

Universität Konstanz
FB Informatik und Informationswissenschaft
Master-Studiengang Information Engineering

Masterarbeit

Evaluierung des Einflusses von Interaktionstechniken auf kollaborative Designprozesse bei Tabletop-Anwendungen

zur Erlangung des akademischen Grades eines Master of Science (M.Sc.)

Studienfach: Information Engineering

Schwerpunkt: Interactive Systems

Themengebiet: Human-Computer Interaction

von

Paula Erdös

(01/667629)

Erstgutachter: Prof. Dr. Harald Reiterer

Zweitgutachter: Prof. Dr. Tobias Schreck

Betreuer: Daniel Klinkhammer M.Sc.

Einreichung: 22.09.2014

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	6
1 Einleitung	9
2 Related Work	11
2.1 Das Input-Process-Output Modell.....	11
2.1.1 Das Input-Process-Output Framework von Hackman und Morris.....	12
2.1.2 Das Input-Process-Output Framework von Pinsonneault und Kraemer .	14
2.1.3 Das Input-Process-Output Framework von Kraut	16
2.1.4 Vergleich der vorgestellten Input-Process-Output Frameworks	17
2.1.5 Eine Synthese und Erweiterung der existierenden IPO Frameworks	20
2.2 Mentale Modelle	25
3 Empirische Studie	26
3.1 Studiensetting	26
3.1.1 Stichprobenbeschreibung	27
3.1.2 Studienbedingungen und Aufgabenstellung	28
3.1.3 Hardware.....	29
3.1.4 Studienablauf.....	30
3.2 Studienvarianten	32
3.3 Die Studie im Input-Process-Output Kontext	33
3.3.1 Individualebene	33
3.3.2 Gruppenebene	34
3.3.3 Aufgabenebene	34
3.3.4 Technologieebene	35
3.4 Software und Interface	36
3.4.1 Das Zonentool	37
3.4.2 Das Möbeltool	38

4	Messung des Kollaborationsprozesses und –outputs.....	40
4.1	Übersicht über die erhobenen Daten	40
4.2	Video Coding mit Noldus Observer XT 11.5	42
4.2.1	Einführung in Noldus Observer XT.....	42
4.2.2	Überblick über die Noldus Observer XT 11.5 Software	43
4.2.3	Synchronisation der Daten.....	45
4.2.4	Videokodierung im Input-Process-Output Kontext.....	46
4.2.5	Codingschema und Kodierung	47
4.3	Logging am Tabletop	51
4.3.1	Das Tabletop System.....	51
4.3.2	Geloggte Daten	52
4.3.3	Logging im Input-Process-Output Kontext.....	53
4.4	Visualisierung der Interaktionen – RoomVis.....	54
4.4.1	Motivation.....	55
4.4.2	Interfacedesign – RoomVis	56
4.4.3	Technische Umsetzung.....	66
4.4.4	RoomVis im Input-Process-Output Kontext.....	67
4.5	Fragebögen.....	68
4.5.1	Messung von personenbezogenen Daten	69
4.5.2	Messung der innenarchitektonischen Kenntnisse	69
4.5.3	Messung von geteilten mentalen Modellen (<i>shared mental models</i>)	69
4.5.4	Messung des Umgangs mit Technik	70
4.5.5	Teamworkfragebogen	71
4.5.6	System Usability Scale Fragebogen	71
4.5.7	Expertenfragebogen zur Bewertung der Gruppenresultate.....	72
4.5.8	Fragebögen im Input-Process-Output Kontext.....	73

5	Auswertung und Ergebnisse	75
5.1	Messinstrumente	75
5.2	Kontrollierte Inputvariablen	77
5.3	Auswertung des Outputs	80
5.3.1	Auswertung der Individualebene des Outputs	80
5.3.2	Auswertung der Gruppenebene des Outputs	82
5.3.3	Auswertung der Aufgabenebene des Outputs	85
5.3.4	Zusammenfassung der Outputauswertung	86
5.4	Auswertung des Prozesses	87
5.4.1	Auswertung der sozialen Prozesse	87
5.4.2	Auswertung der Aufgabenprozesse	90
5.4.3	Zusammenfassung der Prozessauswertung	98
6	Diskussion	100
7	Fazit	107
8	Ausblick	108
	Literaturverzeichnis	109
	Abbildungsverzeichnis	112
	Tabellenverzeichnis	115
	Anhang	116
A.	Design Brief	116
B.	Vorbefragung 1 – Fragen zur Person	124
C.	Vorbefragung 2 – Kenntnisse in der Innenarchitektur	125
D.	Vorbefragung 3 – Mentales Modell	126
E.	Nachbefragung 1 – Mentales Modell	129
F.	Nachbefragung 2 - Einschätzungen der technischen Unterstützung	135
G.	Nachbefragung 3 – Teamwork Fragebogen	137
H.	Nachbefragung 4 – System Usability Scale (SUS)	141
I.	Expertenfragebogen - Bewertung der Lösung	142

Zusammenfassung

Diese Masterarbeit stellt ein Framework vor, das für die Evaluation von Kollaboration am Tabletop ausgelegt ist. Bisher existiert kein ganzheitliches Framework für Evaluationen am Tabletop, da jede Evaluation einen anderen Schwerpunkt setzt und die Studien untereinander daher nur schwer vergleichbar sind. Aus dem Grund, dass die Evaluation von Kollaboration viele Aspekte berücksichtigen muss, ist es notwendig einen systematischen Ansatz zu wählen, um der Evaluation eine Struktur zu geben. Damit wird sichergestellt, dass keine wichtigen Aspekte vergessen werden. Gleichzeitig wird es dadurch möglich, effektiver und effizienter Evaluationsstudien zu planen und durchzuführen.

Das hier vorgestellte Framework basiert auf dem etablierten Input-Process-Output Modell, welches den Vorgang der Kollaboration in seine gleichnamigen Teile aufschlüsselt – den Input, den (Kollaborations-) Prozess selbst und den Output. Jeder Teil beinhaltet dabei Faktoren, die für die entsprechende Phase von Bedeutung sind. Zusätzlich zeigt diese Arbeit, welche Methoden verwendet werden können, um die einzelnen Faktoren messbar zu machen.

Anhand des Input-Process-Output Modells (*IPO*) wurden in einer Studie verschiedene Faktoren der Kollaboration evaluiert. Der *Input* dieser Studie definierte sich dabei aus dem designspezifischen Aufgabentyp und der Tabletop-Technologie, die hierfür verwendet wurde. Die Teilnehmer sollten mit Hilfe einer Tabletop-Anwendung ein Flexible-Office-Raumkonzept entwerfen, wobei zwei verschiedene Varianten der Anwendung zum Einsatz kamen, welche sich im Umfang ihrer Funktionalität unterschieden.

Um den Kollaborationsprozess zu evaluieren, wurden verschiedene Methoden verwendet, die zur Betrachtung unterschiedlicher Perspektiven der Zusammenarbeit dienen. Zum einen wurde die Studie per Video aufgezeichnet und anschließend per Video-Kodierungssoftware analysiert, zum anderen wurden alle Interaktionen auf dem Tabletopsystem geloggt, was eine anschließende Visualisierung ermöglichte. Die eigens für diese Studie implementierte *RoomVis* Visualisierung vereint die Daten der Video-Kodierung und der Tabletopinteraktionen in einer übersichtlichen Zeitachsen Darstellung. Zusätzlich wurde eine weitere Prozessvariable durch einen Teamworkfragebogen gemessen, welcher die subjektive Meinung der Teilnehmer zur Zusammenarbeit festhielt.

Die letzte Kategorie des Input-Process-Output Frameworks entspricht dem *Output*, welcher durch zwei weitere Fragebögen und durch eine Expertenbewertung hinsichtlich der Qualität der Gruppenresultate evaluiert wurde. Einer der Fragebögen maß die Benutzerfreundlichkeit des Tabletopsystems und die damit zusammenhängende Zufriedenheit der Probanden. Die letzte gemessene Output-Variable bilden die geteilten mentalen Modelle, welche ebenfalls durch Fragebögen festgehalten wurden.

Die Auswertung der Daten hat ergeben, dass die Homogenisierung von mentalen Modellen durch die erhöhte Interfacefunktionalität in der Experimentalbedingung stärker gefördert wird. Zudem haben Probanden in dieser Bedingung signifikant bessere Ergebnisse produziert und akkuratere mentale Modelle von ihrer Lösung gehabt. Es hat sich auch gezeigt, dass die erhöhte Interfacefunktionalität positiven Einfluss auf die Anzahl der gemachten Interaktionen hatte.

Insgesamt wurden viele Methoden zur Messung von Kollaboration angewandt, dabei haben sich vor allem die Fragebögen bezüglich der mentalen Modelle und das Logging der Interaktionen bewährt. Zudem hat die Visualisierung einen guten Überblick über die Vorgehensweise der Probanden gegeben. Die Expertenbewertung hat geholfen Qualitätsunterschiede von Lösungen festzuhalten und diese mit der verwendeten Vorgehensweise in Verbindung zu bringen.

Das Hauptfazit dieser Masterarbeit ist, dass das weiterentwickelte Input-Process-Output Framework und die vorgestellten Evaluationsmethoden ein adäquates Mittel zur Erfassung von Kollaboration am Tabletop bilden.

Danksagungen

An dieser Stelle möchte ich Oke Tennié für seine Unterstützung in den letzten Jahren danken. Weiterhin möchte ich mich auch bei Daniel Klinkhammer und Magdalena Mateescu bedanken, welche dieses Projekt erst möglich gemacht haben. Dank geht auch an meine Eltern, die den Boden für diesen Abschluss bereitet haben.

1 Einleitung

Die Motivation dieser Arbeit entspringt den komplexen Vorgängen, die während einer Zusammenarbeit stattfinden und wie diese sinnvoll evaluiert werden können. In der Evaluierung von Kollaboration von Prototypen in der Informatik werden häufig sehr rudimentäre Faktoren betrachtet, die oftmals nur eine vage Andeutung der Kollaboration darstellen. Kollaboration setzt sich jedoch aus vielen Faktoren zusammen und lässt sich oftmals nicht so einfach auf ein oder zwei Faktoren reduzieren. Um nun ein gesamtheitlicheres Bild zu zeichnen ist es daher nötig Frameworks zu benutzen, die wichtige Aspekte der Zusammenarbeit abbilden und damit als Leitfaden dienen. Gleichzeitig existiert kein adäquates System mit dem Kollaboration bei Prototypen gemessen und verglichen werden kann. Aus diesem entscheidenden Grund wird in dieser Arbeit ein solches Framework, auf der Basis von bereits existierenden Input-Process-Output Frameworks, entwickelt und validiert.

Die Validierung erfolgte im Rahmen einer kollaborativen innenarchitektonischen Designstudie, bei der jeweils zwei Personen am Tabletop ein Großraumbüro einrichteten. Der Faktor der hierbei betrachtet wird, ist die technische Unterstützung der Kollaboration durch ein Tabletopsystem, welches mit einem entsprechenden Tabletopinterface ausgestattet ist. Die erste sich daraus ergebende Forschungsfrage ist: „*Wie kann Kollaboration am Tabletop effektiv gemessen werden?*“ (FF1). Um diese Frage zu beantworten, wurde das sogenannte Input-Process-Output Framework (IPO) als Grundlage verwendet. Dieses Framework garantiert eine Struktur, die der Evaluation meist fehlt und weshalb keine Vergleichbarkeit garantiert werden kann. Da das Framework jedoch nicht vollkommen an die Bedürfnisse der Evaluation von Kollaboration am Tabletop angepasst ist, wurden Veränderungen vorgenommen, welche die Kompatibilität mit dem gegebenen Evaluationsszenario am Tabletop ermöglicht. Das Input-Process-Output Modell dient dieser Arbeit zudem als Leitfaden, welcher dem Leser ermöglicht zu sehen, in welchem Evaluationsschritt wir uns gerade befinden und wo dieser im Kollaborationsprozess eingeordnet werden kann.

Neben der Hauptforschungsfrage (FF1) wurde weiteren untergeordneten Forschungsfragen nachgegangen. Dabei befasst sich die zweite zentrale Forschungsfrage dieser Arbeit mit dem Ergebnis der Kollaboration und was eine gute Kollaboration

kennzeichnet: *„Welche Maße/Methoden sind verlässlich, um eine gute Kollaboration zu erfassen und ein qualitativ hochwertiges Ergebnis vorherzusagen?“ (FF2)* Die dritte und letzte Forschungsfrage bildet eine weitere Differenzierung der zweiten Forschungsfrage (FF2) und untersucht im Speziellen die geteilten mentale Modelle der Kollaborateure: *„Sind geteilte mentale Modelle, als Teil des Input-Process-Output Frameworks aussagekräftig in Bezug auf die Messung von Kollaboration am Tabletop?“ (FF3)*.

2 Related Work

Im Nachfolgenden werden die Theorien vorgestellt, die dieser Arbeit zugrunde liegen. Der Hauptfokus liegt dabei auf dem einem Evaluationsframework, dem sogenannten Input-Process-Output Modell (im weiteren Verlauf *IPO* genannt). Dieses stammt ursprünglich aus der Sozialpsychologie und wurde entwickelt um Gruppeninteraktionen zu analysieren. Über die Jahre wurde das *IPO* von unterschiedlichen Autoren erweitert und an die jeweiligen Evaluationsszenarien angepasst, indem verschiedene Akzente gesetzt wurden. Die verschiedenen Betrachtungswinkel von Hackman, Pinsonneault und Kraut werden vorgestellt, um dann schlussendlich ein *IPO-Modell* vorzustellen, das auf die vorhergehenden Frameworks aufbaut ist, jedoch für die Evaluation von Kollaboration am Tabletop ausgelegt ist. Das Endresultat des *IPOs* stammt aus meiner Feder und ist, durch die Berücksichtigung mehrerer technologischer und sozialpsychologischer Aspekte, umfassender als seine Vorgänger.

Im zweiten Teil des Kapitels werden mentale Modelle vorgestellt, die eine wichtige Rolle in der Zusammenarbeit spielen. Diese mentale Modelle wurden aus diesem Grund in das ausgearbeitete *IPO-Modell* integriert.

2.1 Das Input-Process-Output Modell

Das Input-Process-Output Modell dient der Analyse von Kollaboration und Interaktion. Um diese Elemente greifbar zu machen, unterteilt es sie in Input, Prozess und Output. Der Interaktionsprozess steht dabei im Mittelpunkt des Modells und wird von den verschiedenen Inputfaktoren beeinflusst. Als Beispiel für einen Inputfaktor könnte die Motivation eines Probanden dienen, da davon ausgegangen werden kann, dass eine niedrigere Motivation zu schlechten Ergebnissen führt und damit der Prozess von verminderter Qualität wäre. Dies kann als eine Art Kettenreaktion betrachtet werden, die im Input seinen Lauf nimmt und fortwährend im Prozess beeinflusst wird, bis ein Output erreicht wird. Daraus kann man schlussfolgern, dass das Ergebnis, beziehungsweise der Output, sowohl vom Input als auch vom Prozess beeinflusst wird.

Da das Modell fortwährend erweitert und verändert wurde, wird im Folgenden ein Überblick über die wichtigsten *IPOs* gegeben und dann eine von mir angepasste Version vorgestellt, welche die Analyse von Evaluationen der Kollaboration unter Einflussnahme von Technologie unterstützt wird. Hackman und Morris beschreiben die allgemeine Intention des Modells folgendermaßen: „The fundamental assumption underlying the paradigm is that input factors affect performance outcomes *through the interaction process*.“ [11]

2.1.1 Das Input-Process-Output Framework von Hackman und Morris

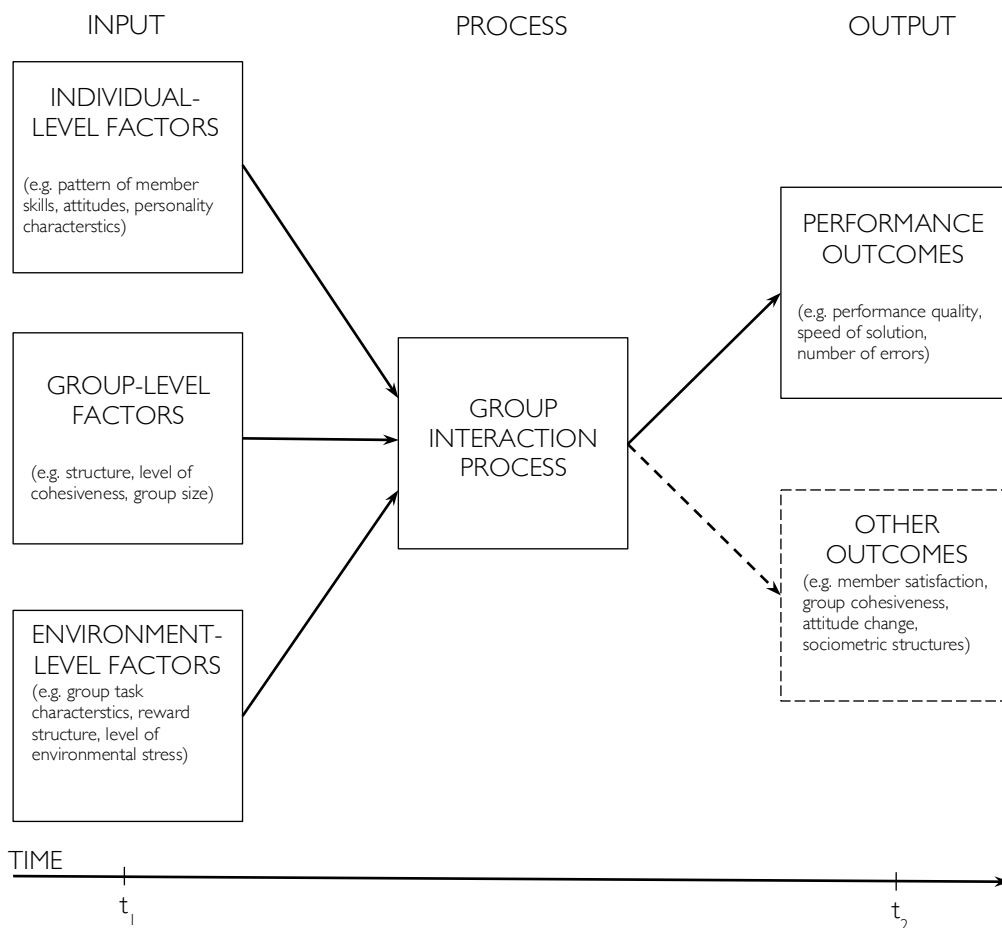


Abbildung 1: Das Framework von Hackman und Morris, das ihren Fokus auf den Output legt [11]. Das originale Modell wurde von McGrath 1964 vorgestellt [20].

Eines der ersten *IPO-Modelle* wurde von Hackman und Morris realisiert, siehe Abbildung 1. Sie unterteilen dabei den Kollaborationsprozess in seine drei Hauptbestandteile, den *Input*, den *Prozess* und den *Output*. Der *Input* wird in drei Kategorien aufgegliedert, welche die Inputfaktoren auf der *individuellen Ebene*, der *Gruppen-* und der *Umgebungsebene* darstellen. Die individuelle Ebene stellt die kleinste Einheit der Inputfaktoren dar, da sie die persönlichen Eigenschaften und Fähigkeiten der Probanden repräsentiert. Die nächste Ebene – die *Group-Level Factors* – umfasst die Faktoren, die beim Zusammenkommen und bei der Kollaboration von mehreren Individuen entstehen, dazu gehören Struktur der Gruppe, Zusammenhalt und Gruppengröße. Die letzte Ebene wird von den gegebenen *Umgebungsfaktoren* gebildet. Dazu gehören die Charakteristiken der Gruppenaufgabe, die Belohnungsstruktur und der Umgebungsstress.

All diese Inputfaktoren haben Einfluss auf den nächsten Schritt, den Gruppeninteraktionsprozess. Der Prozess selbst wird hierbei nicht detailliert aufgegliedert, sondern lediglich auf der Zeitachse zwischen t1 und t2, also zeitlich zwischen dem Input und dem Output definiert. In anderen Worten ist der Prozess die Interaktion, die zwischen den Gruppenmitgliedern stattfindet, um eine Lösung für ein Problem oder eine Aufgabe zu finden.

Zeitlich gesehen am Ende der Kollaboration liegt der *Output* und damit die Ergebnisse der Gruppeninteraktion. Hier unterscheiden Hackman und Morris zwischen *Performance Outcome* und *Other Outcome*. Der *Performance Outcome* ist dabei stark an die vorangehende Gruppenaufgabe gebunden und misst den Erfolg der Lösung der Aufgabe. Dazu gehören die Qualität der Lösung, die Schnelligkeit der Lösungsfindung und die Anzahl der Fehler, die gemacht wurden.

2.1.2 Das Input-Process-Output Framework von Pinsonneault und Kraemer

Ausgehend vom *IPO-Modell*, vorgestellt von Hackman und Morris, entwickelten Pinsonneault und Kraemer [27] ein detaillierteres Modell (Abbildung 2), welches seinen Fokus auf den Einfluss von Technologien auf Gruppen legt. Sie definieren hierzu zwei Arten von Informationssystemen, nämlich die Group Decision Support Systeme (GDSS)¹ und die Group Communication Support Systeme (GCSS)². „We [...] present a framework and method for analyzing the impacts of such information systems on groups.“ [27]

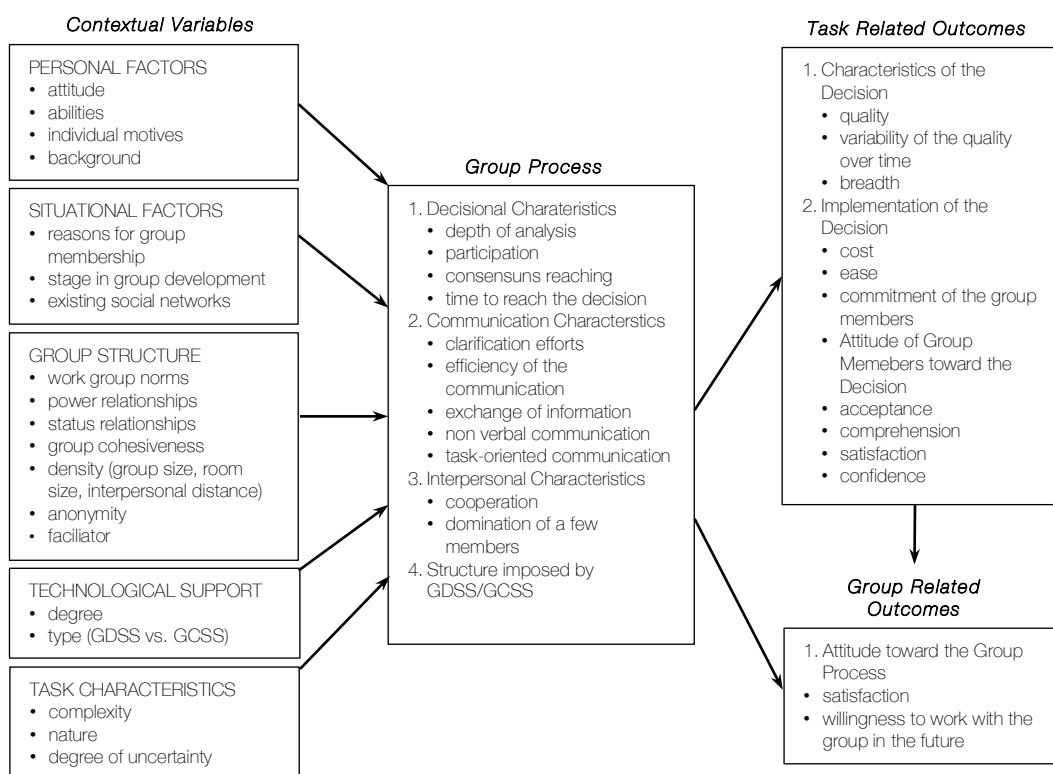


Abbildung 2: Das Framework von Pinsonneault und Kraemer zur Analyse von Einflüssen auf Gruppenprozesse und Resultate. [27]

¹ GDSS sind Systeme, die den Gruppenentscheidungsprozess strukturieren, beispielsweise mit einem Entscheidungsmodell.

² GCSS sind Systeme, welche Informationshilfe anbieten. Sie unterstützen damit den Kommunikationsprozess zwischen Gruppenmitgliedern.

Der *Input* wird bei ihnen als *Contextual Variables* bezeichnet und enthält wie bei Hackman mehrere Arten von Faktoren. Darunter sind *persönliche Faktoren* enthalten, analog zu den *Individual-Level Factors* von Hackman, welche ähnliche Punkte abdecken. Die Gruppenebene und die Umweltebene von Hackman wird im Framework von Pinsonneault in zwei weitere Sinneinheiten unterteilt. Die *Group-Level Factors* werden in *Situational Factors* und *Group Structure* getrennt, womit eine größere Zahl von gruppenrelevanten Faktoren durch das Modell abgedeckt wird. Die *Environment-Level Factors* (siehe Abbildung 2) werden bei Pinsonneault in technische und aufgabenspezifische Faktoren unterteilt. Die technischen Faktoren werden durch die Kategorie *Technological Support* abgedeckt, welche den Grad der technischen Unterstützung umfassen und die Art des Informationssystems. Die letzte Inputkategorie bilden die *Task Characteristics*, welche aufgabenspezifische Faktoren definieren, wie beispielsweise die Komplexität.

Die Prozessvariablen werden bei Pinsonneault, wie bei Hackman auf Faktoren bei Gruppenprozessen beschränkt. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Entscheidungsfindung und der Kommunikation der Gruppe, zusätzlich wird jedoch auch auf zwischenmenschliche Beziehungen und die Struktur des Informationssystems eingegangen.

Der *Output*, beziehungsweise der *Outcome*, wird in *Task-Related* und *Group-Related Outcome* gegliedert. Damit wird ebenfalls wieder explizit zwischen aufgabenspezifischen und gruppenspezifischen Ergebnissen getrennt. Einfacher zu erfassen sind dabei die aufgabenspezifischen Ergebnisse, da sie quantitativ messbar sind, wie beispielsweise die Qualität der Lösung oder damit verbundenen Kosten. Auf der Gruppenebene schlägt Pinsonneault vor, die Einstellung der Mitglieder zum Gruppeninteraktionsprozess festzuhalten.

Abschließend kann gesagt werden, dass dieses *IPO-Modell* speziell auf die benutzten Informationssysteme für die Entscheidungsfindung und die Kommunikation ausgelegt ist. Die detailreiche Beschreibung des Prozesses jedoch bietet eine gute Grundlage für das weitere Vorgehen.

2.1.3 Das Input-Process-Output Framework von Kraut

Kraut bietet 2002 [18] eine übersichtlichere Darstellung des *IPO-Modells*, welches wie in Abbildung 3 dargestellt, nur wenige aber wichtige Faktoren enthält. Im Gegensatz zu den *IPO-Modellen*, die vorhergehend besprochen wurden, werden im *Interaction Process* andere Faktoren genannt. Diese Faktoren stammen aus der Sozialpsychologie und umfassen Gruppenprozesse aus sozialpsychologischer Sicht. Darunter ist der Faktor *Konformität* zu finden, welcher angibt, inwiefern Gruppenmitglieder ihre Meinungen aneinander angleichen. Zudem wird in Betracht gezogen, welche Rollen die Gruppenmitglieder einnehmen. Dieser Punkt kann wichtig sein, wenn es beispielsweise Gruppenmitglieder gibt, die gerne eine Führungsrolle einnehmen oder den gesamten Interaktionsprozess dominieren. Die Resultate werden dadurch direkt von der Rollenverteilung in der Gruppe beeinflusst.

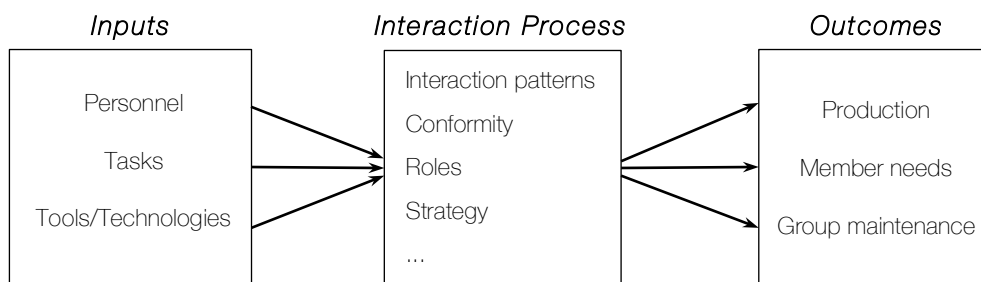


Abbildung 3: Ein Framework, dass Gruppenelemente im IPO-Modell integriert, aufgestellt von Kraut. [18]

Die *Outcomes* enthalten zudem, wie bei den vorhergehenden *IPOs*, die messbaren *Production Outcomes*, sowie Informationen dazu, ob die Bedürfnisse der Gruppenmitglieder erfüllt wurden. Der Punkt *Group maintenance* soll dabei erfassen, in wie weit der Gruppenzusammenhalt durch den Interaktionsprozess verändert wurde, und entspricht bei Pinsonneault den *Group-Related Outcomes* (siehe Abbildung 3).

2.1.4 Vergleich der vorgestellten Input-Process-Output Frameworks

Die vorhergehenden Frameworks bieten verschiedene Evaluationsfaktoren in den Input-, Prozess- und Outputphasen der Kollaboration. Nachfolgende Abbildungen machen Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Frameworks auf allen drei Ebenen – Input, Process und Output – sichtbar.

Abbildung 4 zeigt die Schnittmengen der abgedeckten Inputvariablen jeweils bei Kraut, Hackman und Pinsonneault. Die Faktoren der *Individuellen Ebene* und der *Task Ebene* werden von allen Frameworks einbezogen. Gruppen- und Situationsvariablen werden dabei nur von Hackman und Pinsonneault mit einbezogen. Der technologische Faktor wird erstmals von Pinsonneault betrachtet und später auch von Kraut berücksichtigt. Die Schnittmenge von Pinsonneaults Framework umfasst alle Inputvariablen, die sowohl Hackman als auch Kraut nennen.

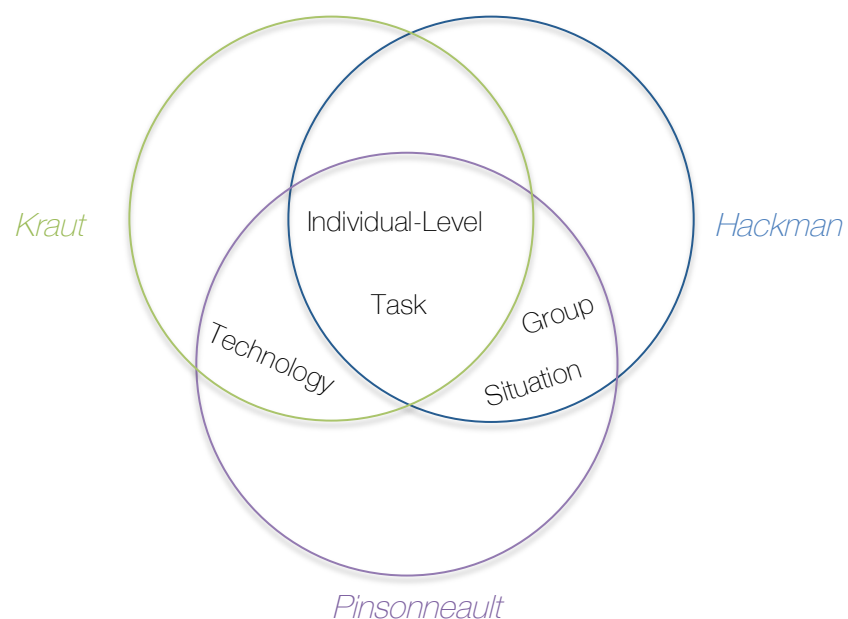


Abbildung 4: Vergleich der Inputvariablen.

Im Gegensatz zur großen Schnittmenge, die Pinsonneault mit Kraut und Hackman betreffend der Inputvariablen teilt, weisen die aufgeführten Prozessvariablen von Pinsonneault nur eine kleine Schnittmenge mit den anderen Frameworks auf. Es liegt dabei die Vermutung nahe, dass der Grund dafür in der speziellen Ausrichtung des Frameworks auf Informationssysteme zu suchen ist. Die Gruppeninteraktion wird in dem Kollaborationsprozess dabei von allen Frameworks betrachtet (siehe Abbildung 5).

Kraut deckt mit seinen Prozessfaktoren typische sozialpsychologische Gruppenprozesse ab, wogegen sich Hackman nur auf den Gruppeninteraktionsprozess fokussiert.

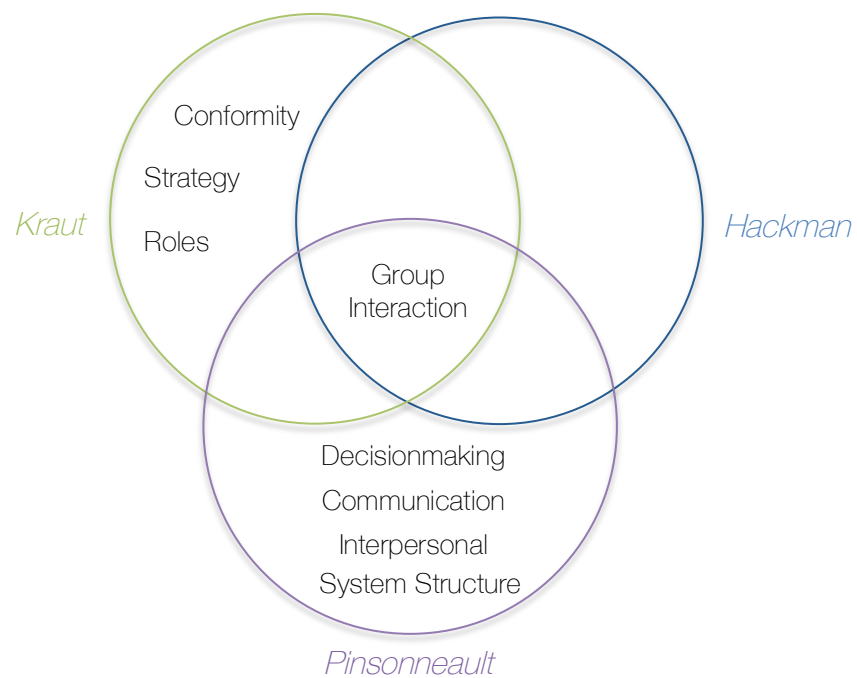


Abbildung 5: Vergleich der Prozessvariablen.

Bei den Outputvariablen sind sich alle Frameworks einig, dass sich die Ergebnisse in aufgabenspezifischen Resultaten und Gruppenresultaten teilen lassen. Kraut hat hierbei noch die Erfüllung der individuellen Bedürfnisse als Outputfaktor angeführt (siehe Abbildung 6).

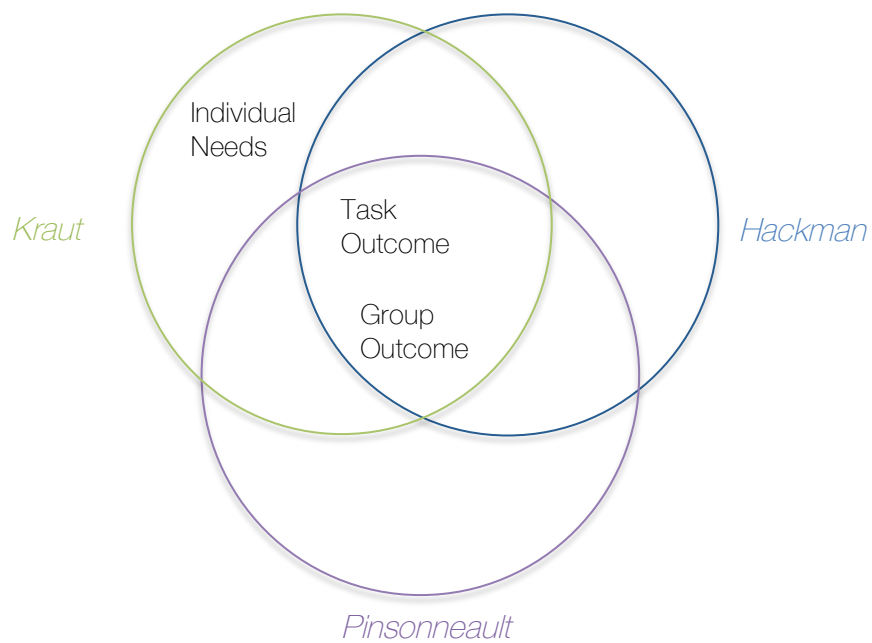


Abbildung 6: Vergleich der Outputvariablen.

2.1.5 Eine Synthese und Erweiterung der existierenden IPO Frameworks

Um nun ein *IPO* Framework zu gestalten, welches sich als Analyseframework für die Evaluation von Kollaboration am Tabletop eignet, wurde eine Synthese der unterschiedlichen *IPO-Modelle* durchgeführt, neu strukturiert und durch Faktoren ergänzt. Abbildung 7 zeigt das Ergebnis der Synthese.

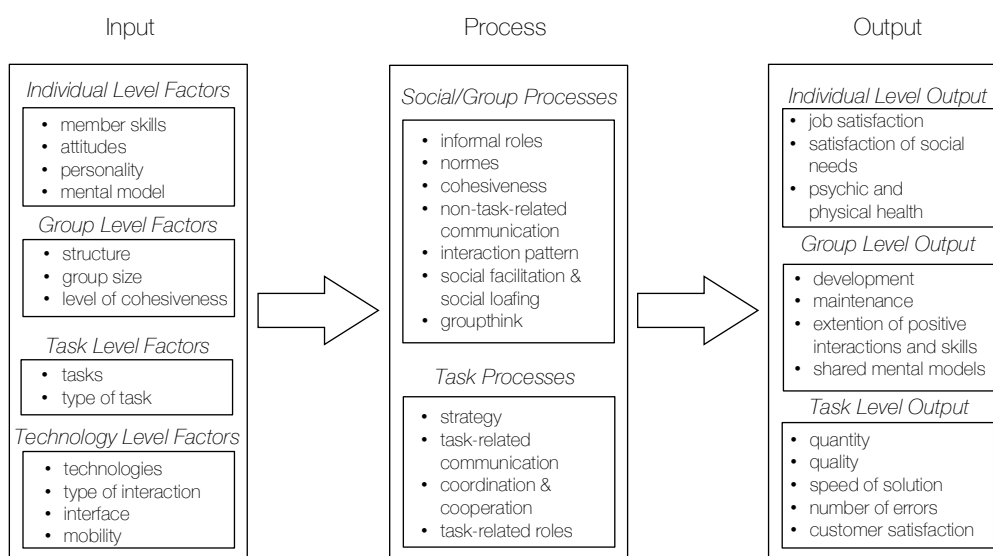


Abbildung 7: Das etablierte Input-Process-Output Modell, auf die Bedürfnisse der Evaluation von Kollaboration am Tabletop angepasst. [6]

2.1.5.1 Input

Der *Input* wurde in vier Ebenen gegliedert, nämlich die *Individualebene*, die *Gruppenebene*, die *Aufgabenebene* und die *Technologieebene*.

Individual Level Factors

Die *Individualebene* deckt dabei diejenigen Faktoren ab, die mit dem Individuum in Zusammenhang stehen. Dazu gehören die *Fähigkeiten* des Individuums, worunter Vorkenntnisse fallen, die für die Lösung der Aufgabe von Bedeutung sind. Die persönliche *Einstellung* und die *Persönlichkeit* sind ein weitere Faktoren, die den Interaktionsprozess und dadurch auch das Ergebnis beeinflussen können. Ein motivierter Proband bringt sich beispielsweise mehr ein und kann dadurch einen besseren *Output* bewirken. Den letzte Faktor bildet das *mentale Modell* des Individuums. „Mentale Modelle sind als interne Repräsentationen definiert, die von Menschen über die Welt um sie herum gebildet

werden.“[1] Dieses Modell entscheidet darüber, wie der Proband denkt und damit auch wie er vorgehen wird um ein gegebenes Problem zu lösen. Detailliertere Erklärungen von mentalen Modellen sind in Abschnitt 2.2 Mentale Modelle zu finden.

Group Level Factors

Die nächste *Inputebene* bilden die *Gruppenebenenfaktoren*. Sie umspannen diejenigen Faktoren, die die Gruppe betreffen. Dazu gehören die *Gruppenstruktur*, die *Größe der Gruppe* und der *Gruppenzusammenhalt* (engl.: *level of cohesiveness*). Ryall et al. [29] zeigten beispielsweise, dass sich die *Gruppengröße* auf die Arbeitsstrategie, die soziale Interaktion, sowie auf die Geschwindigkeit bei der Aufgabenlösung auswirkt. Der *Gruppenzusammenhalt* wiederum kann davon abhängen, ob sich die Gruppenmitglieder kennen und gut verstehen.

Task Level Factors

Die dritte *Inputebene* bildet die *Aufgabenebene*. Dabei spielt es eine Rolle was für eine *Aufgabe* in Zusammenarbeit gelöst werden soll und auch was für einen *Aufgabentyp* diese darstellt. Studien haben gezeigt, dass sich der Aufgabentyp auf die Zusammenarbeit auswirkt [21].

Technology Level Factors

Die letzte *Inputebene* bildet die *Technologieebene*. Zu beachten hierbei ist, dass der technologische Faktor, der von Kraut genannt wird, als eigene Ebene eingeführt wurde, ähnlich wie bei Pinsonneault. Im hier behandelten Modell umspannt diese Ebene jedoch weitere Variablen, welche durch den aktuellen Trend in der Informatik beeinflusst sind. Diese Ebene ist aus dem Grund so wichtig, da sie in den vorhergehenden Modellen nicht ausreichend vorhanden ist und damit nicht die neuesten technischen Möglichkeiten abgedeckt werden. Dennoch nimmt die verwendete Technologie und ihre Art Einfluss auf den Output. Den ersten Faktor der Ebene bilden die *Technologien* an sich, welcher die in der Evaluation verwendeten Devices festhalten soll, beispielsweise Tabletops, Smartphones, Tablets oder Wanddisplays. Die verwendeten Technologien haben Einfluss auf den Interaktionsprozess, wie Rogers und Lindley in „Collaborating around vertical and horizontal large interactive displays: which way is best?“ [28] gezeigt haben. Tang et al.

[33] verwenden in ihrer VisTACO Studie beispielsweise zwei verschiedene *Technologien*: drei Tabletops und sechs Displays.

Der *Interaktionstyp* repräsentiert dann die Art der Steuerung der verwendeten Technologien, beispielsweise per Touch. Der technische *Interaktionstyp* beinhaltet beispielsweise bei Heilig et al. [13] die bekannte Maus-Tastatur-, Touch- und Token-Interaktion.

Ein weiterer wichtiger Faktor für den Kollaborationsprozess ist das gegebene *Interface*, da es nach Gergle et al. [9] maßgeblich die Zusammenarbeit durch seine vorgegebenen Strukturen beeinflusst. Durch das Aufkommen von immer mehr mobilen Geräten, wurde zudem der Faktor der *Mobilität* eingeführt.

2.1.5.2 Prozess

Der nächste Schritt im Input-Process-Output Modell umfasst den Kollaborationsprozess an sich, in dem auf gemeinschaftlicher Basis eine Lösung für eine Aufgabe oder ein Problem erarbeitet wird. Dabei habe ich zwei Ebenen definiert, zum einen *soziale* und *Gruppen Prozesse*, und zum anderen *aufgabenspezifische Prozesse* (engl.: *Task Processes*).

Social/Group Processes

Die erste Ebene umfasst alle Dynamiken der Gruppenarbeit und beinhaltet zwischenmenschliche Faktoren. Dabei sind die Faktoren der Gruppenprozesse der Sozialpsychologie entnommen [16], so wie durch die Synthese der anderen vorgestellten Frameworks entstanden. Einen Faktor bilden die *informellen Rollen*, welche durch die Gruppenmitglieder eingenommen werden, beispielsweise eine Person, die emotionale Unterstützung während des Prozesses leistet. Weiterhin können *Normen* im Kollaborationsprozess beobachtet werden, die den Prozess beeinflussen, zum Beispiel eine vorherige Absprache der Gruppenmitglieder bezüglich der Aufgabenteilung. Während der Zusammenarbeit kann sich zudem der *Gruppenzusammenhalt* aufgrund von sozialen Prozessen ändern, wenn sich die Gruppenmitglieder etwa nicht mehr verstehen. Dies könnte auch durch die nächsten Faktoren hervorgerufen werden, nämlich durch die *nicht-aufgabenspezifischen Kommunikation* oder die *Interaktionsmuster*, die die Gruppe an den Tag legt. Morris und Winograd [23] schlagen hier als Methode zum Messen der

Kommunikation den Umfang an Gesprochenem vor. Zwei weitere, aus der Sozialpsychologie stammende Faktoren bilden zudem die *soziale Erleichterung* (engl.: *social facilitation*) und das *soziale Faulenzen* (engl.: *social loafing*) [18], welche den Kollaborationsprozess bereichern oder bremsen können. Um dem sozialpsychologischen Effekt des *sozialen Faulenzens* nachzugehen, schlägt Morris [23] indirekt eine Analyse der Verteilung der Aktionen zwischen den Gruppenmitgliedern vor, da diese zeigt, ob sich Gruppenmitglieder gleichmäßig in den Arbeitsprozess eingebracht haben, oder sich auf der Arbeit der anderen Gruppenmitglieder ausgeruht haben. *Gruppendenken* (engl.: *groupthink*) kann zudem dazu führen, dass Entscheidungen vereinheitlicht werden, da ein „Wir-Gefühl“ nicht mehr erlaubt sich kritisch über andere Meinungen zu äußern [11]. Genaueres über die Integrierung von sozialpsychologischen Gruppenprozessen in das IPO kann der Seminararbeit entnommen werden [6].

Task Processes

Die *Aufgabenprozesse* bilden die zweite Ebene und sind durch ihre Aufgabenbezogenheit einfacher zu erfassen als die *sozialen Prozesse*. Diese Ebene soll alle aufgabenspezifischen Faktoren im Interaktionsprozess festhalten. Eine gewisse Überlappung zwischen den Ebenen lässt sich ausmachen, zum Beispiel bei den beiden Faktoren *Kommunikation* und *Rollen*. Der Gedanke dahinter war, dass es sowohl aufgabenspezifische Kommunikation und Rollenverteilung gibt, als auch soziale Formen die gewahrt werden und damit in die *sozialen Prozesse* fallen. *Aufgabenspezifische Rollen* wurden beispielsweise durch Heilig et al. [13] durch eine sogenannte Spider-gram Visualisierung analysiert.

Zu den Aufgabenprozessen gehört auch der Faktor *Strategie*, welcher die Vorgehensweise der Gruppe beim Lösen der Aufgabe umfasst. Beispielsweise haben Hussain und Brujin [14] die Strategie der Teilnehmer mit Hilfe von Beobachtungsvideomaterial festgehalten und dem Statistik Tool SPSS verifiziert. Heilig et al. [13] dagegen haben, um die *Strategie* sichtbar zu machen, sich sowohl auf Logging der Interaktionen, als auch auf Audio- und Videoaufnahmen gestützt. Neben der Strategie kann auch die *Koordination und Kooperation* maßgeblich den Erfolg der Gruppe bestimmen.

2.1.5.3 Output

Wenn der Interaktionsprozess beendet wird, kann dessen Ergebnis betrachtet werden – der *Output*. Wie der Input beinhaltet er eine *Individual*-, eine *Gruppen*- und eine *Aufgabenebene*.

Individual Level Output

Wie im *Input* befasst sich die *Individualebene* damit was der *Output* der Kollaboration aus der individuellen Perspektive erzeugt hat. Darunter zählt die *Zufriedenheit mit dem Job*, also ob sich das Individuum damit wohlfühlt und ob seine *sozialen Bedürfnisse* befriedigt wurden. Diese Zufriedenheit kann durch ein Interview oder einen Fragebogen festgestellt werden. Morris bezeichnet dies als *self-reports* [23] und schlägt Fragebögen nach der Lösung der Aufgabe vor. Es können auch *psychische* und *physische Folgen für die Gesundheit* eine wichtige Rolle spielen wie Hackman beschreibt [10], beispielsweise ob die Kollaboration großen Stress mit sich gebracht hat und damit die Gesundheit des Individuums beeinträchtigt wurde.

Group Level Output

Die zweite Ebene bildet die *Gruppenebene*, wobei die *Entwicklung* der Gruppe und der *Fortbestand* (*engl.: maintenance*) derer eine Rolle spielt [32]. Dabei enthält die *Entwicklung* der Gruppe den von Hackman beschriebenen Faktor *attitude change* [11] und der *Fortbestand* entspricht Krauts *Group maintenance* [18]. Zusätzlich ist es wichtig zu wissen, ob Gruppen ihre *Fähigkeiten und Interaktionen positiv weiterentwickelt* haben [32]. Als letzten Faktor habe ich *geteilte mentale Modelle* (*engl.: shared mental models*) zur Gruppenebene des Outputs hinzugefügt. In der Literatur werden diese meist als Input betrachtet [2], jedoch können sich die mentalen Modelle der Individuen durch den Prozess verändern und können daher auch als Outcome angesehen werden.

Task Level Output

Die am häufigsten betrachtete Ebene ist die *Aufgabenebene*, da sie die wirtschaftlich Wichtigste darstellt. Sie gibt an ob die Kollaboration zu einem hochwertigen Ergebnis geführt hat. Dazu gehören die *Qualität und die Quantität der Performance*, wie bei Pinsonneault und Hackman sowie die *Schnelligkeit der Lösung* oder die *Anzahl der*

gemachten Fehler [11]. Weiterhin kann als Bewertung der Aufgabenlösung die *Kundenzufriedenheit* hinzugezogen werden [10].

Zusammengefasst soll die Synthese und Erweiterung dieser Frameworks als Struktur für Evaluationen von Kollaboration an Tabletops dienen, sodass es einfacher wird einzuordnen auf welcher Ebene evaluiert wird und damit den Fokus der Evaluation zu erhalten.

2.2 Mentale Modelle

Das Konzept der mentalen Modelle wurde schon kurz in der Synthese des IPOs angerissen, da es eine wichtige Grundlage für effizientes Zusammenarbeiten bildet. Ein mentales Modell ist dabei eine Repräsentation der Wirklichkeit, das sich jedes Individuum selbst macht [1]. Es ist eine Art Abstraktion der Realität, um komplexe Sachverhalte kognitiv zu erfassen. Payne führte eine Untersuchung durch, bei der er Studenten darum bat zu erklären, wie ihrer Meinung nach ein Geldautomat funktioniert [25]. Es wurden viele Erklärungen, unter anderem zu der Frage wofür der Magnetstreifen verwendet wird und was auf dem Chip der Geldkarte gespeichert ist, geliefert. Hierbei stellte sich heraus, dass die Studenten viele unterschiedliche Vorstellungen davon hatten und diese technisch betrachtet meist nicht korrekt waren. Manche hatten die falsche Vorstellung, dass auf den Magnetstreifen gleichzeitig gelesen und geschrieben wurde [25]. „Modelle sind eher Ansammlungen von Vorstellungen über Teile eines Systems, Prozesses oder Verhaltens, als ein ganzheitliches Modell des gesamten Designs.“ [25] Wie bereits erwähnt, befinden sich die mentalen Modelle auf einer individuellen Ebene. Sie sind in *IPO* als Input definiert, da sie von den Individuen als Voraussetzung in den Kollaborationsprozess mitgebracht werden. Während eines Kollaborationsprozesses können sich jedoch die individuellen mentalen Modelle ändern und ein geteiltes mentales Modell entstehen. Mohammed et al. definieren dieses geteilte mentale Modell als „geteiltes, organisiertes Verständnis und mentale Repräsentation von Wissen und Annahmen bezüglich der Schlüsselemente der Teamumgebung“ [22]. Dieses geteilte mentale Modell bildet eine Schnittmenge zwischen den individuellen mentalen Modellen und sagt dadurch etwas über ihre Ähnlichkeit aus. Diese Ähnlichkeit kann mit Hilfe von Fragebögen gemessen [5] und anschließend über eine Intra-Klassen-Korrelation (ICC) ausgewertet werden [31].

3 Empirische Studie

Die im nachfolgenden vorgestellte Evaluationsstudie entstand aus einer Kooperation zwischen dem Fachbereich Human-Computer-Interaction der Universität Konstanz und dem Fachbereich der Angewandten Psychologie der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW). Unter der Leitung von Prof. Dr. Carmen Zahn und der wissenschaftlichen Mitarbeiterin Magdalena Mateescu, welche im Rahmen ihrer Dissertation in diesem Bereich forscht, wurde die im Folgenden vorgestellte Studie entworfen. Beide stammen aus dem Sektor der Angewandten Psychologie und beschäftigen sich mit dem Thema Kollaboration unter Einflussnahme von aktuellen technischen Geräten, wie Smartphones und Tabletops.

Dieser Fokus auf Kollaboration wurde auch bei der sogenannten *Raumdesign Evaluationsstudie* beibehalten. Hier wurde als technisches Element ein 65 Zoll großer Multitouchtisch verwendet, welcher den Probanden als Hilfsmittel für die Lösung der gestellten Aufgaben diente.

3.1 Studiensetting

Die Studie wurde im August 2013 an der Universität Konstanz von Magdalena Mateescu, Paula Erdös und Jan Oke Tennié durchgeführt. Um die nötigen Probanden anzuwerben wurden Flyer in der Universität und der HTWG Konstanz verteilt und aufgehängt. Das Zielpublikum waren anfangs Studierende der Fachrichtungen Kommunikationsdesign, Architektur und designverwandte Gebiete. Es stellte sich jedoch heraus, dass sich nicht genügend Probanden mit diesem Kriterium finden ließen. Aus diesem Grund wurden auch Studierende anderer Fachrichtungen hinzugezogen. In Tabelle 1 ist die Verteilung der Teilnehmer zu sehen, durch die Gleichverteilung dieser, wurden wissenschaftliche Standards erfüllt, um die Reliabilität der Studie zu sichern.

3.1.1 Stichprobenbeschreibung

Insgesamt nahmen 42 Probanden jeweils in Zweierteams an der Studie teil. Wie Tabelle 1 entnommen werden kann, wurden dabei mehrere Attribute der Teilnehmer statistisch erfasst. Einerseits war es wichtig zu wissen, ob die Teilnehmer innerhalb einer Dyade³ einander kannten, da dies die Kollaboration maßgeblich beeinflussen kann, andererseits ob die Teilnehmer Architektur oder Ähnliches studieren. Daneben wurden demografische Daten wie Alter und Geschlecht festgehalten. Die Probanden waren dabei Studenten der Universität Konstanz und der HTWG Konstanz mit verschiedenen Hauptfächern mangels Architektur- und Kommunikationsdesignstudenten. Insgesamt haben 25 männliche Teilnehmer und 17 weibliche Teilnehmer partizipiert. Das Durchschnittsalter betrug 25,7 Jahre.

	Experimentalbedingung		Kontrollbedingung		Gesamt	
Gruppenanzahl	10		11		21	
Teilnehmeranzahl	20		22		42	
Geschlecht	♂ 13	♀ 7	♂ 12	♀ 8	♂ 25	♀ 17
Alter	24,5		27,3		25,7	
Befreundete Gruppen	✓ 5	✗ 5	✓ 4	✗ 7	✓ 9	✗ 12
Teilnehmer mit Design Kenntnissen	✓ 4	✗ 16	✓ 2	✗ 20	✓ 6	✗ 36

Tabelle 1: Die Teilnehmerverteilung und -eigenschaften.

³ Dyade – eine Gruppe bestehend aus zwei Personen.

3.1.2 Studienbedingungen und Aufgabenstellung

Die Hauptaufgabe der Teilnehmer war es eine *innenarchitektonische Aufgabe* kooperativ zu bearbeiten. Dabei handelte es sich um ein reales Szenario, in welchem ein Großraumbüro nach gegebenen Kriterien eingerichtet werden sollte. Die innenarchitektonische Aufgabe bezog sich hierbei auf eine flexible Arbeitsumgebung in einer hypothetischen Universität für Design und Kunst.

Dafür stand den Probanden ein Multitouchtisch zur Verfügung, der die Grundrisse des Großraumbüros darstellte (in Abbildung 8 zu sehen). Den Teilnehmern wurde am Anfang der Studie ein sogenannter *Design Brief*⁴ ausgehändigt (siehe Anhang A. Design Brief), in welchem detailliert beschrieben wurde, welche Anforderungen das innenarchitektonische Konzept erfüllen musste.

Um den Ablauf der Studie zu optimieren wurde im Voraus ein Pretest mit zwei Dyaden durchgeführt. Die Länge der Bearbeitungsdauer wurde in diesem Schritt von 60 auf 45 Minuten verkürzt.

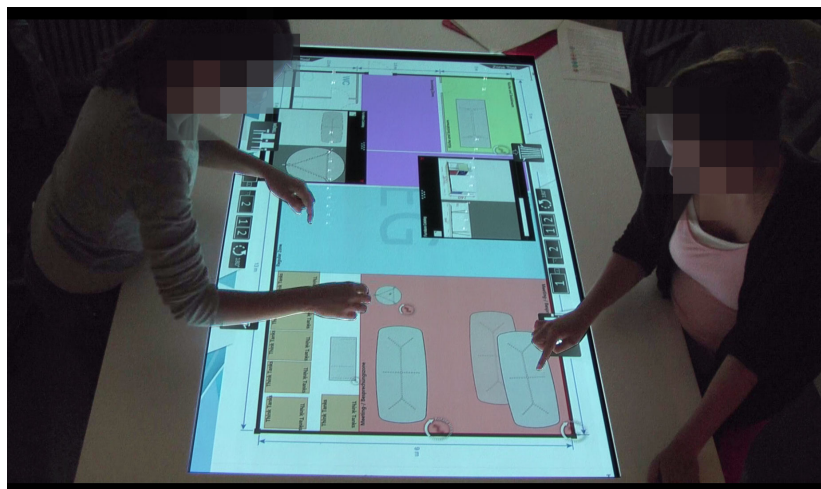


Abbildung 8: Das Studiensetting in der experimentellen Variante.

⁴ Design Brief – engl. für Designanforderungen

Um nun einen Überblick über die Inputfaktoren der Studie zu gewähren, werden im nachfolgenden Abschnitt die Faktoren die Einfluss auf den Prozess und den Output nehmen, besprochen.

3.1.3 Hardware

Unter den technischen Geräten, die für die Studie verwendet wurden, befanden sich drei Videokameras und ein Multitouchtisch (siehe Abbildung 9). Die Videokameras dienten zur Aufzeichnung der Studie, wobei die Positionierung so gewählt wurde, dass drei verschiedene Perspektiven gefilmt wurden. Zum einen wurde von oben aufgezeichnet um sowohl den Multitouchtisch als auch die Hände und damit die Gestikulation der Probanden einzufangen. Die zweite Kamera sollte nur die Probanden von der Taille aufwärts aufnehmen. Die dritte wurde zur Aufnahme des Multitouchtisches und der Probanden installiert.



Abbildung 9: Das Studiensetting, bestehend aus zwei Probanden, einem Multitouchtisch und drei Kameras.

Das technische Hauptelement der Studie war der interaktive, 65 Zoll große Multitouchtisch, an dem die Probanden die innenarchitektonische Aufgabe lösten. Dieser ist von der AG Reiterer, unter der Leitung von Daniel Klinkhammer, konstruiert worden. Er besteht aus einem waagrecht eingelassenen handelsüblichen 65 Zoll Bildschirm, welcher durch einen Rechner im Inneren des Tisches angesprochen wird. Weiterhin

wurde ein Touchrahmen am Rande kurz oberhalb des Fernsehers angebracht, welcher die Berührungsempfindlichkeit des Gerätes gewährleistet.

Um dieses zentrale Element standen beide Probanden an der jeweiligen Längsseite des Tisches (siehe Abbildung 9). Dies war durch die Anordnung der Interface Elemente vorgegeben, welche in Abschnitt 3.4 beschrieben werden.

3.1.4 Studienablauf

Zu Beginn eines jeden Studiendurchgangs bekamen die Studienteilnehmer jeweils zwei Fragebögen ausgehändigt. In dem ersten Fragebogen wurden die Teilnehmer aufgefordert, allgemeine Informationen wie Alter oder Geschlecht sowie Erfahrungen im Umgang mit Touchsystemen anzugeben. Der zweite Fragebogen sollte den Wissenstand über die eigentliche Aufgabe ermitteln, nämlich die Einrichtung von Räumen. Im Anschluss wurde den Teilnehmern das Interface mit Hilfe von vorgetragenen Instruktionen erläutert, welches sie danach selbstständig explorieren konnten, bis sie sich mit den Funktionen vertraut gemacht hatten. Nach diesem interaktiven Teil bekamen die Teilnehmer jeweils ein Dokument, welches die Designanforderungen beinhaltete (siehe Anhang A. Design Brief). Unter diesen Anforderungen befanden sich zum einen Ergebnisse von Umfragen unter den fiktiven Mitarbeitern bezüglich ihrer momentanen Arbeitsumgebung. Diese beinhalteten positive und negative Aspekte und damit verbundene gewünschte Verbesserungen. Zum anderen wurden in den Anforderungen die Beschreibung und die Funktionalität der einzelnen Arbeitszonen, die verwendet werden sollten, aufgeführt. Die aufgelisteten Zonen waren Empfangsbereich, Küche und Sozialraum, Meeting- und Besprechungszonen, Bibliothek, reguläre Zone, Ruhezone und Think Tanks. Schlussendlich enthielt der Design Brief noch eine Liste der Tätigkeiten, die von den Mitarbeitern der fiktiven Universität ausgeführt werden und die damit entstehenden prozentualen Arbeitsplatzanteile, zum Beispiel für Stillarbeit, Zusammenarbeit, Videokonferenzen.

Nachdem die Teilnehmer die Designanforderungen gelesen hatten, wurde der erste Fragebogen beantwortet. Dabei war es den Teilnehmern untersagt sich auszutauschen. Die dritte Vorbefragung diente der Messung des mentalen Modells der Aufgabe, das sich die Teilnehmer vor der gemeinsamen Lösung der Designaufgabe machten. Genaueres bezüglich der Fragebögen wird in Kapitel 4.5 Fragebögen erläutert.

Nach den ersten Fragebögen, hatten die Teilnehmer 45 Minuten lang Zeit, sich der Lösung der Aufgabe am Multitouchtisch zu widmen. Kommunikation war dabei selbstverständlich erlaubt und gewünscht. Es waren jedoch keine weiteren Hilfsmittel erlaubt, bis auf den Design Brief und das Tabletopsistem. Nach Ablauf der Zeit wurde die Sitzung beendet und die Teilnehmer wurden aufgefordert, nicht mehr an der Einrichtung des Gebäudes zu arbeiten.

1.	<u>Vorbefragung 1:</u> Fragen zur Person
2.	<u>Vorbefragung 2:</u> Kenntnisse in der Innenarchitektur
3.	Einzel mit dem Design Brief vertraut machen
4.	<u>Vorbefragung 3:</u> Mentales Modell
5.	Lösung der Designaufgabe in der Gruppe mittels interaktivem Tisch.
6.	<u>Nachbefragung 1:</u> Mentales Modell
7.	<u>Nachbefragung 2:</u> Einschätzung der technischen Unterstützung
8.	<u>Nachbefragung 3:</u> Teamworkfragebogen
9.	<u>Nachbefragung 4:</u> System Usability Scale (SUS) Fragebogen

Tabelle 2: Der Ablaufplan der Studie, in seine einzelnen Schritten untergliedert.

Die erste Nachbefragung schloss sich direkt an die Lösung der Designaufgabe an und maß dabei, genauso wie die dritte Vorbefragung, die mentalen Modelle der Teilnehmer bezüglich der Aufgabe. Die Fragen zur Ermittlung der mentalen Modelle aus der dritten Vorbefragung waren auch in der ersten Nachbefragung enthalten, jedoch wurden noch fünf weitere Fragen hinzugefügt, bei denen die Teilnehmer bewerten sollten, inwieweit sich deren Meinung von der Meinung ihres jeweiligen Teamkollegen unterschied. Der im Anschluss folgende Fragebogen (Nachbefragung 2) sollte ermitteln, wie die Benutzer mit dem System zurechtkamen und ob sie die entwickelten Ideen mit Hilfe des Systems umsetzen konnten. Die subjektive Zusammenarbeit wurde im Anschluss vom Teamworkfragebogen in Nachbefragung 4 festgehalten. Ein letzter Fragebogen wurde eingesetzt, um die Benutzerfreundlichkeit des Systems und der beiden Konditionen zu testen, der etablierte *System Usability Scale (SUS)* Fragebogen.

3.2 Studienvarianten

	Experimentalbedingung	Kontrollbedingung
Objekt Manipulation	Bearbeitungszeit der Objekte (sowohl Zonen, als auch Möbel), war uneingeschränkt.	Bearbeitungszeit der Objekte, war auf 7 Sekunden beschränkt.
Grundriss Ansichten	Übersichtsansicht und Bearbeitung beider Grundrisse war möglich. Die Grundrisse konnten um 180° rotiert werden.	Nur einer der beiden Grundrisse konnte angezeigt und bearbeitet werden.

Tabelle 3: Die Studienbedingungen im Überblick.

Um einen Vergleich zwischen zwei Interfaces zu ermöglichen, wurde die Studie unter zwei Bedingungen durchgeführt. Die erste der Bedingungen bestand aus der Kontrollbedingung, welche sich durch eine geringere Interfacefunktionalität gegenüber der Experimentalbedingung auszeichnete. Die genauen Unterschiede hinsichtlich des Interfaces werden in Abschnitt 3.2 behandelt und erläutert.

Prinzipiell sollte durch diese verschiedenen Bedingungen getestet werden, inwieweit das Design des Interfaces und dessen Funktionalität auf das Endresultat der Gruppen Einfluss nehmen. Es sei vorweggenommen, dass die Gruppen in der Experimentalbedingung mit höherer Interfacefunktionalität signifikant bessere Ergebnisse erzielten.

3.3 Die Studie im Input-Process-Output Kontext

3.3.1 Individualebene

Um nun zu sehen, auf welchen Ebenen die für diese Studie spezifischen Inputfaktoren einzuordnen sind, wurde Abbildung 10 erstellt. Diese zeigt durch die Häkchen diejenigen Faktoren, die erfasst und kontrolliert wurden. Auf der *Individualebene* wurden die *Fähigkeiten der Mitglieder* (engl.: *member skills*) durch Fragebögen festgehalten, wobei nach dem Studiengang der Probanden sowie ihrer Erfahrung mit Innenarchitektur gefragt wurde. Zusätzlich wurde das *mentale Modell* der Probanden abgefragt, indem sie ihr Verständnis von der Aufgabe in einem Fragebogen vor der eigentlichen Studie wiedergeben mussten.

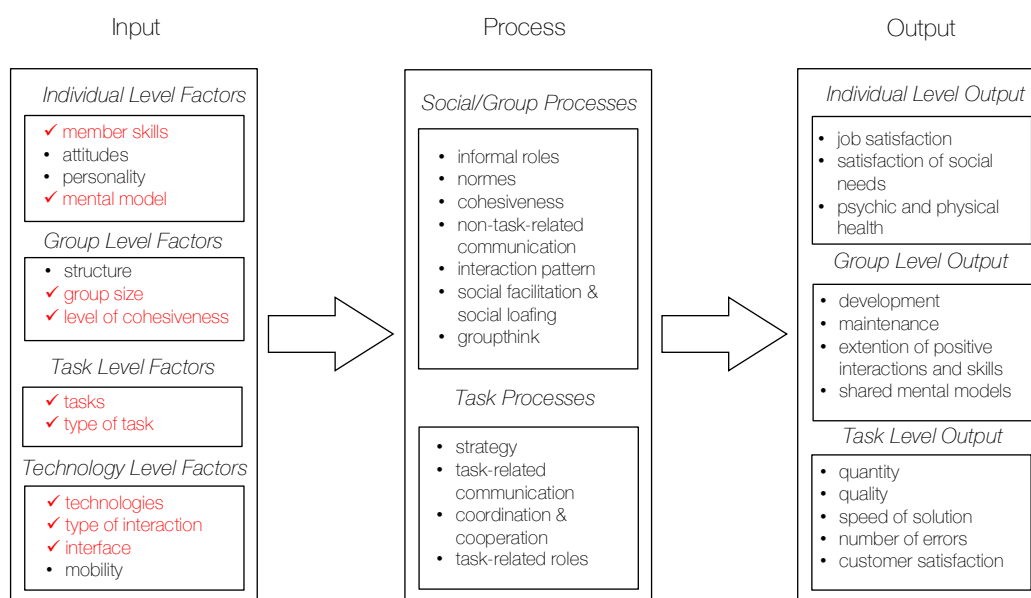


Abbildung 10: Die rot markierten Faktoren repräsentieren diejenigen Inputfaktoren, die durch die Studie erfasst und kontrolliert wurden.

3.3.2 Gruppenebene

Durch die Entscheidung, die Studie in Dyaden durchzuführen, wurde auf der *Gruppenebene* der Faktor *Gruppengröße* kontrolliert. Gleichzeitig wurde auch festgehalten, wie gut sich die Gruppenmitglieder kennen und damit der *Gruppenzusammenhalt* (engl.: *level of cohesiveness*) gemessen.

3.3.3 Aufgabenebene

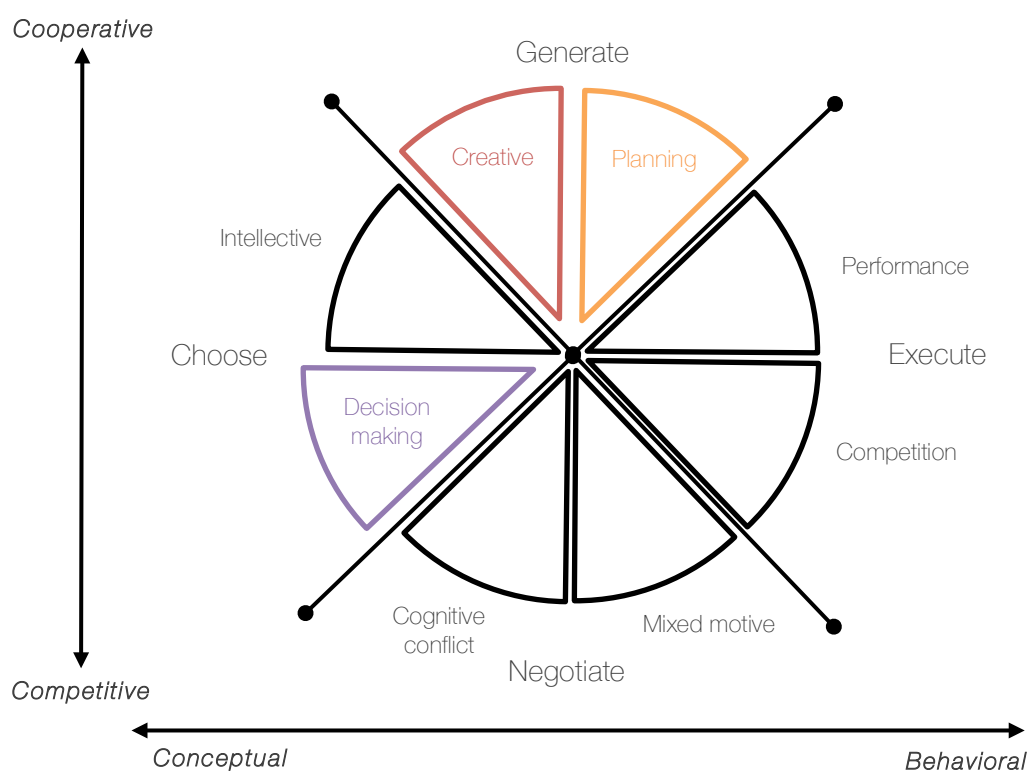


Abbildung 11: Die Taxonomie von McGrath [19] und Kraut [18] zur Kategorisierung von Gruppenaufgaben.

Die *Aufgabenebene* des Inputs wird durch die Wahl der Aufgabe und vom Aufgabentypen bestimmt. Wie in Abschnitt 3.1.2 beschrieben, bestand die Aufgabe der Probanden aus dem Einrichten eines Großraumbüros. Um den Aufgabentyp greifbar zu machen, kann man sich auf die Taxonomie der Gruppenaufgaben von McGrath [19] stützen. Er entwarf 1984 ein Circumplex, welches die Kategorisierung von Gruppenaufgaben möglich machen sollte (siehe Abbildung 11). Dazu definierte er die vier Hauptkategorien: *Generieren*, *Ausführen*, *Handeln* und *Auswählen*. Die Aufgabe dieser Raumdesignstudie

ist in den Quadranten der *Generieren* und *Auswählen* zu finden. McGrath unterteilt die Aufgaben, bei denen etwas generiert wird in *Kreativ-* und *Planungsaufgaben*. Der Unterschied zwischen den beiden liegt dabei im Ergebnis, welches generiert wird, zum einen Ideen (*Creative*) und zum anderen konkrete Pläne (*Planning*). Diese beiden Aufgabentypen beschreiben den von den Gruppenmitgliedern durchlaufenen Designprozess sehr gut, da diese erst kreativ darüber Brainstormen, wie sie das Büro einrichten wollen und dies anschließend auf dem Tabletop in einem Plan festhalten. Der Designprozess umfasst jedoch noch einen weiteren Aufgabentyp, den McGrath als *Decision Making* bezeichnet. „Aufgaben der Entscheidungsfindungen sind dann gelöst, wenn die Mehrheit der Entscheidung zustimmen, oder die präferierte Entscheidung gewählt wird.“[6] Dieser Fall tritt ein, wenn sich die Gruppenmitglieder beispielsweise für die Positionierung eines Sofas oder Tisches entscheiden müssen.

3.3.4 Technologieebene

Die in Abschnitt 3.1.3 beschriebene Hardware, die im Studiensetting verwendet wurde, wird auf der *Technologieebene* durch den Faktor *Technologien* abgebildet. Konkret bezieht sich dies auf das verwendete Tabletopsystem. Weiterhin kann die Multitoucherkennung als *Interaktionstyp* im Framework angesehen werden. Der letzte Faktor der einfließt, ist das *Interface*, welches verwendet wurde, um das Einrichten des Großraumbüro zu unterstützen. Dabei ist zu erwähnen, dass zwei verschiedene Interface-Varianten mit unterschiedlicher Funktionalität gegeneinander getestet wurden. Dies wird nun genauer im nächsten Abschnitt erläutert.

3.4 Software und Interface

Für die Raumdesignstudie wurde eigens eine Software und eine entsprechende grafische Benutzeroberfläche, die speziell für das Tabletop System ausgelegt ist, entwickelt. Abbildung 12 bietet eine Übersicht über das gesamte Interface. Es sind zwei Modi vorhanden. Im ersten können Möbel platziert und manipuliert werden. Der zweite Modus unterstützt das Einzeichnen von Zonen. Der Initialmodus ist hierbei derjenige, in dem Möbel platziert werden können. Durch einen Klick auf den Button am linken Rand (*Zonentool*) gelangt der Benutzer in den Modus, in dem Zonen eingezeichnet werden können.

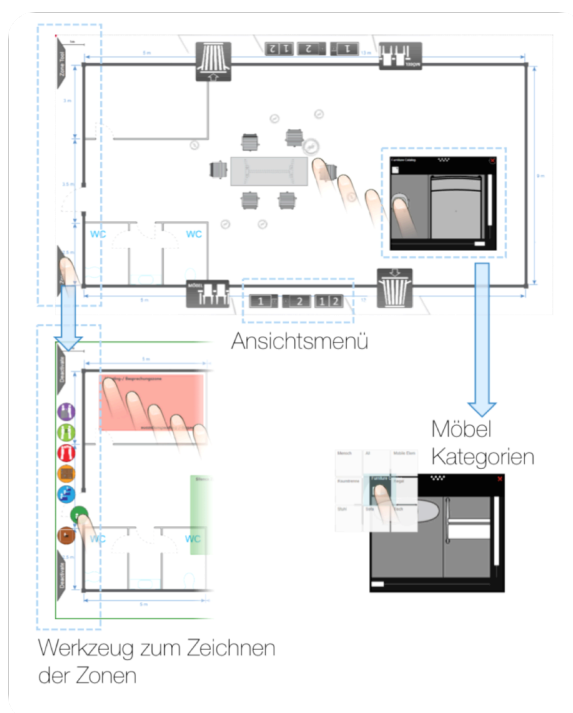


Abbildung 12: Übersichtsdarstellung der Interface Funktionalität.

3.4.1 Das Zonentool

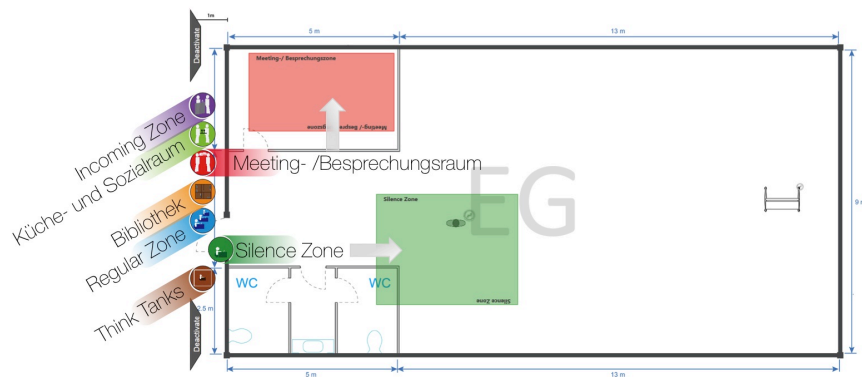


Abbildung 13: Das Interface, das zum Einzeichnen der verschiedenen Zonen verwendet wurde. Bei beiden Studienvarianten sah die Benutzeroberfläche gleich aus. Die Funktionalität unterschied sich jedoch in der Dauer, in der die Objekte manipuliert werden konnten.

Die beiden Hauptfunktionen der Software bestehen damit aus dem sogenannten *Zonentool* und dem *Möbeltool*. Mit dem Zonentool ist es möglich rechteckige Zonen auf dem gegebenen Grundriss einzuzichnen. Das Interface hiervon ist in Abbildung 13 zu sehen. Am linken Rand kann aus verschiedenen Zonen gewählt werden. Wurde eine der Zonen aktiviert (in Abbildung 13 die *Silence Zone* aktiv), so können nur Zonen dieser Art eingezeichnet werden. Beide Benutzer sind gleichberechtigt und können zudem gleichzeitig Zonen erstellen, manipulieren und löschen. An diesem Design, das durch die Apple-Menüleiste inspiriert wurde, war ich maßgeblich beteiligt.

Den Probanden standen sieben Zonen zur Verfügung, die sie benutzen sollten: die *Incoming Zone*, die *Social Zone*, die *Bibliothek*, die *Regular Zone* und die *Think Tanks*. In beiden Studienbedingungen wurde dieselbe GUI verwendet, die Funktionalität unterschied sich jedoch. Die Kontrollgruppe hatte sieben Sekunden lang Zeit, die Zone die eingezeichnet wurde zu manipulieren, wogegen die Gruppen in der Experimentalbedingung die Zonen beliebig lang verändern konnten.

3.4.2 Das Möbeltool

In Abbildung 14 sieht man die Ansicht der Benutzeroberfläche, wenn das Zonentool nicht aktiv ist. Dieses kann am linken Rand auf den beiden Schaltflächen mit der Beschriftung *Zonentool* durch ein Tap aktiviert und deaktiviert werden. In diesem Modus ist es möglich die Grundrisse mit Möbeln einzurichten.

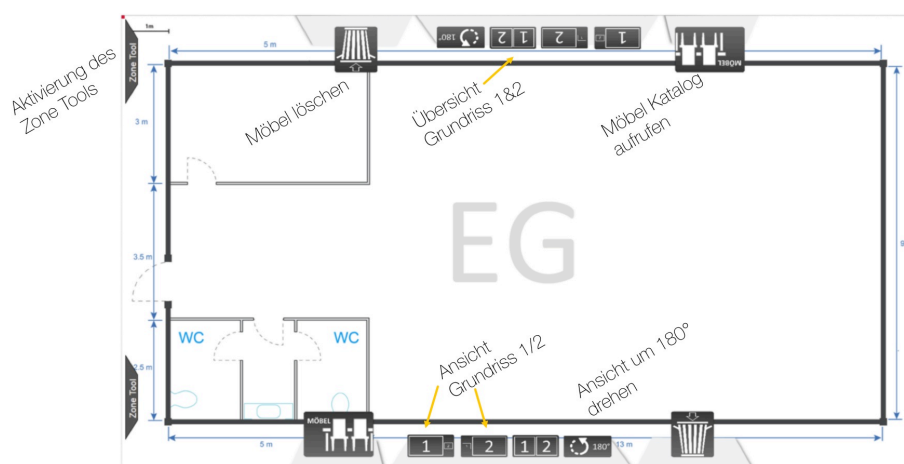


Abbildung 14: Das Interface für die experimentelle Studienbedingung, welches mehr Funktionalität aufweist.

Jeder der zwei Teilnehmer hat jeweils an der Längsseite des Tisches ein identisches Menü vor sich, welches ihm erlaubt zwischen Ansichten von Grundrissen zu wechseln, den Möbelkatalog aufzurufen und aus dem Möbelkatalog per Drag-and-Drop Möbel auf der Landschaft zu platzieren, sie dort zu manipulieren und zu löschen. Abbildung 14 illustriert dabei die Benutzeroberfläche, die für die Experimentalgruppe entwickelt wurde. Die jeweiligen Menüs beinhalten von links nach rechts einen Möbelkatalog, vier verschiedene Grundrissansichten und einen Mülleimer, der dem Löschen von Möbeln dient. Der Ansichtswechsel der Grundrisse war aus dem Grund, dass ein zweistöckiges Büro eingerichtet werden sollte und damit Ober- und Erdgeschoss als einzelne Ansichten vorhanden sein mussten, nötig. Dieser Ansichtswechsel kann durch die erste und die zweite Schaltfläche nach dem Möbelkatalog stattfinden. Durch den dritten Button des Ansichtswechsels [1|2] ist es möglich, sowohl das Obergeschoss, als auch das Erdgeschoss gleichzeitig nebeneinander zu betrachten. Der vierte und letzte

Ansichtsbutton hat die Funktion die Ansicht komplett um 180° zu drehen und auch weiter in dieser Ansicht zu arbeiten.

Abbildung 15 zeigt zwei Ansichtswechsel weniger, da es sich dabei um das Interface-Design der Kontrollgruppe handelt.

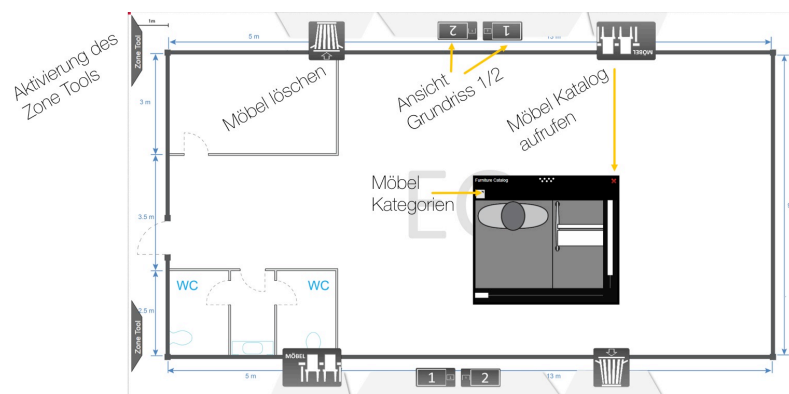


Abbildung 15: Die Kontrollgruppe der Studie wurde mit einem Programm ausgestattet, das weniger Funktionalität aufwies

4 Messung des Kollaborationsprozesses und –outputs

In diesem Kapitel werden die Methoden beschrieben, die verwendet wurden, um die verschiedenen Faktoren des Kollaborationsprozesses und –outputs zu erfassen. Weiterhin werden diese unterschiedlichen Methoden in den Input-Process-Output Kontext eingebettet.

4.1 Übersicht über die erhobenen Daten

Da in der Studie verschiedene Daten erhoben worden sind, wurde Abbildung 16 als Übersichtsdarstellung angefertigt. Die drei Hauptbestandteile bilden die Ecken des Dreiecks, nämlich die transkribierten Gesprächsdaten, die Visualisierung des Arbeitsablaufes der Probanden durch *RoomVis* und die allgemeine statistische Auswertung. In der Abbildung sind jeweils die Rohdaten durch kreisartige Rahmen gekennzeichnet, die dann durch Weiterverarbeitung in die drei Hauptbestandteile einfließen. Aus den Audiodaten sind so die transkribierten Gesprächsdaten entstanden, die durch eine externe Firma produziert wurden. Die Visualisierung *RoomVis* vereint drei Rohdatenarten, darunter die Loggingdaten, die durch das Tabletopsystem erstellt wurden, die Videodaten und die damit verbundenden Audiodaten. Zusätzlich dazu kommen die Codingdaten, die durch das Videocoding mit Observer XT generiert wurden. Diese vier Datenarten wurden dann in einer Visualisierung zu Übersichtszwecken zusammengeführt.

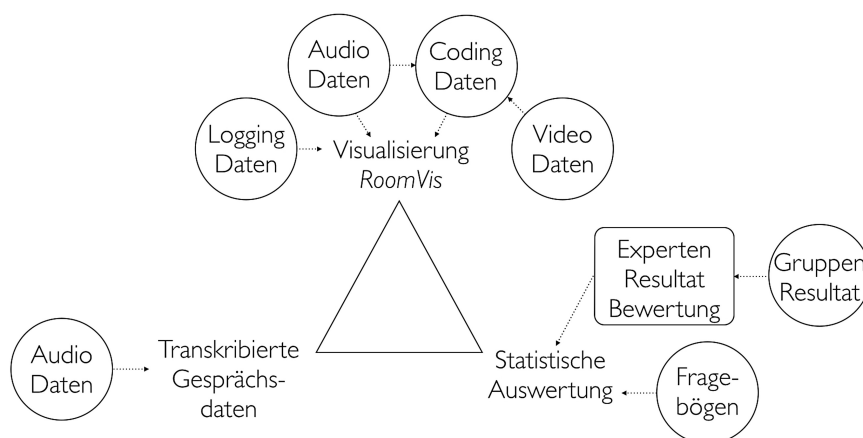


Abbildung 16: Übersicht über alle gesammelten Daten.

Die letzte große Datengruppe besteht aus der statistischen Auswertung. Die Rohdaten dafür sind die generierten Designlösungen der Gruppen und die ausgefüllten Fragebögen. Die Lösungen wurden in einem späteren Schritt durch Experten bewertet und flossen durch die Korrelation mit den ausgewerteten Fragebögen in die gesamte statistische Auswertung mit ein.

Als einen ersten Schritt in Richtung Analyse des Kollaborationsprozesses, wird im folgenden Kapitel die Generierung von Codingdaten aus den Videodaten erläutert.

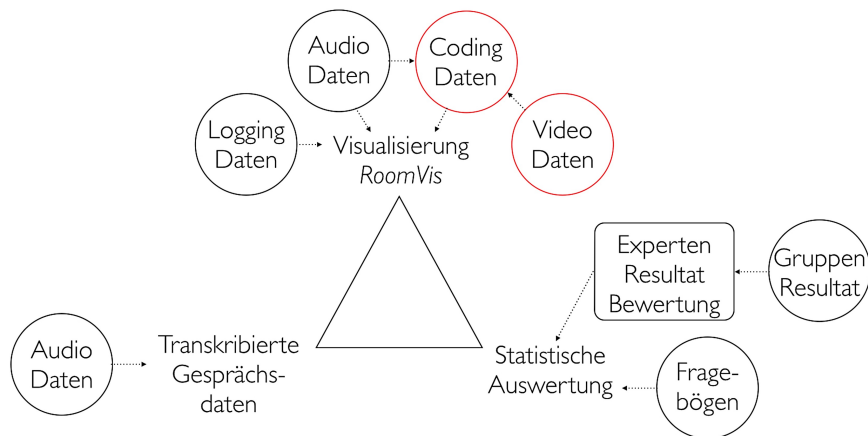


Abbildung 17: Aus den Videodaten werden nun Codingdaten mit Hilfe von dem Videoanalysetool Observer XT gewonnen.

4.2 Video Coding mit Noldus Observer XT 11.5

Die durchgeführte Studie wurde mit drei Videokameras aufgezeichnet und festgehalten. Um aus diesen Aufnahmen analysierbare Daten zu gewinnen, habe ich Noldus Observer XT 11.5 verwendet. Diese Software erlaubt es, Videodaten anhand eines Codingschemas zu kodieren und anschließend statistisch auszuwerten.

4.2.1 Einführung in Noldus Observer XT

Die Software Observer XT 11.5 ist ein Produkt der Firma Noldus, welches primär der Videoanalyse dient. Sie findet große Verwendung im sozialpsychologischen Kontext, da damit das Verhalten von Tieren und Menschen quantitativ erfasst werden kann. Um solch ein Video zu kodieren, ist es vorab nötig ein sogenanntes Codingschema festzulegen, welches dazu dient die gesuchten Verhaltensweisen und deren Ausprägungen zu spezifizieren. Konkret bedeutet dies beispielsweise, dass nach dem Verhalten ‚Lachen‘ gesucht wird und dieses Verhalten zusätzlich die Ausprägungen ‚freundlich‘ und ‚hysterisch‘ besitzt. Mit diesem definierten Codingschema werden die Observationsvideos anschließend betrachtet und diejenigen Zeitabschnitte markiert, in denen dieses Verhalten auftritt. Es handelt sich hierbei um eine sehr zeitaufwändige Tätigkeit, da das Video oft verlangsamt oder mehrmals betrachtet werden muss, um alle benötigten Variablen zu kodieren. Aus Erfahrung kann man sagen, dass das Kodieren von nur einer Variable pro Videodurchlauf sinnvoll ist. Sind alle gewünschten Verhaltensweisen im Video kodiert, können statistische und visuelle Auswertungen stattfinden. Dies geschieht jedoch nicht mehr in der Observer Software selbst, sondern wird dann extern, beispielsweise mit dem SPSS Statistiktool, weiterverarbeitet. Observer selbst besitzt durchaus die Möglichkeit, die kodierten Daten zu analysieren und zu visualisieren, jedoch ist die Benutzbarkeit und der Nutzen dieser Funktionen aufgrund von schlechter Visualisierung, nicht sehr hoch.

Im folgenden Abschnitt wird nun ein kurzer Einblick in die Hauptfunktionen der Software *Observer* gegeben. Jedoch werden nur die Hauptfunktionen beschrieben, da es sich um eine recht komplexe Software handelt, die viel Einarbeitungszeit benötigt.

4.2.2 Überblick über die Noldus Observer XT 11.5 Software

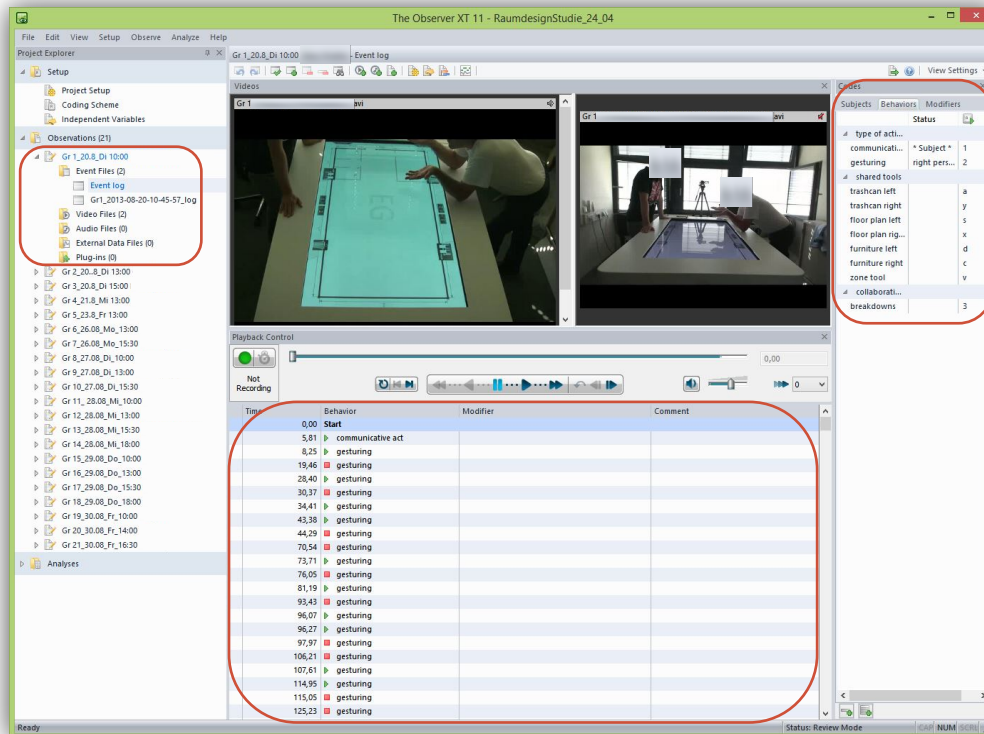


Abbildung 18: Eine bereits kodierte Video in der Observer XT Umgebung. [7]

In Abbildung 18 ist das Hauptfenster des Videoanalysetools zu sehen. Die rot eingerahmten Flächen zeigen die wichtigsten Elemente der Videokodierung. Der linke Rand enthält dabei einmal das *Setup*menü, welches die Einstellungen des Projekts beinhaltet und die *Observierungen* selbst, die die verschiedenen Observierungseinheiten mit ihren Videos und Daten enthalten. In meinem Fall handelte es sich um 21 Observierungen, die jeweils zwei Videos und zusätzlich importierte Loggingdaten vom Tabletopsystem enthielten.

Der größte Rahmen, unten links im Fenster, umspannt die sogenannten *Events*. Diese sind die Codingdaten. Es handelt sich dabei um manuell erstellte Events, die eine Interaktion zu einem bestimmten Zeitpunkt festhalten. Beispielsweise kann man sehen, dass in diesem Beispiel gecodet wurde, wann im Video gestikuliert wurde. Die grünen

Pfeile markieren den Anfang einer Gestikulation und die roten Quadrate das Ende der selben Gestikulation. Um dieses Verhalten zu kodieren werden die Videos abgespielt und durch ein vorher erarbeitetes Codingschema per Events festgehalten. Das Schema ist auf der rechten Seite zu sehen und enthält die Bestandteile *Subject*, *Behavior* und *Modifier*. *Subject* bildet dabei, wie der Name impliziert, das Subjekt der Observierung. Das gesuchte Verhalten wird durch *Behavior* modelliert, welches wieder mehrere Abstufungen enthalten kann, die in den *Modifiern* definiert sind. Diese drei Bestandteile des Codingschemas werden am Anfang definiert und bilden die Basis für das spätere Kodieren. Eine detailliertere Beschreibung der Software und ihrer Funktionen würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen kann in meinem Projektbericht [7] gefunden werden.

Damit jedoch mit dem Kodieren begonnen werden kann, benötigt *Observer* zusätzlich die Synchronisierung der Daten, die in das Tool importiert wurden. In diesem Fall handelte es sich um zwei Videos und eine Logdatei pro Studieneinheit, beziehungsweise pro Observation.

4.2.3 Synchronisation der Daten

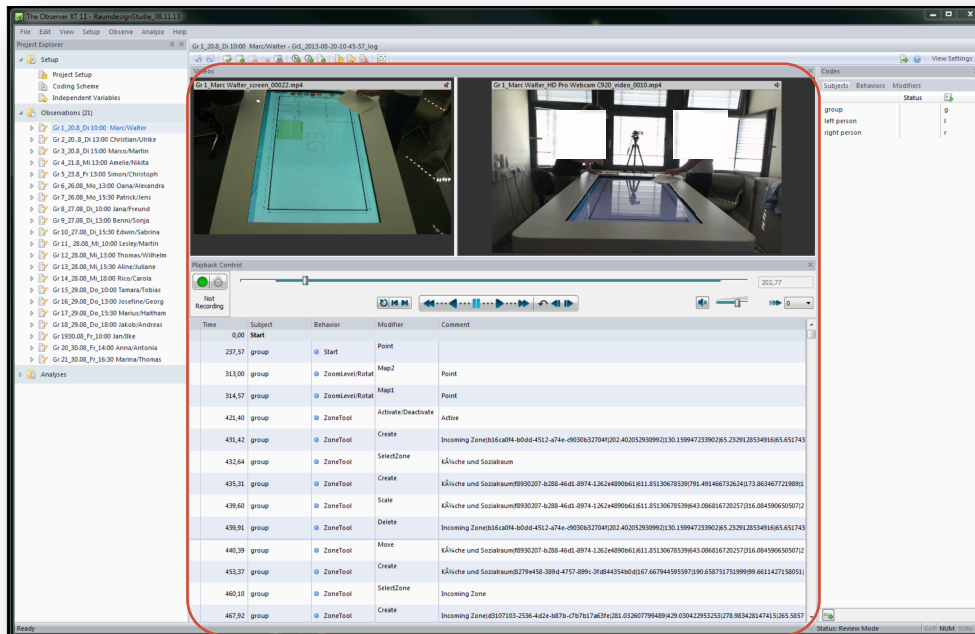


Abbildung 19: Die synchronisierten Videos (oben) in Verbindung mit den Logdaten des Tabletops (unten).

Diese Studie wurde von insgesamt drei Kameras unterschiedlichen Typs aufgezeichnet. Damit die Videokodierung möglich ist, musste ich die Aufnahmen vorher zeitlich synchronisieren. Dazu wurde vor dem Beginn einer jeden Studiensitzung ein akustisches Signal erzeugt, welches auf allen Videos als Startreferenzpunkt verwendet wurde. Anschließend wurden die Videos mit Hilfe eines Videoschnittprogramms manuell entsprechend dem Referenzpunkt gekürzt. Auf diese Weise starteten alle Videos einer Sitzung am gleichen Zeitpunkt. Zwei der Videos wurden danach in *Observer* integriert, was jedoch durch Enkodierungsprobleme auf *Observer*-Seite weiterer manueller Synchronisation direkt im Tool bedurfte. Die Logs, welche die Interaktionen am Tisch beinhalteten, mussten gleichermaßen in *Observer* selbst mit den Videos synchronisiert werden, damit die Interaktionen im Video mit denen des Logs übereinstimmen. Auf Grund der bereits genannten Enkodierungsprobleme, kam es dazu, dass die Videos nach einiger Zeit weder synchron zu dem integrierten Log waren, noch untereinander. Aus diesem

Grund nahm der Prozess des Synchronisierens einige Wochen in Anspruch nehmen. Im Nachhinein wäre es womöglich besser gewesen die Videos in einem Videoschnittprogramm in einem Video zusammenzufassen. Dies würde allerdings dazu führen, dass die Videos an Auflösung verlieren und kein Video mehr im Detail angeschaut werden könnte. Genauere Anleitungen zum Synchronisieren der Daten können auch dem Projektbericht [7] entnommen werden.

Im weiteren Verlauf werden nun die Faktoren, die mit *Observer* für die Studie analysiert werden sollten, im *IPO-Modell* lokalisiert.

4.2.4 Videokodierung im Input-Process-Output Kontext

Der Hauptfokus der Videoanalyse mit *Observer* lag darin, den Prozess der Zusammenarbeit adäquat zu analysieren und diesen mit quantitativ messbaren Daten zu versehen. Dabei sind in Abbildung 20 diejenigen Faktoren markiert, die bei der Analyse berücksichtigt wurden.

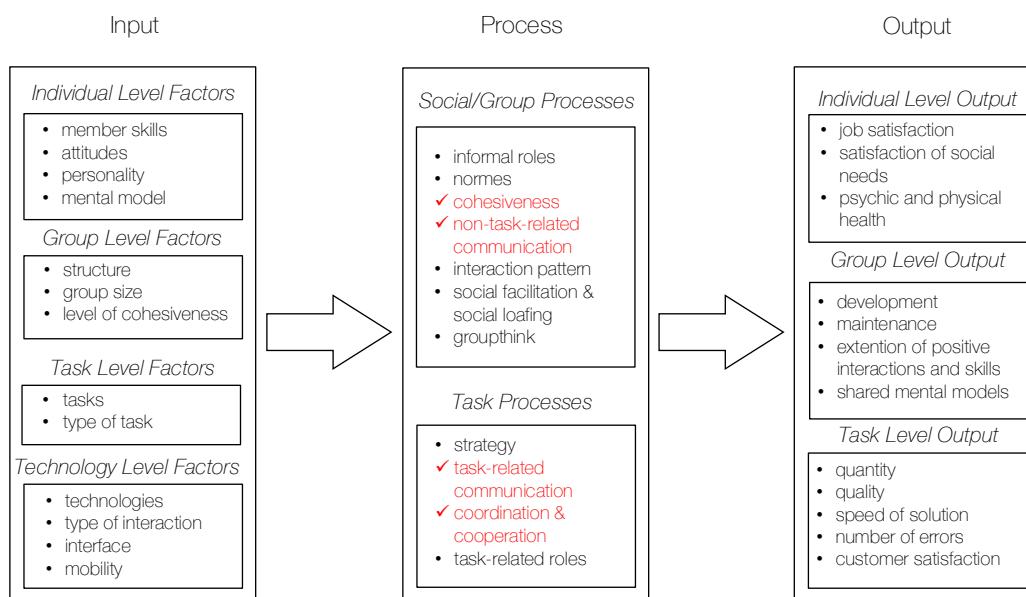


Abbildung 20: Die Faktoren, die durch die Videoanalyse erforscht werden sollten.

Auf der Ebene der sozialen Prozesse wollte ich den *Gruppenzusammenhalt* und die *nicht aufgabenbezogene Kommunikation* untersuchen. Um dies zu realisieren, habe ich mein Codingschema dementsprechend darauf angepasst, um diese Faktoren abzudecken.

Weiterhin war das Ziel auf Aufgabenebene zudem die *aufgabenspezifische Kommunikation*, die *Koordination* und *Kooperation* auf der Aufgabenebene zu erfassen.

Der nächste Abschnitt befasst sich mit der Umsetzung dieses Vorhabens in ein Codingschema.

4.2.5 Codingschema und Kodierung

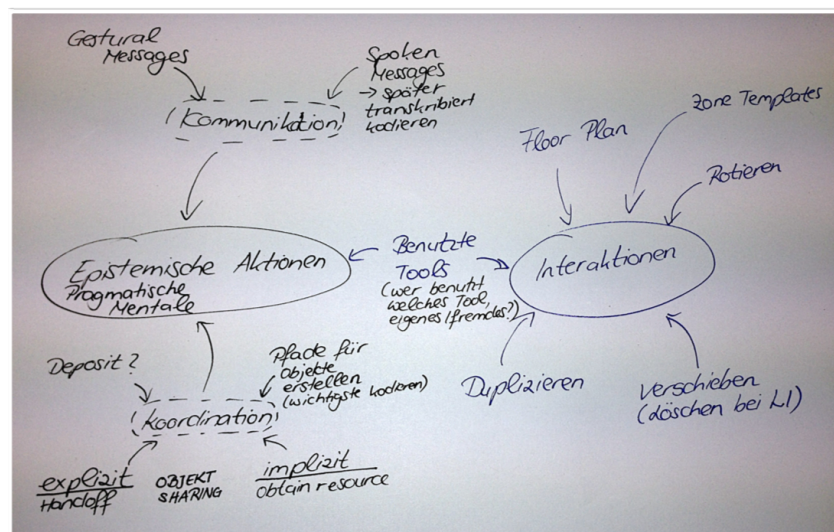


Abbildung 21: Erstes Konzept für die Kodierung der Videos, basierend auf den Mechaniken der Kollaboration von Pinelle und Gutwin.[26]

Um ein erstes Konzept von einem Codingschema zu entwerfen habe ich mich dabei auf die Mechaniken der Kollaboration von Pinelle [26] gestützt. In Abbildung 21 ist eine schematische Darstellung abgebildet, die das mentale Modell des Codingschemas darstellt. Zum einen sollten Aktionen kodiert werden, bestehend aus Koordination und Kommunikation und zum anderen Interaktionen auf dem Tabletop. Die Kodierung der Interaktionen wurde jedoch durch das vollständige Logging der Tabletopinteraktionen ersetzt. Der Hauptfokus des Codingschemas lag nun somit auf der Kommunikation und der Koordination am Tabletop. Bei der Kommunikation sollten Gestik und gesprochene Nachrichten festgehalten werden. Diese beiden Punkte werden auch durch Pinelle als ‚explizite Kommunikation‘ benannt. Bei der Koordination wollte ich auch sowohl explizite als auch implizite Koordination kodieren, wobei sich dies als schwierig in dem gegebenen Studiensetting herausgestellt hat.

Durch das Codingschema wird im *Observer* definiert, welche Verhaltensweisen für die Videoanalyse von Bedeutung sind. Die drei Hauptelemente des Schemas bestehen, wie schon erwähnt, aus den *Subjekten* der Observation, deren *Verhalten* (engl.: *Behaviors*) und die Spezifizierung des Verhaltens, den *Modifiers*.

Das komplexe Codingschema aus Abbildung 22 ist aus der Zusammenarbeit zwischen mir und Magdalena Mateescu entstanden, welches als Basis der Videokodierung verwendet wurde. Diese Komplexität erschließt sich daraus, dass bei der Erstellung des Codingschemas vorher nicht bekannt ist, was anschließend in der praktischen Umsetzung sinnvoll ist.

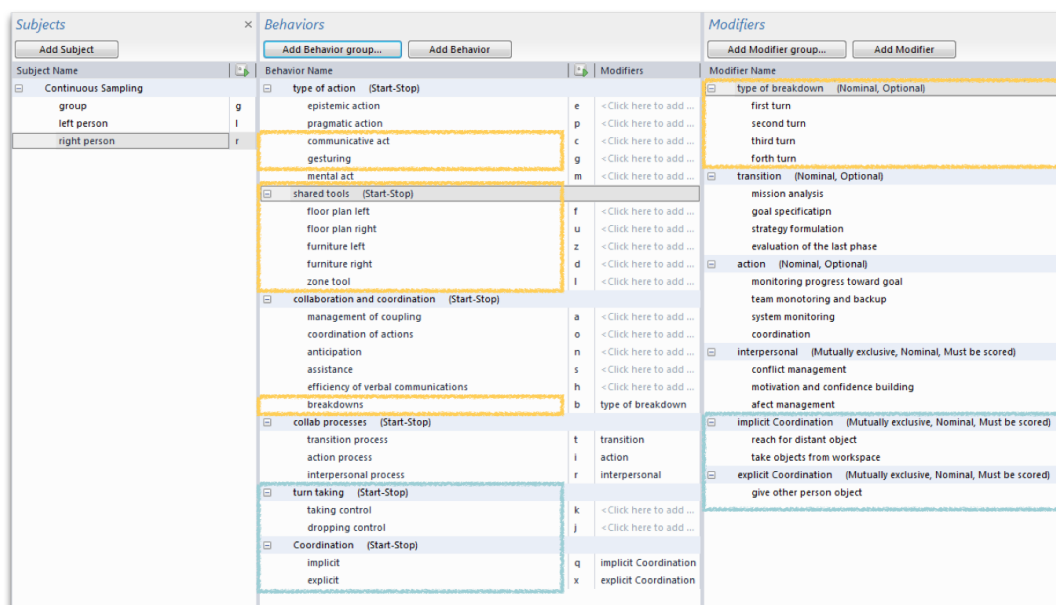


Abbildung 22: Das verwendete Codingschema. Orange markiert sind diejenigen Variablen, die von mir codiert wurden. Die blau umrahmten Variablen waren in der Praxis nicht umsetzbar.

Auf der linken Seite des Fensters werden die Subjekte in *Observer* definiert. Da es sich in diesem Studiensetting um eine Dyade handelte, wurden erst die Subjekte *left person* und *right person* definiert. Mit dieser Unterscheidung stellte sich jedoch das Kodieren als sehr zeitaufwändig heraus, weshalb ein drittes Subjekt, die *Gruppe*, eingeführt wurde. In *Observer* ist es zudem nicht möglich *Subjects*, *Behaviors* oder *Modifiers* zu löschen, sobald schon etwas kodiert wurde. Diese kann man nur entfernen indem man sie auf *Inaktiv* setzt.

Die gewünschten Verhaltensweisen befinden sich in der Mitte des Fensters. Hier werden die zu kodierenden Aktionen definiert. Es sollte der *Aktionstyp* festgehalten werden, welcher entweder eine epistemische Aktion, eine pragmatische Aktion, einen kommunikativen Akt oder einen mentalen Akt darstellen sollte. Es sei erwähnt, dass es sich hierbei um das Forschungsgebiet von Magdalena Mateescu handelt und das Coding der verschiedenen Variablen aufgeteilt wurde (siehe Abbildung 22). Aus dieser Gruppe war es meine Aufgabe, die Verhalten kommunikativer Akt und Gestik zu kodieren. Dabei stieß ich jedoch auf Probleme, als ich versuchte, diese Verhaltensweisen nur einem Subjekt zuzuweisen, da die Subjekte oft zur gleichen Zeit gestikulierten oder sprachen. Aus diesem Grund habe ich mich entschlossen, die Kommunikation per Algorithmus auszulagern und habe mich dann auf die Gestik der Probanden ohne direkte Subjektzuweisung fokussiert. Die Gestik ist dabei als Bewegung mit den Händen definiert, die zum Verständnis zwischen den Gruppenteilnehmern dient und damit kommunikative Gesten darstellt. [8]

Eine weitere Gruppe des Codingschemas besteht aus den *Geteilten Werkzeugen* (engl.: *shared tools*). Diese Gruppe sollte die Interaktionen festhalten, die auftraten, wenn ein Proband die interaktiven Werkzeuge des anderen Probanden anstatt seiner eigenen benutzte. Dies sollte als Indikator dafür genutzt werden, wie stark der Gruppenzusammenhalt ist, beziehungsweise wie vertraut sie mit dem Gruppenmitglied sind, dass sie in dessen private Zone durch das Benutzen der fremden Werkzeuge eingriffen.

Abbildung 22 zeigt die nächste Variable, die kodiert wurde, nämlich sogenannte *Zusammenbrüche* (engl.: *breakdowns*). Diese stellen kommunikative Zusammenbrüche dar und wurden dann im Video markiert, wenn sich die Gruppenmitglieder nicht verstanden und ein Mitglied immer wieder nachfragen musste, um die Intention des anderen Mitglieds zu verstehen. Wie der rechten Seite im Screenshot entnommen werden kann, besitzt das Verhalten *breakdowns* den *Modifier type of breakdown*. Mit diesem Modifier wurde festgehalten, wie oft ein Gruppenmitglied während eines Missverständnisses nachfragen musste.

Die letzten zwei Verhaltensgruppen bilden *turn-taking* und *coordination*. Mit der Verhaltensgruppe *turn-taking* sollten die Anteile modelliert werden, die die einzelnen

Gruppenmitglieder in den Lösungsprozess miteinbrachten. *Turn-taking* wird von Rybing [29] als Wechsel im Kommunikationsprozess verstanden. Dies zu kodieren ergab jedoch wenig Sinn, da dies in transkribierten Gesprächsdaten durch Ermittlung der Wortanzahl der einzelnen Gruppenmitglieder besser auszuwerten gewesen wäre.

Coordination wurde von den ‚Mechanics of Collaboration‘ von Pinelle und Gutwin [25] inspiriert, jedoch sind diese Arten der Koordination in unseren speziellen Designsetting so gut wie nicht vorgekommen und damit unbrauchbar gewesen.

4.3 Logging am Tabletop

Die Studie wurde an einem Multitouchtabletopsystem durchgeführt, auf dem die Probanden mit Hilfe der in Abschnitt 3.4 vorgestellten Software interagierten. Damit die Interaktionen der Gruppen statistisch erfasst werden konnten, wurde zusätzlich das Logging der Interaktionen implementiert.

4.3.1 Das Tabletop System

Abbildung 23 zeigt das verwendete Tabletopsystem mit seinen technischen Details. Der Multitouchtisch besitzt dabei eine Höhe von 87 cm, eine Breite von 120 cm und ist 180 cm lang. Diese Maße erlauben es zwei Benutzern bequem an den Längsseiten des Tisches zu stehen. Das Hauptelement des Tisches bildet der 65 Zoll große Plasmafernseher, der mit einem speziell angefertigten Rahmen multitouchfähig gemacht wurde. Der Rahmen besitzt eine Breite von 25 cm, sodass sich die Teilnehmer angenehm darauf stützen können und Unterlagen, wie die ihnen ausgehändigten Designanforderungen, darauf ablegen konnten.

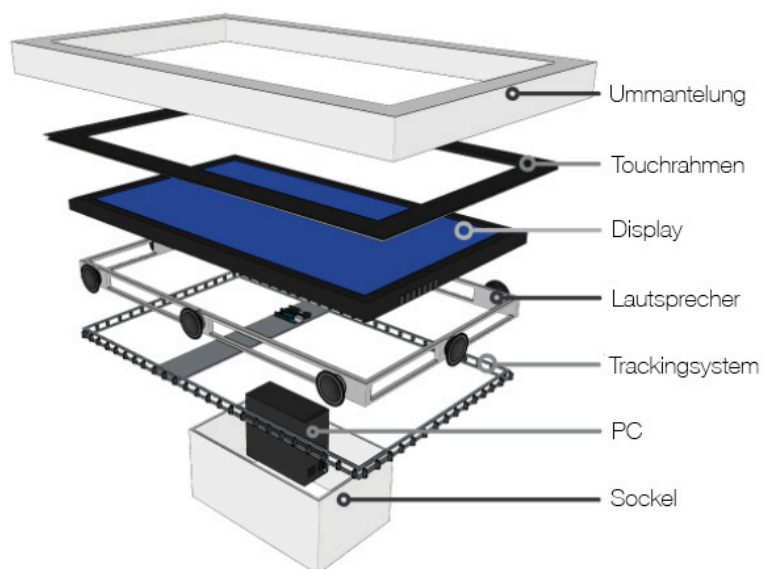
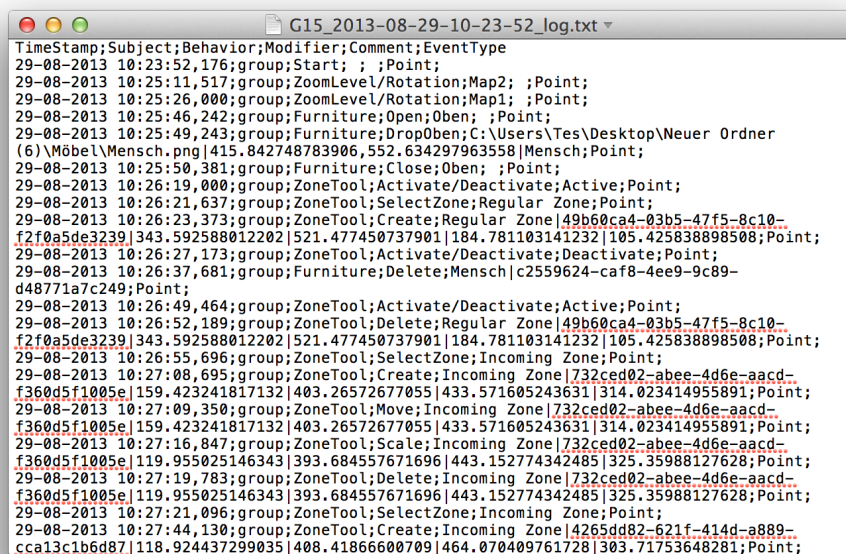


Abbildung 23: Der technische Aufbau des Multitouchsystems.[24]

4.3.2 Geloggte Daten

Die Daten, die während des Verlaufs der Studie geloggt werden konnten waren zum einen sämtliche Interaktionen, wie das Platzieren und Transformieren von Möbeln und Zonen und zum anderen Interaktionen mit den Menüs und den Katalogen. Aufgrund des verwendeten Multitouchrahmens konnten die Interaktionen nicht den einzelnen Personen zugeordnet werden. Jede Interaktion wurde mit einem genauen Zeitstempel im Millisekundenbereich in einer Textdatei abgespeichert. Die Formatierung dieser Logs wurde an das Datenformat der Software Noldus Observer XT angepasst, um das Importieren der Logs in Noldus zu ermöglichen. Abbildung 24 zeigt den Aufbau einer exemplarischen Logdatei. Um diese Daten analysierbar zu machen, wurde im nächsten Schritt eine Visualisierung erstellt.



```

Timestamp;Subject;Behavior;Modifizier;Comment;EventType
29-08-2013 10:23:52,176;group;Start; ; ;Point;
29-08-2013 10:25:11,517;group;ZoomLevel/Rotation;Map2; ;Point;
29-08-2013 10:25:26,000;group;ZoomLevel/Rotation;Map1; ;Point;
29-08-2013 10:25:46,242;group;Furniture;Open;Oben; ;Point;
29-08-2013 10:25:49,243;group;Furniture;DropOben;C:\Users\Tes\Desktop\Neuer Ordner
(6)\Möbel\Mensch.png|415.842748783906,552.634297963558|Mensch;Point;
29-08-2013 10:25:50,381;group;Furniture;Close;Oben; ;Point;
29-08-2013 10:26:19,000;group;ZoneTool;Activate/Deactivate;Active;Point;
29-08-2013 10:26:21,637;group;ZoneTool;SelectZone;Regular Zone;Point;
29-08-2013 10:26:23,373;group;ZoneTool;Create;Regular Zone|49b60ca4-03b5-47f5-8c10-
f2f0a5de3239|343.592588012202|521.477450737901|184.781103141232|105.425838898508;Point;
29-08-2013 10:26:27,173;group;ZoneTool;Activate/Deactivate;Deactivate;Point;
29-08-2013 10:26:37,681;group;Furniture;Delete;Mensch|c2559624-caf8-4ee9-9c89-
d48771a7c249;Point;
29-08-2013 10:26:49,464;group;ZoneTool;Activate/Deactivate;Active;Point;
29-08-2013 10:26:52,189;group;ZoneTool;Delete;Regular Zone|49b60ca4-03b5-47f5-8c10-
f2f0a5de3239|343.592588012202|521.477450737901|184.781103141232|105.425838898508;Point;
29-08-2013 10:26:55,696;group;ZoneTool;SelectZone;Incoming Zone;Point;
29-08-2013 10:27:00,695;group;ZoneTool;Create;Incoming Zone|732ced02-abee-4d6e-aacd-
f360d5f1005e|159.423241817132|403.26572677055|433.571605243631|314.023414955891;Point;
29-08-2013 10:27:09,350;group;ZoneTool;Move;Incoming Zone|732ced02-abee-4d6e-aacd-
f360d5f1005e|159.423241817132|403.26572677055|433.571605243631|314.023414955891;Point;
29-08-2013 10:27:16,847;group;ZoneTool;Scale;Incoming Zone|732ced02-abee-4d6e-aacd-
f360d5f1005e|119.955025146343|393.684557671696|443.152774342485|325.35988127628;Point;
29-08-2013 10:27:19,783;group;ZoneTool;Delete;Incoming Zone|732ced02-abee-4d6e-aacd-
f360d5f1005e|119.955025146343|393.684557671696|443.152774342485|325.35988127628;Point;
29-08-2013 10:27:21,096;group;ZoneTool;SelectZone;Incoming Zone;Point;
29-08-2013 10:27:44,130;group;ZoneTool;Create;Incoming Zone|4265dd82-621f-414d-a889-
cca13c1b6087|118.924437299035|408.41866600709|464.070409761728|303.71753648281;Point;

```

Abbildung 24: Ein Ausschnitt einer Beispiellogfile. [7]

4.3.3 Logging im Input-Process-Output Kontext

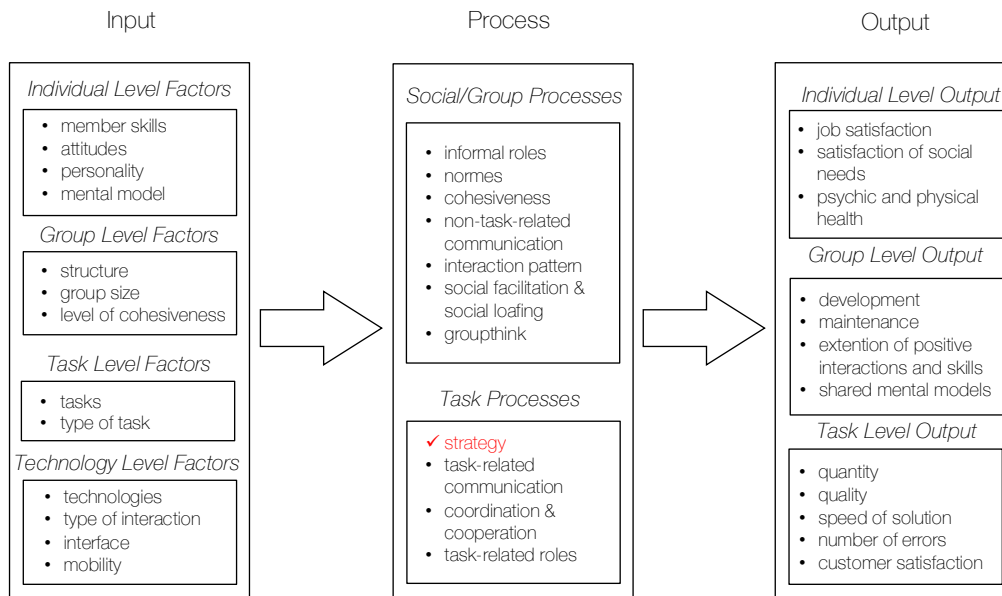


Abbildung 25: Die Logdateien halten die Strategien der Gruppen beim Lösen der Aufgabe fest.

Die Logfiles befinden sich im IPO-Modell ausschließlich auf der Ebene der Aufgabenprozesse. Da durch das verwendete Multitouchsystem keine Unterscheidung zwischen den Mitgliedern gemacht werden konnte, konnte nichts über die Koordination oder die Rollenverteilung ermittelt werden. Deshalb wurde diese Zuordnung der Interaktionen zu den Benutzern mit Hilfe von Videokodierung manuell nachgetragen. Trotzdem halten die Logdaten fest, wie die Gruppen vorgegangen sind um eine Lösung zu erreichen, also welche *Strategie* angewendet wurde.

4.4 Visualisierung der Interaktionen – RoomVis

Eigens für die Raumdesignstudie wurde ein Visualisierungstool implementiert, das die geloggteten Daten vom Tabletop übersichtlich visualisiert. Parallel zu den Loggingdaten können auch die kodierten Videodaten aus dem Observer XT importiert und dargestellt werden. Dadurch werden Daten aus verschiedenen Quellen in einer übersichtlichen Visualisierung zusammengeführt, welche zur Vereinfachung der Auswertung dient. Abbildung 26 zeigt exemplarisch die Visualisierung der Tabletopinteraktionen einer Zweiergruppe während der Bearbeitungszeit von 45 Minuten. Die Interaktionen werden hierbei durch die farbigen Senkrechten dargestellt, wobei der Zeitpunkt ihres Auftretens durch die Position auf der Zeitachse festgehalten wird. Auf Seite 65 kann eine Visualisierung in DIN A3 Format betrachtet werden.

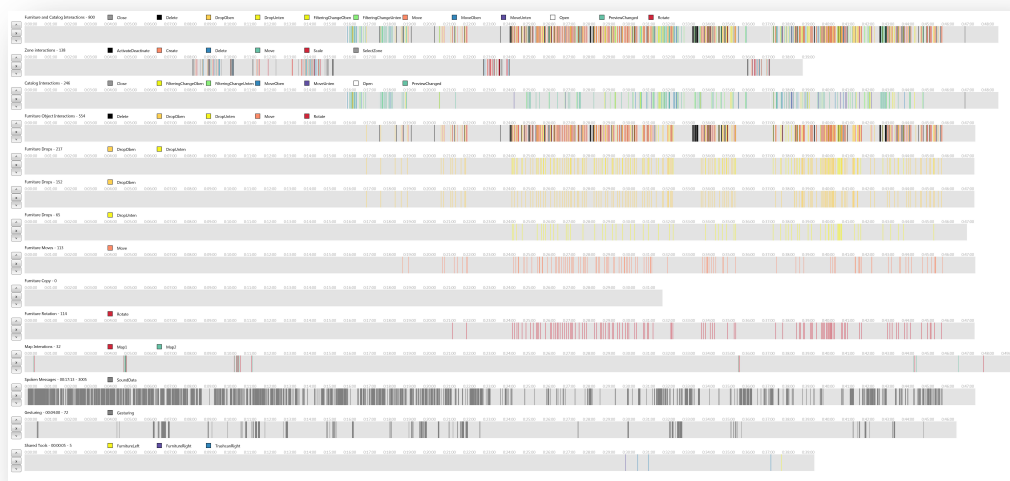


Abbildung 26: Das Ergebnis der Visualisierung einer Studiensitzung.

4.4.1 Motivation

Die enormen Datenmengen, die durch das Logging entstanden, wurden so gespeichert, dass sie problemlos in den *Observer XT* importiert werden konnten. Die Intention dahinter war, eine Übersichtsdarstellung mit dem observereigenen Visualisierungstool zu erstellen, die sowohl die kodierten Videodaten enthält, als auch die Loggingdaten des Tabletops. Es stellte sich jedoch heraus, dass die angebotene Visualisierung nicht für diese Datenmengen und Datenarten sinnvoll war, denn sie bot keine übersichtliche Darstellung, die für die Auswertung benötigt wurde (siehe Abbildung 27).

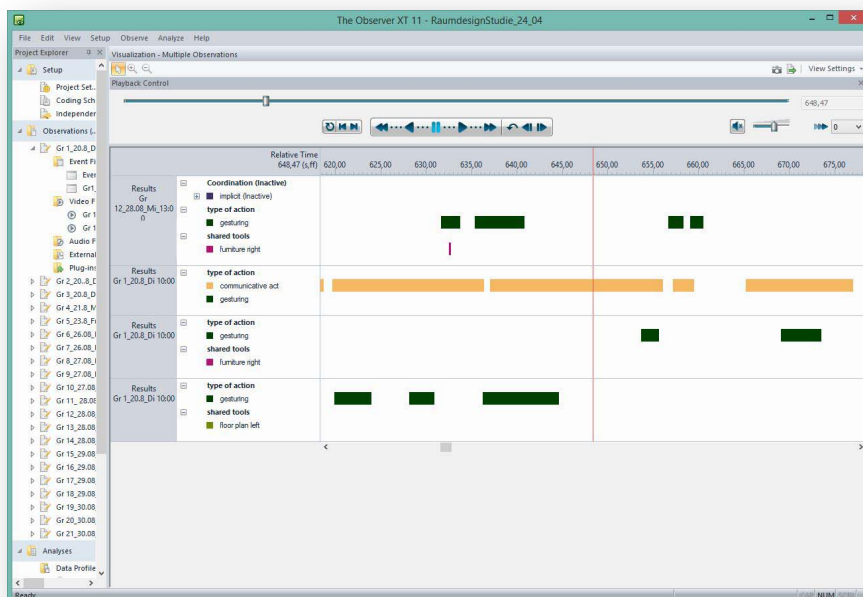


Abbildung 27: Die Visualisierung von Observer XT für zwei Studiensitzungen.

Die Visualisierung von Observer basiert dabei auf den kodierten Videodaten, welche durch den Player am oberen Rand abgespielt werden kann. Es können mehrere Sitzungen verglichen werden, allerdings gibt es keinerlei Möglichkeiten die Zeitachse so anzupassen, dass eine Übersichtsdarstellung erreicht werden kann. Stattdessen können die einzelnen Interaktionen auf die Sekunde genau betrachtet werden, bei einer Studiensitzung von 45 Minuten erschien dies jedoch nicht sinnvoll für die Auswertung. Weiterhin konnten die importierten Tabletoploggingdaten trotz des richtigen Formats nicht visualisiert werden.

4.4.2 Interfacedesign – RoomVis

Meine ersten Überlegungen zum Design der Visualisierung beinhalteten Animationen der Tabletopinteraktionen. Eine Vergleichbarkeit zwischen den einzelnen Gruppen herzustellen wäre damit allerdings problematisch geworden. Um eine Detektion von Interaktionspatterns zu ermöglichen, habe ich mich für eine Visualisierung entlang einer Timeline entschieden. Ich war dabei federführend bei der grafischen Gestaltung der *RoomVis*-Applikation. Die Visualisierung anhand einer Zeitachse macht es zudem möglich, die einzelnen Tabletopinteraktionen der beiden Probanden über die Zeit hinweg sinnvoll und in einer übersichtlichen Art und Weise zu veranschaulichen. Da es sich sowohl bei den Loggingdaten als auch bei den Videocodingdaten um eindimensionale zeitbasierte Daten handelt, konnten so alle Daten in einer Visualisierung zusammengeführt werden. Allerdings war es durch die verwendete Tabletoptechnologie nicht möglich, die Interaktionen der Probanden einem Individuum zuzuschreiben, was eine Unterscheidung der Interaktionen überflüssig machte. Die individuellen unterschiedlichen Tools der Teilnehmer wurden jedoch mitgeloggt und visualisiert, beispielsweise ob das Menü des linken oder des rechten Probanden benutzt wurde. Zusätzlich wurde in den Videos kodiert, wenn ein Proband die Tools des anderen benutzte – *Shared Tools*. Alle Daten, die visualisiert wurden, werden im nächsten Abschnitt behandelt.

4.4.2.1 Visualisierte Daten

Das Visualisierungstool *RoomVis* umfasst viele Datenarten und ermöglicht so eine umfassende visuelle Auswertung der Studienergebnisse. Unter den Daten, die in dieses Tool eingespeist werden können, befinden sich die geloggten Tabletopinteraktionen, sowie Audiodaten und aus dem *Observer* exportierte Videocodingdaten (siehe Abbildung 28).

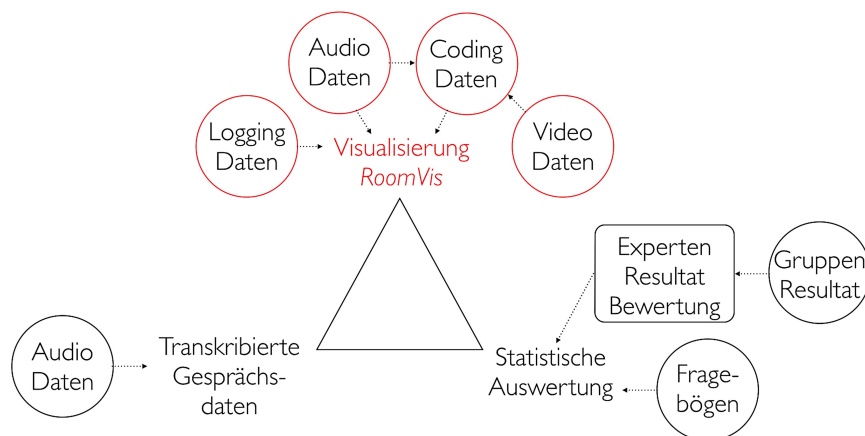


Abbildung 28: Daten, die in *RoomVis* vereint werden.

Die Loggingdaten des Tabletops beinhalten die Interaktionen mit dem Möbeltool sowie einzelne Manipulationen der Möbel, beispielsweise das Platzieren von Möbeln und das Kopieren derselben. Weiterhin enthalten die Logdaten auch die Interaktionen mit dem Zonentool und die Ansichtswchsel der Grundrisse. *RoomVis* beinhaltet zudem eine Audioanalyse, welche über die Amplitude der Lautstärke ermittelt, wann und wie lange während einer Studiensitzung gesprochen wurde. Diese Idee entwickelte ich, um sehr zeitaufwändiges Videocoding mit *Observer* zu vermeiden. Genauere Implementationsdetails werden in Abschnitt 4.4.3 behandelt. Schlussendlich werden auch die Daten des Videocodings in die Visualisierung miteinbezogen, womit diese in den Interaktionskontext eingebettet werden.

4.4.2.2 Interfacestruktur

Abbildung 29 zeigt einen Ausschnitt aus dem *RoomVis* Interface und seine einzelnen Interfaceelemente. Die horizontalen grauen Balken repräsentieren die Timelines, wobei diese die zeitliche Länge der Studiensitzung durch ihre geometrische Länge abdecken. Bei einer Länge von 45 Minuten habe ich mich für eine Achseneinheit von einer Minute entschieden. Eine Sekunde entspricht dabei einem Pixel und gleichzeitig einer Interaktionseinheit. Über der Zeitleiste ist die Beschreibung des abgebildeten Interaktionstyps angebracht und zu Übersichtszwecken die Anzahl der Interaktionen. Die Interaktionszeitleisten können mit den rechts angebrachten Buttons nach oben und unten verschoben sowie gelöscht werden. Um die verschiedenen Strategien der Gruppen besser auswerten zu können, war es nötig Visualisierungen gewisser Interaktionstypen untereinander anordnen zu können. Beispielsweise wurden in den Endvisualisierungen die Interaktionen mit dem Zonentool unter denen des Möbeltools angeordnet, da sich diese ergänzen und gegenseitig ausschließen. Damit war es möglich, Patterns zu erkennen, die darauf hindeuteten, dass sich die Probanden erst über die Zonen einigten haben und erst in einem späteren Schritt anfangen, haben die Möbel zu platzieren.

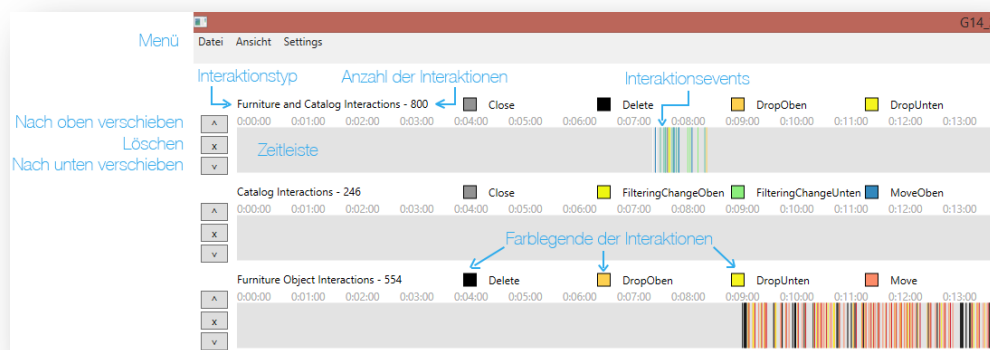


Abbildung 29: Struktur des *RoomVis* Interfaces.

Die einzelnen Interaktionsevents wurden als farbige Senkrechte veranschaulicht. Da es bei vielen Interaktionen gleichzeitig schnell zu einer unübersichtlichen Visualisierung kommen kann, wurden die einzelnen Interaktionstypen auf einer individuellen Zeitachse abgebildet. Die Kategorie ‚Furniture and Catalog Interactions‘ wurde beispielsweise in ihre elementaren

Interaktionstypen ‚Furniture Object Interactions‘, ‚Furniture Drops‘, ‚Furniture Moves‘, ‚Furniture Copy‘ und ‚Furniture Rotation‘ weiter aufgegliedert (siehe Tabelle 4).

4.4.2.3 Interfacemenü

Das Menü der *RoomVis*-Applikation befindet sich oben links und ist in drei Kategorien unterteilt: *Datei*, *Ansicht* und *Settings*. Unter dem Menüpunkt *Datei* befinden sich sowohl Import- als auch Exportfunktionen (siehe Abbildung 30).

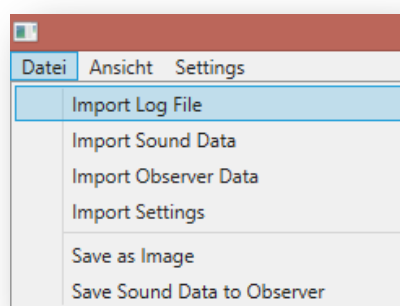


Abbildung 30: Das Menü von RoomVis. Es können drei verschiedene Arten von Daten importiert werden, nämlich Tabletoplogfiles, Audiodateien und kodierte Observerdaten.

Der Menüpunkt *Ansicht* beinhaltet die Option *Show Legend*, mit deren Hilfe man die Legende der Visualisierung ein- und ausblenden kann (Abbildung 31). Dies kann hilfreich sein, wenn die Legende unwichtig ist und nur das optische Bild der Visualisierung benötigt wird. Durch Ausblenden der Legende werden zudem die Abstände zwischen den Timelines geringer, was dazu führt, dass diese besser miteinander verglichen werden können.

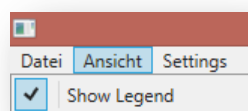


Abbildung 31: Im Ansichtsmenü kann die Farblegende der Interaktionen ein- und ausgeblendet werden.

In den *Settings* können Offsets durch Sekundenangabe eingestellt werden. Dies bewirkt eine Verschiebung der grauen Timelines nach rechts oder nach links.

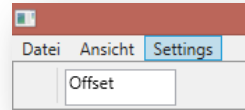


Abbildung 32: Die Zeitachsen der Visualisierung können zeitlich verschoben werden, damit die Tabletopinteraktionen mit den kodierten Videodaten übereinstimmen. Dieser Offset kann unter dem Menüpunkt Settings eingestellt werden.

4.4.2.4 Farbschema

Dadurch, dass die Visualisierung viele verschiedene Interaktionen enthält, wirkt diese sehr schnell unübersichtlich. Um dem entgegenzuwirken, habe ich mich dazu entschlossen ähnliche Interaktionstypen mit ähnlichen Farben zu belegen. Abbildung 33 zeigt die Farbgebung für die Interaktionen mit dem Möbeltool, wobei auch Unterscheidungen zwischen oberem und unterem Menü durch geringere Farbabstufungen visualisiert wurden, beispielsweise ‚DropOben‘ und ‚DropUnten‘. Die Kollision von sehr ähnlichen Farben war dabei nicht vollkommen auszuschließen (‚DropUnten‘ und ‚FilteringChangeOben‘). Dieses Problem wurde jedoch gelöst, indem die einzelnen Interaktionseinheiten ihre eigene Timeline erhielten und damit klar voneinander unterscheidbar waren.

Schließen des Möbelkatalogs	Close
Möbel wurden kopiert	Copy
Löschen von einem Möbelstück	Delete
Oberer Teilnehmer platziert ein Möbelstück	DropOben
Unterer Teilnehmer platziert ein Möbelstück	DropUnten
Oberer Teilnehmer ändert die Möbelkatalogfilterung	FilteringChangeOben
Unterer Teilnehmer ändert die Möbelkatalogfilterung	FilteringChangeUnten
Bewegen eines Möbelstücks	Move
Oberer Möbelkatalog wurde bewegt	MoveOben
Unterer Möbelkatalog wurde bewegt	MoveUnten
Möbelkatalog wurde geöffnet	Open
Möbeldarstellung wurde geändert (schematisch/realistisch)	PreviewChanged
Möbelstück wurde rotiert	Rotate

Abbildung 33: Die Legende für die Interaktionen mit dem Möbeltool. (Furniture and Catalog Interactions)

‚Close‘ und ‚Open‘ des Möbelkatalogs sind in Graustufen gehalten, da diese Interaktionseinheiten nicht besonders wichtig sind. Manipulationen an Möbeln sind in Rottönen gehalten (‚Move‘, ‚Rotate‘, ‚Copy‘), da diese als Signalfarben gut sichtbar sind. Das Bewegen der Möbelkataloge ist in Blau gehalten, damit es nicht mit den Manipulationen der Möbel auf der Landschaft (rot) kollidiert.

Zwei weitere Legenden wurden entworfen: eine für die Interaktionen mit dem Zonentool und eine für die Interaktionen mit dem Ansichtsmenü (siehe Abbildung 34 und Abbildung

35). Da diese beiden Interaktionstypen jeweils für sich alleine standen und damit ihre eigene Timeline hatten, war es nicht nötig komplett unterschiedliche Farben zu verwenden. Lediglich auf Eindeutigkeit wurde hier Wert gelegt.

Zonentool wurde aktiviert oder deaktiviert	■	ActivateDeactivate
Neue Zone wurde erstellt	■	Create
Zone wurde gelöscht	■	Delete
Bewegen einer Zone	■	Move
Skalieren einer Zone	■	Scale
Änderung der Zonenart	■	SelectZone

Abbildung 34: Die Legende für die Interaktionen mit dem Zonentool (Zone Interactions).

Grundrissansichtswechsel - Erdgeschoss	■	Map1
Grundrissansichtswechsel - Obergeschoss	■	Map2
Rotation des Grundrisses	■	Rotation
Übersichtsdarstellung von EG und OG	□	Zoomout

Abbildung 35: Die Legende für die Interaktionen mit dem Ansichtsmenü (Map Interactions).

4.4.2.5 Visualisierungsaufbau

Die Endvisualisierung beinhaltet letztlich vierzehn Timelines mit den Tabletoploggingdaten, die in ihrer Reihenfolge in Tabelle 4 aufgelistet sind. Die Anordnung ist nicht willkürlich, sondern repräsentiert eine logische Reihenfolge.

Position	Visualisierte Daten
1.	<u>Furniture and Catalog Interactions</u> : Interaktionen mit dem Möbelkatalog und den Möbeln selbst
2.	<u>Zone Interactions</u> : Interaktionen mit den Zonen
3.	<u>Catalog Interactions</u> : Nur Interaktionen mit dem Möbelkatalog
4.	<u>Furniture Object Interactions</u> : Alle Interaktionen mit Möbeln
5.	<u>Furniture Drops (vom linken und rechten Menü)</u> : Platzierung von Möbeln aus dem Möbelkatalog auf die Landschaft von den beiden identischen Menüs
6.	<u>Furniture Drops (vom linken Menü)</u> : Platzierung von Möbeln aus dem linken Möbelkatalog
7.	<u>Furniture Drops (vom rechten Menü)</u> : Platzierung von Möbeln aus dem rechten Möbelkatalog
8.	<u>Furniture Moves</u> : Bewegen von bereits platzierten Möbeln auf der Landschaft
9.	<u>Furniture Copy</u> : Kopieren von Möbeln (nur in der experimentellen Studienvariante)
10.	<u>Furniture Rotation</u> : Rotation von platzierten Möbeln
11.	<u>Map Interactions</u> : Ansichtswechsel zwischen den Grundrissen
12.	<u>Spoken Messages</u> : Automatisch bestimmte Zeitpunkte von Gesprächen und Gesprächsdauer
13.	<u>Gesturing</u> : Observerkodierte zeitabhängige Gestikulation der Probanden
14.	<u>Shared Tools</u> : Observerkodierte Tools, die von einem Probanden verwendet wurden, obwohl es die Tools des anderen Probanden waren

Tabelle 4: Die Daten, die in der RoomVis-Auswertung dargestellt wurden, in ihrer Reihenfolge.

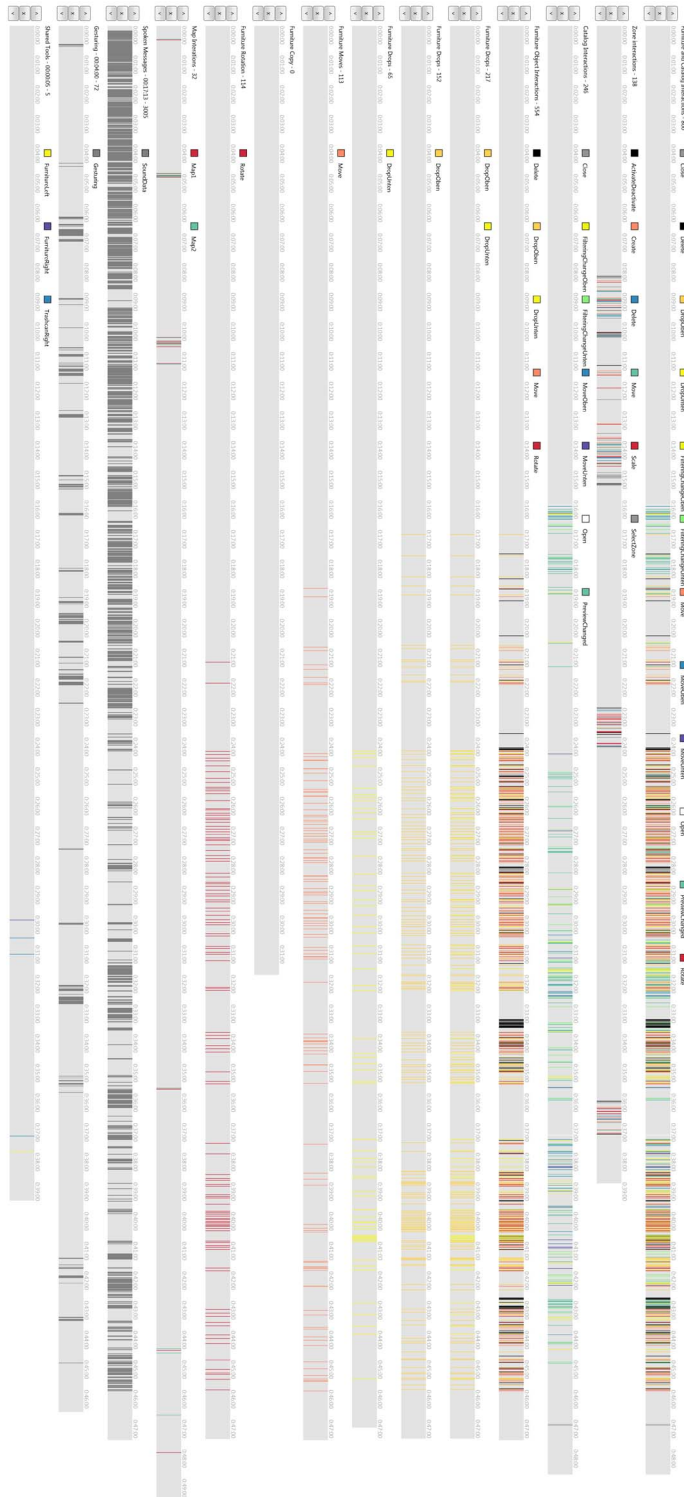
An erster Stelle stehen die ‚Furniture and Catalog Interactions‘, welche die Hauptinteraktionen der Studie darstellen. Die Zoneninteraktionen werden an zweiter Stelle von den Interaktionen mit dem Möbeln und dem Möbeltool umrahmt, da sie komplementär zu den Möbelinteraktionen sind. Die dritte Timeline visualisiert alle Interaktionen mit dem Möbeltool, welche auch in der ersten enthalten sind. Von der vierten bis zur zehnten Timeline werden verschiedene Interaktionen bezüglich der Möbel

individuell dargestellt. Damit wurde garantiert, dass alle Interaktionspatterns in übersichtlichen Visualisierungen sichtbar werden. Zusätzlich enthält die Visualisierung die Unterscheidung, von welchem Menü Möbel auf die Landschaft platziert wurden (zu finden an der sechsten und siebten Stelle). Dadurch kann schnell ermittelt werden, zu welchen Teilen sich die Probanden an der Einrichtung des Flexible Office beteiligt haben. Nach den Möbelinteraktionen werden an elfter Stelle die Ansichtswechsel dargestellt. Damit sind alle Loggingdaten abgedeckt.

Danach wurden die ‚*Spoken Messages*‘ platziert, die aus Audiodateien berechnet wurden und anzeigen, wann geredet wurde. Um einen direkten Bezug dazu herzustellen, wurden die Hauptvariablen des Videocodings darunter platziert, nämlich die Gestikulation der Probanden und die gemeinsam genutzten Interfaceobjekte.

Eine Beispielvisualisierung kann auf Seite 65 gefunden werden, welche die Interaktionen einer Gruppe in der Kontrollbedingung visualisiert.

Gruppe 14: Kontrollbedingung



4.4.3 Technische Umsetzung

Die Software visualisiert Daten aus unterschiedlichen Quellen. Zu diesem Zweck wurde ein flexibles Konzept entwickelt, um auch die Erweiterbarkeit von RoomVis zu garantieren. Bei den Loggingdaten des Tabletopsystems wird die Datei einzeln von mehreren sogenannten *Solvern* ausgelesen. Jeder einzelne *Solver* hat seine eigene Aufgabe und so extrahiert der *Solver* für das *Zone Tool* alle relevanten Daten, die mit diesem in Verbindung stehen. Die so erzeugten Objekte landen dann im internen Speicher und können dort separat gefiltert und für die Visualisierung kombiniert werden. Dieses Konzept wurde auch für die Observerdaten verwendet. Bei den Audiodaten war das Extrahieren komplizierter. In diesem Fall mussten zunächst die Videodaten mit entsprechenden Tools in eine Audiodatei umgewandelt werden. Nach diesem Prozess wurde aus der Audiodatei die Sprache extrahiert. Da die Audioqualität der Aufnahmen nicht so hoch war wie angenommen, konnten lediglich die Daten extrahiert werden, wann gesprochen wurde. Dieses Problem wurde algorithmisch gelöst. Die Audiodatei wurde in ihre einzelnen Frames zerlegt und die jeweilige Amplitude (also die Lautstärke zu jedem Zeitpunkt) gemessen. Sobald die Amplitude eines Frames einen bestimmten Richtwert überstieg, wurde dies als Sprache gekennzeichnet. Sprechpausen wurden ab einer Sekunde Stille festgelegt. Um die Korrektheit dieses Verfahrens festzustellen wurden einzelne Sessions von Hand kodiert und dann mit dem algorithmischen Ergebnis verglichen. Die Analysen ergaben einen maximalen Unterschied von zwei Minuten, welcher bei einer Sitzung von 45 Minuten nicht stark ins Gewicht fällt.

Die technische Umsetzung der Visualisierung wurde in einer Kooperation mit Jan Oke Tennié durchgeführt.

4.4.4 RoomVis im Input-Process-Output Kontext

Im Input-Process-Output Kontext ermöglicht es die Visualisierung Prozessvariablen zu beleuchten. Darunter fällt die *Kommunikation*, die durch den Audioalgorithmus erfasst wurde und die Anwesenheit von verbaler Kommunikation anzeigt. Eine Unterscheidung zwischen *nicht aufgabenbezogener* und *aufgabenbezogener Kommunikation* war damit jedoch nicht möglich.

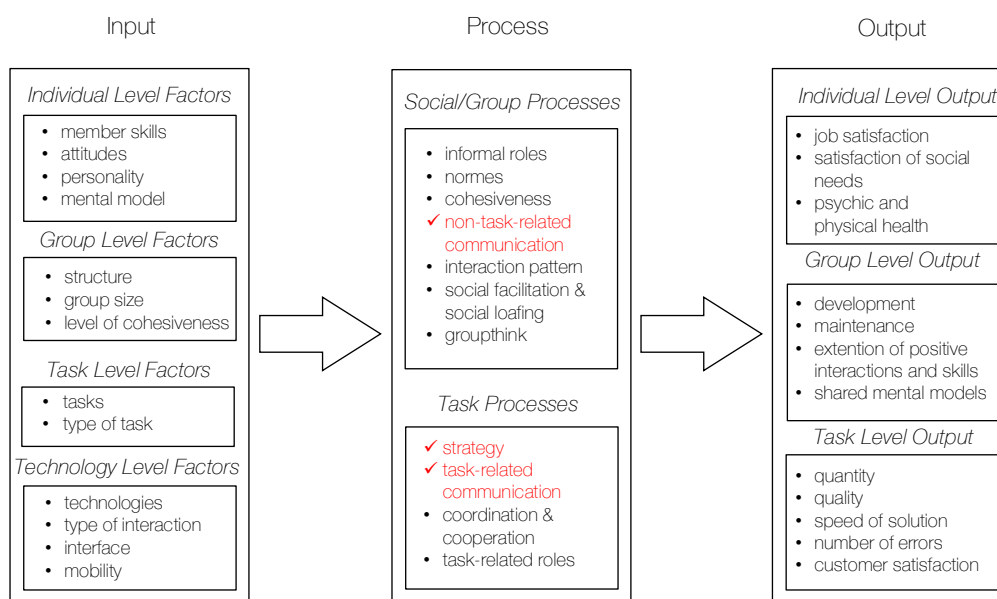


Abbildung 36: Prozessvariablen, die durch die Visualisierung beleuchtet werden.

Auf der Aufgabenebene kann durch die Visualisierung die *Strategie* der Gruppe beobachtet werden, beispielsweise dass die meisten Gruppen erst die Zonen einzeichneten bevor sie mit der Möblierung begonnen haben.

4.5 Fragebögen

Im Zuge dieser Studie kamen mehrere Fragebögen zum Einsatz, die sowohl vor der kollaborativen Lösung der Designaufgabe, als auch nach ihr ausgefüllt wurden. Abbildung 37 zeigt dabei in welchem Kontext die Fragebögen zur Gesamtauswertung stehen. Dabei bilden sie mit der Resultatbewertung der Experten die Grundlage für die statistische Auswertung.

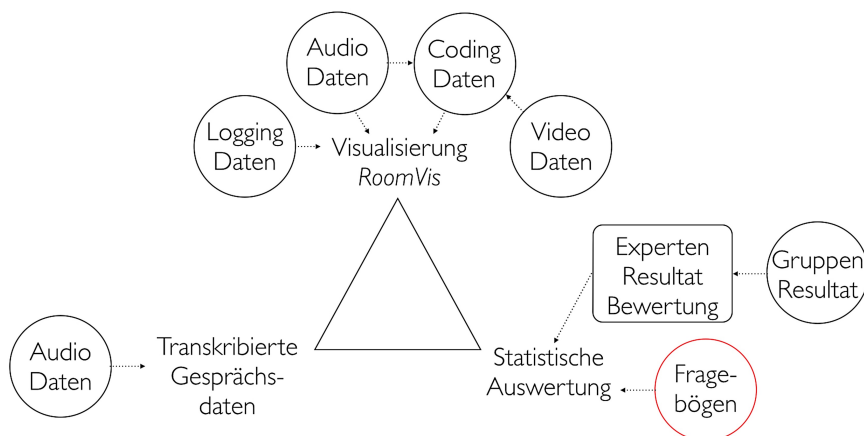


Abbildung 37: Die Fragebögen als nächster Schritt im allgemeinen Datenkontext.

Insgesamt sind sieben verschiedene Arten von Fragebögen zum Einsatz gekommen. Neben der Erfassung des Kenntnisstandes und der Teilnehmerdaten wurden den Probanden Fragebögen, die das mentale Modell maßen, sowohl vor, als auch nach der Studie, ausgehändigt. Desweiteren füllten die Teilnehmer einen Fragebogen aus, der die Selbsteinschätzung prüfte. Der sechste Fragebogen befasste sich mit der Zusammenarbeit der Teilnehmer, bei dem sie ihre subjektive Meinung zu dieser im Teamworkfragebogen angeben konnten. Der letzte Fragebogen bezog sich auf die Bedienbarkeit des Systems und war ein System Usability Scale Fragebogen.

4.5.1 Messung von personenbezogenen Daten

Für die Ermittlung von personenbezogenen Daten wie Alter, Geschlecht, Beruf/Studienrichtung und Sehvermögen wurde ein Fragebogen zusammengestellt. Neben diesen Daten wurde auch erfasst, wie häufig die Teilnehmer Smartphones oder Tabletopsysteme im Alltag bedienten. Dieser Fragebogen war Teil der Vorbefragung (siehe Anhang B. Vorbefragung 1 – Fragen zur Person) und enthält Likert-Items für die Fragen bezüglich der Multitoucherafahrung und Textfelder für alle restlichen.

4.5.2 Messung der innenarchitektonischen Kenntnisse

Neben der Erfassung der personenbezogenen Daten war es auch von Bedeutung die Vertrautheit mit der Innenarchitektur zu messen (siehe Anhang C. Vorbefragung 2 – Kenntnisse in der Innenarchitektur). Gleichzeitig wurde aber auch erfasst, inwieweit die Teilnehmer es gewohnt waren, in einem Team zu arbeiten. Die Antwortmöglichkeiten basierten auch auf der Likert-Skala.

4.5.3 Messung von geteilten mentalen Modellen (*shared mental models*)

Wie in der Einleitung erwähnt wurde eine Messung von mentalen Modellen durchgeführt. Dabei entspricht laut Definition ein mentales Modell einem inneren Modell, das sich jedes Individuum von der Welt oder einem Teil davon macht [15]. Der Grund die mentalen Modelle zu messen, lag darin, dass verschiedene Studien zeigen, dass sich die Schnittmenge der mentalen Modelle auf die Qualität der Lösung auswirkt [2] – siehe hier auch das IPO-Modell besprochen in Abschnitt 2.1.5. Je ähnlicher die mentalen Modelle der Gruppenmitglieder sind, desto bessere Ergebnisse können erwartet werden.

Um dies zu messen, lasen die Probanden vor Beginn der Studie die Designanforderungen und die Aufgabenstellung individuell durch (siehe Anhang A. Design Brief). Die Absicht dahinter war, dass sich damit jeder Teilnehmer ein individuelles mentales Modell bilden konnte, ohne beeinflusst zu werden. Anschließend wurde ein Fragebogen ausgehändigt (siehe Anhang D. Vorbefragung 3 – Mentales Modell), welcher dann das individuelle mentale Modell der Probanden bezüglich der Aufgabenstellung testete. Dieser Fragebogen wurde anhand einer Analyse der Aufgabe konstruiert und umfasste insgesamt fünf Fragen, bei denen die Probanden ihre Auffassung der Aufgabe teilen sollten. Weiterhin wurden die Teilnehmer gebeten, Anforderungen an die Räume nach

ihrer Wichtigkeit zu bewerten. Dafür wurde eine 7-Punkte-Likert-Skala verwendet, die von „1 = *nicht wichtig*“ bis „7 = *sehr wichtig*“ reichte. Anschließend sollten sie die Wichtigkeit der Arbeiten, die die fiktiven Mitarbeiter erledigen mussten, bewerten. Hierfür wurde ebenfalls die 7-Punkte-Likert-Skala verwendet.

Der zweite Fragebogen, der sich mit dem mentalen Modell der Probanden nach dem Interaktionsprozess befasste, befindet sich in Anhang E. Nachbefragung 1 – Mentales Modell zu finden. Dieser Fragebogen maß dieselben Aspekte des mentalen Modells, wie der Fragebogen der Vorbefragung und bestand aus zwölf Fragen. Dabei war es wichtig, dass auch der subjektive Unterschied der Auffassungen der Gruppenmitglieder festgehalten wurde. Sie sollten hierfür die Unterschiede in Hinblick auf die Wichtigkeit verschiedener Anforderungen und Aufgaben, sowie den Unterschied in ihrem Verständnis vom Lösungsweg und dem Einsatz des Tabletops bewerten. Die erste Annahme hierbei war, dass sich das mentale Modell während der Zusammenarbeit verändert und weiterentwickelt, wobei die Interaktivität in der experimentellen Bedingung dazu beitragen sollte die verschiedenen mentalen Modelle homogener zu gestalten. Die zweite Annahme war, dass sich die mentalen Modelle der Gruppenmitglieder durch den Problemlösungsprozess weiterentwickeln und je nach technischer Unterstützung des Interfaces mehr oder weniger konvergieren [17].

Am Ende der Nachbefragung sollten die Probanden ihre Lösung beschreiben und ihr erarbeitetes Konzept auf den gegebenen Grundrissen einzeichnen. Durch die Genauigkeit und Vollständigkeit der Zeichnungen sollten Rückschlüsse darauf gezogen werden, ob beide Probanden das gleiche mentale Modell von der Aufgabenlösung hatten.

4.5.4 Messung des Umgangs mit Technik

Das für die Lösung der Designaufgabe verwendete Interface, ist für die meisten Probanden noch unbekannt, vor allem aus dem Grund, dass Tabletopsysteme noch nicht sehr weit im Konsumbereich angekommen sind. Deswegen war es von Bedeutung, durch einen Fragebogen herauszufinden, ob die Probanden mit dem Interface und der Aufgabe zurechtgekommen sind und ob sie ihre Ideen wie vorgestellt umsetzen konnten. In diesem Zusammenhang wurden zusätzlich die User Experience und die Zufriedenheit mit der erstellten Lösung gemessen. Der für diesen Zweck konzipierte Fragebogen (siehe Anhang

F. Nachbefragung 2 - Einschätzungen der technischen Unterstützung) verwendet wieder eine Likert-Skala.

4.5.5 Teamworkfragebogen

Dieser Fragebogen sollte die subjektive Meinung zur Zusammenarbeit messen (siehe Anhang G. Nachbefragung 3 – Teamwork Fragebogen). Er wurde von Van den Bossche [3] entwickelt und besteht aus einer 7-Punkte-Likert-Skala. Die Teilnehmer mussten hierbei ankreuzen, inwieweit sie den Aussagen des Fragebogens bezüglich ihrer Zusammenarbeit zustimmten, von „--- = *Ich stimme absolut nicht zu*“ bis „+++ = *Ich stimme voll zu*“. Der Teamworkfragebogen umfasste dabei diese Themengebiete:

- Gegenseitige Abhängigkeit (*engl.: interdependence*) – Frage 1 bis 4
- Sozialer Zusammenhalt (*engl.: social cohesion*) – Frage 5 bis 8
- Aufgabenspezifischer Zusammenhalt (*engl.: task cohesion*) – Frage 9 bis 12
- Psychologische Sicherheit (*engl.: psychological safety*) – Frage 13 bis 19
- Gruppenstärke (*engl.: group potency*) – Frage 20 bis 25
- Konstruktion (*engl.: construction*) – Frage 26 bis 28
- Co-Konstruktion (*engl.: co-construction*) – Frage 29 bis 31
- Konstruktiver Konflikt (*engl.: constructive conflict*) – Frage 32 bis 34
- Gegenseitig geteilte Wahrnehmung (*engl.: mutually shared cognition*) – Frage 35 bis 36

4.5.6 System Usability Scale Fragebogen

Der System Usability Scale Fragebogen bildet einen schnellen Weg um die Benutzbarkeit eines Systems zu testen (siehe Anhang H. Nachbefragung 4 – System Usability Scale (SUS)). Er besteht aus insgesamt zehn Aussagen, die von den Teilnehmern auf einer Skala von „1 = *Ich stimme zu*“ bis „5 = *Ich stimme nicht zu*“ bewertet werden. Entworfen hat ihn John Brooke [4] 1996, um die Effektivität und die Effizienz des Systems, sowie die Zufriedenheit der Benutzer zu messen. Die SUS Auswertung bewegt sich zwischen 0 und 100, wobei 100 die bestmögliche Usability darstellt.

4.5.7 Expertenfragebogen zur Bewertung der Gruppenresultate

Die Einrichtung des fiktiven Gebäudes der verschiedenen Gruppen wurden von zwei unabhängigen Experten mit Hilfe eines gegebenen Bewertungsbogens (siehe Anhang I. Expertenfragebogen - Bewertung der Lösung) evaluiert, zeigt ein solches Gruppenergebnis. Die Innenarchitekturexperten bewerteten hierfür sowohl die Zonen als auch die Möblierung. Dazu sollte angekreuzt werden, welche Zonen tatsächlich vorhanden waren und ob die Größe der Zonen sinnvoll war. Zusätzlich betrachteten sie die Anordnung der Zonen und sollten dabei bewerten, ob die Anordnung dieser in Hinblick auf die Stockverteilung und auf benachbarte Zonen sinnvoll war.

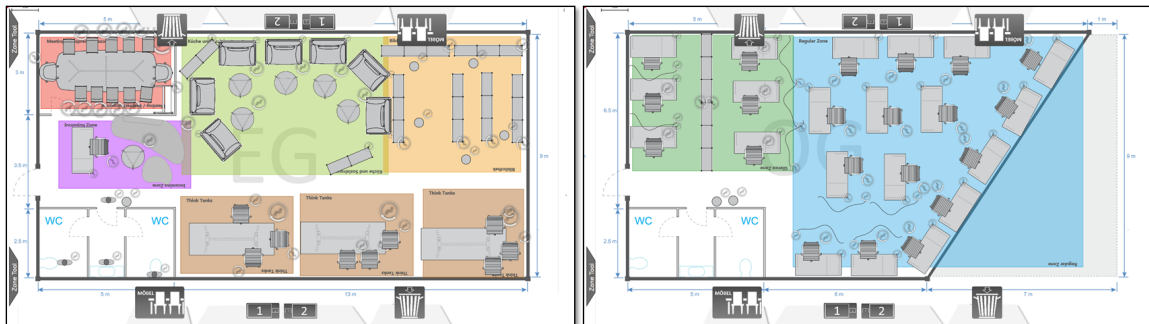


Abbildung 38: Ergebnis der innenarchitektonischen Planung einer Gruppe.

Der zweite Aspekt, der beurteilt wurde, war die Möblierung. Diese wurde in Hinsicht auf den Charakter der Zone beurteilt, zum Beispiel, ob genügend Sitzmöglichkeiten in der Bibliothek vorhanden waren. Weiterhin sollten die Experten abschätzen, ob die Bürogestaltung die Aufgaben der Mitarbeiter, welche in der Designanweisung beschrieben waren unterstützt.

4.5.8 Fragebögen im Input-Process-Output Kontext

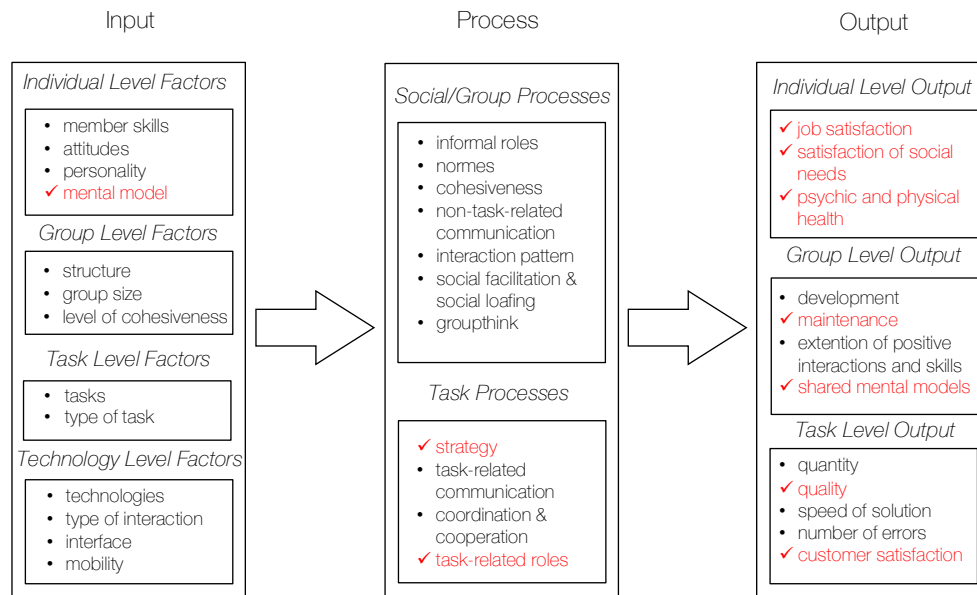


Abbildung 39: Die Faktoren die durch die Fragebögen abgedeckt werden sind rot markiert.

Im Input-Process-Output Modell lassen sich die meisten Faktoren, die von den Fragebögen abgedeckt werden, auf der Prozess- und der Outputseite lokalisieren. Zum einen wurde im Prozess indirekt durch eine Selbsteinschätzung die *Strategie* und die *Rollenverteilung* innerhalb der Gruppen gemessen. Auf der Outputseite wurden durch die Fragebögen alle drei Ebenen abgedeckt: die *Individualebene*, die *Gruppenebene* und die *Aufgabenebene*. Der Teamworkfragebogen ging dabei auf die *Zufriedenheit* des Individuums bezüglich des Jobs ein: „Ich bin mit der gefundenen Lösung zufrieden.“ (Frage 10, Anhang G. Nachbefragung 3 – Teamwork Fragebogen). Zum anderen wurde auch geprüft, ob die *sozialen Bedürfnisse* erfüllt wurden: „Ich fühle mich meinem Team zugehörig.“ (Frage 7, Anhang G. Nachbefragung 3 – Teamwork Fragebogen). Als letzten Punkt der Individualebene wird zudem die *psychische und physische Gesundheit* analysiert. Dies geschah in der Nachbefragung: „Die Lösung der Aufgabe war geistig anstrengend“ und „Die Lösung der Aufgabe war körperlich anstrengend“ (Anhang F. Nachbefragung 2 - Einschätzungen der technischen Unterstützung).

Auf der Gruppenebene wurde die *Gruppenerhaltung* (engl.: *maintenance*) durch den Teamworkfragebogen abgedeckt (Frage 20 bis 24, Anhang G. Nachbefragung 3 – Teamwork Fragebogen). Gruppenerhaltung heißt dabei, wie stabil und leistungsfähig die Gruppe in sich ist. Der Faktor der *geteilten mentalen Modelle* wurde durch eine Vor- und Nachbefragung beleuchtet (Anhang D. und E.).

Die letzte Ebene im Output bildete die Aufgabenebene, die durch die beschriebenen Expertenbewertungen elaboriert wurde. Hierbei wurde die *Qualität der Durchführung* und die *Kundenzufriedenheit* quantitativ durch einen Expertenfragebogen gemessen (Anhang I).

5 Auswertung und Ergebnisse

Dieses Kapitel umfasst die Auswertung der Studie anhand des erarbeiteten Input-Process-Output Modells. Als Erstes wird das Vorgehen bei der Auswertung beschrieben, um dann anschließend die Ergebnisse zu erörtern. Dabei wird erst auf die Auswertung des Outputs eingegangen und danach auf die Evaluation des Interaktionsprozesses.

5.1 Messinstrumente

Nach der Durchführung der Studie wurde diese anschließend sowohl statistisch, als auch qualitativ analysiert. In Abbildung 40 sind alle Messmethoden vertreten, die zur Auswertung beigetragen haben. Jede dieser Methoden hat mehrere Bestandteile und deckt unterschiedliche Aspekte und Faktoren ab. Sie sind zudem auch nach Input, Process und Output sortiert.

Einer der ersten Schritte war die Bewertung der Ergebnisse durch Experten, da die Qualität der Gruppenresultate ausschlaggebend für die weitere Analyse war. Im zweiten Schritt wurden anschließend die drei Fragebögen statistisch ausgewertet: der *System Usability Scale (SUS)*, der *Teamwork Fragebogen* und die Vor- und Nachbefragung der *geteilten mentalen Modelle*. Sowohl die Expertenbewertung, als auch die Fragebögen befinden sich dabei größtenteils auf der Output-Ebene des Frameworks. Auf der Process-Ebene wurden die kodierten Videodaten und die Loggingdaten, die mit Hilfe von *RoomVis* vereint wurden, betrachtet und ebenfalls statistisch ausgewertet.

Im nächsten Schritt wurden die gesammelten Daten (Loggingdaten, Codingdaten, Fragebögen) mit den Expertenbewertungen und den Studienvarianten in Zusammenhang gebracht. Die Studienvarianten stellen dabei die Kontrollbedingung und die Experimentalbedingung dar⁵. Um nun die Unterschiede zwischen den Studienvarianten, und den Einfluss der Interfaces auf die Daten zu evaluieren, wurden statistische Tests durchgeführt.

⁵ In der Kontrollbedingung wurde ein Interface mit weniger Funktionalität verwendet, als in der Experimentalbedingung. Siehe auch Abschnitt 3.2 Studienvarianten.

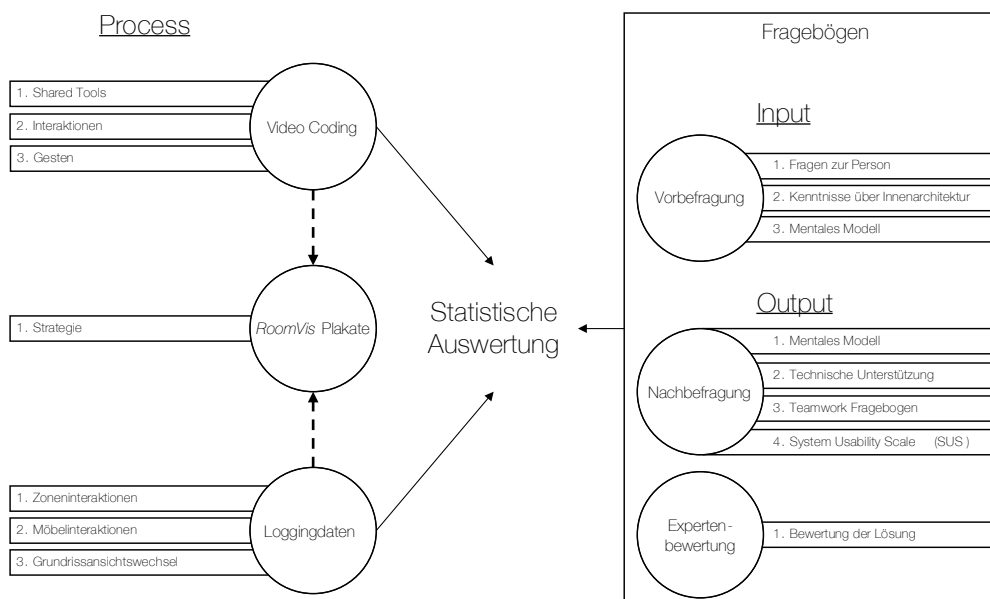


Abbildung 40: Die Messinstrumente der Auswertung.

Auf Prozess-Ebene wurden die Gruppeninteraktionen, visualisiert durch *RoomVis*, auf Plakate in DIN A0 geplottet (siehe Abbildung 47). Die Visualisierungen wurden nach Studienvarianten kategorisiert und anschließend mit Expertenbewertungen versehen. Diese Plakate sind im Verlauf der Untersuchung analysiert und qualitativ ausgewertet worden. Ebenfalls wurden die Logging- und Videokodierungsdaten statistisch auf Unterschiede zwischen den Bedingungen geprüft.

Die Auswertung wird weiterhin am Input-Process-Output Modell vollzogen, wobei nochmals genau dargelegt wird welche Inputvariablen kontrolliert wurden und anschließend erläutert wird, welche Auswirkungen diese auf den Output und den Prozess hatten.

5.2 Kontrollierte Inputvariablen

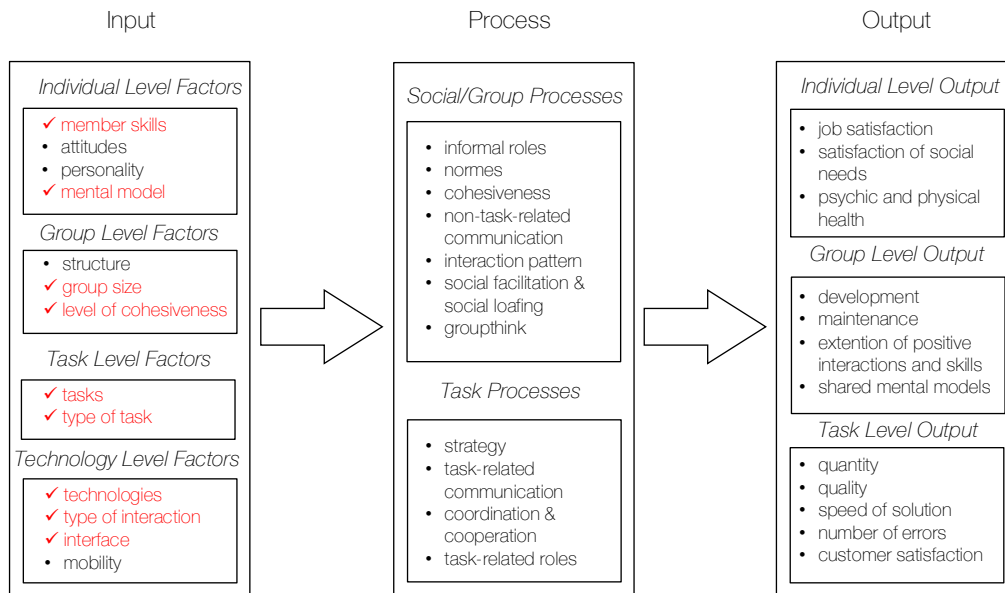


Abbildung 41: Kontrollierte Inputvariablen, die für die Auswertung relevant sind.

In Kapitel 3.3 – *Die Studie im Input-Process-Output Kontext* wurden bereits die Studie vorgestellt und die damit einhergehenden Inputfaktoren vorgestellt. Diese Faktoren nehmen starken Einfluss auf die weitere Auswertung und werden aus diesem Grund nochmals in Tabelle 5 zusammengefasst dargestellt.

<i>Inputvariable</i>	<i>Variablenbelegung</i>
<i>Member Skills</i>	Haben die Teilnehmer Kenntnisse in Innenarchitektur oder im Designbereich? (Anhang C. Vorbefragung 2 – Kenntnisse in der Innenarchitektur)
<i>Mental Model</i>	Was ist das initiale mentale Modell der Aufgabe des Teilnehmers? (Anhang D. Vorbefragung 3 – Mentales Modell)
<i>Group Size</i>	2 Personen
<i>Level of Cohesiveness</i>	Kannten sich die Gruppenmitglieder?
<i>Task</i>	Planung eines Großraumbüros, mit verschiedenen Zonen und Möblierung. Designanforderungen sind durch den Design Brief gegeben.
<i>Type of Task</i>	Design Task: Creative, Planning, Decision Making
<i>Technologies</i>	Tabletop
<i>Type of Interaction</i>	Multitouch
<i>Interface</i>	Zwei Varianten: <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Kontrollbedingung</i>: Weniger Grundrissansichten und 7 Sekunden Zeit um Objekte zu Platzieren und Zonen einzuzeichnen. 2. <i>Experimentalbedingung</i>: Vier Grundrissansichten, keine zeitliche Einschränkung. Beide Interfacevarianten haben eine hohe Usability, es sind keine signifikanten Unterschiede aufgetreten. (SUS)

Tabelle 5: Die konkreten Inputvariablen im Überblick.

Bei den *Fähigkeiten der Teilnehmer* war es für uns wichtig zu wissen, welche Expertise sie in der Innenarchitektur vorweisen können, dies wurde in der Nachbefragung festgehalten (siehe Anhang C. Vorbefragung 2 – Kenntnisse in der Innenarchitektur). Weiterhin spielte das initiale *mentale Modell*, das sich die Teilnehmer von der Aufgabenstellung machten, eine entscheidende Rolle, da die Annahme war, dass ähnliche mentale Modelle auf eine gute Kollaboration und damit auf ein gutes Ergebnis schließen lassen. Die Kollaboration wurde in Dyaden durchgeführt, wobei die *Gruppengröße* konstant bei zwei Personen pro Gruppe gehalten wurde. Aus Erfahrung weiß man, dass ein Team, das sich gut kennt, also gut aufeinander eingespielt ist, mehr Leistung erbringt, als eines, bei dem dies nicht

der Fall ist. Aus diesem Grund wurde der *Gruppenzusammenhalt* festgehalten, indem analysiert wurde, ob sich die Gruppenmitglieder bereits kannten. Gemeinsam mussten sie als *Aufgabe* ein Großraumbüro mit verschiedenen Zonen einrichten und möblieren. Die *Aufgabenart* war daher eine kreative und planende Tätigkeit, bei der auch Entscheidungen bezüglich der Einrichtung getroffen werden mussten. Bei der Verwirklichung der Designaufgabe hatten alle Teilnehmer ein Tabletopsystem zur Verfügung, welches über Multitouch bedienbar ist. Es gab jedoch zwei Varianten des Tabletopinterfaces, welches in der Kontrollbedingung weniger Funktionalität hatte als in der Experimentalbedingung. Beide Interfacevarianten wurden bezüglich ihrer Usability per System Usability Scale Fragebogen getestet und zeigten keine signifikanten Unterschiede. Zusätzlich wiesen beide Varianten laut Auswertung eine hohe Usability auf, siehe Abbildung 42. ($M_e = 82.50$, $Sd_e = 17.58$; $M_c = 76.31$, $Sd_c = 15.36$; $t = -1.20$, $df = 38$, $p = 0.24$)⁶

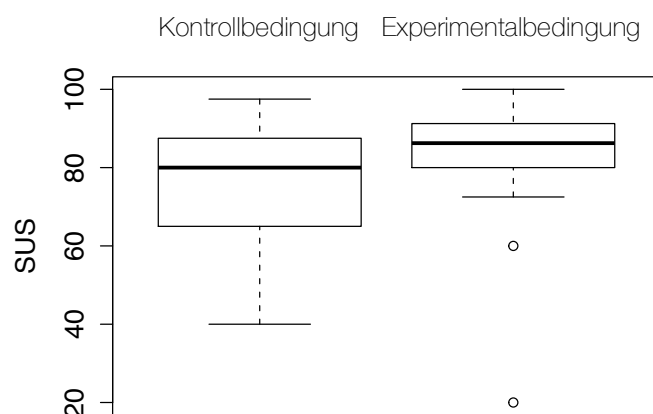


Abbildung 42: Boxplot der Ergebnisse des System Usability Scale Fragebogens.

Um nun den Einfluss der Inputfaktoren auf den Prozess zu messen, ist es erst nötig den Output zu betrachten, denn dieser gibt darüber Aufschluss, wie erfolgreich die Kollaboration im Endeffekt war, indem er die Qualität der Gruppenlösungen erfasst.

⁶ Die Kontrollbedingung ist mit ‚c‘ gekennzeichnet und die Experimentalbedingung mit ‚e‘.

5.3 Auswertung des Outputs

Abbildung 43 zeigt alle Faktoren, die im Output gemessen und ausgewertet wurden. Im weiteren Verlauf des Abschnittes wird die Auswertung jeder einzelner dieser Faktoren besprochen und erläutert.

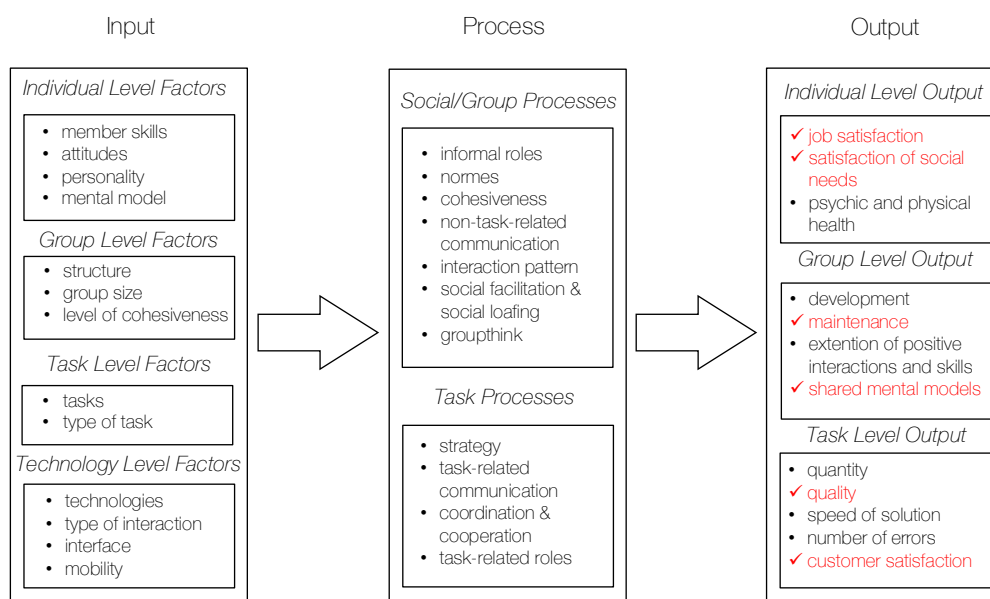


Abbildung 43: Diejenigen Faktoren, die vom Output ausgewertet wurden.

5.3.1 Auswertung der Individualebene des Outputs

5.3.1.1 Auswertung der Zufriedenheit mit der Lösung

Messinstrument: Anhang F. Nachbefragung 2 - Einschätzungen der technischen Unterstützung

Die Zufriedenheit mit der Lösung wurde durch einen Fragebogen nach der Studie gemessen, dabei mussten die Probanden eine Selbsteinschätzung abgeben. Die gestellte Frage war die folgende: „Ich bin mit der gefundenen Lösung zufrieden.“ und wurde auf einer 5-Punkte-Likert-Scala von den Probanden bewertet.

Hypothese:

Die experimentelle Studienbedingung hat einen positiven Einfluss auf die Zufriedenheit der Teilnehmer bezüglich ihrer Lösung.

Diese Hypothese wurde abgelehnt, da die Ergebnisse keinen Unterschied zwischen den beiden Studienvarianten zeigten. Das bedeutet, dass die Teilnehmer in beiden Konditionen gleich zufrieden mit ihrer Lösung waren ($W = 208$, $p > 0.05$; $Mdn_e = 4$, $Mdn_c = 4$).

5.3.1.2 *Auswertung der Erfüllung sozialer Bedürfnisse*

Messinstrument: Anhang G. Nachbefragung 3 – Teamwork Fragebogen (Frage 5-8)

Der nächste evaluierte Faktor der individuellen Outputebene bildet die *Erfüllung sozialer Bedürfnisse*. Dies wurde mit Hilfe der Skala „soziale Kohäsion“ aus dem Teamworkfragebogen gemessen.

Hypothese:

Die experimentelle Studienbedingung hat einen positiven Einfluss auf die Zufriedenheit der Teilnehmer bezüglich der Erfüllung ihrer sozialen Bedürfnisse.

Der durchgeführte t-Test wies keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Studienvarianten auf ($M_c = 23.41$, $Sd_c = 4.90$; $M_e = 24.13$; $Sd_e = 3.71$, $p > 0.05$). Damit wurde die Hypothese abgelehnt.

5.3.2 Auswertung der Gruppenebene des Outputs

5.3.2.1 Auswertung der der Gruppenerhaltung

Messinstrument: Anhang G. Nachbefragung 3 – Teamwork Fragebogen (Frage 20-25)

Die Fragen 20 bis 25 im Teamworkfragebogen befassen sich mit der Gruppenstärke und damit auch mit der Gruppenerhaltung, da eine starke Gruppe auch in Zukunft funktioniert.

Hypothese:

Die experimentelle Studienbedingung hat einen positiven Einfluss auf die Gruppenerhaltung.

Hier gab es zwischen den Studienvarianten keinerlei signifikante Unterschiede. ($M_c = 30.63$, $Sd_c = 6.54$; $M_e = 30.92$; $Sd_e = 5.22$, $p > 0.05$) Beide Studienvarianten haben damit die Gruppenerhaltung im selben Maße unterstützt. Damit wurde die Hypothese abgelehnt.

5.3.2.2 Auswertung der geteilten mentalen Modelle

Messinstrument: Vor- und Nachbefragung der mentalen Modelle:

Anhang D. Vorbefragung 3 – Mentales Modell und Anhang E. Nachbefragung 1 – Mentales Modell

Ähnlichkeit der mentalen Modelle

Den zweiten gemessenen Outputfaktor der Gruppenebene bilden die geteilten mentalen Modelle. Das initiale mentale Modell eines jeden Teilnehmers wurde als Inputvariable vor dem Lösen der Designaufgabe gemessen (Anhang D. Vorbefragung 3 – Mentales Modell). Nach der Aufgabenlösung wurde mit Hilfe der Nachbefragung erneut das mentale Modell der Teilnehmer gemessen, um den Einfluss der Interfacevarianten auf die Bildung von geteilten mentalen Modellen zu messen (Anhang E. Nachbefragung 1 – Mentales Modell).

Hypothese:

Die experimentelle Studienbedingung führt zu einer Steigerung die Ähnlichkeit der mentalen Modelle bezüglich des Aufgabenverständnisses.

Basierend auf dem Intra-Klassen-Korrelationskoeffizienten (ICC) wurde ein between-subjects ANCOVA-Test durchgeführt, um den Einfluss der Interfacevarianten auf die Ähnlichkeit der mentalen Modelle zu analysieren. Dieser Test ergab signifikante Unterschiede, wobei die erhöhte Interfacefunktionalität zu ähnlicheren mentalen Modellen führte ($F(1,18) = 15.24, p < 0.01$). Zudem ist der errechnete Intra-Klassen-Korrelationskoeffizient in der Experimentalbedingung signifikant höher als in der Kontrollbedingung ($M_e = 0.46, Sd_e = 0.21; M_c = 0.22, Sd_c = 0.36$). Damit wurde die Hypothese bestätigt.

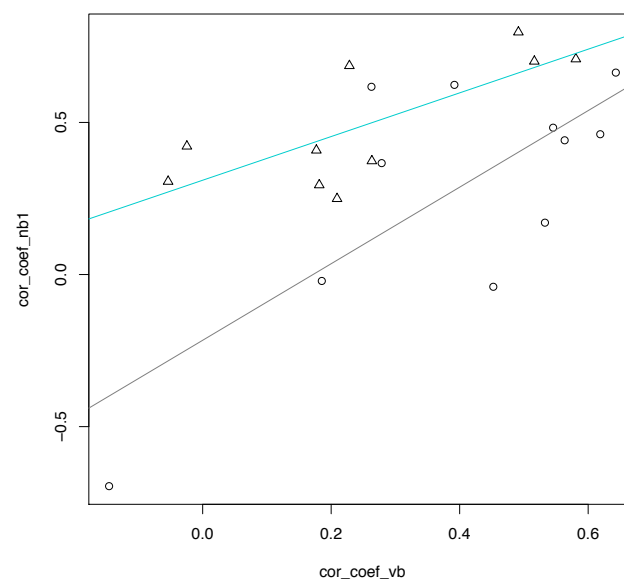


Abbildung 44: Zunahme der Ähnlichkeit der mentalen Modelle. Vergleich zwischen Kontrollgruppe (grau) und Experimentalgruppe (blau).

Hypothese:

Die Ähnlichkeit der mentalen Modelle beeinflusst die Lösungsqualität positiv.

Hierbei wurde eine signifikante Korrelation zwischen der Lösungsqualität und der Zunahme in der Ähnlichkeit der geteilten mentalen Modelle gefunden ($r(18) = 0.50$, $p < 0.05$, $r^2 = 0.25$). Dies bestätigt die oben aufgeführte Annahme.

Genauigkeit der mentalen Modelle

Messinstrument: Anhang E. Nachbefragung 1 – Mentales Modell (Frage 2)

Bei der Nachbefragung wurden die Teilnehmer zusätzlich gebeten, ihre erarbeitete Inneneinrichtung nochmals aufzuzeichnen. Abbildung 45 zeigt zwei verschiedene Beispiele der Reproduktion. Diese generierten Zeichnungen wurden von mir und Magdalena Mateescu in Hinblick auf Genauigkeit bewertet. Dazu wurde geprüft, ob alle Zonen vorhanden waren und ob die Größe, die Position, die Namen und die Gestalt der Zonen akkurat waren.

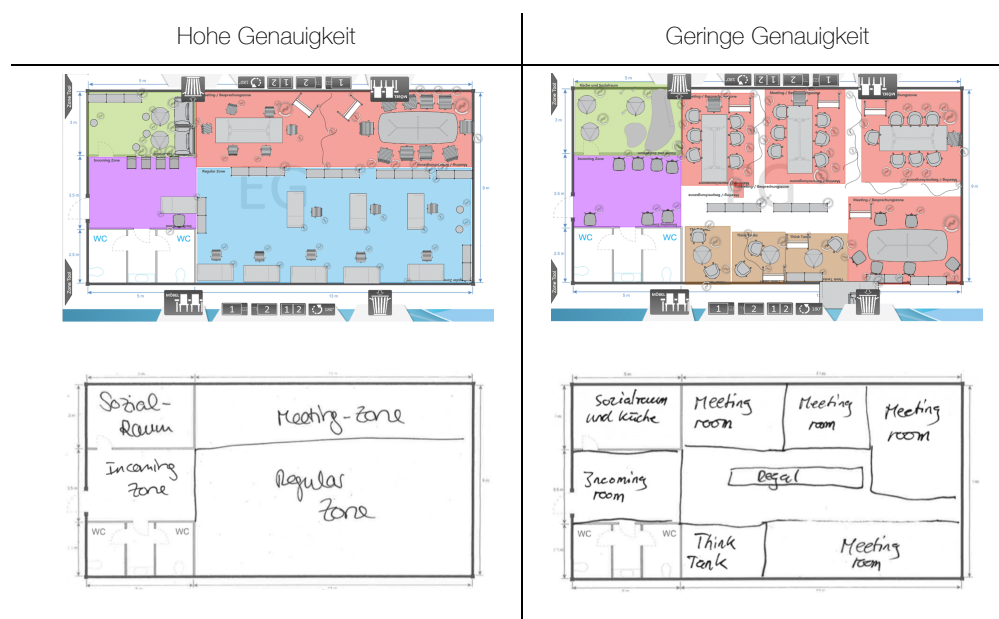


Abbildung 45: Beispiele der Reproduktion von erarbeiteten Designs.

Hypothese:

Die experimentelle Studienbedingung hat einen positiven Einfluss auf die Genauigkeit des mentalen Modells hinsichtlich der Aufgabenlösung.

Der berechnete t-Test zeigte, dass ein signifikanter Unterschied zwischen den Studienvarianten bezüglich der Zonengenauigkeit auftrat. Die Zeichnungen in der experimentellen Gruppe waren dabei akkurater als in der Kontrollgruppe ($t = -2.36$, $df = 37.27$; $M_c = 8.68$, $M_e = 10.60$, $p < 0.05$). Damit wurde die Hypothese bestätigt.

5.3.3 Auswertung der Aufgabenebene des Outputs

5.3.3.1 Qualität und Kundenzufriedenheit

Messinstrument: Anhang I. Expertenfragebogen - Bewertung der Lösung.

Sowohl die Qualität, als auch die Kundenzufriedenheit als Outputfaktoren wurden durch die Expertenbewertung evaluiert. Die Lösungen der Gruppen wurden durch zwei Experten evaluiert. Dabei wurde eine hohe Interrater-Reliabilität gemessen ($ICC = 0.86$). Die Lösungen wurden anhand verschiedener Kriterien auf einer Skala von 1 bis 7 bewertet, wobei 7 die höchste zu erreichende Punktzahl war. Anschließend wurde über alle bewerteten Kriterien gemittelt. Allgemein bewegten sich die Ergebnisse zwischen 3.51 und 5.77.

Hypothese:

Die experimentelle Studienbedingung hat positiven Einfluss auf die Lösungsqualität.

Diese Hypothese wurde bestätigt, da ein signifikanter Unterschied zwischen der Expertenbewertung und der Studienvariante in Hinblick auf die Lösungsqualität festgestellt wurde. Die Lösungsqualität wurde in der experimentellen Bedingung signifikant besser bewertet ($M_e = 129.10$, $Sd_e = 14.72$) als in der Kontrollbedingung ($M_c = 110.45$, $Sd_c = 12.64$).

5.3.4 Zusammenfassung der Outputauswertung

In Tabelle 6 sind die Ergebnisse der Outputauswertung nochmals kurz zusammengefasst dargestellt. Hier waren keine signifikanten Unterschiede zwischen den Studienbedingungen *Zufriedenheit mit der Lösung*, *Erfüllung sozialer Bedürfnisse* oder *Gruppenerhaltung* festzustellen. Die erhöhte Interfacefunktionalität in der Experimentalbedingung hat jedoch zu signifikant akkurateren und homogeneren *geteilten mentalen Modellen* und zu signifikant besseren Ergebnissen in der Experimentalbedingung geführt. Zusätzlich wurde eine signifikante Korrelation zwischen der Homogenität geteilter mentaler Modelle und der Lösungsqualität gefunden.

<u>Outputvariable</u>	<u>Ergebnis</u>
<i>Job satisfaction</i>	Die Studienvariante hatte keinen Einfluss auf die Zufriedenheit der Teilnehmer mit der Lösung der innenarchitektonischen Aufgabe.
<i>Satisfaction of social needs</i>	Die sozialen Bedürfnisse der Studienteilnehmer wurden in beiden Studienbedingungen gleichermaßen befriedigt. Es konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.
<i>Maintenance</i>	Die Gruppenerhaltung wurde in beiden Studienvarianten gleich gut unterstützt. Keinerlei signifikante Unterschiede sind aufgetreten.
<i>Shared mental models</i>	Die geteilten mentalen Modelle der Studienteilnehmer sind in der Experimentalbedingung signifikant homogener geworden, als in der Kontrollbedingung. Die Ähnlichkeit der mentalen Modelle beeinflusst die Lösungsqualität positiv. Zudem sind die mentalen Modelle in der Experimentalbedingung akkurater, als die in der Kontrollbedingung.
<i>Quality & customer satisfaction</i>	Die Lösungsqualität in der Experimentalbedingung war signifikant besser als in der Kontrollbedingung. Zudem wurde eine positive Korrelation zwischen der Zunahme der Homogenität der mentalen Modelle und der Lösungsqualität gefunden.

Tabelle 6: Zusammenfassung der Output-Auswertung

5.4 Auswertung des Prozesses

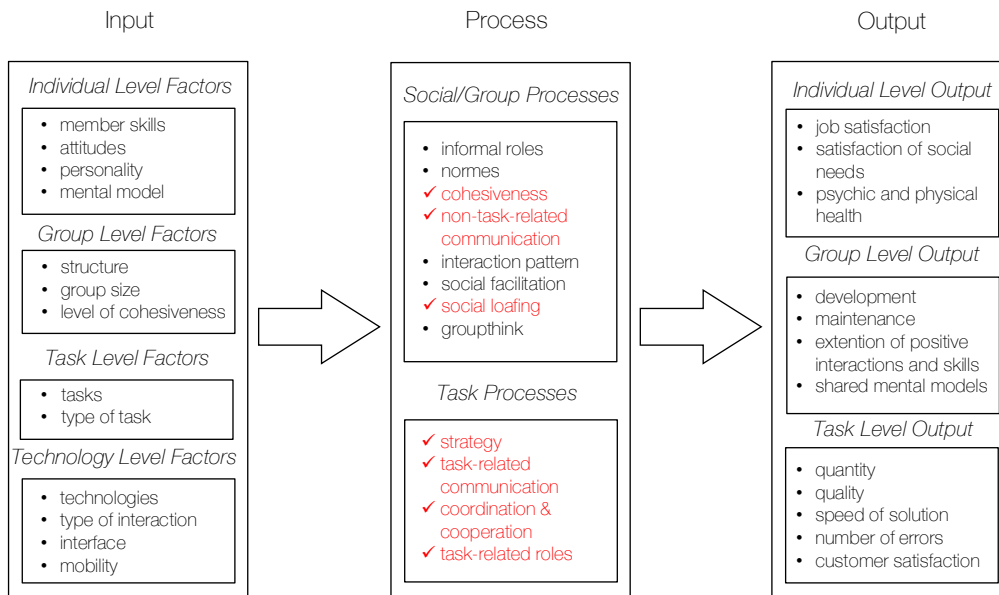


Abbildung 46: Alle gemessenen und ausgewerteten Prozessvariablen.

5.4.1 Auswertung der sozialen Prozesse

5.4.1.1 Gruppenzusammenhalt

Messinstrument: Noldus Observer XT Videocoding – Shared Tools

Um den Gruppenzusammenhalt zu bestimmen wurde mittels Noldus Observer XT kodiert, wann ein Teilnehmer die Interface Tools des anderen Teilnehmers benutzt (im Codingschema als *Shared Tools* gekennzeichnet). Dies impliziert das Eingreifen in den persönlichen Bereich des Anderen und setzt damit eine gewisse Vertrautheit voraus [12].

Hypothese:

Die experimentelle Studienbedingung hat positiven Einfluss auf den Gebrauch der Tools des anderen Teilnehmers und damit auf den Gruppenzusammenhalt.

Diese Hypothese wurde widerlegt. Die Auswertung hat ein gegenteiliges Ergebnis geliefert und gezeigt, dass in der Kontrollbedingung signifikant mehr Tools geteilt wurden, als in der Experimentalbedingung ($Md_c = 4.5$, $Md_e = 1$, $H = 4.85$, $df = 1$, $p = 0.02$).

Messinstrument: Anhang G. Nachbefragung 3 – Teamwork Fragebogen (Frage 13-19)

Eine weitere Möglichkeit, den Gruppenzusammenhalt zu messen bot der Teamworkfragebogen in der Sektion psychologische Sicherheit.

Hypothese: Die experimentelle Studienbedingung hat positiven Einfluss auf die subjektive Wahrnehmung der psychologischen Sicherheit.

Es konnten keinerlei signifikante Unterschiede zwischen den Studienvarianten gefunden werden, da davon ausgegangen werden kann, dass dies nicht von dem Interfacedesign abhängig ist, sondern von den Gruppenmitgliedern ($M_c = 39.0$, $M_e = 38.54$; $Sd_c = 5.78$, $Sd_e = 6.08$; $p > 0.05$). Damit wird die Hypothese abgelehnt.

5.4.1.2 Kommunikation

Messinstrument: Audiodaten - Audioanalysealgorithmus

Die Kommunikation wurde mittels eines Audioalgorithmus analysiert, mit dem die Sprechdauer festgehalten wurde. Dabei handelt es sich sowohl um die aufgabenspezifische als auch um die nicht-aufgabenspezifische Kommunikation, da diese hätte manuell erfasst werden müssen.

Hypothese:

Die experimentelle Studienbedingung hat positiven Einfluss auf die Sprechdauer.

Diese Hypothese wurde verworfen, da keinerlei signifikante Unterschiede zwischen den Studienvarianten festgestellt worden ist. ($Md_c = 432000$, $Md_e = 259200$; $H = 0.096$, $df = 1$, $p = 0.76$)

5.4.1.3 Soziales Faulenzen

Messinstrument: Loggingdaten – Differenz zwischen der Interaktionenanzahl der Probanden

Durch die Loggingdaten war es möglich, die Videodaten nochmals zu analysieren und die Kollaboration hinsichtlich der Anteile der Interaktionen am Tabletop zu vergleichen. Dies ermöglichte zudem die Analyse des sozialpsychologischen Gruppenprozesses des

sozialen Faulenzens, bei dem sich der Output des Einzelnen verringert, wenn in einer Gruppe gearbeitet wird [16].

Hypothese:

Die experimentelle Studienbedingung hat positiven Einfluss auf die Gleichverteilung der Interaktionen zwischen den Gruppenmitgliedern.

Diese Hypothese konnte nicht bestätigt werden. Die Differenz zwischen den Interaktionen der beiden Gruppenmitglieder unterschied sich in den Studienvarianten nicht signifikant ($Md_c = 86$, $Md_e = 60.5$; $H = 0.005$, $df = 1$, $p > 0.05$)

5.4.2 Auswertung der Aufgabenprozesse

5.4.2.1 Strategie

Messinstrument: RoomVis Interaktionsvisualisierung auf DIN A0-Plakate

Die Strategie wurde mittels *RoomVis* analysiert. Hierfür habe ich die Visualisierungen der Gruppeninteraktionen erstellt und sowohl die kodierten Videodaten, als auch die Audioanalyse mit den Logfiles zeitlich synchronisiert. Anschließend wurden diese Visualisierungen auf DIN A0 große Plakate geplottet, da erst in diesem Format die vielen Interaktionen sichtbar wurden. Ein ganzer Raum wurde mit den 20 Plakaten tapeziert, Abbildung 47 zeigt den so entstandenen War Room.



Abbildung 47: Die Visualisierungen wurden in DIN A0 ausgedruckt und zu Übersichtszwecken an Wänden platziert. Anschließend erfolgten Beschriftungen, wie die Expertenbewertung, das Geschlecht der Gruppenteilnehmer und die Studienbedingung.

Die Visualisierungen hätten auch auf der Powerwall der Universität Konstanz evaluiert werden können, jedoch hätte nur jeweils eine Visualisierung auf die Powerwall projiziert werden können, da diese eine 4k Auflösung aufweist. Die Visualisierungen kommen bereits nativ auf 9000 x 4000 Pixel, da jede Sekunde einem Pixel entspricht. Dies hätte einen Vergleich der 20 Visualisierungen schwierig gemacht. Ein weiterer Vorteil an der

analogen Variante besteht in ihrer örtlichen Flexibilität und der Möglichkeit, ihr problemlos Beschriftungen hinzuzufügen.

Anfangs wurden die Visualisierungen den einzelnen Gruppen und der Studienvariante zugeordnet und anschließend mit weiteren Informationen angereichert (siehe Abbildung 48). Im oberen Bereich wurden alle wichtigen Informationen gesammelt. Dafür wurde die Expertenbewertung in grün angebracht (in der vorliegenden Abbildung 48 war dies 5,47), sowie die Platzierung (hier der 3. Platz). Zudem wurden Besonderheiten markiert, wie beispielsweise sehr gute Möblierung (oben links), Zonierung oder Unterstützung von Arbeitstätigkeiten. Weiterhin wurde die Gruppenkonstellation neben der Bewertung festgehalten und markiert, ob die Personen einander kannten oder nicht. Dies wurde mit einer Umrandung verdeutlicht. Ein rechteckiger Rahmen bedeutete dabei, dass sich die Mitglieder nicht kannten und ein runder, dass sie sich kannten.

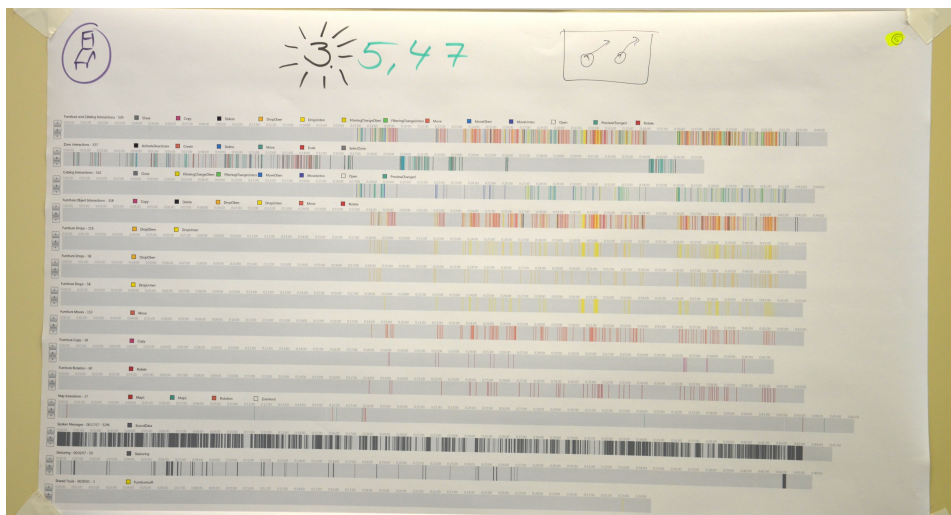


Abbildung 48: Eine Beispielauswertung der Gruppe 5, in der experimentellen Bedingung.

Anschließend wurde versucht Interaktionsmuster auf den Plakaten zu finden. Dazu wurden diese nach Lösungsqualität sortiert und dann versucht Gemeinsamkeiten in den Strategien der Gruppen zu finden. Diese Beobachtungen führten zu qualitativen und quantitativen Annahmen, die im Folgenden beschrieben werden.

Nach einigem Betrachten wurde die erste Annahme aufgestellt.

Qualitative Annahme:

Die Strategie der Gruppen ist ausschlaggebend für die Qualität der Lösung.

Im Allgemeinen wurden drei Phasen bei der Herangehensweise identifiziert, dabei sind die Phasen nicht unbedingt exklusiv zu verstehen, sondern können ineinander übergehen:

1. Phase: *Diskussionsphase* - Kommunikation der Vorstellung und Diskussion des Lösungsansatzes. Diese Phase kann relativ schnell mittels Visualisierung gefunden werden, da die Teilnehmer reden und nur sporadisch die Interfacetools benutzen.
2. Phase: *Zonenplanungsphase* - Überlegungen zur Raumaufteilung und dem Erstellen von Zonen. Die Teilnehmer benutzen hier hauptsächlich das Zonentool.
3. Phase: *Möblierungsphase* - Möblierung der Zonen gemäß ihrem Zweck. Hier wird vermehrt das Möbeltool verwendet.

Sowohl durch die Videos, als auch durch die Visualisierung wurde schnell klar, dass sich die meisten Teilnehmer in der ersten Phase über mögliche Lösungsansätze austauschten und ihre Vorstellung von der Problemlösung diskutierten. Dieser Phase schloss sich meist nahtlos die *Zonenplanungsphase* an, in der auch weiterhin über die Designlösung diskutiert wurde, um einen gemeinsamen Konsens zu finden. Zahn [34] schreibt hierzu auch, dass Gruppenmitglieder ihre Gründe für das Treffen von Designentscheidungen offen legen müssen, damit der Konsens erreicht werden kann. Die dritte Phase ist die *Möblierungsphase*, in der die Zonen entsprechend ihrer Funktion ausgestattet wurden. Dabei kam es häufig vor, dass sich die Gruppen noch einmal der Zonenplanung widmeten. Um dies zu verdeutlichen werden im nächsten Abschnitt zwei Visualisierungen besprochen, die unterschiedliche Lösungsqualitäten aufweisen.

Vergleich zweier Gruppenstrategien mit Hilfe der Visualisierungen

Auf Seite 95 und 96 sind zwei Visualisierungen zu finden, welche einmal die Interaktionen von einer Gruppe zeigen, die eine gute Lösung erarbeitet hat (Gruppe 13) und einer Gruppe, die eine eher schlechtere Lösung erzeugt hat (Gruppe 1). Gruppe 13 war dabei in der Experimentalbedingung und Gruppe 1 in der Kontrollbedingung. Mit Hilfe dieser Visualisierungen werden nun die Unterschiede zwischen den Strategien gezeigt und die

allgemeine Methodik der Auswertung dargelegt. Dazu werden die beiden Visualisierungen verglichen und erläutert.

Die ersten beiden Zeilen der Visualisierungen zeigen die gesamten Interaktionen mit dem Möbeltool und dem Zonentool. Gruppe 13 hat hier 537 Möbelinteraktionen im Vergleich zu Gruppe 1 mit 602 Interaktionen. Damit hat die bessere Gruppe weniger Möbel- und Kataloginteraktionen durchgeführt. Dies ist jedoch kein globaler Trend bei den Gruppen. Eine Erklärung könnte in der 7-Sekunden-Regel liegen. Durch sie können Probanden Möbel und Zonen nur 7 Sekunden lang manipulieren. Demzufolge müssen häufiger Möbel entfernt und wieder neu platziert werden. Die bessere Gruppe weist jedoch signifikant mehr Zoneninteraktionen auf: 433 zu nur 165. Dies deutet auf eine globale durchdachte Designlösung hin. Dieser Unterschied zwischen den Studienvarianten wird auch von der statistischen Auswertung gestützt, welche zeigt, dass die Studienteilnehmer in der Experimentalbedingung signifikant häufiger das Zonentool benutzten. Zudem zeichnete die bessere Gruppe 13 sehr lange nur Zonen ein, bevor sie intensiv mit dem Möblieren begann. Erst nach 27 Minuten wird möbliert, wohingegen die schlechte Gruppe schon nach 14 Minuten mit dem Einrichten begann. Man kann daraus schließen, dass die gute Gruppe mehr Zeit in die Planung der Aufteilung des Großraumbüros investiert hat als die schlechte. Dies kann im Allgemeinen bei mehreren Gruppen beobachtet werden, wobei diejenigen Gruppen, die sich erst intensiv mit der Zonierung des Büros befassten und erst später diese mit Möbeln einrichteten, meist besser abschlossen.

Die intensive Beschäftigung mit der Planung wird auch bei der Benutzung der Grundrissansichtswchsel deutlich, da dieses Tool zum Hin- und Herwechseln zwischen den Grundrissen benötigt wird. Gruppe 13 führte insgesamt 36 Grundrissansichtswchsel aus, wohingegen Gruppe 1 nur 16 Mal zwischen den Grundrissen wechselte. Dieser Trend ist zudem repräsentativ, da Teilnehmer in der Experimentalbedingung signifikant häufiger den Grundrissansichtswchsel nutzten. Die geringere Anzahl an Grundrissansichtswchseln spricht zudem dafür, dass sich Gruppe 1 weniger Gedanken um die Aufteilung machte und stattdessen gleich mit der Einrichtung begann, ohne sich darüber im Klaren zu sein, welchen Zweck diese Einrichtung nun erfüllen muss. Gruppe 13 bekam zudem eine sehr gute Bewertung hinsichtlich der Unterstützung der Tätigkeiten der Mitarbeiter und der Möblierung. Auffallend ist auch die Kommunikation- und Gestenverteilung, da diese bei Gruppe 13 gleichmäßig über den Interaktionsprozess

hinweg verteilt ist. Bei Gruppe 1 sind dagegen viele Kommunikationslücken zu finden. Die Dauer der gesamten Gestik ist ungefähr gleich, wobei Gruppe 13 mehr Gestik (122 mal) als Gruppe 1 (91 mal) gebrauchte.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Gruppe 13 keine reine *Diskussionsphase*, jedoch aber eine ausgeprägte *Zonenplanungsphase* von Minute 1 bis 27 durchlief, anschließend lange möblierte (Minute 27-35), um dann nochmals kurz in die *Zonenplanungsphase* überzugehen (Minute 36-38). In der letzten Phase passte diese Gruppe die Möbel noch einmal auf die veränderten Zonen an (Minute 38-50). Gleichzeitig wies sie eine gleichverteilte Kommunikation und erheblich mehr Grundrissansichtswechsel und Zoneninteraktionen auf. Gruppe 1 durchlief dagegen eine sehr kurze Zonenplanungsphase von 15 Minuten und ging dann direkt in die Möblierungsphase über (Minute 15-39). In den letzten fünf Minuten wurde sowohl möbliert als auch zoniert, was auf keinen klaren Abschluss der Aufgabe hindeutet. Zudem wies diese Gruppe Lücken in ihrer Kommunikation und mangelnde Beschäftigung mit der Zonenaufteilung der Stockwerke auf.

Anzahl der Interaktionen

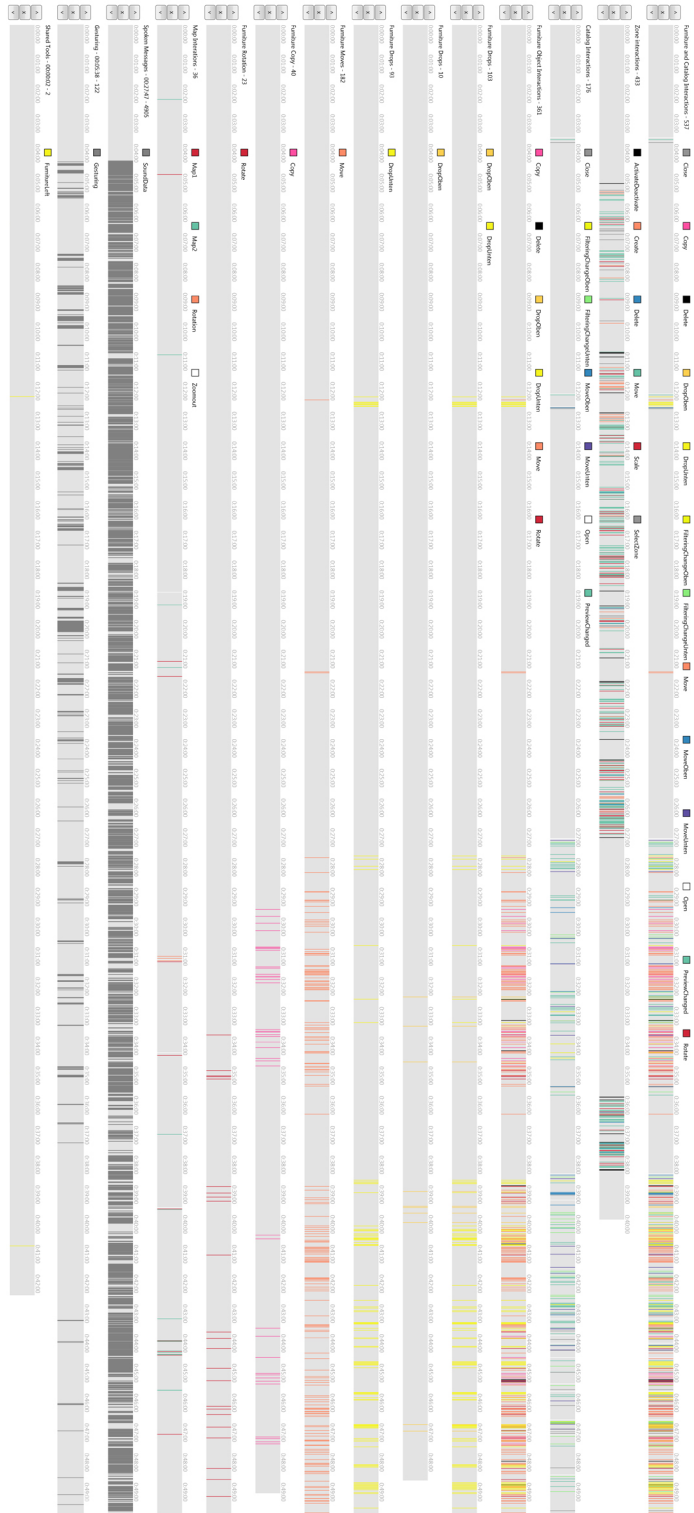
Messinstrument: Loggingdaten

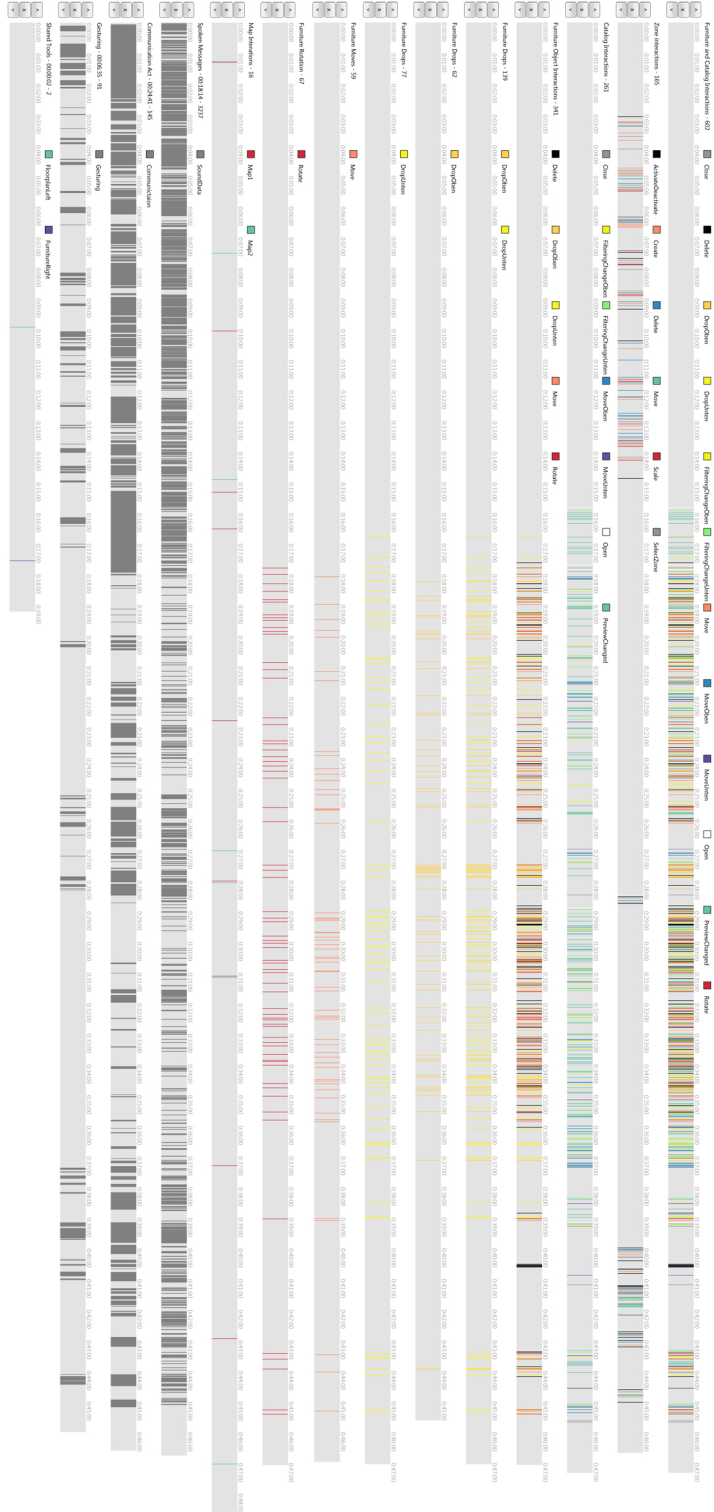
Nach der oben ausgeführten qualitativen Untersuchung wurde zudem eine statistische Analyse, in Hinblick auf die Anzahl der getätigten Interaktionen auf dem Tabletop, durchgeführt.

Hypothese:

Die experimentelle Studienvariante hat positiven Einfluss auf die Anzahl der getätigten Interaktionen.

Diese Hypothese konnte bestätigt werden, da die Teilnehmer in der Experimentalbedingung signifikant mehr Interaktionen getätigt haben als in der Kontrollbedingung ($t = -2.45$, $df = 12$, $p < 0.05$). Vor allem wurde das Zonentool und die Grundrissansichtswechsel häufiger in der experimentellen Bedingung verwendet ($M_e = 264.5$, $SD_e = 119.17$; $M_c = 164.9$, $SD_c = 48.51$).





5.4.2.2 Koordination und Kooperation

Messinstrument: Noldus Observer XT Video Coding - Gesturing

Mit Hilfe von Observer XT wurden die Gesten der Probanden kodiert. Eine Geste ist dabei eine Handbewegung, die zur Verständigung dient und einen kommunikativen Wert hat. Die Ergebnisse bestanden dann aus der Dauer der Gestikulation pro Gruppe. Es wurde erwartet, dass durch die geringere Interfacefunktionalität die Probanden mehr gestikulieren mussten, um sich verständlich zu machen, im Gegensatz zur Experimentalgruppe, die durch die erhöhte Interfacefunktionalität am Tabletop zeigen konnte, was sie meinte.

Hypothese:

Die Studienvariante beeinflusst die gesamte Länge der Gestikulation, wobei erwartet wird, dass die Teilnehmer in der Kontrollbedingung mehr gestikulieren müssen.

Wie in Abbildung 49 zu sehen, wurde in der Kontrollbedingung tatsächlich länger gestikuliert als in der Experimentalbedingung. Allerdings ist kein statistisch signifikanter Unterschied gefunden worden ($M_e = 331.04$, $Sd_e = 161.20$; $M_c = 409.88$, $Sd_c = 161.89$, $p = 0.29$).

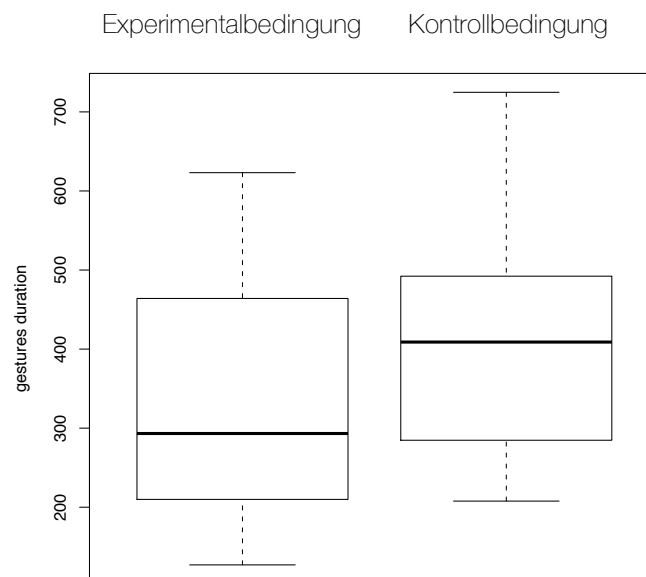


Abbildung 49: Boxplot der Gestikulationslänge.

5.4.2.3 Aufgabenspezifische Rollen

Messinstrument: Anhang E. Nachbefragung 1 – Mentales Modell Frage 10

Die aufgabenspezifischen Rollen wurden durch die folgende Frage abgedeckt: „Hatten Sie und ihr Kollege/ihre Kollegin unterschiedliche Rollen bei der Aufgabenlösung?“.

Hypothese:

Die experimentelle Studienvariante hat positiven Einfluss auf den Konsens bezüglich der Rollenverteilung.

Diese Hypothese wurde bestätigt, da ein signifikanter Unterschied zwischen den zwei Studienvarianten gefunden wurde. Die Gruppen in der Experimentalbedingung waren sich zu jeder Zeit einig, ob sie dieselbe oder unterschiedliche Rollen hatten. Im Gegensatz dazu waren sich die Gruppen der Kontrollbedingung nur in 45% der Fälle einig. Ein Fisher Exact Test wies den signifikanten Unterschied mit $p = 0.035$ auf.

5.4.3 Zusammenfassung der Prozessauswertung

In Tabelle 7 werden die Ergebnisse der Prozess-Auswertung nochmals kurz zusammengefasst dargestellt. Dabei wird auf jede gemessene *IPO*-Variable Bezug genommen. Signifikante Unterschiede zwischen den Studienbedingungen wurden bei der *Strategie* und bei den *aufgabenspezifischen Rollen* gefunden. Qualitativ konnten drei Phasen in der Lösungsstrategie identifiziert werden, die *Diskussionsphase*, die *Zonenplanungsphase* und die *Möblierungsphase*. Zudem haben Probanden, die mit dem Interface mit der höheren Funktionalität interagiert haben, signifikant mehr Interaktionen ausgeübt. Die Experimentalbedingung hat zudem den Konsens bezüglich der Rollenverteilung signifikant positiv beeinflusst.

<u>Prozessvariable</u>	<u>Ergebnis</u>
<i>Cohesiveness</i>	Der Gruppenzusammenhalt wurde durch die videokodierten <i>shared tools</i> und durch den Teamworkfragebogen gemessen. Es wurden in beiden Fällen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Studienbedingungen gefunden.
<i>Communication</i>	Die Kommunikation wurde mittels Audioalgorithmus festgehalten und analysiert. Dabei wurde kein signifikanter Unterschied in der Länge des Gesprochenen zwischen den beiden Studienbedingungen gefunden.
<i>Social Loafing</i>	Die Interaktionsverteilung zwischen den Probanden wird nicht durch die Studienbedingung beeinflusst. Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Studienbedingungen gefunden. Damit unterstützt die Experimentalbedingung die Gleichverteilung der Interaktionen am Tabletop nicht besser als die Kontrollbedingung.
<i>Strategy</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Plakate mit RoomVis: Drei Phasen konnten identifiziert werden, <i>Diskussionsphase</i>, <i>Zonenplanungsphase</i> und <i>Möblierungsphase</i>. 2. Die Gesamtanzahl der Interaktionen war in der Experimentalbedingung signifikant höher als in der Kontrollbedingung. Vor allem die Grundrissansichtswechsel und das Zonentool wurden in der Experimentalbedingung häufiger benutzt.
<i>Coordination & Cooperation</i>	Dies wurde durch die videokodierte Variable <i>Gesturing</i> festgehalten. Dabei gestikulierten die Probanden in der Kontrollgruppe mehr als die in der Experimentalbedingung. Statistisch gesehen war die Dauer der Gestik jedoch nicht signifikant unterschiedlich.
<i>Task-related roles</i>	Es wurde ein signifikanter Unterschied im Konsens bezüglich der Rollenverteilung zwischen den zwei Bedingungen gefunden. Die Gruppen in der Experimentalbedingung waren sich, im Gegensatz zur Kontrollgruppe, über ihre Rollenverteilung immer einig.

Tabelle 7: Zusammenfassung der Prozess-Auswertung

6 Diskussion

Die Hauptforschungsfrage (FF1), die in dieser Arbeit beantwortet werden sollte, war wie Kollaboration am Tabletop effektiv gemessen werden kann. Um dieser Frage nachzugehen, wurde das Input-Process-Output (IPO) Framework als Grundlage verwendet und auf die Bedürfnisse der Evaluation von Zusammenarbeit am Tabletop angepasst. Dies verlangte nach einer Umstrukturierung und Synthese der existierenden und etablierten Input-Process-Output Frameworks von Hackman, Pinsonneault und Kraut. Im Zuge der Validierung der erarbeiteten IPO-Synthese wurde eine Raumdesignstudie an einem Multitouchtisch durchgeführt. Dabei wurden zwei verschiedene Studienvarianten implementiert, welche sich in der Interfacefunktionalität unterschieden. Die Annahme dabei war, dass die Teilnehmer in der Experimentalbedingung, mit der erhöhten Interfacefunktionalität, effektiver kollaborieren würden als in der Kontrollbedingung. Diese Annahme wurde durch die Messung gewisser Faktoren, die durch das IPO abgedeckt werden, bestätigt. Darunter befinden sich auf der Outputebene die geteilten mentalen Modelle sowie die Qualität der Lösung. Auf der Prozessebene konnte die Annahme durch die verwendete Strategie, sichtbar gemacht durch Loggingdaten und der dazugehörigen Visualisierung, bestätigt werden. Weiterhin wurde auch ein erhöhter Konsens bezüglich der Rollenverteilung zwischen den Teilnehmern in der Experimentalbedingung gefunden. Der Erfolg der verwendeten Methoden, um die entsprechenden IPO Faktoren zu bestimmen, führen zur Beantwortung der zweiten Forschungsfrage: „Welche Maße/Methoden sind verlässlich, um eine gute Kollaboration zu erfassen und ein qualitativ hochwertiges Ergebnis vorherzusagen?“ (FF2) Die dritte Forschungsfrage: „Sind geteilte mentale Modelle, als Teil des Input-Process-Output Frameworks aussagekräftig in Bezug auf die Messung von Kollaboration am Tabletop?“ (FF3) kann durch die positive Korrelation von geteilten mentalen Modellen und der Ergebnisqualität bestätigt werden.

Um nun wieder zurück zur Hauptforschungsfrage zu kommen und einen direkten Bezug zur Praxis herzustellen, werden die Ergebnisse der Studie anhand des IPO präsentiert und diskutiert.

Auf der Outputseite des IPO-Modells wurde die Zufriedenheit der Probanden mit ihrer angefertigten Lösung gemessen. Dies wurde mit Hilfe eines Fragebogens analysiert, den die Teilnehmer nach der Lösung der Aufgabe beantworten mussten. Die Analysen haben

ergaben, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Studienvarianten gibt und damit die Teilnehmer in beiden Bedingungen gleich mit ihren Ergebnissen zufrieden waren. Die Gründe hierfür könnten darin liegen, dass sich die Teilnehmer in beiden Bedingungen viel Mühe mit der Büroeinrichtung gaben und auch Spaß an der Sache hatten. Die Genauigkeit der Platzierung der Möbel und die Detailverliebtheit der Teilnehmer überraschten uns als Versuchsleiter. Die Methode, diese Zufriedenheit über einen Fragebogen zu messen, war effizient, jedoch hätten noch detailliertere Fragen zur Aufschlüsselung der Zufriedenheit verwendet werden können.

Im Gegensatz zur homogenen Zufriedenheit der Probanden zwischen den Studienbedingungen fiel die Expertenbewertung der Lösungen anders aus. Beurteilt wurde die Lösungsqualität durch zwei Experten, denen der gleiche Bewertungsfragebogen zur Verfügung stand. Dieser Bogen enthielt detaillierte Fragen zur Zonierung und Möblierung der Gruppenlösungen. Die Expertenbewertung zeigte signifikante Unterschiede zwischen den Studienbedingungen, wobei die Gruppen in der Bedingung mit der höheren Interfacefunktionalität bedeutend bessere Bewertungen erhielten. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die erhöhte Interfacefunktionalität mehr Platz für kreatives Denken und Handeln lies, als das Interface in der Kontrollbedingung. Womöglich konnten die Teilnehmer in der Experimentalbedingung schneller Ideen umsetzen und diese auch wieder verwerfen oder alterieren und damit mehr Möglichkeiten erproben, bis das Optimum gefunden wurde. In der Kontrollbedingung waren die Teilnehmer in ihrer Lust, Neues auszuprobieren, möglicherweise gebremst, da dies einen zeitlichen und kognitiven Mehraufwand bedeutete. Aus diesem Grund könnte die Kollaboration weniger effektiv gewesen sein, da die Interfacebedienung zu viel Anteil an den kognitiven Prozessen hatte und die Teilnehmer weniger in der Lage waren sich auf die Lösung der Aufgabe zu konzentrieren. Gestützt wird diese These auch durch die Feststellung, dass in der Experimentalgruppe signifikant mehr Tabletopinteraktionen getätigt wurden. Vor allem das Tool zum Zeichnen von Zonen und die Grundrissansichtswchsel wurden häufiger verwendet, was auf eine erhöhte Bereitschaft hindeutet mehrere Designmöglichkeiten zu explorieren. Zudem könnten häufige Grundrissansichtswchsel auf eine umfassendere Designlösung hindeuten, da immer wieder evaluiert wird, ob das aktuelle Designkonzept auch global für beide Stockwerke

funktioniert. Ein umfassender geplantes Design berücksichtigt daher mehrere Aspekte und ist somit auch im Endeffekt qualitativ hochwertiger.

Ein gut durchdachtes Design benötigt alle beteiligten Parteien, die effizient und effektiv zusammenarbeiten. Unsere Analysen haben gezeigt, dass mentale Modelle hierbei von entscheidender Bedeutung sind. Sie bilden den Grundstein für eine produktive Zusammenarbeit, da sie ausschlaggebend für die Herangehensweise und die Lösung der Aufgabenstellung sind. Es konnte eine positive Korrelation zwischen der Lösungsqualität und der Steigerung der Ähnlichkeit der mentalen Modelle festgestellt werden. Je mehr sich die Vorstellungen der Probanden also aufeinander zubewegten, desto bessere Ergebnisse erzielten sie schlussendlich. Dieser Prozess der Homogenisierung der mentalen Modelle wurde zudem durch die Experimentalbedingung signifikant besser unterstützt. Eine homogene Vorstellung führt möglicherweise dazu, dass ein klares Ziel verfolgt wird. Dieses klare Ziel trägt zu einer Fokussierung bei, die den Lösungsweg eindeutiger und das Ergebnis besser macht. Dies zeigt sich auch in der interessanten Entdeckung, dass die experimentelle Studienbedingung positiven Einfluss auf die Genauigkeit der mentalen Modelle hatte. Die Teilnehmer in der Experimentalbedingung konnten sich vermutlich besser auf die Aufgabenlösung konzentrieren und wurden weniger durch das Interface in ihren kognitiven Prozessen gestört. Um dies zu messen, mussten die Teilnehmer in der Nachbefragung ihr Design reproduzieren. Diese Reproduktion wurde anschließend mit dem originalen Design verglichen und nach dessen Genauigkeit bewertet. Zusätzlich zur Nachbefragung wurde auch eine Befragung vor der Lösung der Aufgabe durchgeführt, die das anfängliche mentale Modell der Teilnehmer bezüglich der Aufgabenstellung gemessen hat.

Die vorgestellten Ergebnisse zeigen, dass die Zunahme der Ähnlichkeit der mentalen Modelle innerhalb einer Gruppe mit einer erhöhten Lösungsqualität einherging, und damit als gutes Maß dient, um ein qualitativ hochwertiges Ergebnis vorherzusagen, was zum Teil zur Klärung der zweiten Forschungsfrage (FF2) führt. Diese Frage befasste sich damit, was gute Methoden oder Maße sind, um eine gute Kollaboration zu erfassen und ein gutes Resultat vorherzusagen. Gleichzeitig wird auch die dritte Forschungsfrage beantwortet, welche die Relevanz der geteilten mentalen Modelle im *IPO*, in Hinblick auf die Kollaborationsmessung, infrage stellt. Die Ähnlichkeiten der mentalen Modelle haben sich im Falle dieser Studie bewährt und können sowohl auf der Input-, als auch auf der

Outputseite gefunden werden. Die Inputseite enthält dabei das individuelle mentale Modell und die Outputseite die durch den Kollaborationsprozess alterierten geteilten mentalen Modelle.

Zwei weitere Outputvariablen, die gemessen wurden, waren die Erfüllung sozialer Bedürfnisse und die Gruppenerhaltung. Dies wurde mittels Teamworkfragebogen analysiert. Es wurden hierbei keinerlei Unterschiede zwischen den Studienvarianten gefunden. Eine Erklärung dafür könnte sein, dass die Erfüllung sozialer Bedürfnisse und die Gruppenerhaltung nicht durch verschiedene Interfacevarianten beeinflusst wird, sondern dass diese viel mehr von den Personen abhängt, die in einer Gruppe zusammenarbeiten. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass die Gruppe selbst das Arbeitsklima und die sozialen Interaktionen maßgeblich bestimmt.

Auf der Prozessseite des *IPOs* wurden weiterhin zahlreiche Faktoren analysiert. Diese Seite analysiert den Kollaborationsprozess an sich und umfasst sowohl soziale Prozesse, als auch aufgabenspezifische Prozesse. Auf der sozialen Ebene wurde der Gruppenzusammenhalt indirekt durch eine Videoanalyse der geteilten Interfacetools gemessen. Die Annahme war, dass eine gewisse Vertrautheit existieren muss wenn in den persönlichen Bereich des Gruppenmitglieds häufig eingegriffen wird. Die statistische Auswertung hat jedoch keinerlei Unterschiede zwischen den Studienbedingungen aufgezeigt, was dafür spricht, dass sich die Interfacefunktionalität nicht auf den Gruppenzusammenhalt ausgewirkt hat. Dies deckt sich mit den Ergebnissen der psychologischen Sicherheit des Teamworkfragebogens, welche ebenfalls negativ ausgefallen sind.

Ein weiterer untersuchter Aspekt der sozialen Prozesse war das soziale Faulenzen. Dieser Aspekt wurde mit Hilfe der geloggtten Daten auf dem Tabletop untersucht. Nachträglich wurde jede getätigte Interaktion der ausführenden Person zugeordnet, was die Analyse der Verteilung der Interaktionen zwischen den Gruppenmitgliedern ermöglichte. Es wurde jedoch kein Unterschied zwischen Experimental- und Kontrollbedingung gefunden. Dies bedeutet, dass keine Bedingung eine gleichmäßigere Interaktion förderte und damit das soziale Faulenzen vermindert wurde. Dies hätte womöglich durch eine Anzeige im Interface bewerkstelligt werden können an der die Teilnehmer jeweils sehen könnten, wie viele Interaktionen und damit Arbeitsschritte sie und der andere Teilnehmer gemacht

haben. Durch das Bewusstsein, dass das Faulenzen sichtbar gemacht wird, hätte es unter Umständen verringert werden können. Dies hätte jedoch eine Tabletoptechnologie vorausgesetzt, die die verschiedenen Benutzer voneinander unterscheiden kann.

Ein weiterer wichtiger Faktor des Kollaborationsprozesses bildet die Kommunikation. Anfänglich wurde versucht diese per Videocoding festzuhalten, jedoch stellte sich dies schnell als zu zeitaufwändig heraus. Um dennoch die Kommunikation zu analysieren, wurde ein Audioalgorithmus implementiert, der erkennt wann gesprochen wurde und wie lange gesprochen wurde. Die Analyse ergab keinen signifikanten Unterschied in der Länge des Gesprochenen zwischen den Studienbedingungen. Jedoch konnte qualitativ beobachtet werden, dass häufige und lange Sprechpausen dazu führen, dass der allgemeine Gruppenkonsens über die Aufgabenlösung in gewissem Maße verloren geht, da Designentscheidungen nicht kommuniziert und begründet werden. Um die Kommunikation weiter im Detail zu analysieren wäre es nötig gewesen, die Gespräche in transkribierter Form auszuwerten. Dies wäre jedoch auch nur unter erheblichem zeitlichen Aufwand zu bewerkstelligen und könnte für weitere Analysen in Zukunft gemacht werden.

Neben der Kommunikation spielt auch die Rollenverteilung eine Bedeutung in der Zusammenarbeit mit anderen Menschen. Rollen dienen dazu Kollaborationsprozesse effektiv zu gestalten. Eine Rollenverteilung ist immer dann von Vorteil, wenn verschiedene Expertisen vorhanden sind und diese auch sinnvoll eingesetzt werden. Es hat sich gezeigt, dass Kollaboration am effektivsten ist, wenn keiner der Teilnehmer mehr als eine Rolle einnehmen muss [16]. Die Rollenverteilung in der Raumdesignstudie wurde mittels Fragebogen festgehalten. Dabei stellte sich heraus, dass sich die Gruppen in der Experimentalbedingung signifikant häufiger über ihre Rollenverteilung einig waren. Dies unterstreicht die Vermutung, dass die Interfacefunktionalität einen Einfluss auf die Bildung von Konsens hat. Dieser Entdeckung ist vergleichbar mit dem Fund bezüglich der mentalen Modelle, da diese auch eine Art Konsens widerspiegeln.

Um die Dimension der Koordination und der Kooperation zu analysieren, wurde per Videokodierung die Gestikulation der Probanden erfasst. Wie Garber und Goldin-Meadow [8] feststellten, können Gesten Aufschluss über Gedanken sein, die nicht durch Sprache kommuniziert werden. Aus diesem Grund wurde per Videoanalyse festgehalten, wann und wie lange die Teilnehmer während der Problemlösung mit Gestikulieren beschäftigt waren.

Häufig traten Gesten am Anfang des Designprozesses, in einer Phase in der über die Herangehensweise diskutiert wird, auf. Eine Erklärung dafür könnte sein, dass gerade in dieser Phase die Etablierung eines Konsenses wichtig ist und Gesten dazu beitragen das eigene Verständnis dem Gegenüber besser zu vermitteln. Es wurde erwartet, dass die Gruppen in der Kontrollbedingung durch die eingeschränkte Interfacefunktionalität mehr gestikulieren müssen, da die schnelle Umsetzung von Gedanken durch das Interface weniger gut unterstützt wird. Insgesamt wurde in der Kontrollbedingung auch mehr gestikuliert, jedoch konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Bedingungen gefunden werden.

Neben der Koordination spielt die Strategie eine Rolle im Prozess der Zusammenarbeit. Um diese analysieren zu können, wurde eine Visualisierung erstellt, die sowohl die Tabletoploggingdaten enthält, als auch die Daten der Videokodierung und eine Sprachanalyse. Die so akkumulierten Daten wurden zu Übersichtszwecken auf DIN A0 große Plakate geplottet und anschließend qualitativ ausgewertet. Dadurch konnten die Gruppeninteraktionen verglichen werden und drei Phasen des Designprozesses identifiziert werden. Die erste Phase bildet dabei die Diskussionsphase, in der die Teilnehmer viel sprechen und gestikulieren. Darauf folgt die Zonenplanungsphase, in der die Raumaufteilung entsteht. Anschließend konnte eine Möblierungsphase beobachtet werden, in der die zuvor definierten Zonen eingerichtet werden. Gruppen, die ein gutes Ergebnis erzielten, zeichneten sich durch eine ausgedehnte Zonenplanungsphase aus, wobei diese nicht häufig durch viele Möblierungsphasen unterbrochen wurde. Meist schlossen diese Gruppen die Zonierung in zwei Dritteln der ihnen gegebenen Zeit ab. Schlechtere Ergebnisse lieferten dagegen Gruppen, die viel zwischen der Zonierung und der Möblierung hin- und herwechselten und sich erst sehr spät auf eine Raumaufteilung einigen konnten. Eine Erklärung hierfür könnte sein, dass die anfängliche Ausarbeitung eines klaren Konzeptes dazu führte, dass beide Gruppenmitglieder dasselbe Ziel vor Augen hatten und dadurch auch diesem Designziel entsprechend handelten.

Alle vorgestellten Ergebnisse wurden durch zahlreiche Methoden erlangt. Im Nachhinein betrachtet hat sich das Kodieren von Videos als am wenigsten effizient herausgestellt, da es im Vergleich zum Zeitaufwand wenig Einblick lieferte. Um eine Minute Videomaterial zu kodieren sind meist fünf bis zehn Minuten pro kodierte Variable notwendig. Konkret handelte es sich hierbei um drei volle Arbeitswochen à 40 Stunden. In Zukunft wäre es daher ratsam, Gesten und Bewegungen automatisch zu erfassen. Dies wäre beispielsweise durch Armbänder mit eingebautem Beschleunigungssensor möglich. Weiterhin hätten die Interaktionen am Tabletop automatisch der ausführenden Person zugeordnet werden müssen, da dies im Nachhinein auch nur durch Videokodierung möglich war. Dies setzt jedoch eine Tabletoptechnologie voraus, die die Hände oder Finger den entsprechenden Benutzern zuweisen kann, oder aber durch ein externes Trackingsystem realisiert werden kann. Das Logging der Tabletopdaten hat sich als sehr effektiv herausgestellt und viele Einblicke in die Interaktionen verschafft, was zusätzlich durch die Visualisierung aufbereitet wurde. Die daraus entstandenen Plakate waren in ihrer analogen Version groß und nicht so komfortabel wie eine virtuelle Repräsentation, allerdings waren sie dadurch, was die Bearbeitung anging, flexibler. Die Visualisierung selbst hat einen guten Überblick gegeben. Sie erlaubt, Patterns in den Interaktionen zu erkennen und qualitative Beobachtungen zu erarbeiten. Sehr gut funktioniert haben auch die Fragebögen, welche detailreiche Schlüsse zugelassen haben und wichtige Erkenntnisse bezüglich der mentalen Modelle geliefert haben. Hierzu wurden auch bereits etablierte Fragebögen, wie der Teamworkfragebogen oder der System Usability Scale Fragebogen verwendet. Um nun all diese Methoden zusammenzuführen und in ein vergleichbares Modell einzuordnen, wurde das Input-Process-Output Modell erweitert und angepasst. Die Herausforderung hierbei war jedoch, dass manche Methoden viele Aspekte des Modells abdecken und die Einordnung in das *IPO* nicht immer eindeutig ist. Beispielsweise deckten die Fragebögen sowohl Aspekte des Prozesses, als auch welche des Outputs ab. Eine weitere Schwierigkeit ist zudem, dass das Modell nicht alle Faktoren enthalten kann, die jemals in einer Studie gemessen werden können. Jedoch bietet es die Möglichkeit, eine Evaluation zu strukturieren und diese mit Studien zu vergleichen, die ein ähnliches Ziel verfolgen. Beispielsweise könnten die Studien dann faktorenweise anhand des Modells verglichen werden. Das erarbeitete Framework kann zudem weiter angepasst und verfeinert werden.

7 Fazit

Anhand der vorgestellten Raumdesignstudie wurde gezeigt, dass sich das erarbeitete Input-Process-Output Framework für die Evaluation von Zusammenarbeit am Tabletop sehr gut eignet. Es bietet der komplexen Evaluation von Kollaboration einen Leitfaden und eine Struktur, sodass der Fokus bewahrt wird und keinerlei wichtige Aspekte vergessen werden. Zudem eignet sich das Framework gut dazu Evaluationen vergleichbarer zu machen, da durch die gegebene Struktur die einzelnen Faktoren, die die Kollaboration bestimmen, miteinander verglichen werden können. Besonders für die Analyse von Zusammenarbeit an technischen Geräten ist dieses Framework gut geeignet, da es durch seine Detailliertheit technische Aspekte besser als bereits etablierte IPO-Modelle abdeckt. Dadurch können verschiedene Interfacevarianten effizient und kontrolliert miteinander verglichen werden. In dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass die Interfacefunktionalität mehrere Ebenen des Kollaborationsprozesses und -outputs beeinflusst. Dabei wurden beide Interfacevarianten als sehr benutzerfreundlich empfunden, jedoch zeigten sich Unterschiede in der Anzahl der Interaktionen, die die Benutzer am Tabletop während der Lösung der Designaufgabe tätigten. So hat das Interface mit der höheren Funktionalität die Interaktion gefördert und es ebenso geschafft die Homogenisierung von mentalen Modellen zu begünstigen. Eine positive Korrelation zwischen der Homogenisierung der mentalen Modellen und der Qualität der Ergebnisse konnte ebenfalls gezeigt werden. Dies lässt darauf schließen, dass ein Interface die Entwicklung eines Konsenses unterstützen sollte, um die Qualität von Kollaboration und deren Ergebnisse zu steigern.

Methodisch betrachtet haben sowohl die automatisierten Verfahren, wie das Logging und die Visualisierung, als auch die Fragebögen den größten Erfolg erzielt. Das Logging hat dabei geholfen den Prozess von außen zu betrachten, wohingegen die Fragebögen die inneren Prozesse und Einstellungen festhalten konnten.

8 Ausblick

In der Raumdesignstudie wurden viele Aspekte der Kollaboration berücksichtigt, jedoch können in Zukunft noch weitere Untersuchungen vorgenommen werden. Vor allem die Kommunikation könnte näher analysiert werden, indem die transkribierten Gesprächsdaten ausgewertet werden. Diese könnten detaillierteren Aufschluss über den Kollaborationsprozess geben. Weiterhin ist es denkbar die Loggingdaten und die Videodaten besser zu vereinen, indem ein Tool speziell für diesen Zweck geschrieben wird. Dies wäre vor allem sinnvoll, da Observer XT nicht für die Analyse technischer Evaluationen ausgelegt. Es ist zwar möglich Loggingdaten in Observer zu importieren, aber diese können nicht mit Informationen angereichert werden. So könnte eine Verknüpfung zwischen Videos und wichtigen technischen Interaktionen neue Einblicke in den Kollaborationsprozess verschaffen. Die Unterscheidung zwischen verschiedenen Personen und deren Interaktionen mit technischen Geräten sollte jedoch zukünftig automatisiert realisiert werden, da eine nachträgliche Kodierung sehr zeitaufwändig ist. Um Sprache effektiver zu analysieren wäre es auch sinnvoll Lippenmikrophone zu verwenden, da diese auch eine Unterscheidung zwischen den Teilnehmern ermöglichen. Es wäre zudem möglich Gesten automatisch zu erfassen, entweder durch ein nicht-invasives Trackingsystem, oder aber durch bewegungsempfindliche Armreifen. Vorstellbar für weitere Studien wäre zudem das Erkennen von Emotionen durch eine automatische Gesichtsanalyse. Die Akkumulation aller Daten kann auch weiterhin in RoomVis dargestellt werden, da dieses Tool diesbezüglich flexibel ist.

Kollaboration ist ein komplexes Thema, das auch in Zukunft aus vielen Blickwinkeln betrachtet werden kann. Durch die heutigen technischen Möglichkeiten steht der automatisierten Erfassung der Daten nichts mehr im Weg.

Literaturverzeichnis

- [1] P. Badke-Schaub, K. Lauche, and A. Neumann, "Team mental models in design," *CoDesign*, vol. 3, no. 1, pp. 1–3, 2007.
- [2] A. P. Banks and L. J. Millward, "Differentiating Knowledge in Teams: The Effect of Shared Declarative and Procedural Knowledge on Team Performance.," *Gr. Dyn. Theory, Res. Pract.*, vol. 11, no. 2, p. 95, 2007.
- [3] P. van den Bossche, "Social and Cognitive Factors Driving Teamwork in Collaborative Learning Environments: Team Learning Beliefs and Behaviors," *Small Gr. Res.*, vol. 37, no. 5, pp. 490–521, 2006.
- [4] J. Brooke, "SUS: a 'quick and dirty' usability scale," in *Usability Evaluation In Industry*, London: Taylor & Francis, 1996.
- [5] N. J. Cooke, E. Salas, J. A. Cannon-Bowers, and R. J. Stout, "Measuring team knowledge," *Hum. Factors J. Hum. Factors Ergon. Soc.*, vol. 42, no. 1, p. 151, 2000.
- [6] P. Erdős, "Evaluationsmethoden und -modelle von Co-located Multiuser Systemen." 2013.
- [7] P. Erdős, "Video Coding with Noldus Observer XT 11.5," 2014.
- [8] P. Garber and S. Goldin-Meadow, "Gesture offers insight into problem-solving in adults and children," *Cogn. Sci.*, vol. 26, no. 6, pp. 817–831, 2002.
- [9] D. Gergle, R. E. Kraut, and S. R. Fussel, "Using Visual Information for Grounding and Awareness in Collaborative Tasks," *HUMAN-COMPUTER Interact.*, no. 28, pp. 1–39, 2013.
- [10] J. R. Hackman, R. E. Walton, and P. S. Goodman, "Leading groups in organizations: Designing effective work groups," 1986.
- [11] J. R. Hackman and C. G. Morris, "Group tasks, group interaction process, and group performance effectiveness: A review and proposed integration.," *L. Berkowitz (Ed.), Adv. Exp. Soc. Psychol. (Vol. 8). New York Acad. Press.*, 1975.
- [12] E. T. Hall, *The hidden dimension: man's use of space in public and private*. The Bodley Head, 1969.

-
- [13] M. Heilig, S. Huber, J. Gerken, M. Demarmels, K. Allmendinger, and H. Reiterer, "Hidden details of negotiation: the mechanics of reality-based collaboration in information seeking," in *Proceedings of the 13th IFIP TC 13 international conference on Human-computer interaction - Volume Part II*, 2011, pp. 622–639.
- [14] N. Hussain and O. de Bruijn, "An analytical framework for the evaluation of collaborative design around an interactive tabletop," in *Proceedings of the 11th International Conference of the NZ Chapter of the ACM Special Interest Group on Human-Computer Interaction on ZZZ - CHINZ '10*, 2010, pp. 9–16.
- [15] P. N. Johnson-Laird, "Mental Models in Cognitive Science," *Cogn. Sci.*, vol. 4, no. 1, pp. 71–115, 1980.
- [16] S. Kassin, S. Fein, and H. R. Markus, "Group Processes," in *Social Psychology*, 2008, pp. 256–299.
- [17] D. M. Kennedy and S. A. McComb, "Merging internal and external processes: examining the mental model convergence process through team communication," *Theor. Issues Ergon. Sci.*, vol. 11, no. 4, pp. 340–358, 2010.
- [18] R. E. Kraut., "Applying Social Psychological Theory To The Problems Of Group Work.," in *Theories in Human-Computer Interaction*, New York: Morgan-Kaufmann Publishers, 2002, pp. 325–356.
- [19] J. E. McGrath, *Groups: Interaction and performance*, vol. 14, no. 3. Prentice-Hall Englewood Cliffs, NJ, 1984, p. 469.
- [20] J. E. McGrath, *Social psychology: a brief introduction*. 1964.
- [21] B. E. Mennecke and B. C. Wheeler, "Tasks matter: modeling group task processes in experimental CSCW research," in *System Sciences, 1993, Proceeding of the Twenty-Sixth Hawaii International Conference on DOI - 10.1109/HICSS.1993.284167*, 1993, vol. iv, pp. 71–80 vol.4.
- [22] S. Mohammed, R. Klimoski, and J. R. Rentsch, "The Measurement of Team Mental Models: We Have No Shared Schema," *Organ. Res. Methods*, vol. 3, no. 2, pp. 123–165, 2000.
- [23] M. R. Morris and T. Winograd, "Quantifying Collaboration on Computationally-Enhanced Tables," *Group*, no. 2, pp. 2–5.
- [24] M. Nitsche, "Dynamic Personal Spaces- Supporting Group Interactions Around Interactive Tabletops," 2012.
- [25] S. J. Payne, *Users' Mental Models: The Very Ideas*. 2003, pp. 135–156.

-
- [26] D. Pinelle and C. Gutwin, "Evaluating teamwork support in tabletop groupware applications using collaboration usability analysis," *Pers. Ubiquitous Comput.*, vol. 12, no. 3, pp. 237–254, Feb. 2007.
- [27] A. Pinsonneault and K. L. Kraemer, "The impact of technological support on groups: An assessment of the empirical research," *Decis. Support Syst.*, vol. 5, no. 2, pp. 197–216, 1989.
- [28] Y. Rogers and S. Lindley, "Collaborating around vertical and horizontal large interactive displays: which way is best?," *Interact. Comput.*, vol. 16, no. 6, pp. 1133–1152, 2004.
- [29] K. Ryall, C. Forlines, C. Shen, and M. R. Morris, "Exploring the effects of group size and table size on interactions with tabletop shared-display groupware," in *Proceedings of the 2004 ACM conference on Computer supported cooperative work*, 2004, pp. 284–293.
- [30] J. Rybing, "Designing for Collaborative Turn-Taking at the Digital Tabletop," Linköping University, 2011.
- [31] P. E. Shrout and J. L. Fleiss, "Intraclass correlations: Uses in assessing rater reliability."
- [32] E. Sundstrom, K. E. De Meuse, and D. Futrell, "Work Teams: Applications and Effectiveness," *American Psychologist*, 1990. [Online]. Available: [http://www.cin.ufpe.br/~ssj/Group Composition/Work teams Applications and effectiveness.pdf](http://www.cin.ufpe.br/~ssj/Group%20Composition/Work%20teams%20Applications%20and%20effectiveness.pdf). [Accessed: 04-Sep-2014].
- [33] A. Tang, M. Pahud, S. Carpendale, and B. Buxton, "VisTACO : Visualizing Tabletop Collaboration," *Proc. IST 2010*, 2010.
- [34] C. Zahn, "Knowledge Communication and Learning in the 21st Century: Psychological Research on the Potential of Collaborative Learning through Design with Digital Tools in School-based Education and Beyond," 2010.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Das Framework von Hackman und Morris, das ihren Fokus auf den Output legt [11]. Das originale Modell wurde von McGrath 1964 vorgestellt [20].	12
Abbildung 2: Das Framework von Pinsonneault und Kraemer zur Analyse von Einflüssen auf Gruppenprozesse und Resultate. [27]	14
Abbildung 3: Ein Framework, dass Gruppenenelemente im IPO-Modell integriert, aufgestellt von Kraut. [18]	16
Abbildung 4: Vergleich der Inputvariablen.	17
Abbildung 5: Vergleich der Prozessvariablen.	18
Abbildung 6: Vergleich der Outputvariablen.	19
Abbildung 7: Das etablierte Input-Process-Output Modell, auf die Bedürfnisse der Evaluation von Kollaboration am Tabletop angepasst. [6]	20
Abbildung 8: Das Studiensetting in der experimentellen Variante.	28
Abbildung 9: Das Studiensetting, bestehend aus zwei Probanden, einem Multitouchtisch und drei Kameras.	29
Abbildung 10: Die rot markierten Faktoren repräsentieren diejenigen Inputfaktoren, die durch die Studie erfasst und kontrolliert wurden.	33
Abbildung 11: Die Taxonomie von McGrath [19] und Kraut [18] zur Kategorisierung von Gruppenaufgaben.	34
Abbildung 12: Übersichtsdarstellung der Interface Funktionalität.	36
Abbildung 13: Das Interface, das zum Einzeichnen der verschiedenen Zonen verwendet wurde. Bei beiden Studienvarianten sah die Benutzeroberfläche gleich aus. Die Funktionalität unterschied sich jedoch in der Dauer, in der die Objekte manipuliert werden konnten.	37
Abbildung 14: Das Interface für die experimentelle Studienbedingung, welches mehr Funktionalität aufweist.	38
Abbildung 15: Die Kontrollgruppe der Studie wurde mit einem Programm ausgestattet, das weniger Funktionalität aufwies.	39
Abbildung 16: Übersicht über alle gesammelten Daten.	40
Abbildung 17: Aus den Videodaten werden nun Codingdaten mit Hilfe von dem Videoanalysetool Observer XT gewonnen.	41
Abbildung 18: Eine bereits kodierte Video in der Observer XT Umgebung.[7]	43

Abbildung 20: Die Faktoren, die durch die Videoanalyse erforscht werden sollten.	46
Abbildung 21: Erstes Konzept für die Kodierung der Videos, basierend auf den Mechaniken der Kollaboration von Pinelle und Gutwin.[26]	47
Abbildung 22: Das verwendete Codingschema. Orange markiert sind diejenigen Variablen, die von mir codiert wurden. Die blau umrahmten Variablen waren in der Praxis nicht umsetzbar.	48
Abbildung 23: Der technische Aufbau des Multitouchsystems.[24]	51
Abbildung 24: Ein Ausschnitt einer Beispiellogfile.[7].....	52
Abbildung 26: Das Ergebnis der Visualisierung einer Studiensitzung.....	54
Abbildung 27: Die Visualisierung von Observer XT für zwei Studiensitzungen.....	55
Abbildung 28: Daten, die in RoomVis vereint werden.....	57
Abbildung 29: Struktur des RoomVis Interfaces.....	58
Abbildung 30: Das Menü von RoomVis. Es können drei verschiedene Arten von Daten importiert werden, nämlich Tabletoplogfiles, Audiodateien und kodierte Observerdaten. .	59
Abbildung 31: Im Ansichtsmenü kann die Farblegende der Interaktionen ein- und ausgeblendet werden.	59
Abbildung 32: Die Zeitachsen der Visualisierung können zeitlich verschoben werden, damit die Tabletopinteraktionen mit den kodierten Videodaten übereinstimmen. Dieser Offset kann unter dem Menüpunkt Settings eingestellt werden.	60
Abbildung 33: Die Legende für die Interaktionen mit dem Möbeltool. (Furniture and Catalog Interactions)	61
Abbildung 34: Die Legende für die Interaktionen mit dem Zonentool (Zone Interactions).	62
Abbildung 35: Die Legende für die Interaktionen mit dem Ansichtsmenü (Map Interactions).....	62
Abbildung 36: Prozessvariablen, die durch die Visualisierung beleuchtet werden.	67
Abbildung 37: Die Fragebögen als nächster Schritt im allgemeinen Datenkontext.	68
Abbildung 38: Ergebnis der innenarchitektonischen Planung einer Gruppe.....	72
Abbildung 39: Die Faktoren die durch die Fragebögen abgedeckt werden sind rot markiert.....	73
Abbildung 41: Kontrollierte Inputvariablen, die für die Auswertung relevant sind.....	77
Abbildung 42: Boxplot der Ergebnisse des System Usability Scale Fragebogens.	79

Abbildung 43: Diejenigen Faktoren, die vom Output ausgewertet wurden.....	80
Abbildung 44: Zunahme der Ähnlichkeit der mentalen Modelle. Vergleich zwischen Kontrollgruppe (grau) und Experimentalgruppe (blau).	83
Abbildung 45: Beispiele der Reproduktion von erarbeiteten Designs.	84
Abbildung 46: Alle gemessenen und ausgewerteten Prozessvariablen.	87
Abbildung 47: Die Visualisierungen wurden in DIN A0 ausgedruckt und zu Übersichtszwecken an Wänden platziert. Anschließend erfolgten Beschriftungen, wie die Expertenbewertung, das Geschlecht der Gruppenteilnehmer und die Studienbedingung.	90
Abbildung 48: Eine Beispielauswertung der Gruppe 5, in der experimentellen Bedingung.	91
Abbildung 49: Boxplot der Gestikulationslänge.....	97

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Die Teilnehmergeverteilung und -eigenschaften.	27
Tabelle 2: Der Ablaufplan der Studie, in seine einzelnen Schritten untergliedert.	31
Tabelle 3: Die Studienbedingungen im Überblick.	32
Tabelle 4: Die Daten, die in der RoomVis-Auswertung dargestellt wurden, in ihrer Reihenfolge.....	63
Tabelle 5: Die konkreten Inputvariablen im Überblick.	78
Tabelle 6: Zusammenfassung der Output-Auswertung.....	86
Tabelle 7: Zusammenfassung der Prozess-Auswertung.....	99

Anhang

A. Design Brief

Stellen Sie sich bitte folgende Situation vor. Sie sind Mitarbeiter oder Mitarbeiterin in einem Innenarchitekturbüro und wurden von der Hochschule für Design und Kunst (HDK)⁷ kontaktiert und beauftragt, die neuen Räumlichkeiten bei der HDK zu gestalten.

Ihre Aufgabe besteht darin, ein neues Flexible-Office-Konzept für die HDK zu entwickeln. Mit „Flexible Office“ ist eine Organisationsform gemeint, bei der innerhalb einer Organisationseinheit (Unternehmen, Hauptabteilung, Abteilung) weniger Arbeitsplätze als Mitarbeiter existieren. Die Mitarbeiter können „ihren“ Arbeitsplatz täglich frei wählen. Eine ausführlichere Beschreibung finden Sie im Dokument 2: *Flexible Office: Beschreibung, Prinzipien und gewünschte Zonen*.

Um die Aufgabe zu lösen, müssen Sie die Anzahl, Anordnung und Größe der Zonen bestimmen, sowie einen Vorschlag für die Anordnung und Arten des Mobiliars vorlegen. Dafür stellt die HDK Ihnen Informationen über die Hochschule zur Verfügung und gibt Ihnen die Wünsche der Mitarbeiter an - siehe Dokument 1: *Beschreibung und Ergebnisse der Mitarbeiter-Umfragen und Workshops*.

Ihr Auftraggeber findet es vor allem wichtig, dass das Flexible Office bestimmte Arten von Zonen beinhaltet - siehe Dokument 2: *Flexible-Office: Beschreibung, Prinzipien und gewünschte Zonen*.

Des Weiteren erachtet es die HDK als wichtig, bei der Erstellung eines solchen Konzeptes die Tätigkeiten der HDK Angestellten zu berücksichtigen - siehe Dokument 3: *Liste der Tätigkeiten*.

Bitte lesen Sie die folgenden drei Dokumente sorgfältig durch:

⁷ Die Hochschule für Design und Kunst (HDK) steht für eine fiktive Hochschule. Ihre Lösungen der Aufgabe wird nur für die Studie und nicht darüberhinaus verwendet.

- Dokument 1: Beschreibung und Ergebnisse der Mitarbeiter-Umfragen und Workshops
- Dokument 2: Flexible Office: Beschreibung, Prinzipien und gewünschte Zonen
- Dokument 3: Liste der Tätigkeiten

Anschließend werden wir Sie bitten, mithilfe des interaktiven Tisches ein ideales Raumkonzept für die HDK zu erarbeiten.

Dokument 1: Beschreibung und Ergebnisse der Mitarbeiter-Umfragen und Workshops

Die Hochschule für Design und Gestaltung (HDK) ist eine neu gegründete Hochschule. Sie beschäftigt sich mit dem Design neuer Medien (wie z.B. Touch-Interfaces) und neuer Kunstformen. Die HDK ist in der Forschung, Ausbildung und Weiterbildung tätig. Die Hochschule ist in den letzten Jahren gewachsen und wird bald in ein neues Gebäude umziehen. Das Gebäude besteht aus zwei Stockwerken (die Grundrisse haben Sie bereits am interaktiven Tisch gesehen). Alle Räumlichkeiten sollten zukünftig allen Mitarbeiter zur Verfügung stehen.

Zur Zeit arbeiten an der HDK 45 Mitarbeitende (10 Professoren, 13 Dozenten, 20 wissenschaftliche Mitarbeiter, 2 Sekretariatsmitarbeiter).

Die Mitarbeiter und die Leitung der Hochschule haben sich für ein Flexible-Office-Konzept entschieden. Ausgangspunkt bei der Entscheidung für das Flexible-Office-Konzept waren folgende Zielsetzungen:

- Optimierung der Büroraumnutzung
- Unterstützung und Förderung der Zusammenarbeit
- Schnelle und direkte Kommunikation
- Erhöhung der Flächenwirtschaftlichkeit/Senkung der Flächenkosten
- Steigerung der mentalen und organisatorischen Flexibilität der Mitarbeiter
- Erhöhung der Arbeitseffizienz durch adäquate technische Ausstattung der Mitarbeitenden

Um eine angepasste Gestaltung der Räumlichkeiten zu gewährleisten, wurden mehrere Workshops und Umfragen durchgeführt, mit welchen die Wünsche und Bedürfnisse der Mitarbeitenden erfragt wurden. Die Ergebnisse werden weiter in diesem Dokument, als auch in den Dokumenten 2 und 3 vorgestellt.

In einem Workshop zur Feststellung der aktuellen Situation, sowie des Verbesserungspotentials bemängelten die Mitarbeitenden folgende Aspekte der aktuellen Räumlichkeiten:

Negative Aspekte:

- Mangel an Besprechungsräumen
- Mangel an Einzelarbeitsplätzen für konzentrierte Arbeit (Think Tanks)
- Mangel an Sozial-/Pausenraum
- Mangel an Abstellflächen
- Ungenügende physische Abtrennung der Zonen (speziell Regular/Silence Zone ⁸)
- Hohe Dichte an Arbeitsplätzen
- Lärmbelastung durch Telefone

Im Workshop wurden auch positive Aspekte identifiziert:

Positive Aspekte:

- Arbeitsplatz kann aktuell nach Bedarf und Anforderung gewählt werden
- Kontaktmöglichkeiten durch offenes Konzept (z.B. hat sich sehr gut während Einarbeitung neuer Mitarbeiter bewährt)
- Austauschmöglichkeiten zwischen den Mitarbeitenden

Diese positiven Aspekte waren dafür ausschlaggebend, dass die Mitarbeiter sich wieder für ein Flexible-Office-Konzept entschieden haben.

Folgende Arbeitszonen wurden von den Mitarbeitenden als wichtig erachtet (eine ausführlichere Beschreibung der Zonen finden Sie im Dokument 2):

- Empfangsbereich - Incoming Zone
- Kaffeküche und Sozialraum
- Meeting-/Besprechungszone für Gruppenarbeit von zwei bis zehn Personen
- Regular Zone für Einzelarbeit mit der Möglichkeit die kurze Gespräche zu führen
- Silence Zone für konzentrierte Einzelarbeiten, dabei ist die Stille sehr wichtig
- Think Tanks für konzentrierte Einzelarbeiten, sowie für Telefon- und Videokonferenzen
- Bibliothek




⁸ Zur Beschreibung der Zonen siehe Dokument 2.

Dokument 2: Flexible Office: Beschreibung, Prinzipien und gewünschte Zonen

Flexible Office ist eine Organisationsform, bei der innerhalb einer Organisationseinheit (Unternehmen, Hauptabteilung, Abteilung) weniger Arbeitsplätze als Mitarbeitende existieren (70% bis 80%). Die Grundidee des Flexible Office ist es, dass die Arbeitsplätze nicht persönlich zugeordnet sind und somit grundsätzlich jedem Mitarbeitenden zur Verfügung stehen. Die Mitarbeiter können „ihren“ Arbeitsplatz täglich frei wählen. Der Mitarbeitende wählt je nach Projektanforderung seinen Arbeitsplatz in der Nähe des Kollegen, dessen Zuarbeit und Information er gerade braucht, und kann so seine Aufgaben zielorientiert durch einen schnellen Wissenstransfer optimal erledigen.

Bezüglich der Raumgestaltung wird Wert auf Sichtbarkeit gelegt. Der Raum wird deshalb nicht durch Mauern und Türen getrennt, sondern bleibt offen. Bestimmte Bereiche des Raumes, die sogenannten Zonen, werden bestimmten Aufgaben zugeordnet. Das Design des Raumes (Möbelart, Farben) soll den Zweck der Zonen verdeutlichen.

Die HDK hat sich für folgende Zonen entschieden:

Zone	Beschreibung
 <p data-bbox="440 1305 647 1391">Empfangsbereich Incoming Zone</p>	<p data-bbox="699 1272 1287 1379">Die Incoming Zone dient dazu Gäste zu empfangen. Hier können die Gäste auch kurz warten, Kaffee trinken oder Erfrischungsgetränke zu sich nehmen.</p>
 <p data-bbox="440 1462 571 1536">Küche und Sozialraum</p>	<p data-bbox="699 1429 1287 1574">Die Küche und der Sozialraum sollten den Mitarbeitern einen freien informellen Austausch ermöglichen. Die Mitarbeiter können hier ihre Mittags- und Kaffeepause verbringen.</p>
 <p data-bbox="440 1630 667 1704">Meeting-/ Besprechungszone</p>	<p data-bbox="699 1597 1287 1776">Die Meeting-/ Besprechungszonen dienen dazu, formelle Meetings und Besprechungen durchzuführen. Hier können die Mitarbeiter in Gruppen von zwei bis zehn Personen zusammenarbeiten.</p>

	Bibliothek	Hier haben die Mitarbeiter die Möglichkeit konzentriert in einem entspannten Ambiente zu lesen. Ihnen stehen Bücher, Fachzeitschriften und Magazine zur Verfügung.
	Regular Zone	Die Regular Zone ist für Einzelarbeiten bestimmt. Es besteht jedoch die Option, kurze Gespräche zu führen. Die Arbeitsplätze verfügen über eine Docking-Station sowie einen Monitor.
	Silence Zone	In der Silence Zone können die Mitarbeiter konzentriert alleine arbeiten (konzentriertes Einzelarbeiten). Die Stille ist dabei sehr wichtig, und die Zone sollte akustisch und visuell geschützt werden. Die Arbeitsplätze verfügen über eine Docking-Station sowie einen Monitor.
	Think Tanks	Die Think Tanks sind akustisch durch Wände isoliert. Hier finden die Mitarbeiter die nötige Ruhe für konzentrierte Einzelarbeiten. Gleichzeitig können sie hier Telefon- und Videokonferenzen durchführen ohne andere Mitarbeiter zu stören. Die Arbeitsplätze verfügen über eine Docking-Station sowie einen Monitor.

Dokument 3: Liste der Tätigkeiten

Die Mitarbeiter wurden in Workshops und Befragungen bezüglich ihrer Haupttätigkeiten und Nebentätigkeiten befragt. Die folgende Tabelle enthält die Tätigkeitsarten, deren Beschreibung sowie die Zeitdauer, die solche Tätigkeiten üblicherweise während eines „normalen“ Arbeitstages in Anspruch nehmen.

Tätigkeit	Beschreibung und Beispiele	Zeit-aufwand (% ⁹)
Konzentrierte Stillarbeit: Arbeit allein, ohne verbale Kommunikation:	Arbeit, die alleine ausgeführt wird, welche jedoch eine hohe Konzentration erfordert z.B. konzeptionelle Aufgaben, Lesen, Schreiben, Malen, Skizzieren, gestalterische Aufgaben, Recherche, Aufgaben zum Projektmanagement, Lehre und Weiterbildung vor/nachbereiten.	40%
Zusammenarbeit: 2 Personen	Arbeit, die in 2er Gruppen durchgeführt wird, bei welcher die Vertraulichkeit der Kommunikation wichtig ist , wie z.B. (Projekt)Besprechungen zu zweit, Lehre und Weiterbildung vor-/nachbereiten, Betreuung Studierende 1 zu 1, Supervision, konzeptionelle Aufgaben, interne Besprechungen/Meetings, Projektmanagement, Projektarbeit, Arbeit mit/bei Kunden	20%
Zusammenarbeit: 3-6 Personen	Arbeit, die in 3er bis 6er Gruppen durchgeführt wird, bei welcher die Vertraulichkeit der Kommunikation wichtig ist, wie z.B. (Projekt)Besprechungen, Betreuung Studierende in Gruppen, Supervision, interne Besprechungen/Meetings, Aufgaben Hochschulentwicklung (Gremien, Arbeitsgruppen etc.), Gremien, Workshops, Projektarbeit, Arbeit mit Kunden	20%

⁹ Prozentueller Mittelwert. Dabei würden die Angaben aller Mitarbeitenden berücksichtigt.

Zusammenarbeit: 7 Personen und mehr	Arbeit, die in Gruppen von mehr als 7 Mitgliedern durchgeführt wird, bei welcher die Vertraulichkeit der Kommunikation wichtig ist, wie z.B. (Projekt)Besprechungen, Betreuung Studierende in Gruppe, Supervision, interne Besprechungen oder Meetings (z.B. Institutssitzungen, Gremien, Arbeitsgruppen etc.), Workshops, Projektarbeit, Arbeit mit Kunden	10%
Telefonieren, Videokonferenz alleine (auf HDK-Seite)	Telefon- oder Videokonferenz, an welcher nur ein Mitarbeiter des Instituts teilnimmt, z.B. Web-Videoconferencing, Telefonieren, Telefonkonferenz	5%
Telefonieren, Videokonferenz ab 2 Personen (2 Personen auf HDK-Seite)	Telefon- oder Videokonferenz, an welcher mehr als 2 Mitarbeitenden des Instituts teilnehmen, wie z.B. Web-Videoconferencing, Telefonieren, Telefonkonferenz	5%

B. Vorbefragung 1 – Fragen zur Person

Wir bitten Sie abschließend noch ein paar Fragen zu Ihrer Person zu beantworten. Alle Informationen werden selbstverständlich anonym behandelt.

Wie oft nutzen Sie Touchscreen auf Smartphones?

nutze ich
täglich

nutze ich
mehr-mals
pro Woche

nutze ich
etwa einmal
pro Woche

nutze ich
seltener als
einmal pro
Woche

nutze ich
nie

Wie oft haben Sie bis jetzt interaktive Tische benutzt?

nutze ich
täglich

nutze ich
mehr-mals
pro Woche

nutze ich
etwa einmal
pro Woche

nutze ich
seltener als
einmal pro
Woche

nutze ich
nie

Haben Sie eine Sehbeeinträchtigung?

Nein

Ja, aber ich trage eine entsprechende Sehhilfe (Brille, Kontaktlinsen)

Ja, aber trage heute keine Sehhilfe

Alter: _____ Jahre

Geschlecht: Männlich Weiblich

Studiensemester: _____

Studium: _____

Beruf: _____

C. Vorbefragung 2 – Kenntnisse in der Innenarchitektur

Name _____

Bei den folgenden Aussagen geht es um Ihre Einschätzungen bzgl. der eigenen Erfahrung mit Innenarchitektur. Bitte geben Sie an, inwieweit Sie jeder Aussage zustimmen!

Es gibt keine richtigen oder falschen Antworten, wählen Sie bitte jeweils das Kästchen, das Ihrer Meinung bei jeder Aussage am besten entspricht.

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	teils/teils	trifft eher zu	trifft zu
Ich habe gute Grundkenntnisse in der Innenarchitektur.	--	-	-/+	+	++
Ich interessiere mich sehr für Innenarchitektur.	--	-	-/+	+	++
Ich habe bereits Aufträge in der Innenarchitektur für Kunden erledigt.	--	-	-/+	+	++
Ich arbeite in einem Designstudio für Innenarchitektur.	--	-	-/+	+	++
Ich bin daran gewöhnt in einer Gruppe zu arbeiten.	--	-	-/+	+	++

D. Vorbefragung 3 – Mentales Modell

Name _____

Bitte beantworten Sie folgende Fragen zur Design-Aufgabe und zum Designauftrag, den Sie bekommen haben. Dabei möchten wir weder Sie oder Ihr Gedächtnis testen. Uns interessiert Ihre persönlich Auffassung der Aufgabe und wie Sie diese interpretiert haben. Deshalb bitten wir Sie sich in der Rolle des Designers hineinzusetzen und folgende Fragen zu beantworten.

1. Fassen Sie bitte Ihr Verständnis des Ihnen zugeteilten Designauftrags in einem kurzen Text zusammen.

2. Die HDK hat bestimmte Anforderungen an die Räume. Bevor Sie mit der Lösung der Aufgabe beginnen bewerten Sie bitte folgende Anforderungen bzgl. deren Wichtigkeit auf einer Skala von 1 bis 7 (1 = nicht wichtig; ... 7 = sehr wichtig).

Anforderung	1 = nicht wichtig ---	2 --	3 -	4 (weder noch) -/+	5 +	6 ++	7 = sehr wichtig +++
Förderung der Zusammenarbeit	---	--	-	-/+	+	++	+++
Steigerung der Austauschmöglichkeiten zwischen den Mitarbeitenden	---	--	-	-/+	+	++	+++
Schnelle und direkte Kommunikation	---	--	-	-/+	+	++	+++
Steigerung der mentalen und organisatorischen Flexibilität der Mitarbeiter	---	--	-	-/+	+	++	+++
Erhöhung der Anzahl der Besprechungsräume	---	--	-	-/+	+	++	+++

Erhöhung der Anzahl der Einzelarbeitsplätze für konzentrierte Arbeit (Think Tanks)	---	--	-	-/+	+	++	+++
Verfügbarkeit eines Sozialraumes.	---	--	-	-/+	+	++	+++
Verfügbarkeit einer Abstellfläche	---	--	-	-/+	+	++	+++
Akustische Isolierung der Zonen	---	--	-	-/+	+	++	+++
Senkung der Arbeitsplatz-Dichte	---	--	-	-/+	+	++	+++
Senkung der Lärmbelastung durch Telefone	---	--	-	-/+	+	++	+++

3. Wir möchten auch gern wissen, wie Sie die Wichtigkeit der Aufgaben einschätzen, die die Mitarbeiter in diesem Büro erledigen. Bevor Sie mit der Lösung der Aufgabe beginnen bewerten Sie bitte deren Wichtigkeit auf einer Skala von 1 bis 7 (1 = nicht wichtig; ... 7 =sehr wichtig).

Anforderung	1 = nicht wichtig ---	2 --	3 -	4 (weder noch) -/+	5 +	6 ++	7 = sehr wichtig +++
Konzentrierte Stillarbeit: Arbeit allein, ohne verbale Kommunikation	---	--	-	-/+	+	++	+++
Zusammenarbeit: 2 Personen	---	--	-	-/+	+	++	+++
Zusammenarbeit: 3-6 Personen	---	--	-	-/+	+	++	+++
Zusammenarbeit: 7 Personen und mehr	---	--	-	-/+	+	++	+++
Telefonieren, Videokonferenz alleine (auf HDK-Seite)	---	--	-	-/+	+	++	+++
Telefonieren, Videokonferenz ab 2 Personen (2 Personen auf HDK-Seite)	---	--	-	-/+	+	++	+++

4. Wie haben Sie vor, bei der Gestaltung eines idealen Büros für HDK vorzugehen?

5. Bitte beschreiben Sie kurz wie Sie dabei das Interface einsetzen werden.

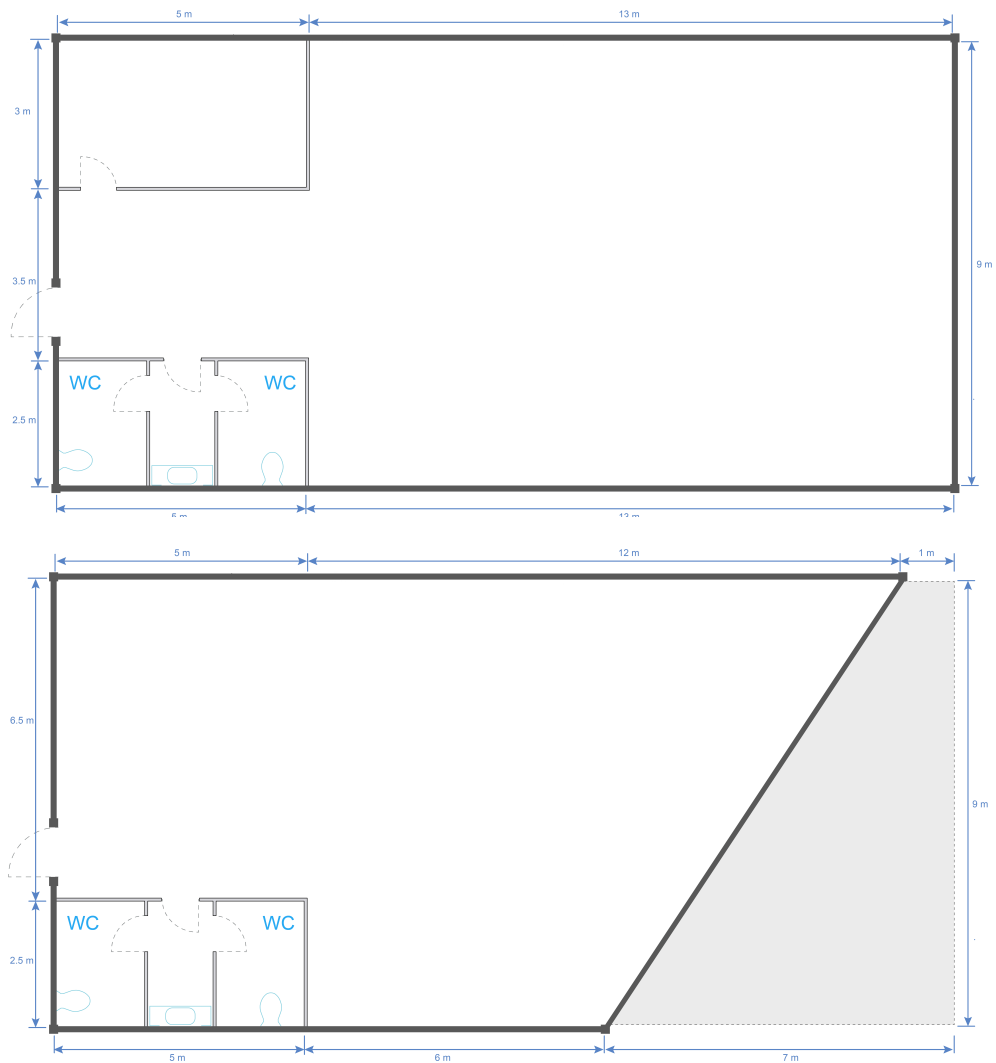
E. Nachbefragung 1 – Mentales Modell

Name _____

Bitte beantworten Sie folgende Fragen bzgl. der Design-Aufgabe, die Sie gerade gelöst haben. Wie bereits davor beschrieben möchten wir dabei weder Sie oder Ihr Gedächtnis testen. Uns interessiert Ihre persönlich Auffassung der Aufgabenlösung und wie Sie diese gelöst haben. Deshalb bitten wir Sie sich in der Rolle des Designers hineinzusetzen und folgende Fragen zu beantworten.

1. Bitte beschreiben Sie kurz die Aufgabe die Sie gerade gelöst haben.

2. Bitte fassen Sie die Design-Lösung für die Räumlichkeiten der HDK kurz zusammen und zeichnen Sie die Zonen auf dem Plan ein.



3. Wo haben Sie die Social Zone plziert? Begründen Sie Ihre Entscheidung!

4. Bitte bewerten Sie nun wieder, nachdem Sie sich mit der Lösung der Aufgabe befasst haben, die Wichtigkeit der Anforderungen auf einer Skala von 1 bis 7 (1 = nicht wichtig; ... 7 =sehr wichtig).

Anforderung	1 = nicht wichtig ---	2 --	3 -	4 (weder noch) -/+	5 +	6 ++	7 = sehr wichtig +++
Förderung der Zusammenarbeit	---	--	-	-/+	+	++	+++
Steigerung der Austauschmöglichkeiten zwischen den Mitarbeitenden	---	--	-	-/+	+	++	+++
Schnelle und direkte Kommunikation	---	--	-	-/+	+	++	+++
Steigerung der mentalen und organisatorischen Flexibilität der Mitarbeiter	---	--	-	-/+	+	++	+++
Erhöhung der Anzahl der Besprechungsräume	---	--	-	-/+	+	++	+++
Erhöhung der Anzahl der Einzelarbeitsplätze für konzentrierte Arbeit (Think Tanks)	---	--	-	-/+	+	++	+++
Verfügbarkeit eines Sozialraumes	---	--	-	-/+	+	++	+++
Verfügbarkeit einer Abstellfläche	---	--	-	-/+	+	++	+++
Akustische Isolierung der Zonen	---	--	-	-/+	+	++	+++
Senkung der Arbeitsplatz- Dichte	---	--	-	-/+	+	++	+++
Senkung der Lärmbelastung durch Telefone	---	--	-	-/+	+	++	+++

5. Inwieweit unterscheiden sich Ihrer Meinung nach Ihre Auffassung der Kundenanforderungen von der Ihrer Kollegen. Bewerten Sie den Unterschied auf einer Skala von 1 bis 7 (1 = geringer Unterschied, 7 = großer Unterschied).

	1	2	3	4	5	6	7	
Geringer Unterschied	---	--	-	-/+	1.1	+ ++	+++	Großer Unterschied

6. Weiterhin möchten wir erneut wissen, wie Sie die Wichtigkeit der Aufgaben einschätzen, die die Mitarbeiter in diesem Büro erledigen, nachdem Sie sich mit der Lösung der Aufgabe befasst haben. Bitte bewerten Sie deren Wichtigkeit auf einer Skala von 1 = nicht wichtig bis 7 = sehr wichtig.

Anforderung	1 = nicht wichtig ---	2 --	3 -	4 (weder noch) -/+	5 +	6 ++	7 = sehr wichtig +++
Konzentrierte Stillarbeit: Arbeit allein, ohne verbale Kommunikation	---	--	-	-/+	+	++	+++
Zusammenarbeit: 2 Personen	---	--	-	-/+	+	++	+++
Zusammenarbeit: 3-6 Personen	---	--	-	-/+	+	++	+++
Zusammenarbeit: 7 Personen und mehr	---	--	-	-/+	+	++	+++
Telefonieren, Videokonferenz alleine (auf HDK-Seite)	---	--	-	-/+	+	++	+++
Telefonieren, Videokonferenz ab 2 Personen (2 Personen auf HDK-Seite)	---	--	-	-/+	+	++	+++

7. Inwieweit unterscheiden sich Ihrer Meinung nach Ihre Auffassung der Wichtigkeit der vorherigen Aufgaben von der Ihrer Kollegen. Bewerten Sie den Unterschied auf einer Skala von 1 bis 7 (1 = geringer Unterschied, 7=großer Unterschied).

	1	2	3	4	5	6	7	
Geringer Unterschied	---	--	-	-/+	+	++	+++	Großer Unterschied

8. Wie sind Sie zusammen bei der Lösung der Aufgabe vorgegangen? Zählen Sie Ihre wesentlichen Arbeitsschritte auf.

9. Inwieweit unterschied sich Ihrer Meinung nach Ihr Verständnis des Lösungsweges von dem Ihres Kollegen/Ihrer Kollegin? Bewerten Sie den Unterschied auf einer Skala von 1 bis 7 (1= geringer Unterschied, 7=großer Unterschied).

	1	2	3	4	5	6	7	
Geringer Unterschied	---	--	-	-/+	+	++	+++	Großer Unterschied

10. Hatten Sie und Ihr Kollege/Ihre Kollegin unterschiedliche Rollen bei der Aufgabenlösung?

Ja

Welche Rollen hatten Sie?

Welche Rolle hatte Ihr Kollege/Ihre Kollegin?

Nein

Warum nicht?

11. Wie haben Sie bei der Lösung der Aufgabe den interaktiven Tisch eingesetzt?

12. Inwieweit unterschied sich Ihre Meinung nach Ihrem Verständnis vom Einsatz des interaktiven Tisches von dem Ihres Kollegen/Ihrer Kollegin? Bewerten Sie den Unterschied auf einer Skala von 1 bis 7 (1=wenig Unterschied, 7=großer Unterschied).

	1	2	3	4	5	6	7	
Geringer Unterschied	---	--	-	-/+	+	++	+++	Großer Unterschied

F. Nachbefragung 2 - Einschätzungen der technischen Unterstützung

Bei den folgenden Aussagen geht es um Ihre Einschätzungen der Kommunikation und der technischen Unterstützung. Bitte geben Sie an, inwieweit Sie jeder Aussage zustimmen!

Es gibt keine richtigen oder falschen Antworten, wählen Sie bitte jeweils das Kästchen, das Ihrer Meinung bei jeder Aussage am besten entspricht.

	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	teils/teils	trifft eher zu	trifft zu
Die <i>Aufgabe</i> war <i>klar</i> formuliert.	--	-	-/+	+	++
Die Lösung der Aufgabe war <i>geistig</i> anstrengend.	--	-	-/+	+	++
Die Lösung der Aufgabe war <i>körperlich</i> anstrengend.	--	-	-/+	+	++
Die Lösung der Aufgabe hat <i>Spaß</i> gemacht.	--	-	-/+	+	++
Ich bin mit der gefundenen <i>Lösung zufrieden</i> .	--	-	-/+	+	++
Die Beschreibung der <i>Möbel, Zonen</i> war <i>klar</i> formuliert.	--	-	-/+	+	++
Die <i>technische Unterstützung</i> mittels des interaktiven Tisches war <i>hilfreich</i> .	--	-	-/+	+	++
Ich konnte mit dem <i>Zonentool</i> <i>flüssig arbeiten</i> .	--	-	-/+	+	++
Ich konnte mit dem <i>Möbeltool</i> <i>flüssig arbeiten</i> .	--	-	-/+	+	++
Allgemein konnte ich mit Hilfe des Computerprogramms für den interaktiven Tisch meine <i>Ideen schnell umsetzen</i> .	--	-	-/+	+	++
Allgemein konnte ich mittels des Computerprogramms für den	--	-	-/+	+	++

interaktiven Tisch meine *Ideen*
schnell kommunizieren.

Der Aufwand unfertige Ideen mittels des Interfaces zu visualisieren war gering.	--	-	-/+	+	++
---	----	---	-----	---	----

Der Aufwand gemeinsam zu arbeiten mittels des Interfaces war gering.	--	-	-/+	+	++
--	----	---	-----	---	----

Allgemein war der Aufwand mit dem Interface zu arbeiten gering.	--	-	-/+	+	++
--	----	---	-----	---	----

G. Nachbefragung 3 – Teamwork Fragebogen

Name _____

Dieser Fragebogen erfasst Ihre Einstellungen zur Teamarbeit. Bitte kreuzen Sie an, wie stark Sie den folgenden Aussagen über das Team, in dem Sie gerade gearbeitet haben und der Aufgabe, die Sie gerade zusammen löst haben, zustimmen. Zu jeder Aussage gehört eine 7-Punkte-Skala: 1 = Ich stimme absolut nicht zu; 4 = neutral; 7 = Ich stimme voll zu.

	Ich stimme absolut nicht zu			Neutral			Ich stimme voll zu
1. Meine Teammitglieder sind von meinem Rat und meinen Informationen abhängig.	---	--	-	-/+	+	++	+++
2. Ich bin vom Rat und von Informationen meiner Teammitglieder abhängig.	---	--	-	-/+	+	++	+++
3. Die Teammitglieder sind sich einig darüber, was wir bewerkstelligen möchten.	---	--	-	-/+	+	++	+++
4. Wenn meine Teammitglieder ihren Job erfolgreich erledigen, wirkt sich das auch für mich positiv aus.	---	--	-	-/+	+	++	+++
5. Ich mag mein Team.	---	--	-	-/+	+	++	+++
6. Ich verstehe mich mit den Mitgliedern meines Teams.	---	--	-	-/+	+	++	+++
7. Ich fühle mich meinem Team zugehörig.	---	--	-	-/+	+	++	+++
8. Ich fühle mich mit den Mitgliedern meines Teams freundschaftlich verbunden.	---	--	-	-/+	+	++	+++
9. Mein Team ist vereint in dem Versuch, seine Leistungsziele zu erreichen.	---	--	-	-/+	+	++	+++

		Ich stimme absolut nicht zu		Neutral			Ich stimme voll zu	
10.	Ich bin unglücklich mit dem Engagement meines Teams bezüglich der Aufgabe.	---	--	-	-/+	+	++	+++
11.	Die Teammitglieder haben sich widersprechende Bestrebungen für unser Team.	---	--	-	-/+	+	++	+++
12.	Dieses Team gibt mir nicht genügend Möglichkeiten, um meine persönliche Leistung zu verbessern.	---	--	-	-/+	+	++	+++
13.	Wenn Du in diesem Team einen Fehler machst, wird das oft gegen Dich verwendet.	---	--	-	-/+	+	++	+++
14.	Die Teammitglieder können Probleme und schwierige Fragen ansprechen.	---	--	-	-/+	+	++	+++
15.	Es ist sicher, in diesem Team ein Risiko einzugehen.	---	--	-	-/+	+	++	+++
16.	Es ist schwierig, andere Mitglieder dieses Teams um Hilfe zu bitten.	---	--	-	-/+	+	++	+++
17.	Niemand in diesem Team würde sich absichtlich so verhalten, dass es meine Anstrengungen untergräbt.	---	--	-	-/+	+	++	+++
18.	Wenn ich mit den Mitgliedern dieses Teams arbeite, werden meine einzigartigen Fähigkeiten und Talente wertgeschätzt und genutzt.	---	--	-	-/+	+	++	+++
19.	Die Leute in diesem Team lehnen andere Teammitglieder manchmal ab, weil sie anders sind.	---	--	-	-/+	+	++	+++

		Ich stimme absolut nicht zu		Neutral			Ich stimme voll zu	
20.	Dieses Team hat Vertrauen in sich selbst.	---	--	-	-/+	+	++	+++
21.	Dieses Team glaubt, dass keine Aufgabe zu schwierig für uns sein kann.	---	--	-	-/+	+	++	+++
22.	Dieses Team erwartet, als hoch leistungsfähig bekannt zu sein.	---	--	-	-/+	+	++	+++
23.	Dieses Team glaubt es kann aussergewöhnlich gut sein und jede Aufgabe erfolgreich bewältigen.	---	--	-	-/+	+	++	+++
24.	Dieses Team glaubt, dass es sehr effektiv sein kann.	---	--	-	-/+	+	++	+++
25.	Dieses Team kann viel schaffen, wenn es hart arbeitet	---	--	-	-/+	+	++	+++
26.	In diesem Team teile ich alle relevanten Informationen und Ideen, die ich habe.	---	--	-	-/+	+	++	+++
27.	Die Teammitglieder hören sich gegenseitig sorgfältig zu.	---	--	-	-/+	+	++	+++
28.	Wenn etwas unklar ist, fragen wir uns gegenseitig.	---	--	-	-/+	+	++	+++
29.	Teammitglieder vertiefen gegenseitig ihre Informationen und Ideen.	---	--	-	-/+	+	++	+++
30.	Informationen von Teammitgliedern werden durch Informationen anderer Teammitglieder ergänzt.	---	--	-	-/+	+	++	+++
31.	Die Teammitglieder ziehen Schlussfolgerungen aus den Ideen, die im Team diskutiert werden.	---	--	-	-/+	+	++	+++

		Ich stimme absolut nicht zu		Neutral			Ich stimme voll zu	
32.	Dieses Team tendiert dazu, Meinungsverschiedenheiten offen anzusprechen.	---	--	-	-/+	+	++	+++
33.	Kommentare zu Ideen werden weiter bearbeitet.	---	--	-	-/+	+	++	+++
34.	Meinungen und Ideen der Teammitglieder werden geprüft, indem wir uns gegenseitig kritische Fragen stellen.	---	--	-	-/+	+	++	+++
35.	Im Moment hat das Team ein einheitliches Verständnis von der Aufgabe, die wir lösen sollen.	---	--	-	-/+	+	++	+++
36.	Im Moment hat dieses Team kein einheitliches Verständnis davon, wie wir mit der Aufgabe umgehen sollen.	---	--	-	-/+	+	++	+++
37.	Ich bin mit der Leistung unseres Teams zufrieden.	---	--	-	-/+	+	++	+++
38.	Wir haben die Aufgabe auf eine Weise erledigt, mit der alle einverstanden sind.	---	--	-	-/+	+	++	+++
39.	Ich würde mit diesem Team auch in Zukunft arbeiten wollen.	---	--	-	-/+	+	++	+++
40.	Als Team haben wir viel gelernt.	---	--	-	-/+	+	++	+++

H. Nachbefragung 4 – System Usability Scale (SUS)

Bitte kreuzen Sie bei den folgenden Aussagen an, was Ihrer Meinung nach am ehesten auf das soeben benutzte System zutrifft.

1 = Ich stimme
NICHT zu

5 = Ich
stimme zu

Ich denke, dass ich das System gerne häufig benutzen würde.

--	--	--	--	--

Ich fand das System unnötig komplex.

--	--	--	--	--

Ich fand das System einfach zu benutzen.

--	--	--	--	--

Ich glaube, ich würde die Hilfe einer technisch versierten Person benötigen, um das System benutzen zu können.

--	--	--	--	--

Ich fand, die verschiedenen Funktionen in diesem System waren gut integriert.

--	--	--	--	--

Ich denke, das System enthielt zu viele Unstimmigkeiten.

--	--	--	--	--

Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Menschen den Umgang mit diesem System sehr schnell lernen.

--	--	--	--	--

Ich fand das System sehr umständlich zu nutzen.

--	--	--	--	--

Ich fühlte mich bei der Benutzung des Systems sehr sicher.

--	--	--	--	--

Ich musste eine Menge lernen, bevor ich anfangen konnte das System zu verwenden.

--	--	--	--	--

I. Expertenfragebogen - Bewertung der Lösung

Bitte bewerten Sie die Lösung der Design Aufgabe bzgl. der Anzahl, Anordnung und Größe der Zonen, sowie der Umsetzung der Anforderungen und Mitarbeitertätigkeiten.

1. Bewertung der Lösung der Gruppe _____
2. Welche Zonenarten beinhaltet das Konzept? Bitte bewerten Sie, wie passend Sie die Größe der Zone auf einer Skala von 1 (gar nicht passend) bis 7 (sehr passend) finden.

Zone	Größe						
	1 = gar nicht -- -	2 = -	3 = -	4 = weder noch -/+	5 = +	6 = ++	7 = sehr gut +++
<input type="checkbox"/> Empfangszone (incoming zone)	---	--	-	-/+	+	++	+++
<input type="checkbox"/> Küche und sozial Raum	---	--	-	-/+	+	++	+++
<input type="checkbox"/> Meetings- /Besprechungszone	---	--	-	-/+	+	++	+++
<input type="checkbox"/> Bibliothek	---	--	-	-/+	+	++	+++
<input type="checkbox"/> Regular Zone	---	--	-	-/+	+	++	+++
<input type="checkbox"/> Silence Zone	---	--	-	-/+	+	++	+++
<input type="checkbox"/> Think Tanks	---	--	-	-/+	+	++	+++

3. Bitte bewerten Sie allgemein die Anordnung der Zonen auf einer Skala von 1 bis 7 (1 = gar nicht passend; ... 7 = sehr gut passend). Berücksichtigen Sie bitte dabei die Platzierung auf dem Stockwerk und die benachbarten Zonen (z.B. ruhigere Zonen gehören Zusammen).

1 = gar nicht	2	3	4 = weder noch	5	6	7 = sehr gut
---	--	-	-/+	+	++	+++

4. Bitte bewerten Sie allgemein auf einer Skala von 1 bis 7 (1 = gar nicht passend; ... 7 =sehr gut passend), wie gut die Möbel (Aussehen, Größe) zu den Charakter der jeweiligen Zonen (Tätigkeiten spezifisch zu jeweiligen der Zonen) passen.

1 = gar nicht	2	3	4 = weder noch	5	6	7 = sehr gut
---	--	-	-/+	+	++	+++

5. In wieweit ermöglicht die Bürogestaltung den Mitarbeitenden folgenden Aufgaben durchzuführen – Bewertung auf einer Skala von 1 bis 7 (1 = gar nicht; ... 7 =sehr gut):

Anforderung	1 = gar nicht ---	2 --	3 -	4 = weder noch -/+	5 +	6 ++	7 = sehr gut +++
Konzentrierte Stillarbeit: Arbeit allein, ohne verbale Kommunikation	---	--	-	-/+	+	++	+++
Zusammenarbeit: 2 Personen	---	--	-	-/+	+	++	+++
Zusammenarbeit: 3-6 Personen	---	--	-	-/+	+	++	+++
Zusammenarbeit: 7 Personen und mehr	---	--	-	-/+	+	++	+++
Telefonieren, Videokonferenz alleine (auf HDK-Seite)	---	--	-	-/+	+	++	+++
Telefonieren, Videokonferenz ab 2 Personen (2 Personen auf HDK-Seite)	---	--	-	-/+	+	++	+++

6. Inwieweit wurden folgende Anforderungen durch die Lösung umgesetzt? Bitte bewerten Sie auf eine Skala von 1 bis 7 (1 = gar nicht umgesetzt; ... 7 = sehr gut umgesetzt).

Anforderung	1 = nicht umgesetzt ---	2 --	3 -	4 = weder noch -/+	5 +	6 ++	7 = sehr gut umgesetzt +++
Förderung der Zusammenarbeit	---	--	-	-/+	+	++	+++
Förderung der Austauschmöglichkeiten zwischen den Mitarbeitenden	---	--	-	-/+	+	++	+++
Schnelle und direkte Kommunikation	---	--	-	-/+	+	++	+++
Förderung der mentalen und organisatorischen Flexibilität der Mitarbeiter	---	--	-	-/+	+	++	+++
Erhöhte Anzahl der Besprechungsräume	---	--	-	-/+	+	++	+++
Erhöhte Anzahl der Einzelarbeitsplätze für konzentrierte Arbeit (Think Tanks)	---	--	-	-/+	+	++	+++
Verfügbarkeit eines Sozialraumes.	---	--	-	-/+	+	++	+++
Verfügbarkeit von Abstellflächen	---	--	-	-/+	+	++	+++
Akustische Isolierung der Zonen	---	--	-	-/+	+	++	+++
Geringe Arbeitsplatz- Dichte	---	--	-	-/+	+	++	+++
Niedrige Lärmbelastung durch Telefone	---	--	-	-/+	+	++	+++