similarity and Accuracy. *Journal of Organizational Behavior*, 27, 403-418.
- Lindemann, U. (2005). *Methodische Entwicklung technischer Produkte. Methoden flexibel und situationsgerecht anwenden*. Berlin: Springer.
- Lindemann, U. & Baumberger, C. (2004). Bewertung von Innovationsleistungen in der Unternehmung – Ein Konzept für das Benchmarking von Innovationsprozessen. *ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 99, 368-375.
- Locke, E. A. & Latham, G. P. (1990). *A theory of goal setting and task performance*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Locke, E. A. & Latham, G. P. (2002). Building a practically useful theory of goal setting and task motivation. *American Psychologist*, 57, 705-717.
- Luhmann, N. (2004). *Einführung in die Systemtheorie*. Heidelberg: Carl-Auer.
- Mann, H. B. & Whitney, D. R. (1947). On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *The Annals of Mathematical Statistics*, 18, 50-60.

- Marks, M. A., Mathieu, J. E. & Zaccaro, S. J. (2001). A temporally based framework and taxonomy of team processes. *Academy of Management Review*, 26, 356-376.
- Mathieu, J. E., Heffner, T. S., Goodwin, G. F., Salas, E. & Cannon-Bowers, J. A. (2000). The influence of shared mental models on team process and performance. *Journal of Applied Psychology*, 85, 273-283.
- McGrath, J. E. (1984). *Groups: Interaction and Performance*. Englewood Cliffs N.J.: Prentice-Hall.
- Miliken, F. J., Bartel, C. A. & Kurtzberg, T. R. (2003). Diversity and creativity in work groups. A dynamic perspective on the affective and cognitive processes that link diversity and performance. In P. B. Paulus & B. A. Nijstad (Eds.), *Group Creativity. Innovation Through Collaboration* (pp. 32-62). New York Oxford University Press.
- Miller, G. A., Galanter, E. & Pribram, K.-H. (1960). *Plans and the structure of behavior*. New York: Holt.
- Mohammed, S. & Dumville, B. C. (2001). Team mental models in a team knowledge framework: Expanding theory and measurement across disciplinary boundaries. *Journal of Organizational Behavior*, 22, 89-106.
- Mohammed, S., Klimoski, R. & Rentsch, J. R. (2000). The measurement of team mental models: We have no shared schema. *Organizational Research Methods*, 3, 123-165.
- Müller, A., Herbig, B. & Petrovic, K. (2006). *The explication of implicit team knowledge and its supporting effect on team processes and technical innovations. An action regulation perspective on team reflexivity*. Unpublished manuscript.
- O'Leary-Kelly, A. M., Martocchio, J. J. & Frink, D. D. (1994). A review of the influence of group goals on group performance. *Academy of Management Journal*, 37, 1285-1301.
- Oesterreich, R. (1981). *Handlungsregulation und Kontrolle*. München: Urban und Schwarzenberg.
- Oesterreich, R. & Resch, M. (1985). Zur Analyse arbeitsbezogener Kommunikation. *Zeitschrift für Sozialisationsforschung und Erziehungssoziologie*, 5, 271-290.
- Olson, G. M., Olson, J. S., Carter, M. R. & Storrøsten, M. (1992). Small Group Design Meetings: An Analysis of Collaboration. *Human-Computer Interaction*, 7, 347-374.
- Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J. & Grote, K.-H. (2005). *Pahl/Beitz Konstruktionslehre. Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung. Methoden und Anwendung* (6. Auflage). Berlin: Springer.

- Podsakoff, P. M., MacKencie, S. B., Lee, J.-Y. & Podsakoff, N. P. (2003). Common method biases in behavioral research: A critical review of the literature and recommended remedies. *Journal of Applied Psychology*, 88, 879-903.
- Polanyi, M. (1966). *The tacit dimension*. New York.: Doubleday.
- Purcell, A. T. & Gero, J. S. (1998). Drawing and the design process. *Design Studies*, 19, 289-430.
- Rasmussen, J. (1979). *On the structure of knowledge-A morphology of mental models in a man-machine system context*. Roskilde, Denmark: Riso National Laboratory.
- Rosch, E. & Lloyd, B. B. (1978). *Cognition and Categorization*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- Rouse, W. B. & Morris, N. M. (1986). On looking into the black box: Prospects and limits in the search for mental models. *Psychological Bulletin*, 100, 349-363.
- Rousseau, D. M. (1985). Issues of level in organizational research: Multilevel and cross-level perspectives. In L. L. Cummings & B. M. Staw (Eds.), *Research in organizational behavior* (pp. 1-37). Greenwich, CT: JAI Press.
- Rubinstein, S. L. (1962). *Grundlagen der Allgemeinen Psychologie*. Berlin: Volk und Wissen.
- Sachse, P. (1999). Unterstützung des entwerfenden Problemlösens im Konstruktionsprozess durch Prototyping. In P. Sachse & A. Specker (Hrsg.), *Design thinking: Analyse und Unterstützung konstruktiver Entwurfstätigkeiten* (S. 67 - 145). Zürich: vdf Hochschulverlag.
- Sachse, P. (2002). *Idea materialis: Entwurfsdenken und Darstellungshandeln: Über die allmähliche Verfertigung der Gedanken beim Skizzieren und Modellieren*. Berlin: Logos.
- Sachse, P. & Leinert, S. (2002). Skizzen und Modelle - Wieso Hilfsmittel des Denkens und Handelns beim Konstruieren? In W. Hacker (Hrsg.), *Denken in der Produktentwicklung. Psychologische Unterstützung der frühen Phasen* (S. 63-81). Zürich: Rainer Hampp.
- Scholl, W. (2004). *Innovation und Information. Wie in Unternehmen neues Wissen produziert wird*. Göttingen: Hogrefe.
- Simon, A. & Boyer, G. E. (1974). *Mirrors for behavior. An anthology of observation instruments*. Wyncote, PA: Communication Materials Center.
- Smith, S. M. (2003). The constraining effects of initial ideas. In P. B. Paulus & B. A. Nijstad (Eds.), *Group Creativity. Innovation Through Collaboration* (pp. 15-31). New York Oxford University Press.
- Statistisches Bundesamt (2005). *Hochschulstandort Deutschland 2005*. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt-Pressestelle.

- Steiger, J. H. (1980). Tests for comparing elements of a correlation matrix. *Psychological Bulletin*, 87, 245-251.
- Steiner, I. D. (1972). *Group Processes and Productivity*. New York: Academic Press.
- Stempfle, J. (2004a). Eine integrative Theorie des Problemlösens in Gruppen I: Problemlöseprozess und Problemlöseerfolg. *Gruppendynamik & Organisationsberatung*, 35, 335-354.
- Stempfle, J. (2004b). Eine integrative Theorie des Problemlösens in Gruppen II: Kognitive Grundoperationen und die Bearbeitung aufgabenbezogener Teilprobleme. *Gruppendynamik & Organisationsberatung*, 35, 417-430.
- Stempfle, J. & Badke-Schaub, P. (2002). Thinking in design teams - an analysis of team communication. *Design Studies*, 23, 473-496.
- Tabachnick, B. G. & Fidell, L. S. (2001). *Using Multivariate Statistics*. Boston: Allyn and Bacon.
- Tschan, F. (2000). *Produktivität in Kleingruppen. Was machen produktive Gruppen anders und besser?* Bern: Huber.
- Tversky, B. (2000). Mental models. In A. E. Kazdin (Eds.), *Encyclopedia of psychology, Vol. 5*. (pp. 191-193). New York: Oxford University Press.
- Ullmann, D. G., Dittrich, T. G. & Stauffer, L. A. (1988). A model of the mechanical design process based on empirical data. *AI EDAM*, 2, 33-52.
- van Avermaet, E. (2002). Sozialer Einfluss in Kleingruppen. In W. Stroebe, K. Jonas & M. Hewstone (Hrsg.), *Sozialpsychologie* (S. 451-495). Berlin: Springer.
- VDI 2221.(1993). *Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte*. Düsseldorf. VDI-Verlag.
- Visser, W. (1994). Organisation of design activities: opportunistic, with hierarchical episodes. *Interacting with Computers*, 6, 239-274.
- Volpert, W. (1982). Das Modell der hierarchisch-sequenziellen Handlungsorganisation. In W. Hacker (Hrsg.), *Kognitive und motivationale Aspekte der Handlung* (S. 38-58). Bern: Huber.
- Volpert, W. (1992). *Wie wir handeln-was wir können. Ein Disput als Einführung in die Handlungspsychologie*. Heidelberg: Asanger.
- von Cranach, M. (1995). Über das Wissen sozialer Systeme. In U. Flick (Hrsg.), *Psychologie des Sozialen. Repräsentationen in Wissen und Sprache* (S. 22-53). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- von Cranach, M. (1996). Toward a theory of the acting group. In E. Witte & J. Davis (Eds.), *Understanding group behavior, Vol 2: Small group processes and interpersonal relations* (pp. 147-187). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

- von Cranach, M., Ochsenein, G. & Tschan, F. (1987). Actions of social systems: Theoretical and empirical investigations. In G. R. Semin & B. Krahe (Eds.), *Issues in contemporary German social psychology: History, theories and application*. (pp. 119-155): Sage Publications, Inc.
- von Cranach, M., Ochsenein, G. & Valach, L. (1986). The group as a self-active system: Outline of a theory of group action. *European Journal of Social Psychology*, 16, 193-229.
- von Rosenstiel, L. (2003). *Grundlagen der Organisationspsychologie*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- von Schlippe, A. & Schweitzer, J. (2003). *Lehrbuch der systemischen Therapie und Beratung*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Watzlawik, P., Beavin, J. H. & Jackson, D. D. (2000). *Menschliche Kommunikation. Formen, Störungen, Paradoxien*. Bern: Huber.
- Weber, W. (1997). *Analyse von Gruppenarbeit. Kollektive Handlungsregulation in soziotechnischen Systemen*. Bern: Huber.
- Wegge, J. (2004). *Führung von Arbeitsgruppen*. Göttingen: Hogrefe.
- West, M. A. (1996). Reflexivity and work group effectiveness: a conceptual integration. In M. A. West (Eds.), *Handbook of Work Group Psychology* (pp. 555-579). Chichester: Wiley.
- West, M. A. (2002). Sparkling fountains or stagnant ponds: An integrative model of creativity and innovation implementation in work groups. *Applied Psychology: An International Review*, 51, 355-387.
- West, M. A. (2004). *Effective Teamwork. Practical Lessons from Organizational Research*. Oxford: Blackwell.
- West, M. A. & Altink, W. M. M. (1996). Innovation at Work: Individual, Group, Organizational, and Socio-historical Perspectives. *European Journal of Work & Organizational Psychology*, 5, 3.
- West, M. A. & Anderson, N. R. (1996). Innovation in Top Management Teams. *Journal of Applied Psychology*, 81, 680-693.
- West, M. A. & Farr, J. L. (1990). Innovation at work. In M. A. West & J. L. Farr (Eds.), *Innovation and creativity at work. Psychological and organizational strategies* (pp. 3-13). Chichester: Wiley.
- West, M. A., Hirst, G., Richter, A. & Shipton, H. (2004). Twelve steps to heaven: Successfully managing change through developing innovative teams. *European Journal of Work & Organizational Psychology*, 13, 269-299.
- Wetzstein, A. & Hacker, W. (2004). Reflective Verbalization Improves Solutions: The Effects of Question-based Reflection in Design Problem Solving. *Applied Cognitive Psychology*, 18, 145-156.

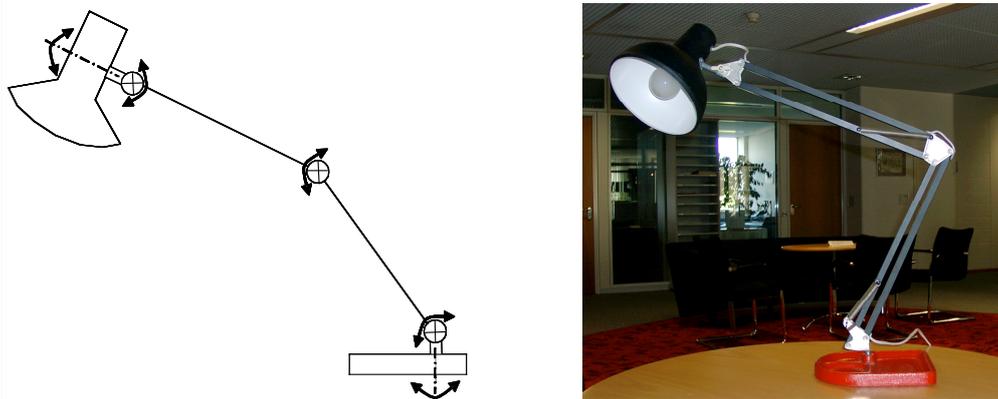
- Wickens, T. D. (1993). Analysis of contingency tables with between-subject variability. *Psychological Bulletin*, 113, 191-204.
- Winkelmann, C. & Hacker, W. (2005). "Dem Ingenieur ist nichts zu schwör ..." - wie man konstruktive Entwurfsprozesse mit einer Fragetechnik unterstützen kann. *Wirtschaftspsychologie aktuell*, 4, 18-21.
- Winkelmann, C. & Hacker, W. (2006). Innovationsverbesserung: Nützen Fragetechniken zur Ergebnisbewertung auch berufserfahrenen Produktentwicklern? *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 60, 27-36.
- Wirtz, M. & Caspar, F. (2002). *Beurteilerübereinstimmung und Beurteilerreliabilität*. Göttingen: Hogrefe.
- Wood, R. E. (1986). Task complexity: Definition of the construct. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 37, 60-82.
- Wood, R. E., Mento, A. J. & Locke, E. A. (1987). Task complexity as a moderator of goal effects: A meta-analysis. *Journal of Applied Psychology*, 72, 416-425.
- Wood, W. (1987). A meta-analytic review of sex differences in group performance. *Psychological Bulletin*, 102, 53-71.

Anhang

Konstruktionsaufgabe:

Entwickeln Sie ein Konzept für eine Schreibtischlampe mit einem Verstellbereich in fünf Freiheitsgraden.

Ein Beispiel für ein bestehendes Konzept mit einem entsprechenden Verstellmechanismus ist in Abb. 1 dargestellt.

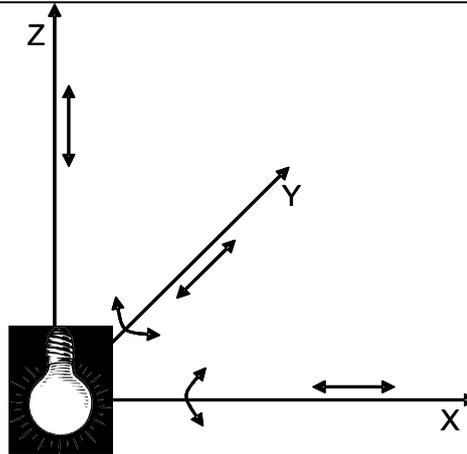


- **Abbildung 1: Schemazeichnung (links) und Foto (rechts) eines bestehenden Konzepts einer Schreibtischlampe**

Anforderungen an das zu entwickelnde Konzept:

Die Position und Ausrichtung der Lichtquelle soll in 5 Freiheitsgraden (3 translatorische und 2 rotatorische Achsen entsprechend Abb. 2) einstellbar sein. Der Verstellbereich soll bezogen auf den Ursprung des Koordinatensystems in der x-Achse ± 400 mm betragen, in der y-Achse 200-500 mm und in der z-Achse 150-800 mm. Der Ursprung des Koordinatensystems ist gleichzusetzen mit dem Zentrum des Lampenfußes bzw. des Lampenbefestigungspunktes. Zusätzlich soll ein Schwenken um $\pm 45^\circ$ um die x- und die y-Achse möglich sein.

Abbildung A 1: Konstruktionsaufgabe



1. Abbildung 1: Darstellung des Koordinatensystems mit den geforderten Freiheitsgraden der Lichtquelle.

Als Lichtquelle ist ein Halogenstrahler (20 W, 12 V) vorzusehen. Der entsprechende Trafo (Gewicht: 300 g; L x B x H = 50 mm x 50 mm x 20 mm) soll in das Konzept integriert werden. Das Gesamtgewicht der Konstruktion darf 1500 g nicht überschreiten.

Das neue Konzept soll innovativ, einfach und kostengünstig zu fertigen sein. Da eine Einhandbedienung vorgesehen ist, sollten die Bedienkräfte gering gehalten werden. Für die Positionierung der Lampe ist sowohl eine Befestigungsvorrichtung an Tischplatten und Fensterbrettern sowie ein einfacher Standfuß vorzusehen.

Vorgehen:

Im Rahmen eines methodischen Vorgehens sollten Sie zunächst das Problem strukturieren und die Anforderungen an das zu entwickelnde System klären. Anschließend versuchen Sie innovative Lösungsalternativen zu entwickeln, die sie mit geeigneten Bewertungs- und Auswahlverfahren in ein abschließendes Gesamtkonzept integrieren.

Das Ergebnis der Entwicklungsaufgabe soll ein Gesamtkonzept einer Schreibtischlampe sein, welches alle Anforderungen erfüllt. Dazu erstellen Sie bitte eine Zusammenbauzeichnung, in der die ungefähren Dimensionen erkennbar sind. Die Funktionsweise der Gesamtanordnung sowie der einzelnen Bauteile müssen deutlich werden. Dazu sind gegebenenfalls zusätzliche Illustrationen oder Skizzen mit verschiedenen Ansichten der Bauteile oder der Gesamtanordnung anzufertigen. Technische Zeichnungen sind nicht notwendig!

Eine Befestigungsvorrichtung oder ein Standfuß müssen nicht konzipiert werden. Sie sollten lediglich notwendige und sinnvolle Schnittstellen dafür festlegen.

Sie benötigen keinen Taschenrechner. Abgesehen von den Computerarbeitsplätzen können Sie alle im Raum zur Verfügung stehenden Arbeitshilfsmittel nutzen.

Abbildung A1 (Fortsetzung): Konstruktionsaufgabe

Tabelle A 1: Beurteilerübereinstimmung zur Bestimmung der Zuverlässigkeit der Beobachtungskategorien des Gruppenhandelns

Gruppe	Beurteiler-Übereinstimmung (in %)	Cohens κ
050601N	76.27	.63
050601V	87.48	.82
050603N	70.41	.61
050603V	79.18	.68
050606N	72.28	.63
050606V	82.26	.70
050607V	80.04	.58
050610N	77.26	.64

Tabelle A 2: Beurteilerübereinstimmung zur Bestimmung der Zuverlässigkeit der Konzeptbewertung

Gruppe	Originalität		Anforderungserfüllung		Fehlerfreiheit	
	Beurteiler 1	Beurteiler 2	Beurteiler 1	Beurteiler 2	Beurteiler 1	Beurteiler 2
050601N	4	4	3	2	3	3
050601V	2	1	6	4	4	4
050603N	3	3	2	2	5	5
050603V	5	5	2	2	1	0
050606N	2	2	1	0	2	2
050606V	4	4	3	3	7	7
050607N	3	2	4	2	4	3
050607V	3	3	1	0	3	1
050608N	4	4	7	6	4	4
050608V	3	3	6	5	3	3
050610N	5	5	2	1	1	1
050610V	4	3	5	4	4	4
050613N	4	4	6	6	4	4
050613V	4	3	3	3	2	2
050615N	4	3	3	3	1	0
050615V	4	3	2	2	4	4
050617V	3	3	3	3	3	3
050620N	3	3	3	3	6	6
050620V	4	2	1	2	4	4
050628V	5	5	3	3	3	3
ρ	.78**		.89**		.96**	

Anmerkung: Originalität: Skala von 1–5; hohe Skalenwerte bedeuten hohe Originalität. Anforderungserfüllung: Tabelle gibt Summe der nicht erfüllten Anforderungen wieder. Fehlerfreiheit: Tabelle gibt Summe der Konstruktionsfehler wieder. Rangkorrelation nach Spearman; ⁺ $p \leq .10$; * $p \leq .05$, ** $p \leq .01$ (zweiseitige Signifikanz).

Tabelle A 3: Deskriptive Statistik und Korrelationen der drei Dimensionen der Konzeptbewertung zur Erfassung des Gruppenerfolgs

	M	SD	ρ	
			1.	2.
1. Originalität	3.65	.88		
2. Anforderungserfüllung	4.7	1.81	.07	
3. Fehlerfreiheit	4.6	1.57	.30	.28

Anmerkung: $N = 20$. Rangkorrelation nach Spearman; $^+ p \leq .10$; $* p \leq .05$, $** p \leq .01$ (zweiseitige Signifikanz).

Tabelle A 4: Überprüfung untersuchungsbedingter Artefakte

	Innovationspotenzial			U	P (exakt)
	M	SD	n		
Versuchsleiter A	4.10	1.02	10	35.00	n.s.
Versuchsleiter B	4.53	.96	10		
Erhebungszeitraum 1	4.07	1.06	10	34.50	n.s.
Erhebungszeitraum 2	4.56	.88	10		
Vormittagserhebung	4.36	.99	11	46.50	n.s.
Nachmittagserhebung	4.26	1.04	9		

Anmerkung: Erhebungszeitraum 1 und 2: Erzieltes Innovationspotenzial der Gruppen der ersten bzw. zweiten Hälfte der Gesamterhebung. Mann-Whitney-U-Test; exakte zweiseitige Signifikanz, $p \leq .10$.

Tabelle A 5: Überprüfung der Unterschiede zwischen den Experimentalgruppen hinsichtlich des zeitlichen Anteils und der Anzahl der Handlungsphasen nach der Intervention sowie auf das Innovationspotenzial

	Experimentalgruppen n = 8		Kontrollgruppen n = 8		Dummy-Gruppen n = 4		χ^2	P (exakt)
	M	SD	M	SD	M	SD		
Zeitlicher Anteil der Handlungsphasen (nach der Intervention)								
ZK	1.33	1.71	4.19	5.27	1.78	2.12	1.80	n.s.
HP	5.69	6.71	6.69	5.99	9.66	4.24	2.40	n.s.
LS	54.13	21.77	50.55	13.88	41.37	13.91	1.76	n.s.
LB	16.96	13.52	14.80	15.84	30.44	12.74	3.25	n.s.
ET	2.11	2.84	2.39	2.88	2.05	1.19	.34	n.s.
SKZ	19.39	14.43	19.99	13.05	13.42	5.22	.92	n.s.
SOC	.12 ^a	.31	.69 ^a	1.16	1.21 ^b	1.24	4.81	.09
F TN	.28	.39	.70	.69	.08	.16	4.16	n.s.
Anzahl der Handlungsphasen (nach der Intervention)								
ZK	1.75	2.05	2.50	2.00	1.25	.96	1.17	n.s.
HP	4.50	2.73	5.13	2.10	9.50	4.36	3.64	n.s.
LS	9.00	2.51	9.75	3.85	10.00	3.56	.18	n.s.
LB	6.25	3.69	3.88	3.04	6.75	2.99	2.46	n.s.
ET	2.50	1.77	2.25	2.60	3.50	2.52	1.30	n.s.
SKZ	4.63	3.29	7.38	4.21	5.00	2.16	2.18	n.s.
SOC	.25 ^a	.46	.75 ^a	1.16	2.75 ^b	1.50	8.78	.01
F TN	.50	.76	1.00	.76	.25	.50	3.42	n.s.
Innovationspotenzial	4.71	.79	3.88	1.17	4.42	.79	2.50	n.s.

Anmerkung: Kruskal-Wallis-Test; $df = 2$; $p \leq .10$. Post-hoc-Überprüfung paarweiser Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen: gleiche Buchstaben-Indizes = keine signifikanten Unterschiede; verschiedene Buchstaben-Indizes = Gruppen unterscheiden sich signifikant. Mann-Whitney-U-Test; exakte zweiseitige Signifikanz, $p \leq .10$.

Tabelle A 6: Unterschiede geschlechtsdiverser und geschlechtshomogener Gruppen hinsichtlich des Innovationspotenzials

	Innovationspotenzial			U	p (exakt)
	M	SD	n		
geschlechtsdiverse Gruppen	4.08	.88	4	25.5	n.s.
geschlechtshomogene Gruppen	4.38	1.03	16		

Anmerkung: Mitglieder geschlechtshomogener Gruppen waren ausschließlich männlich. Mann-Whitney U-Test, exakte zweiseitige Signifikanz, $p \leq .10$.

Tabelle A 7: Zusammenhänge zwischen Altersdiversität, sowie Diversität bzgl. der Anzahl besuchter Fachsemester in Gruppen auf das Innovationspotenzial

	M	SD	ρ	
			1.	2.
1. Diversität Alter	1.06	.71		
2. Diversität Fachsemester	1.37	1.22	.41 ⁺	
3. Innovationspotenzial	4.32	.99	-.24	-.19

Anmerkung: $N = 20$. Diversität entspricht der Standardabweichung der Merkmale in Gruppen. Rangkorrelation nach Spearman; ⁺ $p \leq .10$; * $p \leq .05$, ** $p \leq .01$ (zweiseitige Signifikanz).

Tabelle A 8: Zusammenhang zwischen explizitem aufgabenbezogenen Wissen in Gruppen und Innovationspotenzial

explizites Wissen	M	SD	ρ			
			1.	2.	3.	4.
1. Gruppenmittel	29.82	10.11				
2. Diversität	9.45	4.82	-			
3. Bestes Gruppenmitglied	39.20	10.69	-	-		
4. Schlechtestes Gruppenmitglied	20.90	12.09	-	-	-	
5. Innovationspotenzial	4.32	.99	.17	-.26	.06	.16

Anmerkung: $N = 20$. Die Berechnung der Wissenswerte basiert auf der Summe richtiger Antworten im Wissenstest. Aufgrund der Konfundierung der verschiedenen Maße expliziten Wissens in Gruppen wurden zwischen diesen Maßen keine Korrelationen berechnet. Rangkorrelation nach Spearman; ⁺ $p \leq .10$; * $p \leq .05$, ** $p \leq .01$ (zweiseitige Signifikanz).

Tabelle A 9: Deskriptive Statistiken und Korrelationen des zeitlichen Anteils der erfassten Handlungsphasen sowie des Innovationspotenzial (gesamte Aufgabenbearbeitung)

	ρ									
	M	SD	ZK	HP	LS	LB	ET	SKZ	SOC	F TN
ZK	13.71	7.75	.39⁺							
HP	9.05	4.99	.14	.77**						
LS	51.85	8.88	-.27	-.48*	.39⁺					
LB	13.29	8.66	-.35	.18	-.53*	.52*				
ET	1.37	1.34	-.38 ⁺	-.09	.09	.38*	.76**			
SKZ	9.52	6.17	-.36	-.45*	-.02	-.12	-.06	.84**		
SOC	.65	.88	-.19	.06	-.04	.10	-.07	-.17	.83**	
F TN	.56	.69	-.22	.10	.49*	-.26	.14	-.20	-.19	.94**
INNO	4.32	.99	-.25	.16	-.08	-.21	.18	.34	-.20	.04

Anmerkung: $N = 20$. ZK = Zielklärung, HP = Handlungsplanung, LS = Lösungssuche, LB = Lösungsbewertung, ET = Entscheidungen treffen, SKZ = Skizzieren, SOZ = Sozio-Emotionale Regulation, F TN = Frage der Teilnehmer an die Versuchsleiter, INNO = Innovationspotenzial. Fett abgebildete Koeffizienten in der Diagonalen: Korrelationen zwischen dem zeitlichen Anteil und der Anzahl der jeweiligen Handlungsphase. Rangkorrelation nach Spearman; ⁺ $p \leq .10$; * $p \leq .05$, ** $p \leq .01$ (zweiseitige Signifikanz).

Tabelle A 10: Deskriptive Statistiken und Korrelationen des zeitlichen Anteils der erfassten Handlungsphasen sowie des Innovationspotenzials (erste Hälfte der Aufgabenbearbeitung)

	ρ									
	M	SD	ZK	HP	LS	LB	ET	SKZ	SOC	F TN
ZK	25.37	15.71	.23							
HP	11.38	7.61	.51*	.64**						
LS	53.05	15.81	-.77**	-.57**	.32					
LB	7.64	8.09	-.48*	-.59**	.18	.89**				
ET	.55	.70	-.36	-.24	.12	.24	.86**			
SKZ	.53	1.90	.22	.09	-.22	-.05	-.28	.99**		
SOC	.74	1.15	-.21	-.17	.26	-.04	.02	.01	.92**	
F TN	.73	1.08	-.03	.10	.09	-.16	.00	-.21	-.32	.94**
INNO	4.32	.99	-.24	.11	.20	.08	-.23	-.24	-.01	.08

Anmerkung: $N = 20$. ZK = Zielklärung, HP = Handlungsplanung, LS = Lösungssuche, LB = Lösungsbewertung, ET = Entscheidungen treffen, SKZ = Skizzieren, SOZ = Sozio-Emotionale Regulation, F TN = Frage der Teilnehmer an die Versuchsleiter, INNO = Innovationspotenzial. Fett abgebildete Koeffizienten in der Diagonalen: Korrelationen zwischen dem zeitlichen Anteil und der Anzahl der jeweiligen Handlungsphase. Rangkorrelation nach Spearman; ⁺ $p \leq .10$; * $p \leq .05$, ** $p \leq .01$ (zweiseitige Signifikanz).

Tabelle A 11: Deskriptive Statistiken und Korrelationen des zeitlichen Anteils der erfassten Handlungsphasen sowie des Innovationspotenzials (zweite Hälfte der Aufgabenbearbeitung)

	ρ									
	M	SD	ZK	HP	LS	LB	ET	SKZ	SOC	F TN
ZK	2.56	3.73	.85**							
HP	6.88	5.91	-.04	.90**						
LS	50.15	17.29	.40 ⁺	-.55*	.24					
LB	18.79	14.90	-.47*	.52*	-.61**	.64**				
ET	2.21	2.51	-.67**	.04	-.28	.28	.82**			
SKZ	18.43	12.26	-.19	-.45*	-.26	-.42	.13	.89**		
SOC	.57	.97	.23	.21	-.16	-.01	.06	.02	.95**	
F TN	.41	.55	-.10	.23	.07	-.02	.08	-.19	-.13	.96**
INN O	4.32	.99	-.19	.23	-.28	-.24	.24	.31	-.09	-.15

Anmerkung: $N = 20$. ZK = Zielklärung, HP = Handlungsplanung, LS = Lösungssuche, LB = Lösungsbewertung, ET = Entscheidungen treffen, SKZ = Skizzieren, SOZ = Sozio-Emotionale Regulation, F TN = Frage der Teilnehmer an die Versuchsleiter, INNO = Innovationspotenzial. Fett abgebildete Koeffizienten in der Diagonalen: Korrelationen zwischen dem zeitlichen Anteil und der Anzahl der jeweiligen Handlungsphase. Rangkorrelation nach Spearman; ⁺ $p \leq .10$; * $p \leq .05$, ** $p \leq .01$ (zweiseitige Signifikanz).

Tabelle A 12: Deskriptive Statistiken und Korrelationen der Anzahl der erfassten Handlungsphasen sowie des Innovationspotenzials (gesamte Aufgabenbearbeitung)

	M	SD	ρ								
			ZK	HP	LS	LB	ET	SKZ	SOC	F TN	
ZK	8.85	3.69									
HP	14.60	5.58	.13								
LS	18.70	5.39	.43 ⁺	-.03							
LB	9.30	5.50	.24	.04	.49*						
ET	3.50	2.70	.34	.00	.68**	.71**					
SKZ	6.00	3.60	-.14	-.41 ⁺	.41 ⁺	.14	.17				
SOC	2.30	2.96	.21	.17	.30	.24	.16	.13			
F TN	1.35	1.46	-.16	-.04	.14	-.23	-.10	-.12	-.30		
INNO	4.32	.99	-.21	.41 ⁺	.09	-.05	-.02	.27	-.13	-.08	

Anmerkung: $N = 20$. ZK = Zielklärung, HP = Handlungsplanung, LS = Lösungssuche, LB = Lösungsbewertung, ET = Entscheidungen treffen, SKZ = Skizzieren, SOZ = Sozio-Emotionale Regulation, F TN = Frage der Teilnehmer an die Versuchsleiter, INNO = Innovationspotenzial. Rangkorrelation nach Spearman; ⁺ $p \leq .10$; * $p \leq .05$, ** $p \leq .01$ (zweiseitige Signifikanz).

Tabelle A 13: Deskriptive Statistiken und Korrelationen der Anzahl der erfassten Handlungsphasen sowie des Innovationspotenzials (erste Hälfte der Aufgabenbearbeitung)

	M	SD	ρ								
			ZK	HP	LS	LB	ET	SKZ	SOC	F TN	
ZK	6.90	2.75									
HP	8.85	3.50	.20								
LS	9.20	3.37	.27	-.11							
LB	3.90	3.89	.23	-.01	.72**						
ET	.90	.97	.52*	-.10	.52*	.30					
SKZ	.20	.52	-.15	-.03	-.25	-.17	-.30				
SOC	1.35	2.03	-.12	-.05	.13	-.08	-.07	-.14			
F TN	.70	.98	-.24	-.11	.00	-.13	-.03	-.17	-.19		
INNO	4.32	.99	-.03	.40*	.17	.10	-.18	-.24	.12	.09	

Anmerkung: $N = 20$. ZK = Zielklärung, HP = Handlungsplanung, LS = Lösungssuche, LB = Lösungsbewertung, ET = Entscheidungen treffen, SKZ = Skizzieren, SOZ = Sozio-Emotionale Regulation, F TN = Frage der Teilnehmer an die Versuchsleiter, INNO = Innovationspotenzial. Rangkorrelation nach Spearman; ⁺ $p \leq .10$; * $p \leq .05$, ** $p \leq .01$ (zweiseitige Signifikanz).

Tabelle A 14: Deskriptive Statistiken und Korrelationen der Anzahl der erfassten Handlungsphasen sowie des Innovationspotenzials (zweite Hälfte der Aufgabenbearbeitung)

	M	SD	ρ								
			ZK	HP	LS	LB	ET	SKZ	SOC	F TN	
ZK	1.95	1.85									
HP	5.75	3.34	-.08								
LS	9.50	3.15	.37 ⁺	.08							
LB	5.40	3.39	.00	.28	.17						
ET	2.60	2.21	-.24	.06	.50*	.66**					
SKZ	5.80	3.61	.08	-.28	.32	-.26	.15				
SOC	.95	1.36	.14	.38 ⁺	.38	.23	.27	.09			
F TN	.65	.75	-.28	-.06	-.23	-.30	-.17	-.13	-.18		
INNO	4.32	.99	-.27	.32	.00	-.24	.04	.30	-.13	-.15	

Anmerkung: $N = 20$. ZK = Zielklärung, HP = Handlungsplanung, LS = Lösungssuche, LB = Lösungsbewertung, ET = Entscheidungen treffen, SKZ = Skizzieren, SOZ = Sozio-Emotionale Regulation, F TN = Frage der Teilnehmer an die Versuchsleiter, INNO = Innovationspotenzial. Rangkorrelation nach Spearman; ⁺ $p \leq .10$; * $p \leq .05$, ** $p \leq .01$ (zweiseitige Signifikanz).

Tabelle A 15: Unterschiede zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen hinsichtlich des zeitlichen Anteils und der Anzahl aller erfasster Handlungsphasen (gesamte Aufgabenbearbeitung)

	Gruppenerfolg				U	p (exakt)
	gering (n = 10)		hoch (n = 10)			
	M	SD	M	SD		
Zeitlicher Anteil der Handlungsphasen in % (gesamte Aufgabenbearbeitung)						
ZK	14.38	5.16	13.05	9.96	38	n.s.
HP	7.47	3.60	10.64	5.84	29	n.s.
LS	52.54	7.46	51.16	10.48	43	n.s.
LB	14.91	9.66	11.66	7.70	40	n.s.
ET	1.31	1.14	1.43	1.58	49.5	n.s.
SKZ	7.97	5.74	11.07	6.48	36	n.s.
SOC	.86	1.19	.43	.34	41.5	n.s.
F TN	.57	.79	.56	.61	48	n.s.
GESAMT	100	-	100	-	-	-
Anzahl der Handlungsphasen (gesamte Aufgabenbearbeitung)						
ZK	9.40	2.76	8.30	4.52	38.5	n.s.
HP	12.70	4.27	16.50	6.28	26	.07
LS	19.60	6.15	17.80	4.66	38.5	n.s.
LB	10.50	6.85	8.10	3.70	40.5	n.s.
ET	4.30	3.33	2.70	1.70	38.5	n.s.
SKZ	5.50	3.21	6.50	4.06	43.5	n.s.
SOC	2.90	4.04	1.70	1.16	43.5	n.s.
F TN	1.50	1.58	1.20	1.40	44	n.s.
GESAMT	66.40	19	62.80	14.89	43	n.s.

Anmerkung: ZK = Zielklärung, HP = Handlungsplanung, LS = Lösungssuche, LB = Lösungsbewertung, ET = Entscheidungen treffen, SKZ = Skizzieren, SOZ = Sozio-Emotionale Regulation, F TN = Frage der Teilnehmer an die Versuchsleiter. Mann-Whitney-U-Test; exakte zweiseitige Signifikanz, $p \leq .10$.

Tabelle A 16: Unterschiede zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen hinsichtlich des zeitlichen Anteils und der Anzahl aller erfasster Handlungsphasen (erste Hälfte der Aufgabenbearbeitung)

	Gruppenerfolg				U	p (exakt)
	gering (n = 10)		hoch (n = 10)			
	M	SD	M	SD		
Zeitlicher Anteil der Handlungsphasen in % (erste Hälfte der Aufgabenbearbeitung)						
ZK	26.47	12.16	24.28	19.25	38	n.s.
HP	8.93	4.43	13.82	9.45	31	n.s.
LS	53.41	8.09	52.70	21.49	47	n.s.
LB	8.53	10.18	6.76	5.73	47.5	n.s.
ET	.82	.80	.28	.47	31	n.s.
SKZ	.22	.54	.84	2.66	46	n.s.
SOC	.90	1.53	.58	.65	48.5	n.s.
F TN	.73	1.33	.74	.82	47.5	n.s.
GESAMT	100	-	100	-	-	-
Anzahl der Handlungsphasen (erste Hälfte der Aufgabenbearbeitung)						
ZK	7.10	2.23	6.70	3.30	44.5	n.s.
HP	7.40	2.22	10.30	4.03	19.5	.02
LS	9.40	3.27	9.00	3.62	47	n.s.
LB	4.00	4.59	3.80	3.29	48	n.s.
ET	1.20	1.23	.60	.52	36	n.s.
SKZ	.20	.42	.20	.63	46	n.s.
SOC	1.60	2.80	1.10	.88	44.5	n.s.
F TN	.80	1.23	.60	.70	49.5	n.s.
GESAMT	31.70	9.11	32.30	9.36	48	n.s.

Anmerkung: ZK = Zielklärung, HP = Handlungsplanung, LS = Lösungssuche, LB = Lösungsbewertung, ET = Entscheidungen treffen, SKZ = Skizzieren, SOZ = Sozio-Emotionale Regulation, F TN = Frage der Teilnehmer an die Versuchsleiter. Mann-Whitney-U-Test; exakte zweiseitige Signifikanz, $p \leq .10$.

Tabelle A 17: Unterschiede zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen hinsichtlich des zeitlichen Anteils und der Anzahl aller erfasster Handlungsphasen (zweite Hälfte der Aufgabenbearbeitung)

	Gruppenerfolg				U	p (exakt)
	gering (n = 10)		hoch (n = 10)			
	M	SD	M	SD		
Zeitlicher Anteil der Handlungsphasen in % (zweite Hälfte der Aufgabenbearbeitung)						
ZK	2.64	2.90	2.49	4.58	37	n.s.
HP	6.09	5.90	7.67	6.12	36	n.s.
LS	51.46	11.68	48.84	22.16	41	n.s.
LB	21.11	14.33	16.46	15.86	39	n.s.
ET	1.82	1.95	2.59	3.02	44	n.s.
SKZ	15.61	11.05	21.26	13.33	39	n.s.
SOC	.83	1.30	.30	.41	41	n.s.
F TN	.43	.56	.39	.57	43	n.s.
GESAMT	99.99	-	100	-	-	-
Anzahl der Handlungsphasen (zweite Hälfte der Aufgabenbearbeitung)						
ZK	2.30	1.83	1.60	1.90	38.5	n.s.
HP	5.30	3.65	6.20	3.12	37.5	n.s.
LS	10.20	3.97	8.80	2.04	37.5	n.s.
LB	6.50	3.95	4.30	2.45	32.5	n.s.
ET	3.10	2.73	2.10	1.52	42	n.s.
SKZ	5.30	3.20	6.30	4.08	43	n.s.
SOC	1.30	1.70	.60	.84	40	n.s.
F TN	.70	.67	.60	.84	44	n.s.
GESAMT	34.70	12.15	30.50	7.17	37	n.s.

Anmerkung: ZK = Zielklärung, HP = Handlungsplanung, LS = Lösungssuche, LB = Lösungsbewertung, ET = Entscheidungen treffen, SKZ = Skizzieren, SOZ = Sozio-Emotionale Regulation, F TN = Frage der Teilnehmer an die Versuchsleiter. Mann-Whitney-U-Test; exakte zweiseitige Signifikanz, $p \leq .10$.

Table A 18: Unterschiede zwischen erfolgreichen und wenig erfolgreichen Gruppen hinsichtlich der Vollständigkeit der Anforderungserfassung

	Gruppenerfolg				U	P(exakt)
	gering (n = 10)		hoch (n = 10)			
	M	SD	M	SD		
Vollständigkeit der Anforderungserfassung (in %)	65.40	28.12	80.10	29.99	33.5	n.s.

Anmerkung: Mann-Whitney U-Test, exakte einseitige Signifikanz, $p \leq .10$.

Table A 19: Modellvergleich gruppenspezifische Auftretenshäufigkeiten von Handlungsphasen (Modell 1) vs. zusätzlicher gruppenunabhängiger Einflüsse von VOR auf NACH (Modell 2)

	χ^2	df	p
Modell 1	54.71	20	.00
Modell 2	27.38	19	.10
Δ	27.33	1	.00

Tabelle A 20: Überprüfung systematischer iterativer Wechsel zwischen allen erfassten aufgabenrelevanten Handlungsphasen

	Gruppenerfolg							
	gering (n = 10)				hoch (n = 10)			
	f_{obs}	f_{exp}	e	e_{stand}	f_{obs}	f_{exp}	e	e_{stand}
ZK:HP	23	18.17	4.83	1.13	42	26.24	15.76	3.08**
ZK:LS	33	35.27	-2.27	-.38	31	30.76	0.24	.04
ZK:LB	16	14.99	1.01	.26	4	11.21	-7.21	-2.15*
ZK:ET	7	5.59	1.41	.60	0	3.40	-3.4	-1.84
ZK:SKZ	2	6.98	-4.98	-1.88	3	8.39	-5.39	-1.86
HP:ZK	29	19.81	9.19	2.06*	46	27.75	18.25	3.46**
HP:LS	58	56.81	1.19	.16	57	73.95	-16.95	-1.97*
HP:LB	23	24.15	-1.15	-.23	34	26.94	7.06	1.36
HP:ET	4	9	-5	-1.67	2	8.19	-6.19	-2.16*
HP:SKZ	7	11.24	-4.24	-1.26	18	20.17	-2.17	-.48
LS:ZK	35	36.67	-1.67	-.28	23	30	-7	-1.28
LS:HP	59	54.17	4.83	.66	62	68.2	-6.2	-.75
LS:LB	43	44.7	-1.7	-.25	31	29.13	1.87	.35
LS:ET	12	16.66	-4.66	-1.14	10	8.85	1.15	.38
LS:SKZ	24	20.81	3.19	.70	32	21.81	10.19	2.18*
LB:ZK	14	15.08	-1.08	-.28	6	11.21	-5.21	-1.55
LB:HP	19	22.28	-3.28	-.69	26	25.47	0.53	.10
LB:LS	39	43.24	-4.24	-.64	36	29.87	6.13	1.12
LB:ET	15	6.85	8.15	3.11**	8	3.31	4.69	2.58*
LB:SKZ	9	8.56	.44	.15	2	8.15	-6.15	-2.15*
ET:ZK	3	6.03	-3.03	-1.23	2	3.40	-1.4	-.76
ET:HP	10	8.91	1.09	.37	8	7.74	0.26	.09
ET:LS	14	17.29	-3.29	-.79	5	9.07	-4.07	-1.35
ET:LB	7	7.35	-.35	-.13	5	3.31	1.69	.93
ET:SKZ	9	3.42	5.58	3.02**	6	2.48	3.52	2.24*
SKZ:ZK	3	6.41	-3.41	-1.35	3	7.63	-4.63	-1.68
SKZ:HP	2	9.47	-7.47	-2.43*	7	17.35	-10.35	-2.48*
SKZ:LS	27	18.39	8.61	2.01*	35	20.35	14.65	3.25**
SKZ:LB	10	7.82	2.18	.78	4	7.41	-3.41	-1.25
SKZ:ET	3	2.91	.09	.05	6	2.25	3.75	2.50*

Anmerkung: ZK = Zielklärung, HP = Handlungsplanung, LS = Lösungssuche, LB = Lösungsbeurteilung, ET = Entscheidungen treffen, SKZ = Skizzieren. f_{obs} = beobachtete Häufigkeiten; f_{exp} = erwartete Häufigkeiten; e = Residuen; e_{stand} = standardisierte Residuen. * $p \leq .05$; ** $p \leq .01$. Phasenwechsel mit signifikant negativen Residuen traten überzufällig wenig häufig auf. Summe der Phasenpaare $N_2 \neq N-1$ (N die Gesamtzahl Anzahl aller Phasencodes), da die Phasen „Frage Teilnehmer an VL“ und „Sozio-emotionale Regulation“ und damit auch Wechsel aufgabenrelevanter Handlungsphasen zu diesen beiden Phasen nicht in die Analyse einbezogen wurden.

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1:	Gruppenhandeln als Ergebnis der „Projektion“ der strukturellen Merkmale der gemeinsamen Gruppenaufgabe (nach von Cranach et al. 1986, S. 212).....	29
Abbildung 2:	Zusammenfassende Darstellung der Dimensionen zur Bestimmung der Regulationserfordernisse von Gruppenaufgaben.....	41
Abbildung 3:	Die „psychische Abfolgestruktur“ der hierarchisch-sequenziellen Handlungsorganisation (nach Volpert, 1982 S. 43; Hacker, 2005).	60
Abbildung 4:	Opportunistisches Vorgehen mit systematischen Episoden (graue Felder kennzeichnen den Beginn der Handlung).....	74
Abbildung 5:	Überblick über den Untersuchungsablauf (schraffierte Felder: hier erhobene Daten werden in dieser Arbeit nicht berichtet).....	98
Abbildung 6:	Die erfassten Dimensionen des Innovationspotenzials.....	109
Abbildung 7:	Prozentuale Verteilung des Zeitanteils der Handlungsphasen (N = 20 Gruppen).....	126
Abbildung 8:	Beispiel des Verlaufs der Aufgabenbearbeitung einer Gruppe.....	128
Abbildung 9:	Prozentualer Anteil handlungsvorbereitender und handlungsausführender Phasen im Vergleich zwischen erster und zweiter Hälfte der Aufgabenbearbeitung (N = 20 Gruppen) ..	129
Abbildung 10:	Gruppenerfolg und zeitlicher Anteil der Zielklärung und Handlungsplanung im Vergleich zwischen erster und zweiter Hälfte der Aufgabenbearbeitung (erfolgreiche Gruppen: n = 10; wenig erfolgreiche Gruppen: n = 10).....	131
Abbildung 11:	Gruppenerfolg und Vollständigkeit der Anforderungserfassung (erfolgreiche Gruppen: n = 10; wenig erfolgreiche Gruppen: n = 10).....	133

Abbildung 12: Unterschiede zwischen erfolgreichen und wenig erfolgreichen Gruppen hinsichtlich systematischer Wechsel zwischen den Handlungsphasen.....	148
Abbildung A 1: Konstruktionsaufgabe.....	187

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1:	Beschreibung der Stichprobe (N = 60)	94
Tabelle 2:	Handlungsbezogene Beobachtungskategorien zur Erfassung des Gruppenhandelns	107
Tabelle 3:	Beispiel für die Darstellung von Zeitreihen diskreter Codes mit Kontingenztafeln.....	116
Tabelle 4:	Deskriptive Statistik des zeitlichen Anteils sowie der Anzahl der beobachteten Handlungsphasen.....	127
Tabelle 5:	Unterschiede zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen hinsichtlich des zeitlichen Anteils der Zielklärung und Handlungsplanung	130
Tabelle 6:	Unterschiede zwischen zeitlichem Anteil der Handlungsplanung und Anzahl der Handlungsplanungsphasen im Zusammenhang mit dem Innovationspotenzial (post-hoc)	135
Tabelle 7:	Prüfung von Moderatoreffekten der Anzahl der Zielklärungsphasen auf den Zusammenhang zwischen zeitlichem Anteil der Zielklärung und Innovationspotenzial (H6).....	137
Tabelle 8:	Prüfung von Moderatoreffekten des Grades der Anforderungserfassung auf den Zusammenhang zwischen Anzahl der Handlungsplanungsphasen und Innovationspotenzial (H8)	139
Tabelle 9:	Unterschiede zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen hinsichtlich iterativer Wechsel zwischen Zielklärungs- und Handlungsplanungsphasen (H9).....	140
Tabelle 10:	Überprüfung systematischer iterativer Wechsel zwischen Zielklärungs- und Handlungsplanungsphasen	143
Tabelle 11:	Zusammenfassung der Ergebnisse der Hypothesentestung.....	146

Tabelle A 1:	Beurteilerübereinstimmung zur Bestimmung der Zuverlässigkeit der Beobachtungskategorien des Gruppenhandelns	189
Tabelle A 2:	Beurteilerübereinstimmung zur Bestimmung der Zuverlässigkeit der Konzeptbewertung.....	190
Tabelle A 3:	Deskriptive Statistik und Korrelationen der drei Dimensionen der Konzeptbewertung zur Erfassung des Gruppenerfolgs	191
Tabelle A 4:	Überprüfung untersuchungsbedingter Artefakte	191
Tabelle A 5:	Überprüfung der Unterschiede zwischen den Experimentalgruppen hinsichtlich des zeitlichen Anteils und der Anzahl der Handlungsphasen nach der Intervention sowie auf das Innovationspotenzial	192
Tabelle A 6:	Unterschiede geschlechtsdiverser und geschlechtshomogener Gruppen hinsichtlich des Innovationspotenzials	193
Tabelle A 7:	Zusammenhänge zwischen Altersdiversität, sowie Diversität bzgl. der Anzahl besuchter Fachsemester in Gruppen auf das Innovationspotenzial	193
Tabelle A 8:	Zusammenhang zwischen explizitem aufgabenbezogenen Wissen in Gruppen und Innovationspotenzial.....	194
Tabelle A 9:	Deskriptive Statistiken und Korrelationen des zeitlichen Anteils der erfassten Handlungsphasen sowie des Innovationspotenzials (gesamte Aufgabenbearbeitung).....	195
Tabelle A 10:	Deskriptive Statistiken und Korrelationen des zeitlichen Anteils der erfassten Handlungsphasen sowie des Innovationspotenzials (erste Hälfte der Aufgabenbearbeitung)	196
Tabelle A 11:	Deskriptive Statistiken und Korrelationen des zeitlichen Anteils der erfassten Handlungsphasen sowie des Innovationspotenzials (zweite Hälfte der Aufgabenbearbeitung)	197
Tabelle A 12:	Deskriptive Statistiken und Korrelationen der Anzahl der erfassten Handlungsphasen sowie des Innovationspotenzials (gesamte Aufgabenbearbeitung).....	198

Tabelle A 13:	Deskriptive Statistiken und Korrelationen der Anzahl der erfassten Handlungsphasen sowie des Innovationspotenzials (erste Hälfte der Aufgabenbearbeitung)	199
Tabelle A 14:	Deskriptive Statistiken und Korrelationen der Anzahl der erfassten Handlungsphasen sowie des Innovationspotenzials (zweite Hälfte der Aufgabenbearbeitung).....	200
Tabelle A 15:	Unterschiede zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen hinsichtlich des zeitlichen Anteils und der Anzahl aller erfasster Handlungsphasen (gesamte Aufgabenbearbeitung)	201
Tabelle A 16:	Unterschiede zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen hinsichtlich des zeitlichen Anteils und der Anzahl aller erfasster Handlungsphasen (erste Hälfte der Aufgabenbearbeitung)	202
Tabelle A 17:	Unterschiede zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Gruppen hinsichtlich des zeitlichen Anteils und der Anzahl aller erfasster Handlungsphasen (zweite Hälfte der Aufgabenbearbeitung).....	203
Tabelle A 18:	Unterschiede zwischen erfolgreichen und wenig erfolgreichen Gruppen hinsichtlich der Vollständigkeit der Anforderungserfassung	204
Tabelle A 19:	Modellvergleich gruppenspezifische Auftretenshäufigkeiten von Handlungsphasen(Modell 1) vs. zusätzlicher gruppenunabhängiger Einflüsse von VOR auf NACH (Modell 2)	204
Tabelle A 20:	Überprüfung systematischer iterativer Wechsel zwischen allen erfassten aufgabenrelevanten Handlungsphasen	205