

Kooperatives Problemlösen auf der Grundlage gemeinsamer Visualisierungen

R. Plötzner¹, D. Bodemer¹, H. U. Hoppe² und F. Tewissen²

¹ Institut für Psychologie, Universität Freiburg

² Institut für Mathematik und Informatik, Universität Duisburg

Zusammenfassung

In einer Untersuchung zum kooperativen Problemlösen wurden Personen unterschiedliche aber sich wechselseitig ergänzende Informationen über einen Sachbereich zur Verfügung gestellt. Anschließend wurde Paaren von Personen, denen zuvor unterschiedliche Informationen vermittelt worden war, Probleme vorgelegt, die zu ihrer erfolgreichen Bearbeitung die Nutzung beider Informationsbestände erforderten. Die Bearbeitung der Probleme erfolgte auf der Grundlage der kooperativen Konstruktion von Begriffsnetzen. Insgesamt wurden 40 Paare unter vier verschiedenen Bedingungen untersucht, die sich hinsichtlich der sozialen Präsenz (Problemlösen von Angesicht zu Angesicht vs. rechnervermitteltes Problemlösen mit Videokonferenzsystem) sowie des zur Verfügung stehenden Werkzeugs zur Konstruktion von Begriffsnetzen (Papierkarten vs. Rechnerwerkzeug) unterschieden. Hinsichtlich der Problemlöseeffektivität zeigte sich, daß rechnervermitteltes Problemlösen genau so effektiv verlief wie Problemlösen von Angesicht zu Angesicht. Hinsichtlich der Problemlöseeffizienz ergab sich eine Wechselwirkung zwischen der sozialen Präsenz und dem Problemlösewerkzeug.

1 Einleitung

1.1 Hintergrund

Kooperatives Problemlösen findet immer häufiger in sogenannten virtuellen Gruppen statt. Dabei handelt es sich um Gruppen, die sich aus räumlich und/oder zeitlich verteilten Mitgliedern zusammensetzen. Statt von Angesicht zu Angesicht werden Informationen in virtuellen Gruppen unter Nutzung vernetzter und multi-medialer Rechnerumgebungen ausgetauscht (z.B. Kerres, 1998). In solchen Rechnerumgebungen können Informationen sowohl asynchron als auch synchron ausgetauscht werden. Ein asynchroner Informationsaustausch kann zum Beispiel auf der Grundlage von elektronischer Post und Diskussionsgruppen vorgenommen werden, ein synchroner Informationsaustausch mit Hilfe von Systemen, die eine gleichzeitige Bearbeitung von Dokumenten durch mehrere Gruppenmitglieder erlauben (Application-Sharing-Systeme), sowie Videokonferenzsystemen.

Bringen virtuelle Gruppen einerseits mehr räumliche und zeitliche Flexibilität in der Kooperation mit sich, führen sie andererseits oft zu Schwierigkeiten bei der Koordination und wechselseitigen Abstimmung der Mitglieder (z.B. Hesse, Garsoffky & Hron, 1997). Diesen Schwierigkeiten versucht man in vielen Fällen durch das Angebot rechnergestützter Strukturierungswerkzeuge zu begegnen. Während im Mittelpunkt mancher Werkzeuge eine Strukturierung des Dialogverhaltens der Gruppenmitglieder steht (z.B. Baker & Lund, 1996; Hron, Hesse, Reinhard & Picard, 1997), steht in anderen Werkzeugen eine Strukturierung durch eine Vergegenständlichung der ausgetauschten Informationen im Vordergrund (z.B. Fischer et al., 1998; Plötzner et al., 1996; Roschelle & Teasley, 1995).

Eine Möglichkeit zur Strukturierung von Informationen beim kooperativen Problemlösen besteht in der gemeinsamen Visualisierung der in Frage stehenden Informationen mit Hilfe von Begriffsnetzen. Mit Begriffsnetzen werden Informationen in graphischer Form dargestellt (z.B. Jüngst, 1992; Novak, 1990). Durch die gemeinsame Konstruktion von Begriffsnetzen können einzelne Beiträge externalisiert und objektiviert werden sowie individuelle Beiträge zueinander in Beziehung gesetzt und einer anschließenden Reflexion zugänglich gemacht werden. Darüber hinaus können sprachliche Mitteilungen konkretisiert und vereindeutigt werden (Plötzner et al., 1996).

Begriffsnetze, die auf der Grundlage von Papier und Bleistift erstellt werden, lassen sich von einer gewissen Komplexität an nur mühsam erweitern und verändern. Dagegen erlauben rechnergestützte Werkzeuge zur kooperativen Erstellung von Begriffsnetzen eine flexible und schrittweise Konstruktion und Modifikation von

Begriffsnetzen (Tewissen, 1996). Vollständige Begriffsnetze sowie Ausschnitte von Begriffsnetzen lassen sich verschieben, vervielfachen, löschen, speichern und wieder einlesen. In Verbindung mit Videokonferenzsystemen ermöglichen derartige Werkzeuge eine synchrone und kooperative Konstruktion von Begriffsnetzen in virtuellen Gruppen.

1.2 Fragestellungen und Hypothesen

Wie effektiv und effizient verläuft kooperatives Problemlösen auf der Grundlage gemeinsamer Visualisierungen mit Begriffsnetzen, wenn (1) die in Frage stehenden Probleme entweder von Angesicht zu Angesicht oder vermittelt durch ein Videokonferenzsystem bearbeitet werden und (2) die Begriffsnetze entweder mit Papier und Bleistift oder mit Hilfe eines Rechnerwerkzeugs erstellt werden?

Hinsichtlich der Auswirkungen der sozialen Präsenz auf das kooperative Problemlösen wird in vielen Fällen davon ausgegangen, daß eine Reduzierung der zur Verfügung stehenden Informationskanäle eine Verringerung der Problemlöseeffektivität und -effizienz zur Folge hat (z.B. Daft, Lengel & Trevino, 1987). So konnte zum Beispiel Bronner (1997) beobachten, daß Entscheidungsprobleme von Angesicht zu Angesicht angemessener und schneller bearbeitet werden als mit einem Videokonferenzsystem. Vor diesem Hintergrund erwarten wir, daß kooperatives Problemlösen von Angesicht zu Angesicht effektiver und effizienter verläuft als kooperatives Problemlösen mit Videokonferenzsystemen.

Die Verwendung eines Rechnerwerkzeugs bringt einerseits mehr Flexibilität bei der kooperativen Erstellung von Begriffsnetzen mit sich, erfordert andererseits jedoch den Erwerb zusätzlicher Kenntnisse über die Funktionalität und Handhabung des Werkzeugs. Zur Notwendigkeit des Erwerbs von Sachwissen tritt die Notwendigkeit des Erwerbs von Bedienungswissen hinzu (z.B. Streitz, 1985). Wir erwarten daher, daß Begriffsnetze anfangs mit Papier und Bleistift genau so effektiv und effizient erstellt werden können, wie mit einem Rechnerwerkzeug. Allerdings sollte die Verwendung eines Rechnerwerkzeugs ein größeres Optimierungspotential mit sich bringen. Mit zunehmender Beherrschung des Rechnerwerkzeugs sollten Begriffsnetze daher mit dem Werkzeug effektiver und vor allem effizienter konstruiert werden als mit Papier und Bleistift.

2 Aufbau der Untersuchung

An der Untersuchung nahmen 80 Studierende (31 Studentinnen und 49 Studenten) verschiedener Fachbereiche der Universität Freiburg teil (Bodemer, 1998). Die

Teilnahme erfolgte freiwillig. Alle Studierenden verfügten über Erfahrungen im Umgang mit Rechnern. Über die in der Untersuchung verwendeten Rechnerwerkzeuge sowie die Konstruktion von Begriffsnetzen besaßen die Studierenden keine Vorkenntnisse.

Es wurden zwei Faktoren variiert: (1) die soziale Präsenz während des Problemlösens mit den beiden Stufen „Problemlösen von Angesicht zu Angesicht“ sowie „rechnervermitteltes Problemlösen“ und (2) das zur Verfügung stehende Werkzeug zur Konstruktion von Begriffsnetzen mit den beiden Stufen „Papierkarten“ sowie „Rechnerwerkzeug“. Damit ergaben sich vier Untersuchungsbedingungen. Unter jeder Bedingung wurden 10 Paare beobachtet. Die Zuordnung der Studierenden zu den verschiedenen Untersuchungsbedingungen erfolgte zufällig.

Unter der ersten Bedingung kooperierten die Paare von Angesicht zu Angesicht und konstruierten gemeinsam Begriffsnetze aus Papierkarten. Unter der zweiten Bedingung kooperierten die Paare ebenfalls von Angesicht zu Angesicht, erstellten die Begriffsnetze aber mit einem Rechnerwerkzeug. Unter der dritten und vierten Bedingung tauschten sich die Paare nicht von Angesicht zu Angesicht aus, sondern kooperierten mit Hilfe eines Videokonferenzsystems über verschiedene Räume hinweg. Während die Begriffsnetze unter der dritten Bedingung mit Papierkarten aufgebaut wurden, wurden sie unter der vierten Bedingung mit dem Rechnerwerkzeug konstruiert.

Allen Paaren wurden zwei Probleme vorgelegt. Innerhalb eines Problems wurden den kooperierenden Partnern systematisch unterschiedliche aber sich wechselseitig ergänzende Informationen zu Verwandtschaftsbeziehungen zwischen 16 fiktiven Personen in schriftlicher Form zur Verfügung gestellt. Anschließend wurden den Paaren mehrere Fragen zu weiteren Verwandtschaftsbeziehungen gestellt, die zu ihrer Beantwortung sowohl die Anwendung beider zur Verfügung gestellter Informationsbestände als auch die Erschließung zusätzlicher Informationen erforderten. Eine erfolgreiche Bearbeitung der Fragen setzte damit die Kooperation der beteiligten Partner voraus.

Während der Bearbeitung der Probleme hatten die Paare kooperativ Begriffsnetze zu konstruieren, um die zur Verfügung gestellten und erschlossenen Informationen zu den in Frage stehenden Verwandtschaftsbeziehungen zu visualisieren. Mit Begriffsnetzen werden Informationen strukturgraphisch dargestellt. Die zugrundeliegende formale Struktur ist ein gegebenenfalls gerichteter Graph. Die Knoten bezeichnen Begriffe, die Kanten Beziehungen zwischen den Begriffen im betrachteten Gegenstandsbereich. Im Falle dieser Untersuchung korrespondieren die Knoten mit den Namen der verschiedenen fiktiven Personen und die Kanten mit Verwandtschaftsbeziehungen zwischen diesen Personen. Abbildung 1 zeigt, wie die zur Verfügung gestellten Informationen zum ersten Problem mit Hilfe eines Begriffsnetzes veranschaulicht werden können.

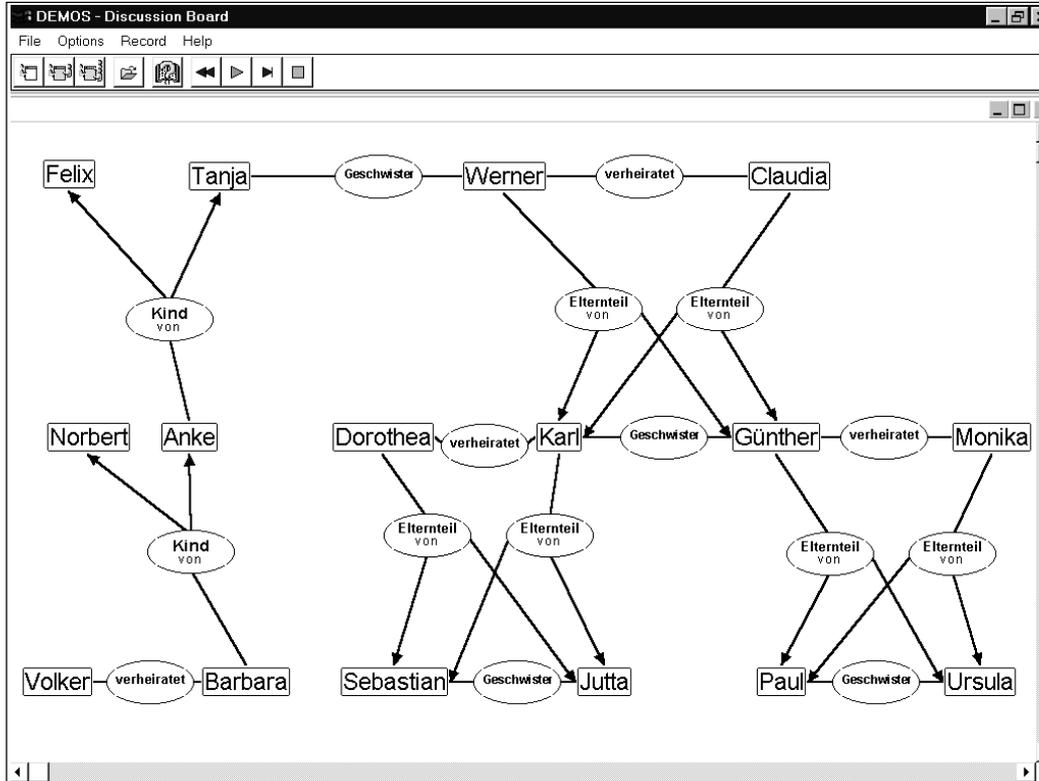


Abbildung 1: Die Veranschaulichung von Informationen mit einem Begriffsnetz.

Für jedes Problem wurde die Korrektheit der Bearbeitung (Problemlöseeffektivität) und die Bearbeitungszeit erfaßt (Problemlöseeffizienz). Die Korrektheit der Bearbeitung wurde nach der folgenden, von Funke (1992) vorgeschlagenen Gleichung bestimmt:

$$\text{Korrektheit} = (\text{Anzahl richtiger Beziehungen} - \text{Anzahl falscher Beziehungen}) / \text{maximale Anzahl richtiger Beziehungen}$$

Um die Konstruktion von Begriffsnetzen mit Papierkarten zu erleichtern, wurden die Namen der verschiedenen fiktiven Personen, die in den Problemen genannt waren, sowie alle bedeutsamen Verwandtschaftsbeziehungen auf Papierkarten zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus wurden Papierkarten mit ungerichteten und gerichteten Linien unterschiedlicher Länge bereitgestellt, mit denen die verschiedenen fiktiven Personen entsprechend ihrer Verwandtschaftsverhältnisse in Beziehung gesetzt werden konnten. Von jeder Karte lagen mehrere Exemplare vor.

Das verwendete Rechnerwerkzeug zur kooperativen Konstruktion von Begriffsnetzen wurde an der Universität Duisburg entwickelt (Tewissen, 1996). Damit können Begriffsnetze von verschiedenen Rechnern aus kooperativ Schritt für

Schritt in einem gemeinsamen Arbeitsbereich konstruiert, erweitert und verändert werden. Verschiedene Begriffe und mögliche Beziehungen zwischen Begriffen können bereits vorgegeben oder zum Zeitpunkt der Konstruktion von den Benutzern eingeführt werden. Der Zugriff auf vorgegebene Begriffe und Beziehungen erfolgt über Menüeinträge. Vollständige Begriffsnetze sowie Ausschnitte von Begriffsnetzen lassen sich verschieben, vervielfachen und löschen. Konstruierte Begriffsnetze lassen sich speichern und später wieder einlesen. Darüber hinaus kann die Abfolge der Konstruktionsschritte aufgezeichnet und einer Analyse zugänglich gemacht werden. Wie im Falle der Papierkarten, so wurden auch innerhalb des Rechnerwerkzeugs die Namen der verschiedenen fiktiven Personen sowie alle bedeutsamen Verwandtschaftsbeziehungen über Menüeinträge vorgegeben. Zu Beginn der Untersuchung wurde den Paaren Gelegenheit gegeben, die Handhabung der bereitgestellten Werkzeuge zur Erstellung von Begriffsnetzen zu üben.

3 Ergebnisse

3.1 Problemlöseeffektivität

Mit Blick auf die Korrektheit der Problembearbeitungen zeigt Tabelle 1 die Ergebnisse einer dreifaktoriellen Varianzanalyse Problem x Werkzeug x soziale Präsenz mit Meßwiederholung auf dem Faktor Problem. Die Mittelwerte der Korrektheit unter allen vier Untersuchungsbedingungen sind in Abbildung 2 angegeben.

Quelle der Varianz	df	F
Problem	1, 36	10.57**
Werkzeug	1, 36	1.09
Soziale Präsenz	1, 36	0.40
Problem x Werkzeug	1, 36	3.63
Problem x Soziale Präsenz	1, 36	0.00
Werkzeug x Soziale Präsenz	1, 36	1.89
Problem x Werkzeug x Soziale Präsenz	1, 36	0.02

Tabelle 1: Varianzanalyse für die Problemlöseeffektivität.¹

¹ Anmerkung: ** $p < .01$.

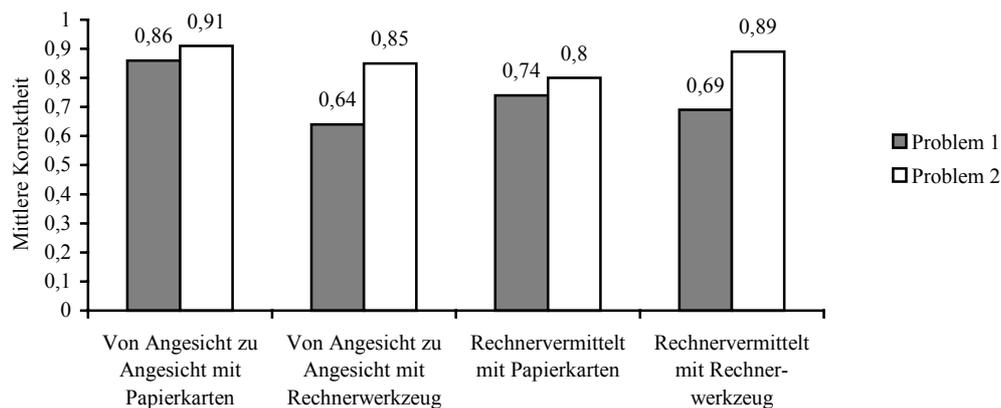


Abbildung 2: Die Mittelwerte der Korrektheit der Bearbeitungen beider Probleme.

Hinsichtlich der Korrektheit erweist sich der Meßwiederholungsfaktor Problem als statistisch bedeutsam. Unter allen Untersuchungsbedingungen konnte vom ersten zum zweiten Problem eine Zunahme der mittleren Korrektheit beobachtet werden. Während die mittlere Korrektheit in den beiden Bedingungen mit Papierkarten lediglich um 5% beziehungsweise 6% anstieg, betrug die Zunahme in den beiden Bedingungen mit Rechnerwerkzeug 21% beziehungsweise 20%. Die damit angesprochene Wechselwirkung zwischen dem Meßwiederholungsfaktor Problem und dem Faktor Werkzeug verfehlt die statistische Bedeutsamkeit nur knapp.

3.2 Problemlöseeffizienz

Mit Blick auf die Bearbeitungszeiten beider Probleme zeigt Tabelle 2 die Ergebnisse einer dreifaktoriellen Varianzanalyse Problem x Werkzeug x soziale Präsenz mit Meßwiederholung auf dem Faktor Problem. Die Mittelwerte der Bearbeitungszeiten unter allen vier Untersuchungsbedingungen sind in Abbildung 3 angegeben.

Quelle der Varianz	df	F
Problem	1, 36	163.59**
Werkzeug	1, 36	0.08
Soziale Präsenz	1, 36	8.48**
Problem x Werkzeug	1, 36	11.28**
Problem x Soziale Präsenz	1, 36	1.05
Werkzeug x Soziale Präsenz	1, 36	10.68**
Problem x Werkzeug x Soziale Präsenz	1, 36	0.05

Tabelle 2: Varianzanalyse für die Problemlöseeffizienz.²

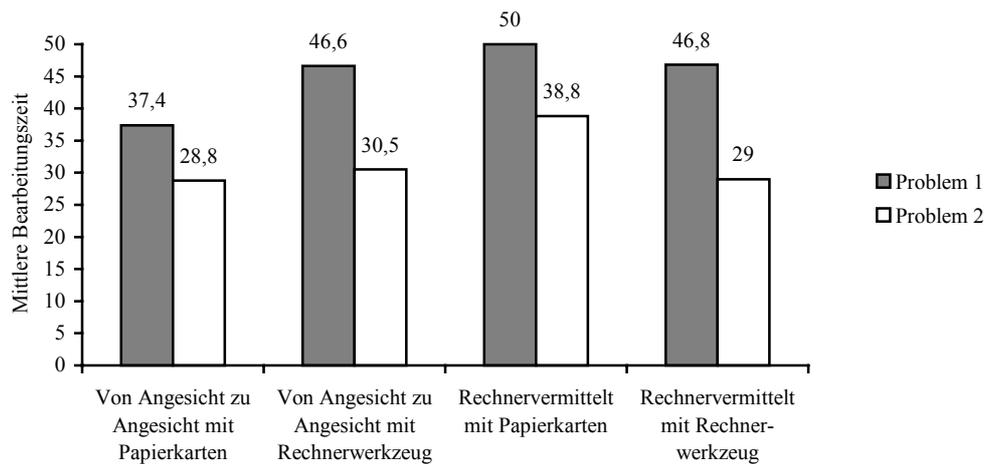


Abbildung 3: Die Mittelwerte der Bearbeitungszeiten beider Probleme in Minuten.

Auch hinsichtlich der Bearbeitungszeit erweist sich der Meßwiederholungsfaktor als statistisch bedeutsam. Unter allen Untersuchungsbedingungen konnte eine Abnahme in der mittleren Bearbeitungszeit vom ersten zum zweiten Problem beobachtet werden. Bei Nutzung des Rechnerwerkzeugs war diese Abnahme deutlich stärker, als bei Verwendung von Papierkarten (vgl. Abbildung 4). Diese Beobachtung spiegelt sich in einer statistisch bedeutsamen Wechselwirkung zwischen

² Anmerkung: ** $p < .01$.

dem Meßwiederholungsfaktor Problem und dem Faktor Konstruktionswerkzeug wider.

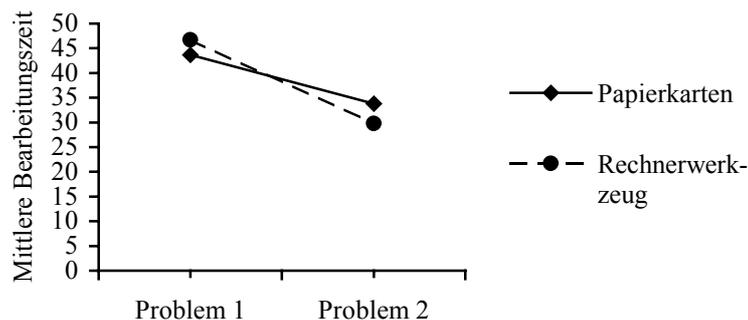


Abbildung 4: Die Wechselwirkung zwischen Problem und Werkzeug.

Darüber hinaus erweisen sich der Faktor soziale Präsenz sowie die Wechselwirkung zwischen den Faktoren Konstruktionswerkzeug und soziale Präsenz als statistisch bedeutsam. Waren die Begriffsnetze mit Papierkarten aufzubauen, gelang dies im Mittel von Angesicht zu Angesicht schneller, als durch rechnervermittelte Kooperation (vgl. Abbildung 5). Waren die Begriffsnetze dagegen mit dem Rechnerwerkzeug zu konstruieren, machte es im Mittel keinen Unterschied, ob die Kooperation von Angesicht zu Angesicht oder rechnervermittelt erfolgte.

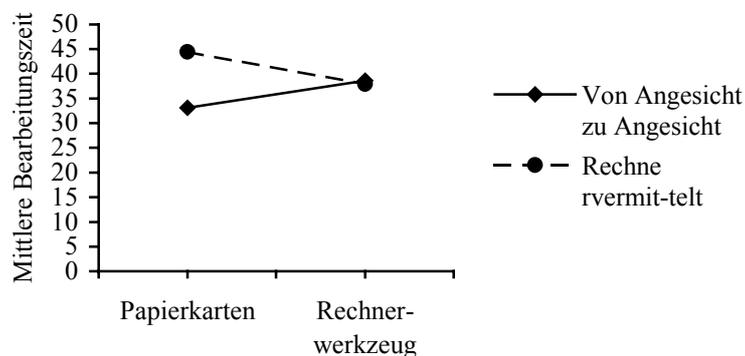


Abbildung 5: Die Wechselwirkung zwischen Werkzeug und sozialer Präsenz.

4 Diskussion

Im Mittelpunkt der vorliegenden Untersuchung stand die Frage, welchen Einfluß die soziale Präsenz der Kooperationspartner und das verwendete Problemlösewerkzeug auf die Effektivität und Effizienz kooperativer Problemlöseleistungen haben. Die kooperative Bearbeitung von zwei Problemen erfolgte auf der Grundlage der Konstruktion von Begriffsnetzen, mit denen gemeinsame Visualisierungen vorgenommen wurden. Variiert wurde zum einen, ob das kooperative Problemlösen von Angesicht zu Angesicht oder rechnervermittelt unter Nutzung eines Videokonferenzsystems erfolgte, und zum anderen, ob die Begriffsnetze mit Papierkarten oder mit einem Rechnerwerkzeug erstellt wurden.

Hinsichtlich der Problemlöseeffektivität konnten keine statistisch bedeutsamen Unterschiede zwischen den verschiedenen Untersuchungsbedingungen beobachtet werden. Entgegen unseren Erwartungen verlief kooperatives Problemlösen von Angesicht zu Angesicht im Mittel nicht effektiver als kooperatives Problemlösen mit Videokonferenzsystemen. Vielleicht führt die Reduzierung der zur Verfügung stehenden Informationskanäle durch Videokonferenzsysteme zu keiner Verringerung der Problemlöseeffektivität, wenn stark strukturierte Probleme kooperativ zu bearbeiten sind, wie es in der vorliegenden Untersuchung der Fall war. Sind eher offene und schwach strukturierte Probleme kooperativ zu bearbeiten, wie zum Beispiel bei Bronner (1997), ist möglicherweise ein reichhaltiger Austausch sowohl verbaler als auch non-verbaler Informationen erforderlich, um die notwendigen Koordinations- und Abstimmungsleistungen zu gewährleisten.

Wie erwartet, erfolgte die kooperative Konstruktion von Begriffsnetzen mit Papierkarten im Mittel genau so effektiv wie mit dem Rechnerwerkzeug. Dabei nahm die Problemlöseeffektivität bei Verwendung des Rechnerwerkzeugs vom ersten zum zweiten Problem hin deutlich zu, was auf die erwartete zunehmende Beherrschung des Rechnerwerkzeugs hinweist.

Hinsichtlich der Problemlöseeffizienz ergab sich, daß die kooperative Bearbeitung der Probleme von Angesicht zu Angesicht im Mittel signifikant schneller erfolgte als mit Videokonferenzsystemen. Dabei kam es zu einer statistisch bedeutsamen Wechselwirkung zwischen der sozialen Präsenz und dem Problemlösewerkzeug: die kooperative Konstruktion der Begriffsnetze erfolgte von Angesicht zu Angesicht nur dann schneller als mit Videokonferenzsystemen, wenn die Begriffsnetze mit Papierkarten zu erstellen waren. Waren die Begriffsnetze dagegen mit dem Rechnerwerkzeug zu konstruieren, wurde dafür im Mittel von Angesicht zu Angesicht genau so viel Zeit benötigt wie mit Videokonferenzsystemen. Inwieweit auch offene und schwach strukturierte Probleme von Angesicht zu Angesicht so-

wie mit Videokonferenzsystemen gleichermaßen effizient bearbeitet werden können, muß an dieser Stelle unbeantwortet bleiben.

Wie erwartet konnte darüber hinaus eine statistisch bedeutsame Wechselwirkung zwischen dem Problemlösewerkzeug, mit dem die Begriffsnetze zu erstellen waren, und den zu bearbeitenden Problemen beobachtet werden: die Problemlöseeffizienz stieg bei Verwendung des Rechnerwerkzeugs vom ersten zum zweiten Problem hin stärker an als bei Verwendung der Papierkarten. Bereits das zweite Problem wurde im Mittel mit dem Rechnerwerkzeug schneller bearbeitet als mit Papierkarten.

Damit ergibt sich vor dem Hintergrund der vorliegenden Untersuchung folgendes Gesamtbild. Kooperatives Problemlösen auf der Grundlage der gemeinsamen Konstruktion von Begriffsnetzen kann in vernetzten, multimedialen Rechnerumgebungen genau so effektiv und effizient verlaufen, wie kooperatives Problemlösen von Angesicht zu Angesicht. Die Verwendung von Rechnerwerkzeugen zur kooperativen Erstellung von Begriffsnetzen dürfte letztlich, nachdem das notwendige Bedienungswissen vollständig erworben wurde, sogar zu effizienteren Problemlöseleistungen führen als die Verwendung herkömmlicher Werkzeuge.

Gleichzeitig geht mit dem Einsatz von Rechnerumgebungen eine Erweiterung der verfügbaren Funktionalität einher. So bringt die Verwendung von vernetzten, multimedialen Rechnerumgebungen eine deutlich höhere Flexibilität in räumlicher und zeitlicher Hinsicht mit sich als gewöhnliche Anordnungen zum kooperativen Problemlösen. Im Gegensatz zu herkömmlichen Werkzeugen zur Erstellung von Begriffsnetzen stellen Rechnerwerkzeuge darüber hinaus zusätzliche Möglichkeiten bereit, Begriffsnetze schrittweise gemeinsam zu entwickeln und zu modifizieren sowie zu dokumentieren und weiter zu verarbeiten.

Die zunehmende Ausnutzung solcher Vorteile vernetzter, multimedialer Rechnerumgebungen durch virtuelle Gruppen muß damit weder zu Lasten der Problemlöseeffektivität noch der Problemlöseeffizienz gehen. Angesichts der Tatsache, daß die Forschung zum Problemlösen in virtuellen Gruppen noch am Anfang steht, kann vielmehr die Hoffnung geäußert werden, daß letztlich Werkzeuge entwickelt werden können, die das kooperative Problemlösen in virtuellen Gruppen – zumindest in bestimmten Problembereichen - effektiver und effizienter werden lassen als das kooperative Problemlösen in herkömmlichen Anordnungen.

5 Literatur

- Baker, M.; Lund, K. (1996): Flexibly structuring the interaction in a CSCL environment. In: Brna, P.; Paiva, A.; Self, J. (Eds.): *Proceedings of the European Conference on Artificial Intelligence in Education*. Lissabon: Colibri, S. 401-407.
- Bodemer, D. (1998). *Direkte und rechnervermittelte, kooperative Konstruktion von Begriffsnetzen* (Unveröffentlichte Diplomarbeit). Freiburg: Psychologisches Institut der Universität.
- Bronner, R. (1997): Kommunikationsbedingungen und Entscheidungseffizienz – Ergebnisse einer experimentellen Untersuchung. *Zeitschrift für Führung und Organisation*, Vol. 2, S. 82-88.
- Daft, R. L.; Lengel, R. H.; Trevino, R. K. (1987): Message equivocality, media selection, and manager performance: Implications for information systems. *MIS Quarterly*, Vol. 11, S. 355-366.
- Fischer, F.; Bruhn, J.; Gräsel, C.; Mandl, H. (1998): *Strukturangebote für die gemeinsame Wissenskonstruktion beim kooperativen Lernen* (Forschungsbericht Nr. 97). München: Institut für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie der Ludwig-Maximilians-Universität.
- Funke, J. (1992): *Wissen über dynamische Systeme: Erwerb, Repräsentation und Anwendung*. Berlin: Springer Verlag.
- Hesse, F. W.; Garsoffky, B.; Hron, A. (1997): Interface-Design für computerunterstütztes kooperatives Lernen. In: Günther, W.; Mandl, H. (Hrsg.): *Telelearning – Aufgabe und Chance für Bildung und Gesellschaft*. Bonn: Telekom Multimedia Systemhaus, S. 130-145.
- Hron, A.; Hesse, F. W.; Reinhard, P.; Picard, E. (1997): Strukturierte Kooperation beim computerunterstützten kollaborativen Lernen. *Unterrichtswissenschaft*, Vol. 25, S. 56-69.
- Jüngst, K. L. (1992): *Lehren und Lernen mit Begriffsnetzdarstellungen*. Frankfurt: Afra Verlag.
- Kerres, M. (1998): *Multimediale und telemediale Lernumgebungen*. München: Oldenbourg Verlag.
- Novak, J. D. (1990): Concept mapping: A useful tool for science education. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 27, S. 937-949.
- Plötzner, R.; Hoppe, H. U.; Fehse, E.; Nolte, C.; Tewissen, F. (1996): Model-based design of activity spaces for collaborative problem solving and learning. In Brna, P.; Paiva, A.; Self, J. (Eds.): *Proceedings of the European Conference on Artificial Intelligence in Education*. Lissabon: Colibri, S. 372-378.
- Roschelle, J.; Teasley, S. (1995): The construction of shared knowledge in collaborative problem solving. In: O'Malley, C. E. (Ed.): *Computer-supported collaborative learning*. Berlin: Springer Verlag, S. 69-97.
- Streitz, N. A. (1985): Kognitionspsychologische Aspekte der Gestaltung von Dialogstrukturen bei interaktiven Lehr-Lern-Systemen. In: Mandl, H.; Fischer, P. M. (Hrsg.): *Lernen im Dialog mit dem Computer*. München: Urban und Schwarzenberg, S. 54-67.
- Tewissen, F. (1996): *Begriffsnetze als Basis für ein System zur kooperativen Lösung physikalischer Aufgabenstellungen* (Unveröffentlichte Staatsexamensarbeit). Duisburg: Fachbereich für Mathematik und Informatik an der Universität Duisburg.