

Kreative Zusammenarbeit im digitalen Wandel: Eine empirische Studie zur Gestaltung und Nutzung interaktiver Tische für kollaborative Design- und Brainstorming-Aufgaben

Magdalena MATEESCU¹, Carmen ZAHN¹, Daniel KLINKHAMMER², Oliver RACK¹,
Harald REITERER²

¹ *Institut für Kooperationsforschung- und Entwicklung (IfK), FHNW
Riggenbachstrasse 16, CH-4600 Olten*

² *Informatik & Informationswissenschaft, Universität Konstanz
Universitätsstrasse 10, D -78457 Konstanz*

Kurzfassung: Im vorliegenden Beitrag werden verschiedene Gestaltungsvarianten für interaktive Multitouch-Tische in ihrem Einfluss auf die dyadische Teamarbeit in Design- und Brainstorming-Aufgaben untersucht. Vier Varianten eines interaktiven Tisches unterschieden sich dadurch, wie sie durch individuelle Arbeitsbereiche vorstrukturiert waren (entweder am Tisch fixiert, verschiebbar oder mobil). In einer experimentellen Studie mit 160 Teilnehmenden wurden die verschiedenen Varianten hinsichtlich ihrer Einflüsse auf kollaborative Prozesse und den Erfolg der Zusammenarbeit verglichen und einer Kontrollbedingung gegenübergestellt. Die Kontrollbedingung enthielt keine individuellen Arbeitsbereiche. Die Ergebnisse von multivariaten Regressionsanalysen zeigen signifikante Effekte der Arbeitsplatzstrukturierung (fixierte, verschiebbare, mobile vs. keine individuelle Arbeitsbereiche) und des Aufgabentyps (Design vs. Brainstorming) auf kollaborative Prozesse und den Erfolg der dyadischen Zusammenarbeit: (1) Individuelle Arbeitsbereiche bewirkten einen positiven Einfluss auf kollaborative Prozesse und den Erfolg der Zusammenarbeit. (2) Individuelle Arbeitsbereiche haben ein höheres Potential für die Lösung von Brainstorming- verglichen mit Design-Aufgaben.

Schlüsselwörter: Multitouch-Tisch, Arbeitsplatzstrukturierung, Aufgabentyp, kollaborative Prozesse

1. Einführung

In Zeiten fortschreitender Digitalisierung der Arbeitswelt durch Medientechnologien entstehen neue Potentiale für computerunterstützte Teamarbeit. Zum Beispiel ermöglichen digitale Multi-Touch-Tische (so genannte Tabletops) neue Interaktionsformen, die sich besser für eine kreative Zusammenarbeit und den Wissensaustausch eignen als die Interaktion an klassischen PCs. Positive Auswirkungen auf Gruppen- und Teamprozesse werden vor allem damit erklärt, dass sich anhand von Tabletops traditionelle Formen der Zusammenarbeit (z.B. sich um einen Tisch versammeln) als auch digitale Datenverarbeitung (z.B. gleichzeitige Bearbeitung derselben Dokumente durch mehrere Nutzer) verbinden lassen (Rogers & Lindley, 2004). Um die Potenziale von Tabletops in der Praxis für verbesserte Teamprozesse nutzen zu können, ist es jedoch notwendig, den Einfluss der

Mediengestaltung auf sozial-kognitive Prozesse der Zusammenarbeit detailliert zu verstehen (vgl. Dillenbourg & Evans 2011; Rogers & Lindley, 2004). Arbeitsplatzstrukturierung stellt ein wichtiges Element der Mediengestaltung dar.

2. Nutzung interaktiver Tische für kollaborative Design- und Brainstorming-Aufgaben

Die Gestaltung von Arbeitsplätzen ist bedeutsam für Gruppen- oder Teamleistungen: Sie beeinflusst wie Arbeit durchgeführt wird (Suchman, 1998) sowie die Kommunikations- und Interaktionsqualität in Teams und das Team-Bewusstsein (Gergle, Kraut & Fussell, 2013; Knight & Baer, 2014). Teamprozesse, wie Kommunikation und Interaktion, wiederum spielen eine wichtige Rolle für die Teamleistung (siehe Mathieu et al., 2008). Verschiedene Ansätze zur Arbeitsplatz-Gestaltung im Kontext interaktiver Tische weisen darauf hin, dass durch strukturierende Maßnahmen (z.B. anhand von gemeinsam genutzten Tabletops in Kombination mit mobilen Geräten) Teamarbeit gefördert werden kann (Díez et al., 2014; McGrath, 2012; Oleksik, Milic-Frayling & Jones, 2013; Rädle, Jetter & Reiterer, 2013; Wallace, Scott & MacGregor, 2013). Experimentelle Studien konzentrierten sich jedoch bislang hauptsächlich darauf, Teamarbeit *mit* oder *ohne* interaktive Tabletops (Wallace, Scott & MacGregor, 2013) oder mit *verschieden großen* Tabletops (Zagermann et al., 2016) zu vergleichen. Die Forschungsfrage (1) in der hier vorgestellten Studie ist daher: Wie beeinflusst eine *unterschiedliche* Arbeitsplatzstrukturierung die kollaborative Prozesse und den Erfolg von Zusammenarbeit an einem Tabletop?

Auch auf die Bedeutung des Aufgabentyps für Gruppen- oder Teamleistungen wurde oft hingewiesen (McGrath, 1984, Mennecke & Wheeler, 1993; Hollingshead et al., 1993; Straus, 1999; Kerr & Murthy, 2009). Für die kooperative Aufgabenlösung an Tabletops wurde ein breites Spektrum verschiedener Aufgaben untersucht: von Gedächtnisspielen (Ha, et al., 2006), bis hin zu videobasierten Designaufgaben für die Kunstpädagogik (Borchers, Zahn & Hesse, 2011) und Brainstorming (Buisine et al., 2012). Da jedoch häufig nur eine Aufgabe untersucht wurde und vergleichende Analysen fehlen, ist der Einfluss verschiedener Aufgabentypen auf die Gruppenleistung aus den bisherigen Forschungen nicht ableitbar. Im vorliegenden Beitrag wird daher der Forschungsfrage (2) nachgegangen: „Wie beeinflusst der Aufgabentyp kollaborative Prozesse und das Resultat der Zusammenarbeit an einem Tabletop?“

3. Empirische Untersuchung

Die beiden Forschungsfragen (vgl. 2) wurden in einer experimentellen Studie in einem zweifaktoriellen Between-Subject Design (s. Abb. 1 und Abb. 2) untersucht: Variiert wurden die Faktoren Arbeitsplatzstrukturierung (mobile, verschiebbar, fix vs. keine individuelle Arbeitsbereiche) und Aufgabentyp (Design vs. Brainstorming). Die individuellen Arbeitsbereiche wurden in Form von Tablets realisiert.

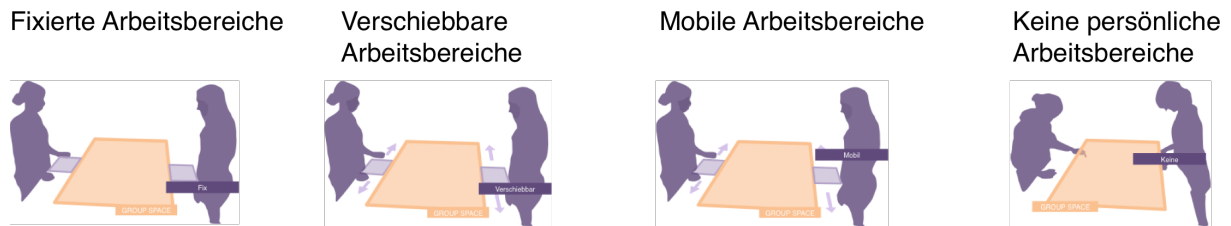


Abbildung 1: Experimentelle Bedingungen: Arbeitsplatzstrukturierung: fixierte, bewegliche, mobile und keine persönliche Arbeitsbereiche

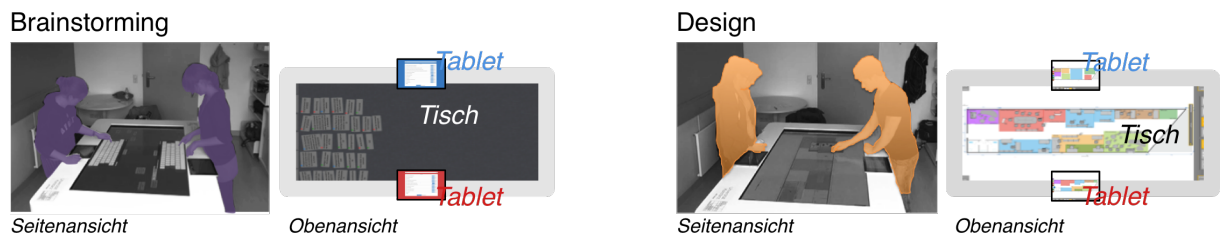


Abbildung 2: Experimentelle Bedingungen: Brainstorming- und Design-Aufgabe

3.1 Stichprobe

Insgesamt nahmen 160 Studierende (104 weiblich, Alter $M = 23,7$; $SD = 4,8$) jeweils in Zweierteams an der Studie teil. Für ihre Teilnahme erhielten sie ein kleines Honorar (20 €). Bei der Registrierung wurden die Teilnehmenden randomisiert einer von acht experimentellen Bedingungen zugeordnet. Die Bedingungen wurden aus dem zweifaktoriellen Studiendesign abgeleitet. Abb. 1 und Abb. 2 zeigen die acht experimentellen Bedingungen.

3.2 Durchführung

Das Experiment dauerte für alle Bedingungen insgesamt zwei Stunden. Zunächst wurden die Teilnehmenden über die Ziele und die Aufgabe in der Studie informiert. Die Aufgaben unterschieden sich je nach Versuchsbedingung: In der Design-Aufgabe wurden die Teilnehmenden gebeten, ein gemeinsames Konzept für die Ausstattung eines flexiblen Büros zu erarbeiten. In der Brainstorming-Aufgabe sollten sie Ideen für produktives Arbeiten entwickeln und die wichtigsten 6 Ideen priorisieren. Beide Aufgaben gliederten sich in zwei Phasen: Eine Phase der individuellen Ideengenerierung, gefolgt von einer kollaborativen Phase in Zweierteams. In der individuellen Phase (10 Minuten) generierten die Teilnehmenden zunächst selbstständig Ideen. Dies konnten sie je nach Versuchsbedingung direkt auf dem interaktiven Tisch (Kontrollbedingung) erledigen oder mittels eines individuellen Arbeitsbereichs. In der Kooperationsphase wurden die Teilnehmenden gebeten, zu zweit 35 Minuten lang kollaborativ an der Aufgabe weiter zu arbeiten.

3.3 Werkzeuge und Materialien

Der interaktive Tabletop basierte auf einem 65" Bildschirm. Für eine detaillierte Beschreibung siehe Klinkhammer (2011). Die Tablets (Microsoft Surface Pro 3), das entsprechend der experimentellen Bedingung verwendet wurde. Um die Lösung der Aufgaben zu unterstützen, wurden zwei Interfaces (Brainstorming- und Design-Interface) für die Zwecke dieses Experiments entwickelt.

3.4 Messung der Kollaborationsprozesse und des Ergebnisses der Zusammenarbeit

Die Effektivität der Teamprozesse wurde anhand von Videobeobachtungen der Zusammenarbeit jeder Zweiergruppe erfasst und durch trainierte Beobachter anhand eines Bewertungsschemas (adaptiert nach Meier, Spada und Rummel, 2007) eingeschätzt. 20% der Videos wurden durch einen zweiten Beobachter bewertet (Cohens $\kappa=0,91$). Für die Bewertung wurde eine 7-Likert-Skala zur Abschätzung von: (1) Aufgabenteilung, (2) Zeitmanagement, (3) technischer Koordination; (4) gegenseitigem Verständnis, (5) Dialogmanagement; (6) Informationspooling, (7) Konsensfindung verwendet (α -Cronbach=0,81). Für die Erfassung der Teamleistungen wurden die Produkte anhand folgender Qualitätsindikatoren analysiert: In der Designaufgabe wurde jede Entwurfslösung von zwei Experten auf fünf Dimensionen beurteilt (Interrater-Reliability ICC = 0,86). In der Brainstorming-Aufgabe wurde die Qualität der Lösung anhand der Indikatoren Originalität, Elaboration und Fluidität, (vgl. Schmitt et al., 2012; Deuja, et al., 2014) erfasst.

4. Ergebnisse

Um den Einfluss der Faktoren Arbeitsplatzstrukturierung und Aufgabentyp auf Teamprozesse und die Teamleistungen zu testen wurde eine schrittweise multivariate Regressionsanalyse berechnet (siehe Tabelle 1). Für den Vergleich der Leistungsindikatoren in der Design- vs. der Brainstorming-Aufgabe wurden die Daten z-skaliert. Die Qualität der Anpassung der multiplen linearen Regressionsmodelle an die Daten wurde mittels R^2 getestet (siehe Tabelle 1).

Die Ergebnisse zeigen einen deutlichen Einfluss der Faktoren Arbeitsplatzstrukturierung und Aufgabentyp (Tabelle 1). Die Nutzung der mobilen und verschiebbaren persönlichen Arbeitsbereiche wirkte sich (verglichen mit der Kontrollbedingung) positiv auf die Leistung aus ($\beta_{\text{mobile}} = 1,35$, $p < 0,05$; $\beta_{\text{verschiebbar}} = 1,51$, $p < 0,01$). Der Einfluss des Aufgabentyps auf die Leistung war ebenfalls signifikant ($\beta_{\text{design}} = 1,53$, $p < 0,05$), wobei die Leistung in der Design-Aufgabe der Leistung in der Brainstorming-Aufgabe überlegen war. Eine Analyse der Wechselwirkungen zwischen Arbeitsplatzstrukturierung, Aufgabentyp und Team-Prozessen ergab signifikante Interaktionen: Die Interaktion zwischen Arbeitsplatzstrukturierung und Aufgabentyp ($\beta_{\text{verschiebbar} * \text{design}} = -2,30$, $p < 0,01$; $\beta_{\text{mobile} * \text{design}} = -2,03$, $p < 0,05$) deutet auf einen stärker positiven Einfluss der persönlichen Arbeitsbereiche vor allem für die Brainstorming-Aufgabe hin. Auch die Qualität der Team-Prozesse scheint nur für bestimmte persönlichen Arbeitsbereiche (fixe Arbeitsbereiche) und Aufgabentyp von Bedeutung zu sein ($\beta_{\text{design} * \text{TPE}} = 1,03$, $p < 0,05$; $\beta_{\text{design} * \text{TPE}} = 1,03$, $p < 0,05$; $\beta_{\text{fix} * \text{TPE}} = 0,82$, $p < 0,10$).

5. Diskussion und Schlussfolgerung

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie liefern erste Belege dafür, dass eine *unterschiedliche* Arbeitsplatzstrukturierung und *unterschiedliche* Aufgabentypen die Qualität kollaborativer Prozesse und den Erfolg der Zusammenarbeit in Teams beeinflussen können. Unter Berücksichtigung der signifikanten Wechselwirkungen können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden: Persönliche Arbeitsbereiche

fördern das Resultat der Zusammenarbeit vor allem bei Brainstorming-Aufgaben. Beim Brainstorming bilden die individuellen Ideen die Grundlage für eine gute Teamleistung. Die Unterstützung des Individuums durch die Bereitstellung von persönlichen Arbeitsbereichen in Brainstorming-Aufgaben scheint sowohl die individuelle Phase als auch die Gruppenphase zu unterstützen. Jedoch müssen für die Lösung einer Design-Aufgabe die individuellen Ideen zunächst in eine einheitliche Designlösung integriert werden, um die Grundlage für eine hohe Gruppenleistung bilden zu können. Diese Schlussfolgerung wird auch durch die signifikanten Wechselwirkungen zwischen Aufgabentyp und Effizienz des Team-Prozesses gestützt, wobei das Resultat der Zusammenarbeit in Design-Aufgaben stärker als in Brainstorming-Aufgaben von einem effizienten Teamprozess zu profitieren scheint.

Tabelle 1: Ergebnisse der Regressionsanalyse: Einfluss persönlichen Arbeitsbereiche, Aufgabentyp und Effizienz der Teamprozesse auf Leistung. ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$, $\cdot p < 0.1$ Anmerkung: Kontrast zu Bedingungen keine persönliche Arbeitsbereiche und Brainstorming-Aufgabe; TPE = Effizienz des Teamprozesses

	Model 1	Model 2	Model 3
Verschiebbar	0,14 (0,36)	1,06* (0,52)	1,51** (0,53)
Fix	0,01 (0,35)	0,89 (0,49)	0,65 (0,48)
Mobile	0,24 (0,35)	1,32* (0,52)	1,35* (0,52)
Task	0,05 (0,24)	1,29* (0,51)	1,53* (0,60)
TPE	0,11 (0,14)	-0,39 (0,27)	-0,49 (0,30)
Verschiebbar*Task		-1,69* (0,74)	-2,38** (0,78)
Fix*Task		-1,51* (0,70)	-1,48* (0,75)
Mobile*Task		-1,81* (0,73)	-2,03* (0,78)
Verschiebbar*TPE		0,22 (0,36)	-0,23 (0,49)
Fix*TPE		0,06 (0,36)	0,82* (0,48)
Mobile*TPE		0,09 (0,39)	0,27 (0,53)
Task*TPE		0,75** (0,27)	1,03* (0,49)
Task*Verschiebbar*TPE			0,67 (0,70)
Task*Fix*TPE			-1,43* (0,70)
Task*Mobile*TPE			-0,39 (0,75)
R²	0,03	0,18	0,28
Adj, R²	-0,04	0,03	0,11
Num, Obs,	80	80	80
RMSE	1,01	0,98	0,94

Die Ergebnisse bestätigen insofern verwandte Forschungen (Díez et al., 2014; McGrath, 2012; 2013; Rädle, Jetter & Reiterer, 2013; Wallace, Scott & MacGregor, 2013; Hollingshead et al., 1993; Straus, 1999; Kerr & Murthy, 2009). Jedoch steht die Forschung zu Tabletops insgesamt noch am Anfang und auch die vorliegenden Ergebnisse sollten zusammen mit den Einschränkungen der Studie betrachtet werden: Hier wurden spezifische Formen der Arbeitsplatzstrukturierung anhand von Tablets und spezifische Aufgaben untersucht, insofern sind die gefundenen Ergebnisse nur für diese gültig und können kaum weiter generalisiert werden. Zudem handelt es sich um eine experimentelle Laborstudie, die in dem Sinn kein reales Arbeitsszenario eines realen Teams abbilden kann. Mögliche ähnliche Effekte müssten in Feldstudien weiter untersucht werden. Nichtsdestotrotz liefert die Arbeit Originaldaten aus systematischer empirischer Forschung und trägt zu den

Erkenntnissen über die Einflüsse der Mediengestaltung auf kollaborative Prozesse bei. Sie liefert erste praxisrelevante Hinweise auf die Gestaltung von Tabletops und von Computerschnittstellen für Gruppen.

6. Literatur

- Borchers, M., Mock, P., Zahn, C., Edelmann, J. & Hesse, F.W. (2013). Supporting School Class Visits to Fine Arts Museums in the 21st Century: A CSCL Approach for a Multitouch Table Based Video Tool (full paper). In: N. Rummel, M. Kapur, N. Mitchell & Putambekar, S. *To see the world and a grain of sand: Learning Across Levels of Space, Time and Scale. Proceedings of the 10th International Conference of Computer Supported Learning.*
- Buisine, S., Besacier, G., Aoussat, A., & Vernier, F. (2012). How do interactive tabletop systems influence collaboration? *Computers in Human Behavior*, 28(1), 49-59
- Deuja, A., Kohn, N. W., Paulus, P. B., & Korde, R. M. (2014). Taking a broad perspective before brainstorming. *Group Dynamics: Theory, Research, and Practice*, 18(3), 222-236
- Díez, D., Tena, S., Romero-Gomez, R., Díaz, P., & Aedo, I. (2014). Sharing your view: A distributed user interface approach for reviewing emergency plans. *International Journal of Human-Computer Studies*, 72(1), 126-139.
- Dillenbourg, P., & Evans, M. (2011). Interactive tabletops in education. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning* 6 (4). 491-514.
- Gergle, D., Kraut, R. E., & Fussell, S. R. (2013). Using visual information for grounding and awareness in collaborative tasks. *Human-Computer Interaction*, 28(1), 1-39
- Ha, V., Inkpen, K. M., Mandryk, R. L., & Whalen, T. (2006). Direct intentions: The effects of input devices on collaboration around a tabletop display. In *Proceedings on the first IEEE international workshop on horizontal interactive human-computer systems (TABLETOP '06)* (pp. 8-pp)
- Hollingshead, A. B., Mcgrath, J. E., & O'Connor, K. M. (1993). Group task performance and communication technology: A longitudinal study of computer-mediated versus face-to-face work groups. *Small Group Research*, 24(3)
- Knight, P., & Baer, M. (2014). Get up, stand up: The effects of a non-sedentary workspace on information elaboration and group performance. *Social Psychological and Personality Science*.
- Mathieu, J., Maynard, T., Rapp, T., & Gilson, L. (2008). Team effectiveness 1997-2007: A review of recent advancements and a glimpse into the future. *Journal of Management*, 34(3)
- McGrath, J. E. (1984). *Groups: Interaction and performance*. Prentice-Hall Englewood Cliffs, NJ
- McGrath, W., Bowman, B., McCallum, D., Hincapié-Ramos, J. D., Elmquist, N., & Irani, P. (2012). Branch-explore-merge: Facilitating real-time revision control in collaborative visual exploration. In *ITS '12: Proceedings of the 2012 ACM Int. Conference on Interactive Tabletops and Surfaces*.
- Meier, Spada, & Rummel. (2007). A rating scheme for assessing the quality of computer-supported collaboration processes. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 2(1).
- Mennecke, B. E., & Wheeler, B. C. (1993, January). Tasks matter: Modeling group task processes in experimental CSCW research. In *System Sciences, 1993, Proceeding of the Twenty-Sixth Hawaii International Conference* (Vol. 4, pp. 71-80). IEEE.
- Rädle, R., Jetter, H. -C., & Reiterer, H. (2013). TwisterSearch: A distributed user interface for collaborative web search. In *Distributed User Interfaces: Usability and Collaboration* (pp. 53-67). Springer London.
- Rogers, Y., & Lindley, S. (2004). Collaborating around vertical and horizontal large interactive displays: Which way is best? *Interacting with Computers*, 16(6), 1133-1152.
- Schmitt, L., Buisine, S., Chaboissier, J., Aoussat, A., & Vernier, F. (2012). Dynamic tabletop interfaces for increasing creativity. *Computers in Human Behavior*, 28(5)
- Suchman, L. (1998). Constituting shared workspaces. In Y. Engeström & D. Middleton (Eds.), *Cognition and Communication at Work* (pp. 35-60). Cambridge: Cambridge University Press
- Wallace, J. R., Scott, S. D., & MacGregor, C. G. (2013). Collaborative sensemaking on a digital tabletop and personal tablets: Prioritization, comparisons, and tableaux. *CHI '13*
- Zagermann, J., Pfeil, U., Rädle, R., Jetter, H. -C., Klokmoose, C., & Reiterer, H. (2016). When tablets meet tabletops: The effect of tabletop size on around-the-table collaboration with personal tablets. In *CHI '16: Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*.

Danksagung: Die Studie wurde gefördert durch den Schweizer Nationalfonds (SNF)
Projektnummer: 100014_152590