

## WIRKUNG UND BEDEUTUNG VON KOMMUNIKATION IM INNOVATIONSPROZESS

*Nadja Pecquet, Rafael Kirschner, Udo Lindemann*

### Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag beschreibt die Ergebnisse einer empirischen Studie zum Vorgehen in Kleingruppen beim Lösen einer konstruktiven Problemstellung. Ziel der Experimente im Rahmen des Projekts „Implicit knowledge in the product innovation process“<sup>1</sup> war das bessere Verständnis der – meist subjektiven und oftmals unbewussten – handlungsleitenden Elemente in speziellen Entwicklungssituationen mit Innovationsanspruch. Der Fokus der Betrachtungen liegt auf der verbalen Kommunikation, da sie einen großen Teil der in der Gruppe vorliegenden gemeinsamen und expliziten Wissens- bzw. Informationsbasis ausmacht.<sup>2</sup> Die gewonnenen Daten werden an wichtigen Ein- und Ausgangsdaten des Prozesses gespiegelt, wie dem zu Beginn der Konstruktionsexperimente vorliegenden Methoden- und Technikwissen und der Güte der erarbeiteten Entwicklungsergebnisse. Auf diese Weise kann untersucht werden, inwiefern das Vorgehen einzelner Teilnehmer sowie das der Gruppe, sich an den explizit geäußerten Rede- und den explizit vorliegenden Wissensinhalten orientiert oder anderweitig beeinflusst wird. Zum anderen kann der Einfluss verschiedener Aspekte auf die Lösungsgüte nachgewiesen werden. Die Ergebnisse der Studie lassen Schlüsse für die Gestaltung der Ingenieursausbildung ebenso zu wie Hinweise zur Unterstützung des Vorgehens in der industriellen Praxis, beispielsweise zur Gruppenzusammensetzung.

### 1 Einleitung

Unternehmen fast aller Branchen und jeder Größe sind heute mehr denn je darauf angewiesen, innovative Produkte auf dem Markt zu platzieren, um sich im weltweiten Wettbewerb behaupten zu können. Innovationen sind nach Seibert [2] der wichtigste Träger technischen Fortschritts, längerfristigen Wirtschaftserfolgs und internationaler Wettbewerbsfähigkeit westlicher Industrieländer. Dabei sind Innovationsprozesse durch spezifische Randbedingungen, wie der Neuartigkeit des Problems, hoher Komplexität, den daraus resultierenden Unsicherheiten und einem hohem wirtschaftlichem Risiko geprägt. Konstruieren ist in seinen ergebnisbestimmenden frühen Phasen nach Hacker demnach entwerfendes Problemlösen mit hoher Ergebnisunsicherheit: „Aus dieser Unsicherheit ergibt sich zum einen eine Chance und Herausforderung mit der eigenen Denktätigkeit zum Sicherem vorzudringen, andererseits jedoch auch das Risiko von Umwegen, Fehlwegen oder gar des Scheiterns.“ [vgl. 3]. Das Zusammenspiel dieser charakteristischen Merkmale führt zu einem hohen Konfliktpotenzial und fördert subjektive und unbewusste Handlungs- und Entscheidungsmomente im Vorgehen („Bauchentscheidungen“) [vgl. 3, 4, 5, 6]. Nach Ehrlenspiel [7] muss man davon ausge-

---

<sup>1</sup> Das von der Volkswagenstiftung geförderte Projekt „Implicit knowledge in the product innovation process“ wird gemeinsam vom Lehrstuhl für Produktentwicklung und vom Lehrstuhl für Psychologie der Technischen Universität München bearbeitet. In diesem Rahmen wird das Wirken impliziter Einflüsse untersucht. Ziel ist das Ableiten von Maßnahmen für die Unterstützung innovativer Problemlöseprozesse und Empfehlungen für die Gestaltung der Ingenieursausbildung.

<sup>2</sup> Auch andere Elemente der Kommunikation tragen zur gemeinsamen Wissens- bzw. Informationsbasis bei, wie beispielsweise das Skizzieren von Lösungsideen [vgl. hierzu 1], die in diesem Beitrag jedoch nicht weiter betrachtet werden.

hen, dass bewusstes Denken und Handeln durch unbewusste Motivationen und Wertehierarchien vorbereitet wird. Bewusstes Denken wird also gewissermaßen durch das Unbewusste unterstützt. Zur Verdeutlichung eignet sich die häufig zitierte „Eisberganalogie“ [vgl. 8] wonach sich der größte Teil des Denkens und Handelns im Bereich des Unbewussten befindet und dem bewussten Teil, dem rationalen Denken, verborgen bleibt.

Diese Randbedingungen erschweren das Erkennen und damit das Reflektieren kritischer, richtungsweisender Situationen im Prozess, in denen die Weichen für Erfolg oder Nichterfolg eines Innovationsprojekts gestellt werden. Da Reflexion allerdings dazu beiträgt, Fehler in der Wissensbasis zu eliminieren und die Effektivität des Handelns zu verbessern [vgl. 9, 10, 11], gilt es, unbewusste und damit unreflektierte Handlungen zu identifizieren, um sie gegebenenfalls einer bewussten kritischen Diskussion zugänglich zu machen. Bedeutend erscheint hierbei, dass zwischenmenschliche Kommunikation auf unterschiedlichen Ebenen verläuft, die sich gegenseitig bedingen: die Sach- bzw. Inhaltsebene, die Beziehungsebene sowie die Prozessebene. Nur ein geringer Anteil der Kommunikation wird verbal auf der aufgaben- bzw. problembezogenen Sachebene durchgeführt [12]. Der größte Teil der – meist nonverbalen – Kommunikation läuft auf der oft unbewussten Beziehungsebene ab. Das Zusammenwirken und die gegenseitige Beeinflussung dieser beiden Kommunikationsebenen wirken auf die Prozessebene, also das, was sich dem Beobachter im tatsächlichen Vorgehen äußert.

Um Innovationsprozesse gezielt unterstützen zu können, müssen Verfahren bzw. Hilfsmittel entwickelt werden, die im richtigen Moment an der richtigen Stelle zum Einsatz kommen. Bei der Entwicklung solcher Verfahren muss der Mensch mit seinen individuellen Handlungsmustern genauso im Mittelpunkt stehen, wie die Gruppe in ihrem Zusammenwirken unterschiedlicher individueller Merkmale. Die praktische Bedeutung einer Klärung der psychischen Regulation von Tätigkeiten kann nach Hacker [3] nicht überschätzt werden: „Arbeitsanalysen sind ohne die Berücksichtigung der regulierenden psychischen Vorgänge wertlos.“ Dieser Aspekt steht in den durchgeführten Experimenten im Vordergrund: Nicht nur die Beobachtung möglicherweise erfolgreicher Handlungsmuster, sondern das Hinterfragen der Entstehung und des Zusammenwirkens dieser Aspekte sind Teil der Studie.

## 2 Vorgehen und Methoden

### 2.1 Experimentaldesign

Zur Durchführung des Experiments wurden 60 Maschinenbaustudenten im Hauptstudium bei der Lösung einer konstruktiven Problemstellung beobachtet. Die Entwicklungsaufgabe wurde in Kleingruppen zu je drei Teilnehmern bearbeitet, wodurch 20 Experimentalgruppen zur Beobachtung zur Verfügung standen. Ziel der Aufgabe war die Entwicklung eines Konzepts für eine neuartige Schreibtischlampe. Die Anforderungen an das zu erstellende Konzept bezogen sich zum einen auf quantitative Aspekte, wie den Bewegungsraum zur Positionierung der Lichtquelle und zu integrierende Elemente, wie Halogenstrahler, Schalter und Trafo bei einem vorgegebenem Gesamtgewicht der Konstruktion. Qualitative Forderungen betrafen neben dem Innovationsgrad die Einfachheit des Konzepts, einen sicheren Stand, die Forderung nach einer kostengünstigen Lösung und der Möglichkeit zur einhändigen Bedienung der Lampe. Zur Lösung der Aufgabe standen den Gruppen insgesamt je 90 Minuten Bearbeitungszeit zur Verfügung. Mit Abschluss der Aufgabe sollte jede Gruppe für ihr Konzept eine Zusammenbauzeichnung erstellt haben, aus der die ungefähren Dimensionen sowie die Funktionsweise der Gesamtanordnung und einzelner Bauteile bzw. Baugruppen hervorgehen. Den Studenten wurden keine Vorgaben zur Anwendung von Methoden oder Hilfsmitteln gemacht. Einzige Forderung war, dass nach der Hälfte der Bearbeitungszeit mehrere Alternativen vorliegen sollten, aus denen in der zweiten Hälfte der Bearbeitungszeit ein Gesamtkonzept gewählt und ausgearbeitet werden sollte. Kontrollvariablen, wie Alter und Studien-

dauer der Teilnehmer, abgeleistete Praktika und Berufserfahrung, bisher besuchte Vorlesungen, Bekanntschaft unter den Teilnehmern etc. wurden durch einen biografischen Fragebogen erfasst. Für eine detaillierte Beschreibung der Experimente vgl. Herbig et al. [13].

## 2.2 Vorgehen zur Datenerhebung

Vor Beginn der Konstruktionsaufgabe wurde das für die Problembearbeitung als relevant angenommene methodische und technische Vorwissen jedes Teilnehmers individuell schriftlich in einem Wissenstest abgefragt. Dieses Wissen stellt eine wichtige Eingangsgröße für den Entwicklungsprozess dar, um das Gruppenhandeln und die Entwicklungsergebnisse darauf abzubilden. Der *Wissenstest zu Arbeitsmethoden der Produktentwicklung* umfasste Fragen zur methodischen Unterstützung spezifischer Prozessphasen, wie der Problembeschreibung, der Suche nach Lösungsideen sowie der Bewertung und Auswahl von Lösungsideen. Diese Fragenblöcke beinhalteten zum einen die Nennung konkreter Methoden, zum anderen Details wie Vor- und Nachteile oder einzelne Vorgehensschritte verschiedener Verfahren. Schwerpunkte des *Techniktests* bildeten diejenigen technische Gebiete, die durch Lehrveranstaltungen der Fakultät für Maschinenwesen abgedeckt werden und technische Aspekte der konkreten Aufgabenstellung tangieren, wie Mechanik, Elektrizitätslehre, Grundlagen der Entwicklung und Produktion, Maschinenelemente, elektrische Aktoren, Feingerätebau, Getriebelehre, Produktergonomie und Grundlagen der Produktentwicklung. Die Ergebnisse des Methoden- und des Techniktests wurden durch je eine Punktesumme für jeden Probanden erfasst.

Ebenso wie die bei der Beobachtung gewonnenen Ergebnisse am theoretischen Vorwissen als messbarer Eingangsgröße des Entwicklungsprozesses gespiegelt werden, werden sie auch in Korrelation mit der Güte der Entwicklungsergebnisse als wichtigster Ausgangsgröße gesetzt. Anhand der bei Abschluss der Entwicklungsaufgabe vorliegenden Konzeptskizzen wurden als Dimensionen der Lösungsgüte das *Innovationspotenzial*, der Reife- bzw. *Informationsgrad* sowie die *Fehlerrate der Skizzen* beurteilt. Zur detaillierten Zusammensetzung der Gütedimensionen und zur Beurteilerübereinstimmung vgl. [14].

Die Erfassung verbaler Kommunikation im Vorgehen der Gruppen erfolgt anhand dreier verschiedener inhaltlicher Kategorien, *Problemlösung*, *Vorgehen* und *Sonstiges*, die entsprechend ihrer Zeitanteile teilnehmerspezifisch erfasst wurden. Unter die Kategorie *Problemlösungen* fallen Aspekte, die die Problemlösung direkt betreffen, wie zu erfüllende Kriterien Lösungsideen, die Qualität der Lösungen etc. Das *Vorgehen* bezieht sich auf die Planung der nächsten Schritte, die Reflexion bisherigen Vorgehens, Aspekte zur Methodenauswahl und -anwendung. Unter *Sonstiges* fallen alle übrigen Redeanteile, aber auch Zeiten, in denen keine verbale Kommunikation stattfindet.

Aus den gewonnenen Daten wurde die zeitliche Verteilung der Redeanteile innerhalb der Gruppen bestimmt (personenbezogen sowie bezogen auf die inhaltlichen Kategorien) sowie die Häufigkeit der Übergänge von einer Kategorie in eine andere. Neben der quantitativen Datenerfassung erfolgte auch eine qualitative Beurteilung der Kommunikation, da aus der quantitativen Analyse alleine keine Rückschlüsse auf die Sinninhalte der Kategorien gezogen werden konnten. Beispielsweise kann ein hoher Anteil an Kommunikation über das Vorgehen gleichermaßen bedeuten, dass eine intensive Planung und Reflexion des Vorgehens stattgefunden hat und eine geeignete methodische Unterstützung des Prozesses oder aber dass die Gruppe beim Versuch methodisch vorzugehen erhebliche Probleme hatte und über die Diskussion des geeigneten Vorgehens wenig Zeit für konkrete Problemlöseaspekte fand.

Weitere qualitative Betrachtungen erfolgten, um Zusammenhänge zwischen der verbalen Kommunikation und den Ergebnissen der strukturierten Reflexion der Problemlösungsaufgabe hinsichtlich *impliziter handlungsleitenden Elemente* in den Gruppen [vgl. 15] zu beschreiben. Auf diese Weise sollten gegebenenfalls implizite Aspekte deutlich gemacht werden, die

im Vorgehen nicht verbalisiert, der Gruppe also nicht als gemeinsame Wissens- bzw. Informationsbasis vorlagen, sich jedoch möglicherweise auf das Vorgehen und damit die Entwicklungsergebnisse ausgewirkt haben.

Auch die Ergebnisse einer ausführlichen *Analyse der Methodenanwendung* zur Unterstützung der Entwicklungsaufgabe [vgl. 16] wurden in die Ergebnisinterpretation mit einbezogen, da die Identifikation des expliziten Methodeneinsatzes wiederum nur auf Basis verbal geäußelter Aspekte des Münchener Methodenmodells erfolgen konnte.

### 3 Ergebnisse zur Kommunikationsanalyse

Die Ergebnisse der auf quantitativen sowie qualitativen Daten basierenden Kommunikationsanalyse lassen sich nach unterschiedlichen Schwerpunkten darstellen. Zunächst werden allgemeine Ergebnisse vorgestellt, die sich aus der Betrachtung der erhobenen Datenbasis ergeben. Anschließend folgt die quantitative Analyse der Wechselwirkungen zwischen den Daten zu Kommunikation und den Ein- und Ausgangsgrößen des experimentellen Entwicklungsprozesses. Schließlich werden unter dem Aspekt der Gruppenzusammensetzung Ergebnisse der Analyse unterschiedlicher Kommunikationsmuster, die sich innerhalb der Gruppen beobachten ließen, beschrieben.

#### 3.1 Allgemeine Ergebnisse

Mithilfe von Videoanalysen wurden die Kommunikationsinhalte der Experimentalgruppen anhand der Kategorien *Problemlösung*, *Vorgehen* und *Sonstiges* ausgewertet. Die Kategorien *Problemlösung* und *Vorgehen* wurden für jeden der drei Teilnehmer getrennt erfasst. Sie stellen die für die Auswertung relevanten ergebnisbestimmenden Kommunikationskategorien dar. Die Redeanteile zu *Sonstigem* bzw. die Zeitanteile, in denen keine verbale Kommunikation stattfand, wurden nur für die Gruppe insgesamt erfasst. Bild 1 zeigt die so gewonnenen Daten beispielhaft für eine Gruppe.

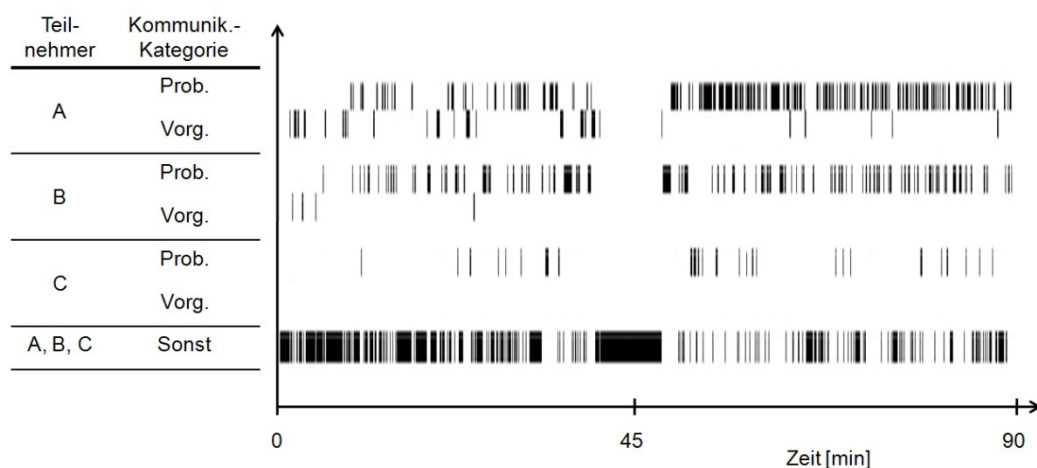


Bild 1: Rohdaten der quantitativen Kommunikationsanalyse einer Gruppe

Um diese Daten für eine makroskopische – also mittelnde und ganzheitliche – numerische Analyse vorzubereiten, erschien es zweckmäßig, die Kategorien über den Zeitverlauf des Experiments zu kumulieren (Bild 2). So kann für jeden Zeitpunkt des Experiments über die Ordinate abgelesen werden, wie lange bereits in entsprechender Kategorie kommuniziert wurde. Über die Steigung des Graphen zum betrachteten Zeitpunkt lässt sich die Intensität, mit der die Inhalte der jeweiligen Kategorie verbal kommuniziert werden, ermitteln.

Es lässt sich über alle Gruppen hinweg beobachten, dass der zeitliche Aufwand für die Kommunikation über die *Problemlösung* in etwa das fünf- bis achtfache des Zeitaufwands für die Kommunikation über das *Vorgehen* beträgt. Ähnliche Ergebnisse haben bereits Badke-Schaub & Stempfle [12] in ihrer Studie zu Teamkommunikation belegt. Des Weiteren lässt sich feststellen, dass keine weiteren Muster zwischen den Gruppen erkennbar waren. Weder lässt sich eine schwerpunktmäßige Kommunikation zu einer bestimmten Kategorie festen zeitlichen Phasen im Experiment zuordnen, noch lassen sich wiederkehrende Muster in der Abfolge von Kategorien identifizieren.

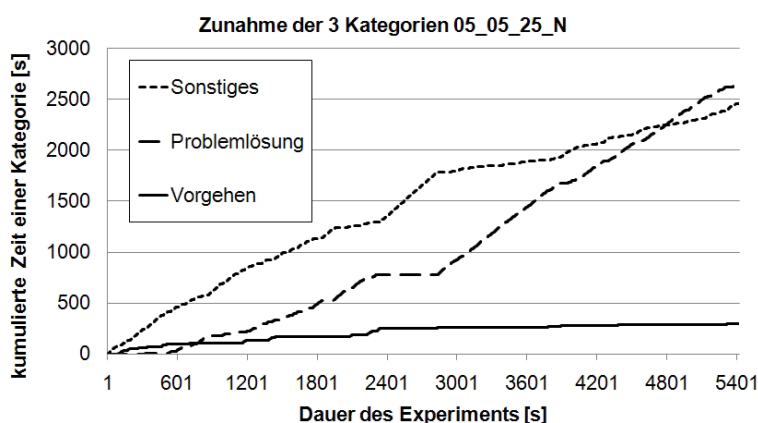


Bild 2: Kumulierte Zeit der Kategorien zur Kommunikationserfassung einer Gruppe

### 3.2 Kommunikationsinhalte als Elemente im Gruppenhandeln

Die Analyse der Korrelationen zwischen den Ergebnissen der Wissenstests und der erhobenen personenbezogenen Kommunikationsdaten zeigt signifikante Ergebnisse. Allerdings konnte die zugrunde liegende Vermutung, dass die Teilnehmer sich entsprechend ihrer Wissensinhalte besonders in der Gruppe einbringen, nur teilweise bestätigt werden. Tabelle 1 zeigt die Rangkorrelationskoeffizienten der vier möglichen Paarungen, die sich aus den personenbezogenen Redeanteilen zu den Kommunikationskategorien *Vorgehen* und *Problemlösung*, sowie den Ergebnissen des Methoden- und des Techniktests ergeben.

Dabei wird ersichtlich, dass eine hochsignifikante, positive Korrelation zwischen dem theoretischen Methodenwissen und der individuellen Redezeit in der Kategorie *Vorgehen* besteht. Teilnehmer, die gute Ergebnisse im Methodentest erbrachten, trugen den größten Teil zur Vorgehensplanung und der Reflexion über das Vorgehen bei. Zusammenhänge zwischen den Ergebnissen im Techniktest und problembezogenen Redeinhalten konnten dagegen nicht festgestellt werden.

Tabelle 1: Kategorisierte individuelle Kommunikationszeit

	MW	TW
<b>Individuelle Kommunikationszeit in der Kategorie „Vorgehen“</b>	.39***	.04
<b>Individuelle Kommunikationszeit in der Kategorie „Problemlösung“</b>	-.01	.09

Anmerkung. N = 51. Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman. \* $p < .1$ ; \*\* $p < .05$ ; \*\*\* $p < .01$  (einseitige Signifikanz). MW = Methodenwissen, TW = Technikwissen.

Die Korrelation der Kommunikationsinhalte mit den ermittelten Ausgangsdaten der Experimente zeigt nur wenige signifikante Ergebnisse. Die Frage, ob hohe Redeanteile in bestimmten Kategorien die Lösungsgüte steigern, kann nicht durchgängig bestätigt werden. Tabelle 2

zeigt, dass die Originalität der Konzepte einhergeht mit einem höheren Anteil an verbal geäußerten Problemlösungsinhalten. Im Gegenzug zeigt sich eine niedrige Originalität in Konzepten derjenigen Gruppen, die wenig gemeinsame Vorgehensplanung aufweisen und Aufgabehalte kaum gemeinsam diskutieren.

Tabelle 2: Kategorisierte gruppenbezogene Kommunikationszeit

<b>Gesamte Kommunikationszeit</b>	<b>ORG</b>	<b>RAD</b>	<b>BED</b>	<b>INN</b>	<b>ERK</b>	<b>AUS</b>	<b>RG</b>	<b>KF</b>	<b>NAN</b>	<b>FSC</b>
<b>Sonstiges</b>	-.42**	-.04	-.11	-.30	-.19	-.04	-.09	.20	.05	.16
<b>Vorgehen</b>	-.03	.03	.16	.11	.26	.14	.16	.04	-.27	-.10
<b>Problemlösung</b>	.37*	-.02	.03	.21	.10	-.10	-.04	-.08	.04	-.04

Anmerkung. N = 17. Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman. \*p < .1; \*\*p < .05; \*\*\*p < .01 (einseitige Signifikanz). ORG = Originalität, RAD = Radikalität, BED = Bedeutung, INN = Innovationspotential, ERK = Erkennbarkeit, AUS = Ausarbeitung, RF = Reifegrad, KF = Konstruktionsfehler, NAN = nicht erfüllte Anforderungen, FSC = Fehlerscore.

Erst die Kombination von gemeinsamer Problemlösung und wiederkehrenden Phasen der gemeinsam Vorgehensplanung zeigt signifikanten positiven Einfluss auf das Innovationspotential der erarbeiteten Konzepte sowie die Fehlerrate in den angefertigten Skizzen. Tabelle 3 zeigt die Rangkorrelationskoeffizienten der Anzahl der Kategorieübergänge von Problemlösung zu Vorgehen in Bezug zu den Gütekriterien der Entwicklungsergebnisse der Gruppen.

Tabelle 3: Kategorienübergänge von *Problemlösung* zu *Vorgehen*

<b>Anzahl Kategorienübergänge</b>	<b>ORI</b>	<b>RAD</b>	<b>BED</b>	<b>INN</b>	<b>ERK</b>	<b>AUS</b>	<b>RG</b>	<b>KF</b>	<b>NAN</b>	<b>FSC</b>
<b>Problemlösung → Vorgehen</b>	.25	.34	.41*	.48**	.06	.00	-.06	-.33	-.40*	-.39*

Anmerkung. N = 17. Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman. \*p < .1; \*\*p < .05; \*\*\*p < .01 (einseitige Signifikanz). ORG = Originalität, RAD = Radikalität, BED = Bedeutung, INN = Innovationspotential, ERK = Erkennbarkeit, AUS = Ausarbeitung, RF = Reifegrad, KF = Konstruktionsfehler, NAN = nicht erfüllte Anforderungen, FSC = Fehlerscore.

### 3.3 Kommunikationsmuster als Element der Gruppenzusammensetzung

Im Folgenden werden die Gruppen hinsichtlich charakteristischer Muster in der personengebundenen Verteilung der kategorisierten Redeanteile untersucht. Das Gruppenhandeln zeigt, wie oben beschrieben, deutliche Zusammenhänge mit dem Theoriewissen der einzelnen Teilnehmer ebenso wie mit der Lösungsgüte. Da das Gruppenhandeln sich in der konkreten Verteilung der Redeanteile auf die einzelnen Teilnehmer – also spezifischen Kommunikationsmustern – widerspiegelt, werden hier ebenso Zusammenhänge mit dem Theoriewissen der Teilnehmer und der Lösungsgüte erwartet.

Zunächst wurde untersucht, ob sich für Teilnehmer, die sich unabhängig von den Kommunikationskategorien insgesamt kaum in die verbale Gruppenkommunikation eingebracht hatten, Besonderheiten in der Menge bzw. der Zusammensetzung des theoretischen Vorwissen zeigen. Bild 3 zeigt die durchschnittlich erreichten Punktwerte der beiden Wissenstests dieser Gruppenmitglieder. Es wird deutlich, dass sich diejenigen Teilnehmer, die sich in der verbalen Kommunikation zurückgehalten hatten, von aktiven Teilnehmern vor allem hinsichtlich des methodischen Vorwissens unterscheiden. Ihre Ergebnisse fallen deutlich schlechter

aus als die der anderen Teilnehmer. Die Ergebnisse der Techniktests liegen immerhin noch leicht unterhalb jener der aktiv kommunizierenden.

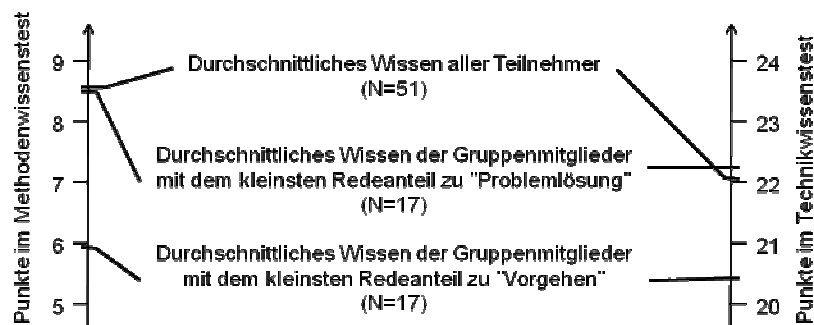


Bild 3: Individuelles Wissen der Gruppenmitglieder mit der kürzesten Redezeit

Weiterhin wurden Gruppen untersucht, die als spezifische Kommunikationsmuster jeweils entweder die Dominanz je eines Teilnehmers, die Dominanz zweier Teilnehmer über den dritten und ein ausgewogenes Redeverhältnis aufwiesen, jeweils bezogen auf eine der Kategorien *Vorgehen* bzw. *Problemlösen*.

Bild 4 und Bild 5 zeigen die Ergebnisse dieser Untersuchung anhand der unterschiedlichen Durchschnittswerte für die einzelnen Dimensionen der Lösungsgüte. Bild 4 stellt die Unterschiede in der Lösungsgüte derjenigen Gruppen dar, die sich hinsichtlich der personenbezogenen Anteile der Vorgehensplanung unterscheiden. Hier ist ersichtlich, dass die Höhe des Innovationspotenzials der Konzepte mit zunehmender Ausgeglichenheit der Redezeiten geringfügig bessere Werte erreicht und die Zahl der Fehler stark abnimmt. Hinsichtlich des Reifegrades lässt sich eine geringfügige Verbesserung der Ergebnisse im Falle der Dominanz zweier Teilnehmer ablesen.

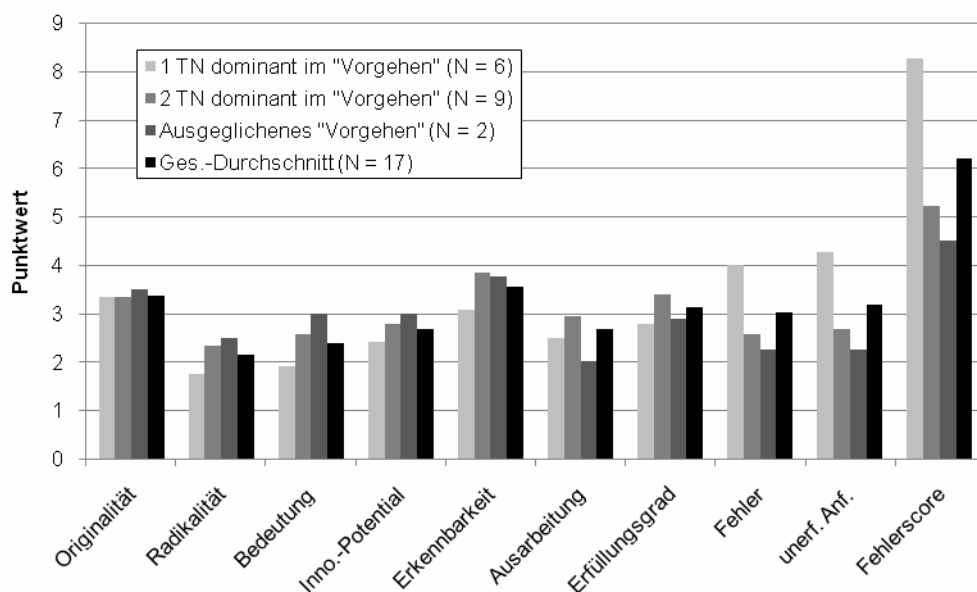


Bild 4: Lösungsgüte in Abhängigkeit von personenanteiligen Vorgehensplanung

Bild 5 zeigt die Unterschiede in der Lösungsgüte bezogen auf die personenbezogenen Anteile der verbalisierten Aspekte zur Kategorie *Problemlösen*. Auch wird deutlich, dass die Höhe

des Innovationspotenzials der Konzepte mit zunehmender Ausgeglichenheit der Redezeiten, vor allem im Kontrast zur Dominanz eines Teilnehmers, bessere Werte erreicht. Die Zahl der Fehler nimmt ebenso stark ab wie bei der Ausgeglichenheit der Vorgehensplanung. Hinsichtlich des Reifegrades zeigt sich dagegen eine geringfügige Verbesserung der Ergebnisse bei gleichzeitiger Dominanz eines Teilnehmers.

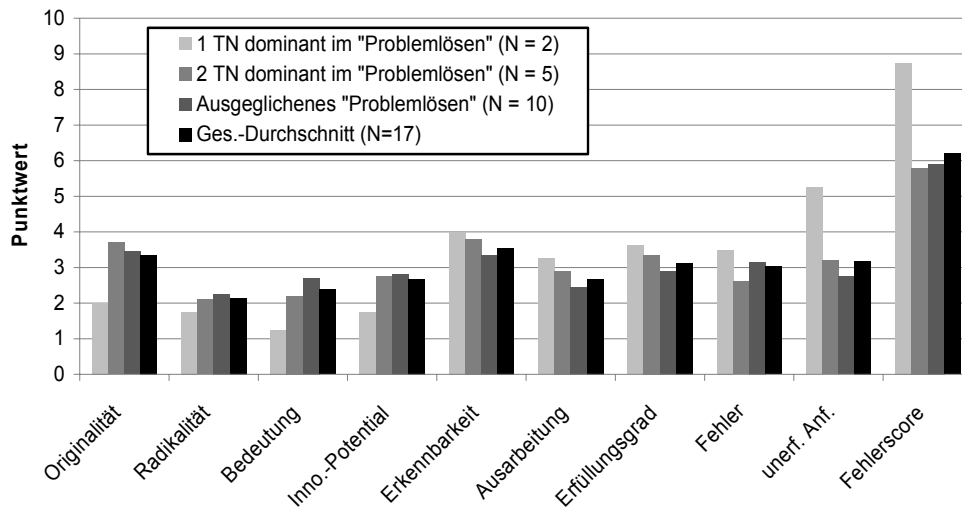


Bild 5: Lösungsgüte in Abhängigkeit von der personenanteiligen Verbalisierung von Aspekten zur Problemlösung

## 4 Diskussion

Die oben beschriebenen Ergebnisse machen das enge Zusammenspiel zwischen den verschiedenen Aspekten der verbalen Kommunikation, des zugrundeliegenden theoretischen Vorwissens und dem Gruppenhandeln, das sich daraus manifestiert, deutlich. Es lassen sich nicht ohne weiteres isolierte Elemente für erfolgreiches Gruppenhandeln identifizieren, die bei ihrer Anwendung eine hohe Güte der Entwicklungsergebnisse garantieren. Das Zusammenwirken von Individuen in einer Gruppe, in einem Entwicklungsteam, ist von vielerlei komplexer Faktoren abhängig.

Bereits die im Rahmen desselben Projekts durchgeführten Untersuchungen zum Methodeneinsatz in den Experimentalgruppen hat gezeigt, dass es durchaus positive Auswirkungen bestimmter Konstellationen von Theoriewissen und Handeln zu verzeichnen gibt. Als relevant für das Entwicklungsergebnis erwies sich letztlich, welche Inhalte zu welchem Zeitpunkt im Prozess von den Gruppen explizit kommuniziert wurden. Da keine der Gruppen ein homogenes Handlungsbild über den gesamten Prozessverlauf zeigte, konnten sowohl positive als auch negative Handlungsmuster jeweils nur auf einzelne Teilaspekte der Lösungsgüte bezogen werden [16]. Ähnliche Ergebnisse zeigen auch die Analysen der von den Gruppen bzw. den einzelnen Teilnehmern im Rahmen einer strukturierten Reflexion explizierten handlungsleitenden Elemente [vgl. 13]. Es ließen sich keine eindeutigen Zusammenhänge zwischen diesen explizierten Kognitionen und den übrigen Prozessdaten erkennen, die Rückschlüsse auf ein erfolgreiches Vorgehen geben könnten. Der einzige Aspekt, in dem sich Gruppen mit hoher Lösungsgüte von Gruppen mit geringer Lösungsgüte unterschieden, war, dass sie die Kommunikation in der Gruppe als einen wesentlichen ergebnisbestimmenden Faktor nannten.



Aus jeder dieser Untersuchungen wird die Bedeutung der Kommunikation als Quelle für das dem Gruppenhandeln zugrunde liegende gemeinsame Wissen erkennbar. Diese gemeinsamen Kommunikationselemente erleichtern das kritische Hinterfragen des Gruppenhandelns und der erarbeiteten Ergebnisse im Sinne eines Reflexionsvorgangs, was bereits bei den oben erwähnten Untersuchungen zum expliziten Methodeneinsatz nachgewiesen wurde. Nach Hacker [3] können Reflexionsprozesse in anspruchsvollen Arbeitsprozessen dann besonders wirkungsvoll sein, wenn sie den Denkprozess nicht unterbrechen, sondern an geeigneten Abschnitten eingeschoben werden. Sollen die gewonnenen Erkenntnisse in die praktische Umsetzung zur Verbesserung der Ingenieurausbildung und der Unterstützung realer Entwicklungsprozesse münden, so muss die Entwicklung geeigneter Vorgehensweisen und Hilfsmittel zur Unterstützung der kritischen Diskussion des eigenen Vorgehens fokussiert werden.

Im Rahmen der universitären Ingenieurausbildung scheint jedoch zunächst die Sensibilisierung der Studenten für subjektive und unbewusste Einflüsse im menschlichen Handeln als Handlungsschwerpunkt angebracht. Das Lehren eines systematischen methodengestützten Vorgehen vermittelt zu leicht den Eindruck eines „objektiven Kochrezepts“ zum Erlangen eines optimalen Ergebnisses. Es muss das Bewusstsein geschaffen werden, dass Methoden nur im Zuge einer situationsadäquaten Auswahl und Anpassung das eigene Vorgehen effizient unterstützen können, nicht jedoch fehlende Erfahrung und fehlendes Wissen ersetzen können.

## 5 Literatur

- [1] Pache, M.; Römer, A.; Lindemann, U.; Hacker, W.: Sketching behaviour and creativity in conceptual engineering design. In: Culley, S.; Duffy, A.; McMahon, C.; Wallace, K. (Eds.): Proceedings of ICED 2001. I Mech E: Glasgow, 2001, S. 461-468
- [2] Seibert, S.: Technisches Management. Teubner, Stuttgart 1998
- [3] Hacker, W.: Allgemeine Arbeitspsychologie. Hans Huber, Bern 2005
- [4] Büssing, A.; Herbig, B.; Latzel, A.: Das Zusammenspiel zwischen Erfahrung, implizitem und explizitem Wissen beim Handeln in kritischen Situationen. Berichte aus dem Lehrstuhl für Psychologie der TU München (Nr. 66), München 2002
- [5] von Krogh, G.; Ichijo, K.; Nonaka, I.: Enabling Knowledge Creation. University Press, Oxford 2000
- [6] Saaty, T. L.: Decision making for leaders. RWS Publications, Pittsburgh 1990
- [7] Ehrlenspiel, K.: On the Importance of the Unconscious and the Cognitive Economy in Design. In: Lindemann, U. (Hrsg.): Human Behaviour in Design: Individuals, Teams, Tools. Springer, Berlin 2003
- [8] Ruch, F. L.; Zimbardo, P. G.: Lehrbuch der Psychologie. Springer, Berlin 1974
- [9] Neuweg, G. H.: Wissen – Können – Reflexion. Studien-Verlag, Innsbruck 2000
- [10] Dörner, D.: Kognitive Prozesse und die Organisation des Handelns. In: Hacker, W.; Volpert, W.; von Cranach, M. (Hrsg.): Kognitive und motivationale Aspekte der Handlung. Huber, Bern 1982
- [11] Altrichter, H.: Handlung und Reflexion bei Donald Schön. In: Neuweg, G. H. (Hrsg.): Wissen – Können – Reflexion. Studien-Verlag, Innsbruck 2000
- [12] Stempfle, J.; Badke-Schaub, P.: Thinking in design teams – an analysis of team communication. Design Studies 23 (2002) 5, S. 473-496

- [13] Herbig, B.; Müller, A.; Petrovic, K.; Pecquet, N.; Graebisch, M.; Kreimeyer, M.: Implicit knowledge in the product innovation process – Method development and first results. Lehrstuhl für Psychologie der Technischen Universität München, München 2006
- [14] Pecquet, N.: Reflexion impliziter Anteile bei der Konzeptbewertung in frühen Phasen des Innovationsprozesses. In Meerkamm, H. (Hrsg.): 17. Symposium "Design for X" Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Lehrstuhl für Konstruktionstechnik, Erlangen 2006
- [15] Müller, A.; Herbig, B.; Petrovic, K.: Die systematische Unterstützung der Innovativität von Arbeitsgruppen. *Wirtschaftspsychologie* (2007) 2, S. 83-92
- [16] Pecquet, N.; Kirschner, R.; Lindemann, U.: Design methods in innovative development environments – empirical study of the effects of theoretical knowledge and experience, *Design Studies* (*Eingereicht*)

Dipl.-Ing. Nadja Pecquet  
Tel: +49-89-289-15154  
E-Mail: [nadja.pecquet@pe.mw.tum.de](mailto:nadja.pecquet@pe.mw.tum.de)

Dipl.-Ing. Rafael Kirschner  
Tel: +49-89-289-15135  
E-Mail: [rafael.kirschner@pe.mw.tum.de](mailto:rafael.kirschner@pe.mw.tum.de)

Prof. Dr.-Ing. Udo Lindemann  
Tel: +49-89-289-15130  
E-Mail: [udo.lindemann@pe.mw.tum.de](mailto:udo.lindemann@pe.mw.tum.de)

Lehrstuhl für Produktentwicklung  
Technische Universität München  
Boltzmannstraße 15, 85748 Garching  
Fax: +49-89-289-15144  
URL: <http://www.pe.mw.tum.de>