

**Gottfried Wilhelm
Leibniz Universität Hannover
Fakultät für Elektrotechnik und Informatik
Institut für Praktische Informatik
Fachgebiet Software Engineering**

**Ein Empfehlungssystem für die Wahl geeigneter
Kommunikationsmedien in verteilten Teams**

Bachelorarbeit

im Studiengang Informatik

von

Gerrit Nünke

**Prüfer: Prof. Dr. Kurt Schneider
Zweitprüfer: Dr.-Ing. Eric Knauss
Betreuer: M. Sc. Kai Stapel**

Hannover, 11. August 2011

Erklärung der Selbstständigkeit

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen als die in der Arbeit angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keinem anderen Prüfungsamt vorgelegen.

Hannover, den 11.08.2011

Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle bei allen bedanken, die mich während der Erstellung dieser Arbeit unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Kai Stapel für seine hervorragende Betreuung.

Abschließend möchte ich auch noch meiner Familie für ihre Unterstützung danken.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	5
1.1	Motivation	5
1.2	Ziel	5
1.3	Gliederung	6
2	Grundlagen	7
2.1	Empfehlungssysteme	7
2.2	Media Richness Theory	8
2.3	Media Synchronicity Theory	9
2.3.1	Eigenschaften eines Mediums - MST	10
2.3.2	Randbedingungen	12
2.3.3	Aufgaben und Kommunikationsprozesse	13
2.4	FLOW-Theorie	14
2.4.1	Eigenschaften eines Mediums - MFT	15
2.4.2	Eigenschaften einer Kommunikationsaktivität	17
3	Konzept für Empfehlungssystem zur Medienwahl	20
3.1	Konzept MST	20
3.1.1	Eingabedaten	20
3.1.2	Synchronizität des Mediums	22
3.1.3	Media Fit	24
3.2	Konzept FLOW-Theorie	25
3.2.1	Abbildung der Eigenschaften eines Kanals	25
3.2.2	Abbildung der Eingabedaten	27
3.2.3	Medienwahl	29
4	Entwurf und Implementierung	32
4.1	Programmübersicht	32
4.2	Klassen	33
4.3	Probleme	35
5	Evaluation	36
5.1	Vergleich und Auswertung ohne Randbedingungen – Lokaler Fall	39
5.2	Vergleich und Auswertung mit Randbedingungen – Verteilter Fall	42
6	Fazit und Ausblick	45
6.1	Kritische Würdigung	45
6.2	Zusammenfassung	46
6.3	Ausblick	46
A	Abbildungsverzeichnis	47
B	Tabellenverzeichnis	48
C	Literaturverzeichnis	49
D	Compact Disc	50

1 Einführung

1.1 Motivation

In der verteilten Softwareentwicklung ist die Kommunikation oft schwieriger als im lokalen Fall. Durch die räumliche Trennung von Teams kommt es unweigerlich zu Einschränkungen und Hindernissen in der Kommunikation. Die Auswahlmöglichkeiten für Kommunikationsmedien werden im verteilten Fall eingeschränkt. Insbesondere die Kommunikation von Angesicht zu Angesicht wird im verteilten Fall oft aus Kostengründen nicht, oder nur in Ausnahmesituationen möglich sein. Bei der Planung und Durchführung von verteilten Softwareentwicklungsprojekten kann es deswegen zu Problemen kommen. Daher ist es wichtig geeignete Kommunikationsmedien zu wählen und Qualitätseinbußen, die bei der Wahl ungeeigneter Kommunikationsmedien entstehen, zu erkennen.

1.2 Ziel

In dieser Arbeit soll ein Empfehlungssystem zur Wahl geeigneter Kommunikationsmedien für die Softwareentwicklung entstehen. Als Empfehlungsmodell soll sowohl die Media Synchronicity Theory als auch eine im Forschungsprojekt FLOW entstandene Theorie zur Medienwahl genutzt werden. Beide Theorien gilt es zunächst zu verstehen, gegebenenfalls für die Umsetzung aufzubereiten, und schließlich in eine Wissensbasis für das Empfehlungssystem zu überführen.

Das Empfehlungssystem soll, nach Wahl der zu nutzenden Theorie und nach Eingabe der relevanten Kommunikationsparameter, Empfehlungen für geeignete Kommunikationsmedien geben und Defizite bei den weniger geeigneten Medien aufzeigen. Zudem soll das System bei der Eingabe von Kommunikationsparametern und eines festgelegten Kommunikationsmediums den Kommunikationserfolg bzw. Kommunikationsprobleme vorhersagen können. Abschließend soll das Empfehlungssystem ausprobiert werden, indem Medienempfehlungen der beiden Theorien miteinander verglichen und auf Unterschiede zu Empfehlungen aus der Literatur hin untersucht werden. Die Güte der FLOW-Theorie soll so leicht ausprobiert und gegebenenfalls durch Anpassung von Theorieparametern verändert werden können.

1.3 Gliederung

Diese Arbeit beschreibt zuerst die Grundlagen der Problemstellung. Dazu wird aufgezeigt, was ein Empfehlungssystem ist, wer dieses Empfehlungssystem voraussichtlich bedienen wird und welche Ziele diese Benutzergruppen durch dieses Empfehlungssystem erreichen wollen. Im nächsten Schritt werden die Grundlagen der beiden verwendeten Theorien erläutert. Hierbei wird auch auf die Medienreichhaltigkeitstheorie eingegangen, die als die grundlegende Theorie zur Medienwahl gilt.

Anschließend werden die Anpassungen an den beiden Theorien erklärt die nötig sind, um die natürlich sprachlichen Theorien in eine Form zu bringen, die letztendlich implementiert werden kann. Dazu werden die benötigten Daten, die nach den Theorien Einfluss auf die Wahl eines Kommunikationsmediums haben, identifiziert. Die Eigenschaften der Medien werden auf konkrete Zahlenwerte abgebildet und die Zusammenhänge in Formeln erfasst.

Der nächste Abschnitt gibt einen Überblick über die Struktur des fertigen Programmes und erläutert die wichtigsten Klassen.

Abschließend werden Beispielsituationen in Softwareentwicklungsprojekten erstellt mit denen das Empfehlungssystem ausprobiert wird. Die Ergebnisse der Empfehlung werden für die beiden Theorien miteinander verglichen und es wird eine Diskussion über die Güte dieser Ergebnisse stattfinden.

2 Grundlagen

Dieses Kapitel beschreibt die Grundzüge eines Empfehlungssystems und geht auf die verschiedenen Theorien zur Medienwahl ein. Dabei wird zuerst kurz die Media Richness Theory erläutert und anschließend die Media Synchronicity Theory sowie die Theorie aus dem FLOW Projekt. Im Rahmen dieser Arbeit wird ein verteiltes Team aufgefasst, als ein Team, dessen Mitglieder räumlich getrennt voneinander arbeiten.

2.1 Empfehlungssysteme

Ein Ziel dieser Arbeit ist es, ein Empfehlungssystem zu implementieren. Um dieses Ziel zu erreichen muss darauf eingegangen werden, was ein Empfehlungssystem ist. Nach Knauss generiert ein Empfehlungssystem automatisch Vorschläge oder Empfehlungen.

„Basierend auf Eingabedaten (in der Regel durch einen Nutzer) werden aus Hintergrunddaten möglichst gute Empfehlungen erzeugt (in der Regel für den entsprechenden Nutzer).“ [Kn2010]

Im Rahmen dieser Arbeit wird ein Empfehlungssystem entstehen, das abhängig von der gewählten Theorie, verschiedene Eingabedaten benötigt. Diese Eingabedaten können sich sowohl auf soziale Aspekte beziehen (Wie gut kennt sich das Team? Existieren Unterschiede zwischen Teammitgliedern?) als auch auf eher technische Aspekte (Verfügbarkeit, Kosten). Diese Arbeit richtet sich vorwiegend an den Fall der verteilten Softwareentwicklung. Durch geeignete Wahl der Eingabedaten lassen sich aber auch Empfehlungen für den lokalen Fall erzeugen.

Im Grunde gibt es für dieses System zwei Arten von Nutzern, die sich aus den Zielen dieser Arbeit herleiten lassen. Die erste Art von Nutzern sind Forscher, die mittels der Empfehlungen die Güte der im Rahmen des FLOW Projektes entstandenen Theorie zur Medienwahl überprüfen und mit den Empfehlungen der schon etablierten Media Synchronicity Theory vergleichen wollen. Die zweite Art von Nutzern sind Projektleiter. Sie möchten anhand der Projektsituation in der sie sich befinden und der zu behandelnden Aufgabe einen Vorschlag für ein geeignetes Kommunikationsmedium erhalten.

Als Hintergrunddaten in diesem System fungieren die algorithmischen Repräsentationen der Media Synchronicity Theory und der Media FLOW Theorie sowie die nach diesen Theorien benötigten Eigenschaften der Medien. Zusätzlich wird es für beide Arten von Nutzern möglich sein, weitere Medien in das System einzupflegen. Die Anpassung von Theorieparametern wird lediglich der Gruppe der Forscher zugänglich sein.

2.2 Media Richness Theory

Die Media Richness Theory oder auch Medienreichhaltigkeitstheorie wurde von Richard L. Daft und Robert H. Lengel [Da1984] entwickelt. Sie beschreibt die Wertigkeit eines Kommunikationsmediums durch die Fähigkeit Informationen wiederzugeben, dabei besteht die Information nicht nur aus dem reinen Inhalt, der übertragen wird, sondern auch aus sozialen Interaktionen der beteiligten Kommunikationsteilnehmer. So ist man zum Beispiel bei einem Gespräch von Angesicht zu Angesicht in der Lage, Gesten und Gefühlslagen zu übertragen und zu erkennen, während dies bei der Kommunikation per Brief nicht direkt möglich ist. Hier fehlt schlicht die Möglichkeit der visuellen Übertragung. Aus diesem Umstand folgt nun, dass das Gespräch von Angesicht zu Angesicht eine höhere Reichhaltigkeit hat als die Kommunikation über den Postweg.

Für die Wahl eines Kommunikationsmediums spielt die Komplexität der zu bearbeitenden Aufgabe eine große Rolle. Eine große und komplexe Aufgabe benötigt ein reichhaltigeres Medium als eine kleine und einfache Aufgabe. Gleiches gilt für unbekannte Aufgabentypen. Wenn ein Team eine neue Aufgabe bearbeitet mit der es keine Erfahrung hat, wird ein Medium mit einer höheren Reichhaltigkeit benötigt als bei der Bearbeitung einer standardisierten Aufgabe. Dabei kommt es, nach Daft und Lengel, in beiden Situationen zu einer hohen Effektivität. Wenn allerdings für eine komplexe Aufgabe Medien benutzt werden die nur eine geringe Reichhaltigkeit besitzen, dann kommt es zu einer Simplifizierung, die sich negativ auf die Effektivität auswirkt. Dementsprechend kommt es bei der Lösung einer wenig komplexen Aufgabe mit einem Medium von hoher Reichhaltigkeit zu einer Verkomplizierung, die sich ebenfalls negativ auf die Effektivität auswirkt.

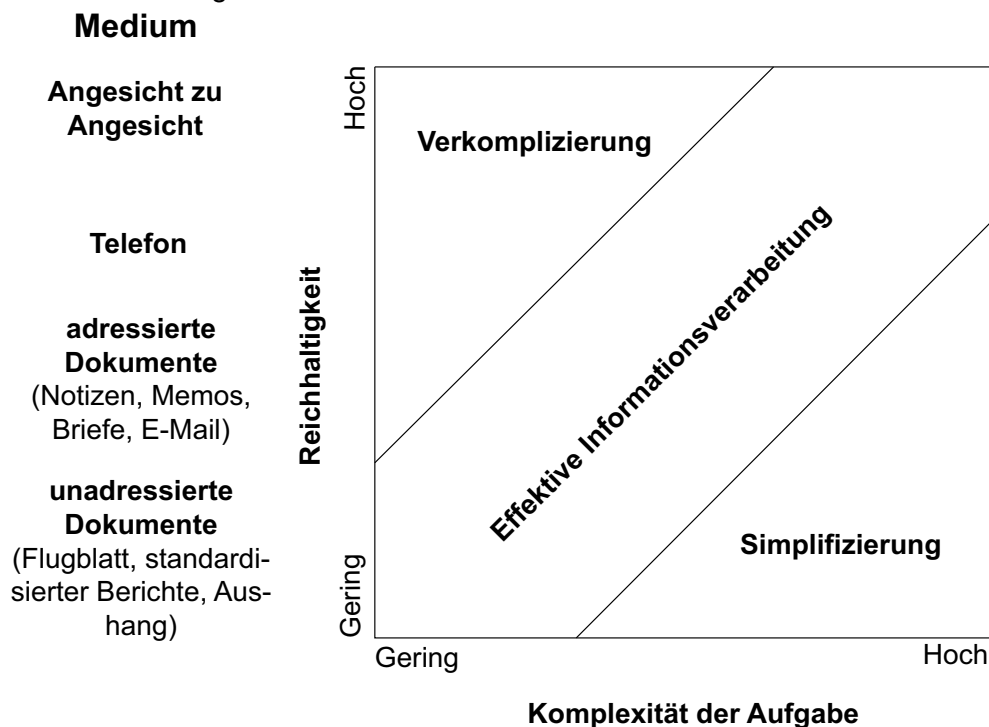


Abbildung 1: Übersicht Medienreichhaltigkeitstheorie (nach [Da1984])

2.3 Media Synchronicity Theory

Die Media Synchronicity Theory (MST), nach Dennis, Fuller und Valacich [De2008], verfolgt einen etwas anderen Ansatz. Die Media Synchronicity Theory sagt aus, dass jede Aufgabe, die mehr als ein Individuum zur Bearbeitung benötigt, eine Form der Kommunikation braucht und diese lässt sich als Kommunikationsprozesse ausdrücken. Jeder Kommunikationsprozess kann in zwei Teile aufgespalten werden. Diese zwei Teile sind zum einen die Übermittlung der Information und zum anderen die Übereinstimmung der Bedeutung dieser Information.

Definition: Übermittlung von Informationen

Die Übermittlung der Informationen bezieht sich nach Dennis et. al. auf die Übertragung von Informationen, die im Nachhinein vom Empfänger noch verarbeitet werden können.

Definition: Übereinstimmung in der Bedeutung

Unter der Übereinstimmung der Bedeutung versteht man nach Dennis et. al. nicht nur die richtige Einordnung in einen größeren Kontext, sondern auch die Übereinkunft wie mit dieser Information weiter verfahren werden soll. Dies bedeutet jedoch nicht, dass die eigene Meinung bzw. die Informationen des einzelnen Individuums in der Gesamtheit reflektiert werden müssen. Es kann vorkommen, dass man einen gemeinsamen Konsens findet aber einzelne Beteiligte ihre Vorschläge nicht zur Geltung bringen können.

In der Media Synchronicity Theory betrachtet man nicht nur physikalische Eigenschaften der Medien sondern auch zwischenmenschliche und kognitive Aspekte und der Umgang mit den Medien. Um dies zu gewährleisten, werden einem Medium bestimmte Fähigkeiten zugesprochen. Aus diesen Fähigkeiten bestimmt sich die Synchronizität eines Mediums. Medien werden also nicht in feste Klassen eingeteilt. Es gibt nicht nur eine Einteilung der Synchronizität in asynchron und synchron, es gibt vielmehr einen weichen Übergang von geringer Synchronizität hin zu hoher Synchronizität.

Definition: Synchronizität

Synchronizität wird als Zustand definiert in dem Aktionen gleichzeitig stattfinden und den gleichen Verlauf haben.

Zusätzlich gibt es noch Faktoren zur Aneignung. Unter diese Faktoren fallen Vertrautheit, Training, Erfahrung und soziale Normen. Nach Dennis, Fuller und Valacich sind die wichtigen Einflüsse aus diesem Bereich die Vertrautheit mit der Aufgabe, die Vertrautheit mit dem Team und die Vertrautheit mit dem Medium. Dabei hat z. B. Training einen Einfluss auf die Benutzung eines Mediums und steigert die Vertrautheit mit dem Medium und damit letztendlich auch die richtige Benutzung des Mediums.

Die Effizienz der Kommunikation wird somit insgesamt aus der Übereinstimmung (Media Fit) zwischen der Synchronizität des eingesetzten Mediums, der Art des Kommunikationsprozesses und den Faktoren zur Aneignung bestimmt.

Definition: Effizienz

Effizienz ist das Verhältnis zwischen erreichtem Erfolg und den aufgebrauchten Mitteln.

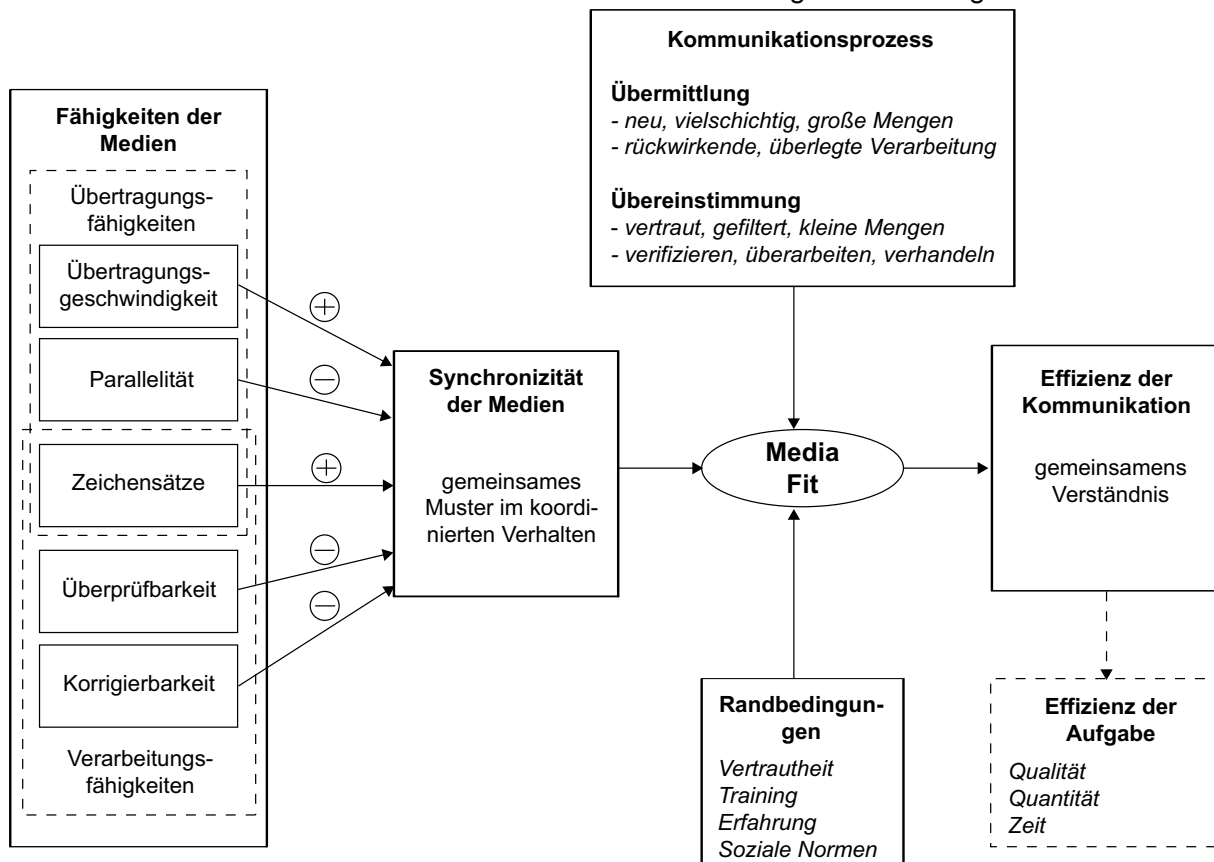


Abbildung 2: Übersicht Media Synchronicity Theory (übersetzt aus [De2008])

Die Eigenschaften der Medien lassen sich nach Abbildung 2 (links, gestrichelte Kästchen um Medienfähigkeiten) grob in die Übermittlung und Verarbeitung von Informationen einteilen.

Im Folgenden setzt die Theorie voraus, dass es sich bei Sender und Empfänger um ein oder mehrere Individuen handelt, die das Ziel einer effizienten Kommunikation haben und keine destruktiven Ziele zur Sabotage der Kommunikation bzw. der Aufgabe verfolgen.

2.3.1 Eigenschaften eines Mediums - MST

Nach der Media Synchronicity Theory besitzt ein Medium folgende Eigenschaften, die einen unterschiedlichen Einfluss auf die Synchronizität eines Mediums haben:

- Übertragungsgeschwindigkeit
- Parallelität
- Zeichensätze
- Überprüfbarkeit
- Korrigierbarkeit

Definition: Übertragungsgeschwindigkeit

Die Übertragungsgeschwindigkeit ist die Geschwindigkeit mit der ein Medium eine Nachricht vom Sender an den Empfänger übertragen kann. Sie hat einen positiven Einfluss auf die Synchronizität eines Mediums.

Definition: Parallelität

Parallelität beschreibt die Fähigkeit eines Mediums gleichzeitige Nachrichten zu versenden und erhöht somit die Anforderungen an den Empfänger. Dies führt zu einem negativen Effekt auf die Synchronizität, da der Empfänger in der Regel nur eine begrenzte Aufnahmefähigkeit besitzt und viele gleichzeitig anfallende Nachrichten nicht gezielt bearbeiten kann.

Definition: Zeichensatz

Ein Zeichensatz bezieht sich nicht nur auf Schriftzeichen, sondern auch beispielsweise auf Sprache, Tonfall und Gesten. Viele Medien bieten die Möglichkeit nicht nur einen einzigen Zeichensatz zu benutzen, sondern eine Vielzahl von Zeichensätzen. Hier muss beachtet werden, dass ein natürlicher Zeichensatz eine höhere Synchronizität erlaubt als ein künstlicher Zeichensatz. Hinzu kommt auch noch, dass Zeichensätze die sich gut für die Übertragung des Inhalts eignen die Synchronizität auch stärker positiv beeinflussen als Zeichensätze, die dies nicht erfüllen. So kann z. B. die Bedeutung einer Geste nur durch die visuelle Wahrnehmung effizient erfasst werden.

Definition: Überprüfbarkeit

Die Möglichkeit eines Senders eine Nachricht zu überdenken, sie zu formen und sich genau zu überlegen, ob die Nachricht so ist, wie sie sein soll bevor sie abgeschickt wird, führt zu einem erhöhten Bedarf an Zeit. Dieser erhöhte Bedarf an Zeit wirkt sich negativ auf die Synchronizität aus.

Definition: Korrigierbarkeit

Die Möglichkeit eines Empfängers eine Nachricht erneut zu betrachten wirkt sich ebenfalls negativ auf die Synchronizität aus, da er in die Lage versetzt wird Nachrichten wiederholt zu betrachten, sie genau zu untersuchen und seine Antwort auch auf Grundlage vorhergegangener Nachrichten zu entwickeln.

Aus diesen Eigenschaften ergeben sich nach der Media Synchronicity Theory die folgenden Zusammenhänge für die Synchronizität:

Medium	Übertragungsgeschwindigkeit	Parallelität	Zeichensätze	Verifizierbarkeit	Reproduzierbarkeit	Synchronizität
Angesicht zu Angesicht	Hoch	Mittel	Gering - Hoch	Gering	Gering	Hoch
Video-konferenz	Hoch	Mittel	Gering - Mittel	Gering	Gering	Hoch
Telefon-konferenz	Hoch	Gering	Gering	Gering	Gering	Mittel
synchroner Sofort-nachrichtendienst	Mittel - Hoch	Gering - Mittel	Gering - Mittel	Mittel	Mittel - Hoch	Mittel
synchrone elektronische Konferenz	Mittel - Hoch	Hoch	Gering - Mittel	Mittel	Hoch	Gering - Mittel
asynchrone elektronische Konferenz	Gering - Mittel	Hoch	Gering - Mittel	Hoch	Hoch	Gering
asynchrone E-Mail	Gering - Mittel	Hoch	Gering - Mittel	Hoch	Hoch	Gering
Sprach-mitteilung	Gering - Mittel	Gering	Gering	Gering - Mittel	Hoch	Gering
Fax	Gering - Mittel	Gering	Gering - Mittel	Hoch	Hoch	Gering
Dokumente	Gering	Hoch	Gering - Mittel	Hoch	Hoch	Gering

Tabelle 1: Medieneinordnung nach Media Synchronicity Theory (übersetzt aus [De2008])

2.3.2 Randbedingungen

Die Randbedingungen beziehen sich in erster Linie auf die geeignete Benutzung eines Mediums und auf die Eignung eines Mediums im Kommunikationsprozess. Dennis, Fuller und Valacich argumentieren dabei, dass sich diese Eignung als Zusammenspiel von Vertrautheit, Training, Erfahrung und sozialen Normen auffassen lässt.

Die Art und Weise wie man ein Medium benutzt, soll sich direkt auf die Effizienz der Kommunikation auswirken. Nach Dennis et. al. sieht man dies am Beispiel der E-Mail besonders gut. Das Medium E-Mail ist ein eher asynchrones Medium. Man kann es jedoch auch synchron benutzen. Wenn man dies tut, kommt es allerdings zu einem Verlust an Effizienz. Personen denen das Medium vertrauter ist, die also schon mehr Erfahrung im Umgang mit diesem Medium haben, werden eher dazu tendieren zu wissen, dass sich die synchrone Kommunikation per E-Mail nicht gut eignet und daher zu einem alternativen Medium, z. B. einem Sofortnachrichtendienst, wechseln. Die Benutzer müssen die Schwächen und Stärken eines Mediums kennen, um es effizient benutzen zu können.

2.3.3 Aufgaben und Kommunikationsprozesse

Wie bereits in 2.3 erwähnt, kann man jede Aufgabe in Kommunikationsprozesse unterteilen. Dennis, Fuller und Valacich gehen dabei davon aus, dass eine Aufgabe vier Kommunikationsprozesse besitzt. Diese sind:

- Anfang
- Problemlösung
- Konfliktlösung
- Ausführung

Diese vier Kommunikationsprozesse haben, je nachdem in welchem Kommunikationskontext sie stehen, einen unterschiedlichen Bedarf an Informationsübermittlung und -übereinstimmung.

Nach Dennis, Fuller und Valacich gibt es drei mögliche Kontexte in denen eine Kommunikation stattfindet:

- Vertrauter Kommunikationskontext
- Neuer Kommunikationskontext
- Gemischter Kommunikationskontext

Im vertrauten Kommunikationskontext haben die Teilnehmer bereits Erfahrung im Umgang mit dem Medium, der Bearbeitung der Aufgabe und der Arbeit miteinander. Sie müssen aber nicht zwangsläufig auch in dieser Konstellation zusammengearbeitet haben. Da die Teilnehmer diese Erfahrungen besitzen und dementsprechend Routine besitzen wird die Kommunikation, so Dennis, Fuller und Valacich, vermehrt aus Übermittlung bestehen.

Der neue Kommunikationskontext hingegen beschreibt den Fall, dass die Teilnehmer keine Erfahrung besitzen. Deswegen sind sie auf einen überwiegenden Anteil von Übereinstimmung angewiesen.

Im gemischten Kommunikationskontext lässt sich keine pauschale Aussage über die Anteile machen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Kommunikationsprozesse, die hauptsächlich aus Übermittlung von Informationen bestehen, Medien mit geringerer Synchronizität benötigen. Umgekehrt lässt sich über Kommunikationsprozesse, die hauptsächlich aus Übereinstimmung bestehen sagen, dass Medien benötigt werden die eine hohe Synchronizität bereitstellen.

2.4 FLOW-Theorie

Die im Rahmen des FLOW Forschungsprojekts [St2011] entstandene Theorie zur Medienwahl, wird im Rahmen dieser Arbeit als Media FLOW Theorie (MFT) bezeichnet. In dieser Arbeit wird der aktuelle Stand dieser Theorie präsentiert. Zusätzlich ist die Arbeit ein Teil der Weiterentwicklung der Theorie. Alle hier präsentierten Informationen zu der MFT stammen aus Gesprächen mit dem Betreuer. Die Theorie fasst die Kommunikation als Weitergabe von Wissen auf. Die Kommunikationsaktivität findet dabei zwischen zwei Menschen statt. In diesem Kontext erfolgt eine Kommunikation über Kanäle. Stapel argumentiert, dass Wissen in Daten umgewandelt werden muss, um es über Kanäle zu transportieren. Anschließend muss der Empfänger diese Daten wieder in Wissen umwandeln. Die über einen Kanal transportierten Daten haben jeweils einen Datentyp. Während einer Kommunikationsaktivität können Sender und Empfänger mehrfach ihre Rolle tauschen.

Ein Kanal ist, so Stapel, immer besonders für einen Datentyp geeignet. Dies lässt sich anhand eines Beispiels verdeutlichen. Angenommen es soll eine Kommunikation stattfinden, in der es darum geht, gesprochene natürliche Sprache zu übermitteln. Der geeignetste Kanal hierfür ist ein Kanal, der die gesprochene natürliche Sprache unterstützt. Im Allgemeinen würde man hier davon ausgehen, dass die Kommunikation von Angesicht zu Angesicht stattfinden sollte. Es wäre aber auch möglich, die gesprochene natürliche Sprache in geschriebene natürliche Sprache umzuwandeln, z. B. in einen Brief. Bei dieser Umwandlung würde es allerdings dazu kommen, dass bestimmte Charakteristika einer Konversation von Angesicht zu Angesicht verloren gehen würden. So lässt sich der Tonfall eines Gesprächs schwer in einem Brief festhalten. Außerdem bestehen auch Unterschiede in der Geschwindigkeit, da ein durchschnittlicher Mensch schneller reden als schreiben kann. Die Effizienz der Kommunikation würde unter diesem Verlust leiden. Nach Stapel besitzt ein Kanal noch zwei weitere wichtige Eigenschaften, eine Bandbreite und eine Latenz. Die Bandbreite soll angeben, wie viele Daten pro Zeiteinheit übertragen werden können. Die Latenz soll die Zeitspanne zwischen dem Senden einer Nachricht, an einen Empfänger, und dem Erhalt einer Antwort sein.

Die Kommunikation lässt sich nach Stapel in zwei parallel stattfindende Kommunikations-subaktivitäten unterteilen, Inhalt und Steuerung. Dabei soll die Subaktivität des Inhalts die Übermittlung von Informationen vom Sender an den Empfänger darstellen. Bei diesen Informationen handelt es sich nicht nur um projektbezogene sondern auch um zwischenmenschliche Informationen (z. B. muss sich ein Team kennenlernen). Die Subaktivität der Steuerung bezieht sich auf die Steuerung der Kommunikation. Dies geschieht direkt durch einen Moderator oder durch Gestik und Mimik.

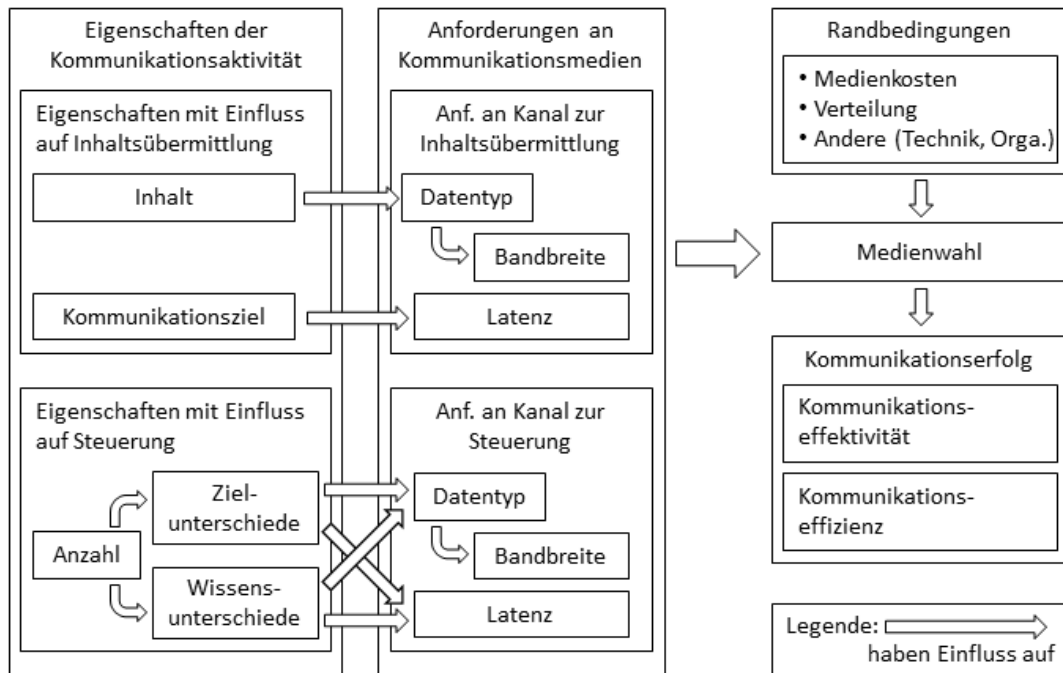


Abbildung 3: Übersicht Media FLOW Theorie (aus [St2011])

Der Erfolg einer Kommunikation hängt nach Stapel von der Wahl eines geeigneten Mediums ab. Dabei wird der Erfolg unterteilt in die Kommunikationseffektivität und die Kommunikationseffizienz. Die Kommunikationseffektivität wird als Maßeinheit für die Erreichung des Ziels und die Kommunikationseffizienz als Geschwindigkeit in der dieses Ziel erreicht wird definiert.

Ein weiterer wichtiger Punkt sind die Randbedingungen unter denen eine Kommunikation stattfindet. Bei der Medienwahl spielt das Budget, die Verteilung und weitere technische und organisatorische Faktoren eine Rolle. So ist es z. B. im Fall einer verteilten Softwareentwicklung oft kostspielig Treffen von Angesicht zu Angesicht abzuhalten, während andere Medien geringere monetäre Kosten verursachen.

2.4.1 Eigenschaften eines Mediums - MFT

In der Media FLOW Theorie besteht ein Kommunikationsmedium aus mindestens einem Kanal, es können jedoch auch mehrere sein. Jeder Kanal besitzt wiederum drei Eigenschaften. Diese Eigenschaften sind der Datentyp, die Bandbreite und die Latenz.

Der Datentyp eines Kanals bestimmt für welchen Inhalt sich dieser Kanal besonders eignet. Es gibt nach der Media FLOW Theorie folgende Datentypen:

- Gesprochene natürliche Sprache
- Geschriebene natürliche Sprache
- Geschriebene künstliche Sprache
- Natürliches Bild
- Künstliches Bild

Gesprochene natürliche Sprache wird als Sprache definiert, die geschriebene natürliche Sprache als formeller und informeller Text, die geschriebene künstliche Sprache als Texte wie Quellcode, die natürlichen Bilder als Fotos und die künstlichen Bilder als Abbildungen, Diagramme und grafische Modelle.

Die Bandbreite eines Kanals ist in der Media FLOW Theorie die minimale Datenrate, die ein Kanal liefern kann. Die Einheit für die Datenrate ist Byte pro Sekunde.

Die Latenz eines Kanals ist in der Media FLOW Theorie die Zeit, die zwischen dem Senden einer Nachricht und dem Empfang der Antwort vergeht. Sie wird in Millisekunden angegeben.

Medium	Kanäle		
	Datentyp	Bandbreite	Latenz
Angesicht zu Angesicht	Gesprochene natürliche Sprache	172 kB/s	50 ms
	Natürliches Bild	12.5 MB/s	50 ms
Dokumente	Geschriebene natürliche Sprache	1 MB/s	1 Woche
E-Mail	Geschriebene natürliche Sprache	100 kB/s	1 min
Geteilter Desktop	Künstliches Bild	1 MB/s	300 ms
Quellcode	Geschriebene künstliche Sprache	100 Byte/s	2 Tage
Sofortnachrichtendienst	Geschriebene natürliche Sprache	1 kB/s	500 ms
Telefon	Gesprochene natürliche Sprache	32 kB/s	100 ms
Videokonferenz (HQ)	Gesprochene natürliche Sprache	32 kB/s	100 ms
	Natürliches Bild	3 MB/s	100 ms
Videokonferenz (SQ)	Gesprochene natürliche Sprache	16 kB/s	100 ms
	Natürliches Bild	512 kB/s	100 ms
Whiteboard Konferenz	Künstliches Bild	256 kB/s	5 min

Tabelle 2: Tabelle mit Medieneinordnung (aus [St2011])

Bei den Werten für die Bandbreite und die Latenz handelt es sich um Schätzwerte. Es sind Beispiele für Werte die angenommen werden können und bilden einen Ausgangspunkt für die Theorie. Dokumente können z. B. wesentlich länger bearbeitet werden, als Nachrichten in einem Sofortnachrichtendienst und haben deswegen eine höhere Latenz. Unter dieser Voraussetzung geht es bei den Werten nicht um die absoluten Zahlen sondern um den qualitativen Unterschied zwischen ihnen.

2.4.2 Eigenschaften einer Kommunikationsaktivität

Kommunikationsaktivitäten haben in der Media FLOW Theorie verschiedene Eigenschaften, die je nachdem Einfluss auf die Inhaltsübermittlung bzw. auf die Steuerung haben können. Dabei werden folgende Eigenschaften festgelegt (vgl. Abbildung 3):

- Inhalt
- Ziel der Kommunikation
- Teilnehmer
- Zielunterschiede
- Wissensunterschiede

Der Inhalt einer Kommunikationsaktivität stellt Anforderungen an den Kanal zur Inhaltsübermittlung.

Das Kommunikationsziel hat Einfluss auf die Inhaltsübermittlung. Nach Stapel ist dieses Ziel in der Softwareentwicklung eines der folgenden:

- Informieren
- Entscheiden
- Kreativ sein

Definition: Informieren

Das Kommunikationsziel „Informieren“ wird als Informationsübermittlung definiert. Dabei sollen Informationen von einem Sender an einen Empfänger fließen. Ferner sagt die Media FLOW Theorie aus, dass während einer Kommunikationsaktivität die Rollen von Sender und Empfänger mehrmals tauschen können.

Definition: Entscheiden

Das Kommunikationsziel „Entscheiden“ wird als die Entscheidungsfindung definiert. Dabei soll das Ergebnis einer solchen Kommunikationsaktivität eine Entscheidung sein, bei der aus einer Menge von Informationen ausgewählt wird. Nach Stapel schließt dieses Kommunikationsziel auch das Ziel des Informierens mit ein.

Definition: Kreativ sein

Das Kommunikationsziel „Kreativ sein“ wird als die Schaffung neuer Informationen definiert. Auch bei diesem Ziel wird angenommen, dass es das Ziel des Informierens mit einschließt.

Wie aus Abbildung 3 zu entnehmen ist, hat der Inhalt der Kommunikation Anforderungen an den Datentyp des Kanals zur Inhaltsübermittlung. Das Kommunikationsziel hingegen hat Anforderungen an die Latenz des Kanals zur Inhaltsübermittlung.

Die Eigenschaften die Einfluss auf die Steuerung haben, sind die Anzahl, die Zielunterschiede und die Wissensunterschiede der Teilnehmer. Dabei argumentiert Stapel, dass die Anzahl der Teilnehmer eine Auswirkung auf die Zielunterschiede und die Wissensunterschiede

hat. Je größer die Anzahl der Teilnehmer ist desto größer wird im Allgemeinen auch die Möglichkeit, dass es zu Zielunterschieden und zu Wissensunterschieden kommt. Aus diesem Grund haben wenige Personen, so Stapel, geringere Anforderungen an die Steuerung als mehrere Personen.

In der Media FLOW Theorie werden die Zielunterschiede von Kommunikationsteilnehmern in drei Kategorien unterteilt.

- Widersprüchliche Ziele
- Koordinierte Ziele
- Kollaborative Ziele

Definition: Widersprüchliche Ziele

Im Rahmen der Media FLOW Theorie sind widersprüchliche Ziele, Ziele die sich gegenseitig ausschließen. Durch das Erreichen eines Ziels wird es unmöglich, ein anderes Ziel zu erreichen. Dies führt dazu, dass Ziele einzelner Teilnehmer nicht erreicht werden können.

Definition: Koordinierte Ziele

Koordinierte Ziele sind definiert als Ziele, die sich nicht gegenseitig ausschließen. Wenn ein Ziel eines Kommunikationsteilnehmers erreicht wird, werden andere Ziele anderer Kommunikationsteilnehmer zum Teil erreicht.

Definition: Kollaborative Ziele

Kollaborative Ziele werden als das gleiche Ziel definiert. Jeder Kommunikationsteilnehmer hat ein und dasselbe Ziel. Jeder Fortschritt, der zum Erreichen dieses Ziels beiträgt, bringt alle Beteiligten im gleichen Maß weiter.

Das Kommunikationsziel stellt Anforderungen an den Datentyp und an die Latenz des Kanals zur Steuerung der Kommunikation.

Ein weiterer Einfluss auf den Kanal zur Steuerung sind die Wissensunterschiede der Kommunikationsteilnehmer. Im Rahmen der Media FLOW Theorie wird der Wissensunterschied als das Fehlen von gemeinsamem Kontextwissen aufgefasst. Außerdem wird der Wissensunterschied in Ebenen eingeteilt, die aufeinander aufbauen.

Definition: Kulturebene

Wissensunterschiede auf Kulturebene sind die schwerwiegendsten Wissensunterschiede die auftreten können. Sie liegen vor, wenn die Kommunikationsteilnehmer aus unterschiedlichen Kulturen stammen.

Definition: Domänenebene

Wissensunterschiede auf Domänenebene liegen vor, wenn die Kommunikationsteilnehmer den gleichen kulturellen Hintergrund haben sich aber nur in unterschiedlichen Fachgebieten auskennen. Sie sind also Experten auf ihrem jeweiligen Gebiet, verfügen aber nur über Grundkenntnisse des jeweils anderen Fachgebiets.

Definition: Ausbildungsebene

Bei Wissensunterschieden auf der Ausbildungsebene haben die Kommunikationsteilnehmer den gleichen kulturellen Hintergrund. Sie sind Experten aus demselben Fachgebiet, besitzen aber eine andere Ausbildung bzw. andere berufliche Erfahrungen. Die Teilnehmer können z. B. unterschiedliche Abschlüsse haben.

Definition: Unternehmensebene

Wissensunterschiede auf der Unternehmensebene liegen vor, wenn Kommunikationsteilnehmer aus unterschiedlichen Unternehmen kommen, ansonsten aber den gleichen Wissensstand haben.

Definition: Projektebene

Wissensunterschiede auf Projektebene sind Wissensunterschiede, die nur dadurch entstehen, dass die Kommunikationsteilnehmer an unterschiedlichen Projekten gearbeitet haben.

Definition: Kein Wissensunterschied

Es liegen keine Wissensunterschiede vor.

Die Wissensunterschiede stellen Anforderungen an den Datentyp und die Latenz des Kanals zur Steuerung der Kommunikation.

3 Konzept für Empfehlungssystem zur Medienwahl

Um es Nutzern zu ermöglichen das Empfehlungssystem ohne große Vorkenntnisse über die Theorien benutzen zu können, werden die Fachbegriffe aus den Theorien anhand von Kurzinformationen (Tooltips) erläutert.

3.1 Konzept MST

Um die Media Synchronicity Theory so umzusetzen, damit sie Implementiert werden kann, mussten ein paar Präzisierungen vorgenommen werden. Die Präzisierungen betreffen vor allem die Erstellung von Formeln und der Abbildung eher allgemeiner Theorieparameter auf konkrete Zahlen. Mit diesen Werten ist es möglich anhand der Zusammenhänge, die von der Theorie aufgestellt werden, Formeln zu entwickeln. Alle Formeln und Werte wurden nach bestem Wissen und Gewissen aus der Theorie abgeleitet. Alle Werte werden auf dem Intervall $[0.0, 1.0]$ definiert. Dabei entspricht 0.0 dem kleinstmöglichen Wert und 1.0 dem größtmöglichen Wert. Dies ermöglicht die intuitive Darstellung in Prozenten und eine genauere Abgrenzungen einzelner Werte, als die aus der Theorie stammenden Begriffe wie „Gering“, „Mittel“, „Hoch“. Die eigentliche Medienwahl erfolgt in der Theorie auf der Grundlage der Übereinstimmung von drei wesentlichen Einflüssen. Diese drei Einflüsse sind: Der Kommunikationsprozess, die Randbedingungen und die Synchronizität eines Mediums. Um einen Medienvorschlag berechnen zu können benötigt man verschiedene Eingabedaten für das Empfehlungssystem. Es liegt nahe Eingabedaten zu benutzen, die sich aus den Einflüssen auf die Übereinstimmung ergeben. Die Wahl für die Eingabedaten fiel hier auf den Kommunikationsprozess und die Randbedingungen. Die Synchronizität eines Mediums dient nicht als Eingabedatum, sondern als Hintergrunddatum, damit die Eigenschaften eines Mediums nicht ständig eingegeben werden müssen. Außerdem ändern sich die Eigenschaften eines Mediums in der Regel nicht, der Kommunikationsprozess und die Randbedingungen tendieren eher dazu variabel zu sein.

3.1.1 Eingabedaten

Wie in Kapitel 2.3.3 erwähnt, lässt sich jede Aufgabe in vier Kommunikationsprozesse unterteilen. Deswegen wird im Folgenden einer dieser Kommunikationsprozesse betrachtet. Dabei wird der Kontext in dem dieser Kommunikationsprozess stattfindet nicht vom Programm unterschieden, sondern wird vom Benutzer bei der Eingabe der Werte festgelegt. Dies ermöglicht es dem Benutzer genau einzustellen in welchem Kontext der Prozess stattfindet. Um eine Aufgabe im Rahmen der Media Synchronicity Theory zu bewältigen, kann somit für jeden Kommunikationsprozess ein Medienvorschlag eingeholt werden.

Der Kommunikationsprozess lässt sich, wie in der Theorie beschrieben, unterteilen in einen Anteil von Übermittlung und Übereinstimmung. An dieser Stelle legt der Benutzer fest, zu wie viel Prozent der Kommunikationsprozess jeweils besteht. Dazu wird die Variable „taskSync“ eingeführt. Die beiden Anteile stehen in Konkurrenz zueinander und lassen sich deshalb gut mittels eines Wertes abbilden.

- $\text{taskSync} \in [0.0, 1.0]$

Ein geringer Wert entspricht einem höheren Anteil an Übermittlung, ein großer Wert dementsprechend einem höheren Anteil von Übereinstimmung. Um dies anhand eines Beispiels zu verdeutlichen, gehen wir von einem „taskSync“-Wert von 0.2 aus. Dies würde bedeuten, dass der Kommunikationsprozess zu 80 % aus Übermittlung und zu 20 % aus Übereinstimmung besteht. Der Anteil an Übereinstimmung entspricht dem „taskSync“-Wert in Prozent und der Anteil an Übermittlung entspricht $1 - \text{„taskSync“-Wert}$ in Prozent.

Die Randbedingungen werden zu drei Werten zusammengefasst, dies ändert das Ergebnis nicht, vereinfacht aber die Bedienung erheblich. Diese drei Werte tauchen auch schon in der Theorie auf, werden dort aber nur am Rande behandelt. Die Randbedingungen haben dabei Einfluss auf die drei Werte (vgl. Kapitel 2.3.2). Durch diese Anpassungen ist es möglich alle drei Kommunikationskontexte abzubilden. Als Eingabedaten ergeben sich:

- Vertrautheit mit der Aufgabe: $\text{taskFamiliarity} \in [0.0, 1.0]$
- Vertrautheit mit dem Team: $\text{teamFamiliarity} \in [0.0, 1.0]$
- Vertrautheit mit dem Medium: $\text{familiarity} \in [0.0, 1.0]$

Definition: Vertrautheit mit der Aufgabe

Die Vertrautheit mit der Aufgabe beschreibt den Bekanntheitsgrad der Aufgabe innerhalb des Teams. Ein hoher Wert zeigt an, dass die Mitglieder des Teams diesen Aufgabentyp schon einmal bearbeitet haben. Ein niedriger Wert sagt hingegen aus, dass es sich für alle Beteiligte um einen neuen Aufgabentyp handelt.

Definition: Vertrautheit mit dem Team

Die Vertrautheit mit dem Team beschreibt, wie oft die Mitglieder schon miteinander gearbeitet haben und ob kulturelle oder soziale Differenzen bestehen. Ein hoher Wert gibt hier an, dass es sich um ein eingespieltes Team handelt.

Definition: Vertrautheit mit dem Medium

Die Vertrautheit mit dem Medium gibt an, wie gut das Team das Medium versteht und damit umgehen kann. Hier geht es nicht nur darum wie oft die Mitglieder das Medium schon zur Aufgabenbewältigung benutzt haben, sondern auch ob sie in der Lage sind es richtig zu benutzen.

Die verschiedenen Einflüsse der Randbedingungen wirken sich im Grunde nur auf die drei Vertrautheiten aus. So führt zum Beispiel ein gesondertes Training mit einem Medium dazu, dass man seine Fähigkeiten im Umgang mit diesem Medium steigert und entsprechend eine höhere Vertrautheit erreicht. Einen ähnlichen Argumentationsgang erreicht man, wenn man die Erfahrungen der Teammitglieder betrachtet. Je öfter ein Team zusammen arbeitet, desto größer wird die Vertrautheit untereinander und je öfter ein bestimmter Aufgabentyp bearbeitet wird, desto größer wird die Vertrautheit mit diesem Aufgabentyp.

Mit der Wahl dieser konkreten Eingabedaten lässt sich besser arbeiten als mit Werten, die sich direkt auf die Randbedingungen beziehen. So lassen sich z. B. soziale Normen schlecht in Werte fassen. Der Benutzer des Empfehlungssystems kann hingegen wesentlich besser

abschätzen, wie sich diese Normen auf die Zusammenarbeit des Teams, somit auf die Vertrautheit des Teams auswirken.

Aus diesen Vertrautheiten entsteht der Einfluss auf die Übereinstimmung durch die Randbedingungen. Dieser Einfluss lässt sich als der Bedarf an Synchronizität des Teams ausdrücken. Durch hohe Vertrautheitswerte ist es dem Team möglich, Aufgaben standardisiert und auf Grundlage gemeinsam etablierter Verfahren mit einem geringeren Bedarf an Synchronizität, respektive einem höheren Bedarf an Übermittlung, abzuarbeiten. Geringe Vertrautheitswerte lassen im Gegensatz diese gemeinsam etablierten Verfahren und Standards vermissen und führen dazu, dass ein Team einen höheren Bedarf an Synchronizität, bzw. einen höheren Bedarf an Übereinstimmung hat.

Aus diesen drei Vertrautheiten errechnet sich der Bedarf des Teams an Synchronizität, unter der Annahme, dass sie zu gleichen Teilen Einfluss auf den Bedarf haben ($\text{syncNeed} \in [0.0, 1.0]$) mittels der Formel:

$$\text{syncNeed} = (\text{taskFamiliarity} + \text{teamFamiliarity} + \text{familiarity})/3$$

Definition: Bedarf des Teams an Synchronizität

Der Bedarf des Teams an Synchronizität basiert auf den drei Vertrautheitswerten. Aus dem Durchschnitt dieser drei Vertrautheitswerte ergibt sich, in Annahme, dass die drei Werte zu gleichen Teilen eine Auswirkung auf den Gesamtwert haben, der Bedarf an Synchronizität.

Damit sind die Eingabedaten, im Rahmen der Media Synchronicity Theory für das Empfehlungssystem festgelegt.

3.1.2 Synchronizität des Mediums

Die Eigenschaften eines Mediums ergeben sich entsprechend aus der Theorie als:

- Übermittlungsgeschwindigkeit: $\text{velocity} \in [0.0, 1.0]$
- Parallelität: $\text{parallelism} \in [0.0, 1.0]$
- Zeichensätze: $\text{symbolSets} \in [0.0, 1.0]$
- Möglichkeit des Senders eine Nachricht zu überdenken: $\text{rehearsability} \in [0.0, 1.0]$
- Möglichkeit des Empfängers eine Nachricht erneut zu betrachten: $\text{reprocessability} \in [0.0, 1.0]$

An dieser Stelle wurde bewusst auf die Einteilung in Übertragungs- und Verarbeitungsfähigkeiten verzichtet, da dies nur einen weiteren Zwischenschritt in der Berechnung erfordern würde. Dieser Zwischenschritt würde an der Aussage über die Synchronizität nichts ändern, er würde lediglich zu einer komplizierteren und längeren Berechnung führen. Außerdem findet auch hier die Abbildung der Begriffe, wie z. B. „Gering“, „Mittel“, „Hoch“ auf konkrete Werte im Intervall $[0.0, 1.0]$ statt. Dies geschieht, um die Berechnung der Synchronizität zu ermöglichen. Die Theorie macht keine klaren Aussagen über die Gewichtung der einzelnen Eigenschaften.

Die Synchronizität des Mediums ergibt sich dann als:

$$\text{synchronicity} = (0.3 \cdot \text{velocity}) + (0.1 \cdot (1 - \text{parallelism})) + (0.4 \cdot \text{symbolSets}) + (0.1 \cdot (1 - \text{rehearsability})) + (0.1 \cdot (1 - \text{reprocessability}))$$

Die Wahl von (1 - Wert) spiegelt dabei den negativen Effekt auf die Synchronizität wider, wie er von der Theorie für die Parallelität, die Überprüfbarkeit und die Korrigierbarkeit vorgegeben wird (vgl. Abbildung 2). So hat ein hoher Grad von Parallelität einen negativen Einfluss auf das gemeinsame Verständnis und damit sinkt der Grad an Synchronizität der durch das Medium bereitgestellt werden kann. Da auch bei der Synchronizität ein Wert im Intervall [0.0, 1.0] angestrebt wird muss sichergestellt werden, dass sich die Summe dieser fünf Faktoren auch in diesem Intervall befindet. Dies ist der Fall, wenn die Gewichtungen in ihrer Summe den Wert 1.0 ergeben. Die Gewichte wurden so gewählt, dass die mit der Formel berechneten Synchronizitätswerte der einzelnen Medien ungefähr mit den Werten aus der Media Synchronicity Theory [De2008] übereinstimmen. Eine Gleichverteilung der Gewichte hätte unter anderem dazu geführt, dass die Telefonkonferenz einen zu hohen Wert gehabt hätte. Es ist wichtig, dass sich dieser Wert auch in diesem Intervall befindet, um später einen Vergleich zwischen diesem Wert und den Eingabedaten durchführen zu können.

Medium	Übertragungsgeschwindigkeit	Parallelität	Zeichensätze	Verifizierbarkeit	Reproduzierbarkeit	Synchronizität
Angesicht zu Angesicht	Hoch [1.0]	Mittel [0.5]	Gering - Hoch [0.5]	Gering [0.0]	Gering [0.0]	Hoch [0.75]
Video-konferenz	Hoch [1.0]	Mittel [0.5]	Gering - Mittel [0.25]	Gering [0.0]	Gering [0.0]	Hoch [0.75]
Telefon-konferenz	Hoch [1.0]	Gering [0.0]	Gering [0.0]	Gering [0.0]	Gering [0.0]	Mittel [0.6]
synchroner Sofort-nachrichten-dienst	Mittel - Hoch [0.75]	Gering - Mittel [0.25]	Gering - Mittel [0.25]	Mittel [0.5]	Mittel - Hoch [0.75]	Mittel [0.48]
synchrone elektronische Konferenz	Mittel - Hoch [0.75]	Hoch [1.0]	Gering - Mittel [0.25]	Mittel [0.5]	Hoch [1.0]	Gering - Mittel [0.38]
asynchrone elektronische Konferenz	Gering - Mittel [0.25]	Hoch [1.0]	Gering - Mittel [0.25]	Hoch [1.0]	Hoch [1.0]	Gering [0.18]
asynchrone E-Mail	Gering - Mittel [0.25]	Hoch [1.0]	Gering - Mittel [0.25]	Hoch [1.0]	Hoch [1.0]	Gering [0.18]
Sprach-mitteilung	Gering - Mittel [0.25]	Gering [0.0]	Gering [0.0]	Gering - Mittel [0.25]	Hoch [1.0]	Gering [0.25]
Fax	Gering - Mittel [0.25]	Gering [0.0]	Gering - Mittel [0.25]	Hoch [1.0]	Hoch [1.0]	Gering [0.28]
Dokumente	Gering [0.0]	Hoch [1.0]	Gering - Mittel [0.25]	Hoch [1.0]	Hoch [1.0]	Gering [0.1]

Tabelle 3: Eingabedaten für die Synchronizität von Medien (nach [De2008]), Werte abgebildet auf das Intervall [0.0, 1.0], Synchronizität nach 3.1.2 berechnet.

3.1.3 Media Fit

Um zu einem Vorschlag für ein geeignetes Medium zu kommen, muss die Übereinstimmung zwischen dem Kommunikationsprozess, den Randbedingungen und der Synchronizität der Medien berechnet werden. Zuerst werden die Synchronizität und der Bedarf des Teams an Synchronizität auf einen Nenner gebracht, dazu wird ein Hilfwert erstellt, der sich mit folgenden Methoden berechnen lässt:

- Durchschnittswert: $\text{syncValue} = (\text{syncNeed} + \text{synchronicity})/2$
- Maximum: $\text{syncValue} = \max(\text{syncNeed}, \text{synchronicity})$
- Minimum: $\text{syncValue} = \min(\text{syncNeed}, \text{synchronicity})$

Der Hilfwert wird eingeführt, da die Synchronizität und der Bedarf des Teams an Synchronizität in einem stärkeren Maß miteinander verbunden sind. Durch die drei verschiedenen Auswahlmöglichkeiten die Synchronizität mit dem Bedarf des Teams an Synchronizität zu verbinden, wird dem Benutzer des Empfehlungssystems erlaubt, die Auswahlmöglichkeit zu variieren. Die Berechnung des Durchschnittswertes liefert einen Wert der anzeigt, in wie weit die vorhandene Synchronizität zum Bedarf an Synchronizität des Teams passt. Das Maximum aus diesen beiden Werten liefert den größeren Wert, also die größere Synchronizität. Dementsprechend liefert das Minimum die kleinere Synchronizität.

Anschließend muss noch ein Vergleich stattfinden, um den Hilfwert mit dem Kommunikationsprozess zu verbinden. Daraus ergibt sich dann die Übereinstimmung in Form des „mediaFit“-Wertes. Dieser ist ebenfalls in einem Bereich zwischen [0.0, 1.0] definiert. Ein hoher Wert soll dabei eine große Übereinstimmung und ein niedriger Wert eine geringe Übereinstimmung darstellen.

$$\text{mediaFit} = (1 - |\text{syncValue} - \text{taskSync}|)$$

Definition:

Der Media Fit Wert gibt an wie gut ein Medium unter Betrachtung der Randbedingungen zum Kommunikationsprozess passt.

Der Wert der Übereinstimmung wird für jedes Medium berechnet. Das Medium mit der höchsten Übereinstimmung ist das Medium, das sich unter den gegebenen Randbedingungen am besten für den Kommunikationsprozess eignet. Es kann vorkommen, dass mehrere Medien den gleichen Wert haben.

3.2 Konzept FLOW-Theorie

Die Media FLOW Theorie liefert als Eingabeparameter den Inhalt, das Ziel der Kommunikation, Zielunterschiede und Wissensunterschiede. Zuerst muss eine Abbildung der vagen Begriffe auf konkrete Zahlenwerte stattfinden. Um eine gewisse Konsistenz in Bezug auf die Media Synchronicity Theory einzuhalten, fiel die Wahl für den Wertebereich auch auf das Intervall: [0.0, 1.0].

3.2.1 Abbildung der Eigenschaften eines Kanals

Eine Kommunikationsaktivität stellt Anforderungen an Kanäle zur Inhaltsübermittlung und zur Steuerung. Diese Kanäle besitzen wie in 2.3.1 beschrieben drei Eigenschaften. Die erste Eigenschaft ist der Datentyp des Kanals, der entsprechend der Theorie folgende Werte annehmen kann:

- Gesprochene natürliche Sprache (SPEECH)
- Geschriebene natürliche Sprache (WRITTEN_NATURAL)
- Geschriebene künstliche Sprache (WRITTEN_ARTIFICIAL)
- Natürliches Bild (IMAGE_NATURAL)
- Künstliches Bild (IMAGE_ARTIFICIAL)

Eine Abbildung auf das Intervall [0.0, 1.0] ist hier nicht sinnvoll, da die späteren Berechnungen der Umwandlungskosten von einem Datentyp in einen anderen mittels einer Matrix stattfinden. Diese Werte liegen dann im Intervall.

Die zweite Eigenschaft eines Kanals ist die Bandbreite. Die Bandbreite eines Kanals basiert auf der Datenrate, die in Byte pro Sekunde gemessen wird. Kanäle können ganz unterschiedliche Datenraten haben (vgl. Tabelle 4). Da die Theorie hier konkrete Zahlen liefert ist nur die Abbildung auf das Intervall [0.0, 1.0] nötig. Die Abbildungsfunktion ist dann nach Stapel eine logarithmische Funktion, die die Werte auf das Intervall verteilt abbilden soll.

$$\text{Bandbreite} = ((\log_{10}(\text{Datenrate}/\text{Maximale Datenrate}) + \log_{10}(\text{Maximale Datenrate})) / \log_{10}(\text{Maximale Datenrate}))$$

Als Maximale Datenrate wird die Datenrate des visuellen Kanals des Mediums von Angesicht zu Angesicht angenommen.

Die dritte Eigenschaft eines Kanals ist die Latenz. Die Latenz soll ebenfalls auf dem Intervall [0.0, 1.0] abgebildet werden. Auch hier existieren bereits konkrete Werte, die lediglich abgebildet werden müssen. Anders als bei der Bandbreite ist eine geringe Latenz besser als eine hohe Latenz. Die Latenz soll das Intervall auch möglichst voll ausnutzen. Für diesen Zweck eignet sich nach Stapel eine Abbildung mittels der 10.-Wurzel. Diese Abbildung liefert auch bessere Werte als eine logarithmische Abbildung. Die 10.-Wurzel aus einer Zahl zu ziehen ist äquivalent zu dieser Zahl mit dem Exponenten 1/10, da die Berechnung mittels eines Exponenten in vielen Programmiersprachen standardmäßig vorhanden ist, wird diese Darstellung benutzt.

$$\text{Latenz} = (\text{Minimale Latenz})^{1/10} / (\text{Eingabe Latenz})^{1/10}$$

Als Minimale Latenz wird wie bei der Bandbreite der visuelle Kanal des Mediums von Angesicht zu Angesicht angenommen. Die „Eingabe Latenz“ ist die Latenz (in ms), die in der Theorie entsprechend festgelegt wurde.

Medium	Kanäle		
	Datentyp	Bandbreite	Latenz
Angesicht zu Angesicht	Gesprochene natürliche Sprache	0.81	1.0
	Natürliches Bild	1.0	1.0
Dokumente	Geschriebene natürliche Sprache	0.85	0.2
E-Mail	Geschriebene natürliche Sprache	0.7	0.49
Geteilter Desktop	Künstliches Bild	0.85	0.84
Quellcode	Geschriebene künstliche Sprache	0.28	0.22
Sofortnachrichtendienst	Geschriebene natürliche Sprache	0.42	0.79
Telefon	Gesprochene natürliche Sprache	0.63	0.93
Videokonferenz (HQ)	Gesprochene natürliche Sprache	0.63	0.93
	Natürliches Bild	0.91	0.93
Videokonferenz (SQ)	Gesprochene natürliche Sprache	0.59	0.93
	Natürliches Bild	0.8	0.93
Whiteboard Konferenz	Künstliches Bild	0.76	0.42

Tabelle 4: Abgebildete Medien mit ihren Kanälen. Die Werte sind mit den Formeln aus Kapitel 3.2.1 berechnet (nach [St2011]).

3.2.2 Abbildung der Eingabedaten

Um einen Vorschlag zur Medienwahl machen zu können, werden verschiedene Eingabedaten benötigt. Wie in 2.4 bereits erwähnt, stellt eine Kommunikationsaktivität Anforderungen an einen Kanal zur Übermittlung des Inhalts und an einen Kanal zur Steuerung. Dabei haben der Inhalt selbst und das Ziel der Kommunikation Einfluss auf den Kanal zur Inhaltsübermittlung, während die Anzahl der Teilnehmer Einfluss nimmt auf die Ziel- und Wissensunterschiede und damit auf den Kanal zur Steuerung. Daraus ergeben sich die Eingabedaten als Inhalt, Ziel der Kommunikation, Zielunterschieden und Wissensunterschieden. Der Inhalt wird dabei als einer der in 3.2.1 genannten Datentypen eines Kanals angegeben. Es wird auf die Eingabe der Teilnehmerzahl verzichtet, da vorausgesetzt wird, dass der Benutzer die Ziel- und Wissensunterschiede besser beurteilen kann, als es eine Abbildung mittels einer Formel könnte.

Die möglichen Eingabewerte für den Inhalt (dataType) sind die Werte, die die Kanäle bereitstellen können:

- Gesprochene natürliche Sprache (SPEECH, 2)
- Geschriebene natürliche Sprache (WRITTEN_NATURAL, 3)
- Geschriebene künstliche Sprache (WRITTEN_ARTIFICIAL, 4)
- Natürliches Bild (IMAGE_NATURAL, 0)
- Künstliches Bild (IMAGE_ARTIFICIAL, 1)

Jedem Datentyp wird dabei ein Wert zugeordnet. Dieser Wert dient dazu einen qualitativen Unterschied zwischen den einzelnen Datentypen herzustellen, der für die Berechnung der Anforderungen an den Datentyp des Kanals zur Steuerung benötigt wird. Dabei ist anzumerken, dass die Auswahl der Werte anhand der Schwere der Unterschiede zwischen den Datentypen getroffen wurde. Der Unterschied zwischen einem natürlichen und einem künstlichen Datentyp wiegt geringer als der Unterschied zwischen einem Bild und der geschriebenen Sprache.

Für die Wahl des Ziels der Kommunikation (goc) stehen drei Möglichkeiten zur Verfügung. Das genaue Verhältnis zwischen den drei Werten ist unbekannt. Deshalb wird hier ein linearer Zusammenhang angenommen.

- Informieren (INFORMATIVE, 0.0)
- Entscheiden (DECISIVE, 0.5)
- Kreativ sein (CREATIVE, 1.0)

Aus diesen beiden Eingaben ergibt sich die Anforderung an den Kanal zur Inhaltsübermittlung. Diese Anforderung lässt sich aufspalten in die Datentypanforderung, die Bandbreitenanforderung und die Latenzanforderung.

Datentypanforderung: $\text{req}_{\text{data, conveyance}}(\text{dataType}) = \text{dataType}$

Die Datentypanforderung des Inhaltskanals entspricht dem angegebenen Datentyp.

Bandbreitenanforderung: $req_{b, conveyance}(dataType) = dataType.getReqBandwidth()$

Die Bandbreitenanforderung des Inhaltskanals entspricht der benötigten Bandbreite des Datentyps.

Latenzanforderung: $req_{l, conveyance}(goc) = goc.value()$

Die Latenzanforderung des Inhaltskanals entspricht dem Wert des Kommunikationsziels. Damit sind die Anforderungen an den Kanal zur Inhaltsübermittlung gegeben. Die Anforderungen an den Kanal zur Steuerung ergeben sich aus den Ziel- und den Wissensunterschieden.

Für die Festlegung des Zielunterschieds (gd) stehen drei Möglichkeiten zur Auswahl. Das genaue Verhältnis zwischen den Zielunterschieden ist unbekannt. Allerdings liegen koordinierte Zielunterschiede näher an kollaborativen Zielunterschieden, da die Ziele grob in einer Richtung liegen.

- Widerspruch (CONFLICTING, 1.0)
- Koordiniert (COORDINATIVE, 0.44)
- Kollaboration (COLLABORATIVE, 0.0)

Das genaue Verhältnis zwischen den Wissensunterschieden ist bisher unbekannt. Deshalb wird im Rahmen dieser Arbeit angenommen, dass sich die Wissensunterschiede linear verhalten. Auch in diesem Fall geht es um die qualitativen Unterschiede zwischen den einzelnen Werten. Daraus ergibt sich dann für die Wissensunterschiede (kd) die Abbildung auf das Intervall [0.0, 1.0].

- Kulturell (CULTURAL_LEVEL, 1.0)
- Domäne (DOMAIN_LEVEL, 0.8)
- Ausbildung (EDUCATIONAL_LEVEL, 0.6)
- Unternehmen (CORPORATE_LEVEL, 0.4)
- Projekt (PROJECT_LEVEL, 0.2)
- Kein Unterschied (NO_DIFFERENCE, 0.0)

Aus den beiden Eingaben ergibt sich die Anforderung an den Kanal zur Steuerung. Diese Anforderung lässt sich ebenfalls in die Datentypanforderung, die Bandbreitenanforderung und die Latenzanforderung aufspalten. Die Datentypanforderung benötigt hier allerdings eine genauere Betrachtung, da der Datentyp sowohl vom Zielunterschied als auch vom Wissensunterschied abhängt. Die verschiedenen Eingabemöglichkeiten für die Ziel- und Wissensunterschiede führen zu unterschiedlichen Anforderungen an den Datentyp.

Datentypanforderung aus Zielunterschied: $gd_{req, data}$

Zielunterschied (gd)	$gd_{req, data}$
Widerspruch	Natürliches Bild
Koordiniert	Gesprochene natürliche Sprache
Kollaboration	Geschriebene natürliche Sprache

Tabelle 5: Abbildung der Zielunterschiede auf Anforderungen an den Datentyp

Datentypanforderung aus Wissensunterschied: $kd_{req, data}$

Wissensunterschied (kd)	$kd_{req, data}$
Kulturell	Natürliches Bild
Domäne	Natürliches Bild
Ausbildung	Gesprochene natürliche Sprache
Unternehmen	Gesprochene natürliche Sprache
Projekt	Geschriebene natürliche Sprache
Kein Unterschied	Keine Anforderung

Tabelle 6: Abbildung der Wissensunterschiede auf Anforderungen an den Datentyp

Datentypanforderung: $req_{data, control}(kd, gd) = \min(kd_{req, data}, gd_{req, data})$

Die Datentypanforderung ist das Minimum aus den beiden einzelnen Anforderungen. Daraus ergibt sich mit den Wertzuweisungen für die Datentypen, dass jeweils die natürlichen Datentypen schwerer wiegen als die künstlichen und deswegen bevorzugt werden. Gleichzeitig sollen Bilder schwerer wiegen als gesprochene Sprache und gesprochene Sprache soll schwerer wiegen als geschriebene Sprache.

Bandbreitenanforderung: $req_{b, control}(req_{data, control}) = req_{data, control}.getReqBandwidth()$

Die Bandbreite hängt vom Datentyp ab. Dabei verfügt jeder Datentyp über eine bestimmte Anforderung an die Bandbreite, die einen qualitativen Unterschied darstellen soll. Es werden folgende Werte angenommen:

Datentyp	Anforderung an Bandbreite
Gesprochene natürliche Sprache	0.65
Geschriebene natürliche Sprache	0.20
Geschriebene künstliche Sprache	0.15
Natürliches Bild	0.71
Künstliches Bild	0.65

Tabelle 7: Annahme der Bandbreitenanforderung der Datentypen

Diese Werte werden angenommen, da sie, wenn man sie wieder auf die Bandbreite in Byte/s zurückführt, das Maximum dessen repräsentieren, was ein Mensch für den jeweiligen Kanal verarbeiten kann. Mehr würde für den Datentyp nichts bringen.

Latenzanforderung: $req_{l, control}(kd, gd) = \max(kd.value(), gd.value())$

Die Latenzanforderung ist das Maximum aus dem Wert des Zielunterschieds und dem Wert des Wissensunterschiedes. An dieser Stelle wird angenommen, dass die Anforderung einer höheren Latenz schwerer wiegt.

3.2.3 Medienwahl

Aufbauend auf den Anforderungen lässt sich nun ein Vergleich zu den von den Medien zur Verfügung gestellten Kanälen durchführen. Es wird jeweils ein vorhandener Kanal gesucht,

der möglichst gut zu den Anforderungen passt. Dazu wird jeder vorhandene Kanal überprüft. Um zu einem Wert zu kommen, der es möglich macht die Kanäle zu vergleichen, wird die Kanaldifferenz als neuer Wert eingeführt. Die Kanaldifferenz setzt sich wiederum aus der Datentypdifferenz, der Bandbreitendifferenz und der Latenzdifferenz zusammen. Für jede Eigenschaft eines Kanals muss überprüft werden, in wie weit sie zu den Anforderungen passen.

Datentypdifferenz: $cd_{data}(req_{data}, ch_{data}) = a_{req, ch}$, mit $a_{i,j} \in \text{Datentyp-Matrix}$

In der Datentyp-Matrix werden die Kosten für eine Umwandlung von einem Datentyp in einen anderen Datentyp festgehalten. Die Abbildung der Werte auf das Intervall [0.0, 1.0] erfolgt linear, auch hier sind die genauen Verhältnisse noch nicht bekannt und man betrachtet die qualitativen Unterschiede. Ein höherer Wert bedeutet, dass es schwieriger ist von diesem in jenen Datentyp umzuwandeln. Mit Hilfe dieser Matrix lassen sich die Umwandlungskosten von einem Datentyp in einen anderen darstellen.

nach \ von	Gesprochene natürliche Sprache	Geschriebene natürliche Sprache	Geschriebene künstliche Sprache	Natürliches Bild	Künstliches Bild
Gesprochene natürliche Sprache	0.0	leicht [0.25]	mittel [0.5]	schwer [0.75]	sehr schwer [1.0]
Geschriebene natürliche Sprache	leicht [0.25]	0.0	leicht [0.25]	schwer [0.75]	sehr schwer [1.0]
Geschriebene künstliche Sprache	leicht [0.25]	leicht [0.25]	0.0	schwer [0.75]	schwer [0.75]
Natürliches Bild	schwer [0.75]	schwer [0.75]	schwer [0.75]	0.0	schwer [0.75]
Künstliches Bild	leicht [0.25]	leicht [0.25]	leicht [0.25]	mittel [0.5]	0.0

Tabelle 8: Tabelle mit Umwandlungskosten für Datentypen (aus [St2011]), Werte abgebildet auf das Intervall [0.0, 1.0]

Für die Bandbreite und die Latenz werden die Unterschiede zwischen den Werten aus der Anforderung und den vorhandenen Werten betrachtet. Dabei ist anzumerken, dass ein Kanal der sich besser eignet, nicht negativ abschneiden soll. Wenn die Anforderungen z. B. eine mittlere Bandbreite und eine hohe Latenz fordert, darf ein Kanal der über eine hohe Bandbreite und eine geringe Latenz verfügt nicht schlechter bewertet werden, als ein Kanal der den Anforderungen exakt entspricht. Kanäle die sich besser eignen als die eigentlich geforderten werden wie Kanäle behandelt die sich exakt eignen, da es bei ihnen zu keinen Einbußen bei der Kommunikation kommt.

Wenn die Bandbreite der Anforderung größer ist als die Bandbreite des betrachteten Kanals, dann berechnet sich die Bandbreitendifferenz als:

Bandbreitendifferenz: $cd_b = req_b - ch_b$, für $req_b > ch_b$, ansonsten 0.0.

Die Bandbreitendifferenz ist dann die Differenz zwischen dem geforderten Wert und dem vorhandenen Wert. Da sich beide Werte im Intervall [0.0, 1.0] befinden liegt es nahe, den Unterschied zwischen diesen beiden Werten als Differenz aufzufassen. Wenn die vorhande-

ne Bandbreite allerdings größer oder gleich der geforderten Bandbreite ist, dann erfüllt sie die Anforderung und wirkt sich nicht negativ auf die gesamte Kanaldifferenz aus.

Ähnliches gilt für die Latenz, wobei bei der Latenz ein geringerer Wert der bessere Wert ist. Durch die Abbildungsfunktion spiegelt ein größerer Wert eine geringere Latenz wider. Auch hier befinden sich beide Werte im Intervall $[0.0, 1.0]$ und man kann den Unterschied als die Differenz zwischen diesen beiden auffassen. Allerdings wirkt sich hier ein geringerer Wert nicht negativ auf die gesamte Kanaldifferenz aus.

Latenzdifferenz: $cd_l = req_l - ch_l$, für $req_l > ch_l$, ansonsten 0.0.

Um eine Anpassung der Theorieparameter zu ermöglichen, werden bei der Berechnung der Kanaldifferenz Gewichtungen eingeführt. Diese Gewichtungen sollen sich ebenfalls in einem Wertebereich von 0.0 bis 1.0 bewegen. Mit diesen Gewichten lassen sich die möglichen unterschiedlichen Auswirkungen der Eigenschaften eines Kanals auf den Vergleich zwischen den Anforderungen und den vorhandenen Kanälen darstellen.

- Gewichtung für den Datentyp: w_d
- Gewichtung für die Bandbreite: w_b
- Gewichtung für die Latenz: w_l

Mit $w_d + w_b + w_l = 1.0$. Durch diese Einschränkung bleibt der Gesamtwert der Kanaldifferenz im gewünschten Intervall.

Die Kanaldifferenz ist dann die Summe der einzelnen Differenzen für den Datentyp, die Bandbreite und die Latenz. Im besten Fall wäre diese Differenz gleich 0. Dies ist der Fall, wenn ein vorhandener Kanal exakt den Anforderungen genügt oder bessere Werte liefert. Für die Kanaldifferenz selbst ergibt dies die folgende Form:

Kanaldifferenz: $cd = (w_d * cd_{data} + w_b * cd_b + w_l * cd_l)$

Mittels der Kanaldifferenz lässt sich eine Aussage darüber treffen, wie weit ein Kanal den Anforderungen genügt. Der Kanal der die geringste Kanaldifferenz aufweist entspricht dabei dem Kanal der am besten zu den Anforderungen ($best_{ch}$) passt.

$$best_{ch} = \min(cd)$$

Ein Medium verfügt, wie bereits in 2.4.1 erwähnt, über einen oder mehrere Kanäle. Da durch die Berechnungen über die Kanaldifferenz ein existierender Kanal zurückgegeben wird, müssen die Medien gesucht werden, die diesen Kanal besitzen. Im Idealfall besitzt das Medium sowohl den Inhaltskanal als auch den Steuerungskanal und wäre damit die beste Wahl für die Kommunikation. Dies wird in der Regel aber nicht der Fall sein. Es wird viel mehr dazu kommen, dass für den Inhalt und für die Steuerung unterschiedliche Medien vorgeschlagen werden. Als eine weitere Einschränkung der Suche nach einem geeigneten Medium kann das Budget und die Verfügbarkeit eines Mediums herangezogen werden.

4 Entwurf und Implementierung

Die Wahl der Programmiersprache fiel auf Java wegen ihrer Plattformunabhängigkeit und Vielseitigkeit. Die Benutzeroberfläche ist mittels der Java-internen Swing Bibliothek erstellt worden. Dies ermöglicht die Benutzung von Kurzinformationen. Die Kurzinformationen (Tooltip, vgl. Abbildung 6) werden als erklärende Elemente verwendet, die es dem Nutzer ermöglichen sollen, ohne große Vorkenntnisse der Theorien, das Programm benutzen zu können.

4.1 Programmübersicht

Beim Entwurf des Programms ist das MVC Entwurfsmuster beachtet worden, dies soll das Programm übersichtlicher und wartbarer machen. Dabei findet zusätzlich zur Unterteilung in Modell, Präsentation und Steuerung auch die Unterteilung in Theorie bezogene Pakete statt. Um eine Übersicht über das Programm zu erhalten werden die wichtigen Klassen, also jene die für die Umsetzung der Theorien erstellt wurden, jeweils kurz erläutert.

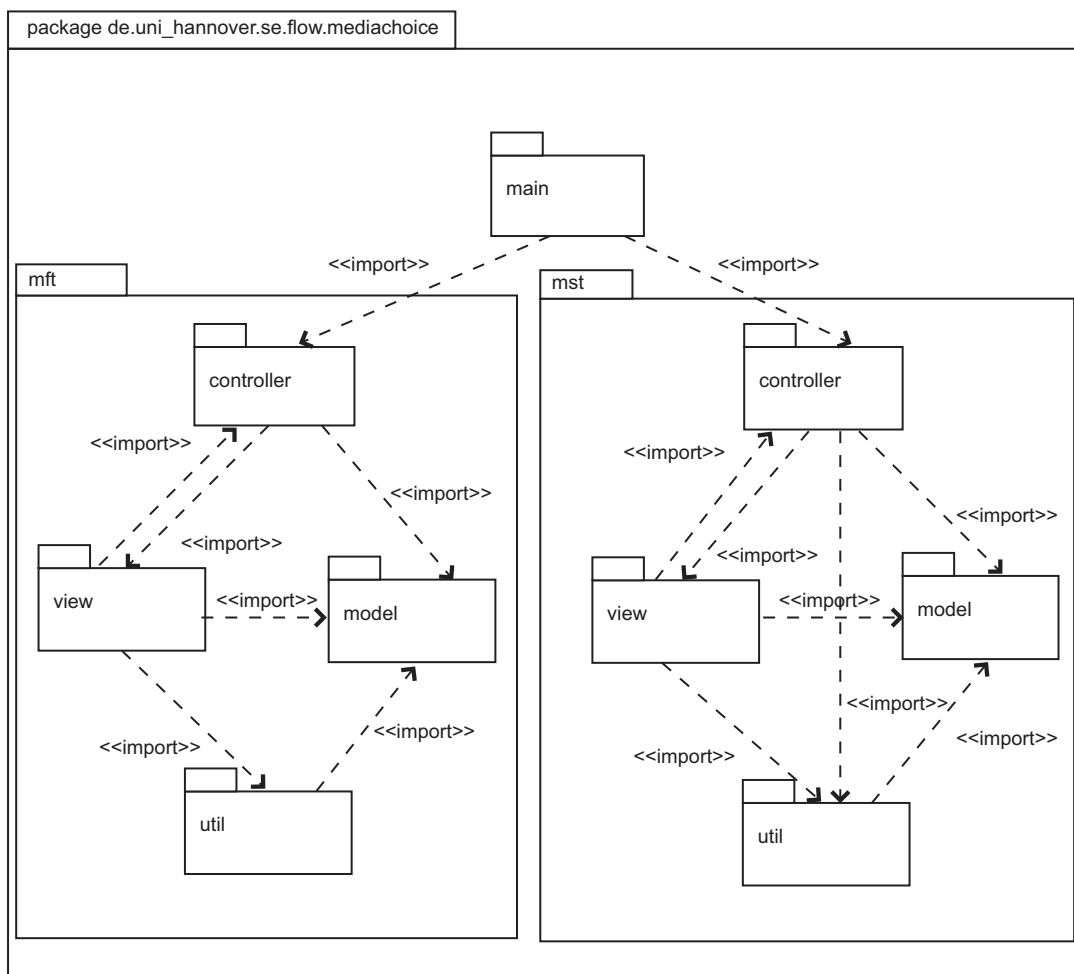


Abbildung 4: Paketdiagramm des Empfehlungsystems

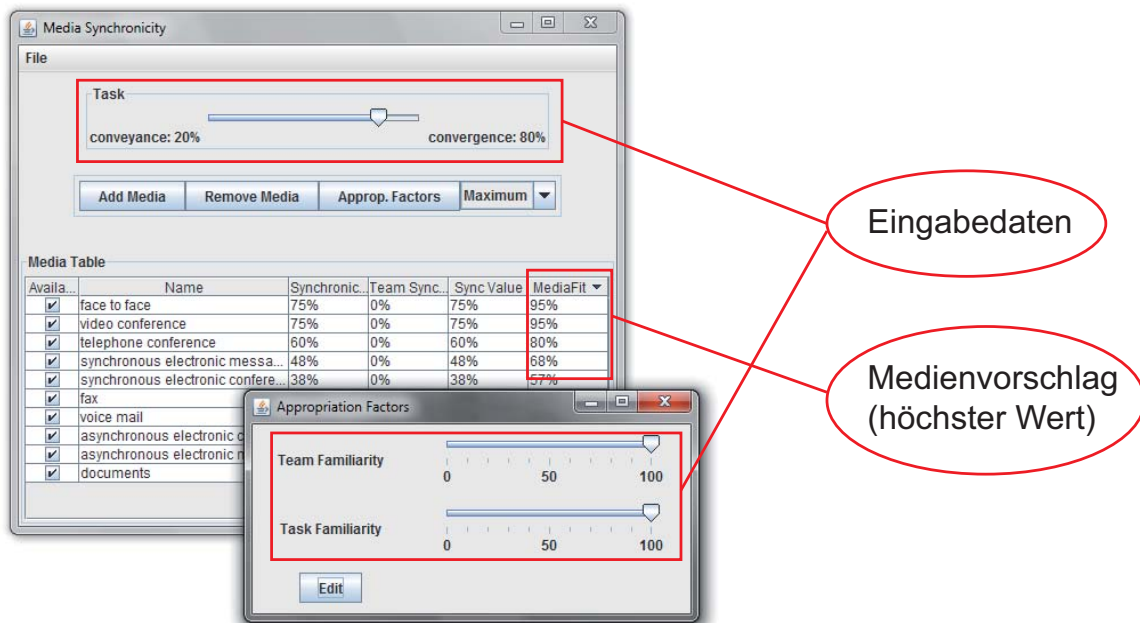


Abbildung 5: Screenshot Empfehlungssystem; MST Ansicht mit Eingabedaten

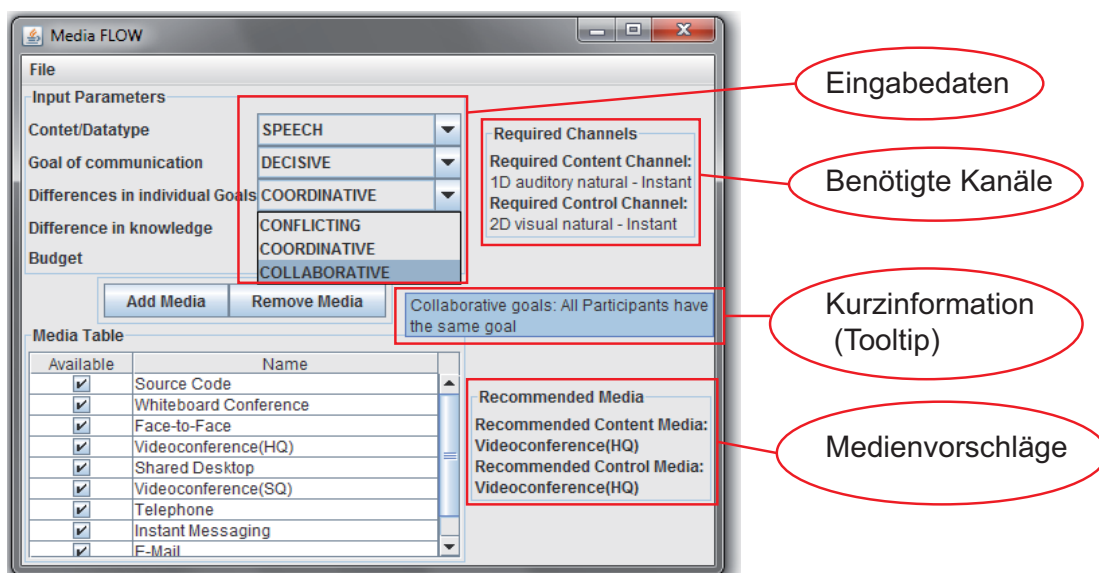


Abbildung 6: Screenshot Empfehlungssystem; FLOW Ansicht mit Eingabedaten

Die Abbildungen 5 und 6 zeigen die grafische Oberfläche des Empfehlungssystems mit Eingabedaten aus der Evaluation. Dabei sind die erklärenden Elemente, die Eingabedaten und die Empfehlungen markiert.

4.2 Klassen

Entsprechend dem MVC Entwurfsmuster verwaltet die Steuerung die Repräsentation. Dabei wurde in diesem Fall auch die Geschäftslogik in der Steuerung implementiert. Datenobjekte wie Medien werden dem Modell zugeordnet. Die Präsentation enthält die Klassen, die für die grafische Oberfläche benötigt werden.

Modell Media Synchronicity Theory (mst.model)

MediaMST: Diese Klasse stellt die Medien im Rahmen der Media Synchronicity Theory dar. Dazu werden die Eigenschaften, die für ein Medium benötigt werden, als „double“-Werte abgelegt. Zusätzlich zu den Eigenschaften aus der Theorie besitzt ein Medium auch einen Namen, eine Verfügbarkeitsmarkierung und die eigentlich aus den Randbedingungen entstehende Vertrautheit mit dem Medium (auch als double-Wert).

AppropriationFactorMST: In Objekten dieser Klasse werden die verbleibenden Randbedingungen abgelegt. Die Vertrautheit mit der Aufgabe und die Vertrautheit mit dem Team werden als Variable vom Typ double erstellt.

Modell Media FLOW Theorie (mft.model)

MediaFLOW: Die MediaFLOW Klasse stellt die Medien im Rahmen der FLOW Theorie dar. Ein Medium besitzt dabei neben einem Namen auch mindestens einen Kanal. Außerdem verursacht ein Medium auch monetäre Kosten, die als „double“-Wert vorliegen.

Channel: Objekte dieser Klasse stellen jeweils einen Kanal eines Mediums dar. Dazu besitzt ein Kanal einen Datentyp, eine Bandbreite, eine Latenz und zusätzlich einen Namen. Zur Zwischenspeicherung der Berechnungen besitzt jeder Kanal auch eine „double“-Variable für die Kanaldifferenz.

DataType: Die Datentypen sind Aufzählungstypen. Es gibt eine begrenzte Anzahl von ihnen. Zusätzlich verfügt ein Datentyp über einen Integer-Wert. Dieser Wert reicht von 0 bis 4 und dient als Index für die Datentypmatrix.

Bandwidth: Diese Klasse stellt die Bandbreiten dar. Es existiert eine Methode, um die Datenraten in Werte im Bereich 0.0 bis 1.0 umzuwandeln.

Latency: Die Latenz ist ebenfalls ein Aufzählungstyp. Da hier die fünf in der Theorie verwendeten möglichen Werte für die Latenz benutzt werden.

Steuerung Meda Synchronicity Theory (mst.control)

MediaController: In dieser Klasse sind Methoden zu den Berechnungen für die Synchronizität der Medien sowie für den „syncValue“-Wert, der als Hilfwert fungiert. Für das „syncValue“ stehen dabei die drei verschiedenen Möglichkeiten für die Berechnung zur Verfügung. Außerdem ist hier die Berechnung des „MediaFit“-Wertes implementiert.

AppropriationFactorController: In dieser Klasse sind die Methoden für die Berechnung des Bedarfs des Teams an Synchronizität implementiert.

Steuerung Media FLOW Theorie (mft.control)

MediaController: Die MediaController Klasse ist für die Medienwahl zuständig. Hier sind die Methoden implementiert die benötigt werden, um die passenden Medien zu den Anforderungskanälen zu finden.

ChannelController: In dieser Klasse sind die Methoden zur Berechnung der Kanaldifferenz, zur Findung des besten Kanals und zur Abbildung der Eingabedaten auf die Anforderungen implementiert. Außerdem werden hier die Berechnungen für die Datentypen durchgeführt.

BandwidthController: In dieser Klasse befinden sich die Methoden, um die Anforderungen an die Bandbreite und die Bandbreitendifferenz berechnen zu können.

LatencyController: In dieser Klasse sind die Methoden implementiert, die die Anforderungen an die Latenz und die Latenzdifferenz berechnen können.

4.3 Probleme

Eine anfängliche Implementierung der Media FLOW Theorie erwies sich als nicht sinnvoll. Bei diesem ersten Versuch wurden die Datentypen ähnlich behandelt wie die Bandbreite und die Latenz. Den einzelnen Datentypen wurde ein Wert zugewiesen und anschließend die Anforderungen an den Datentyp und die vorhandenen Datentypen der Kanäle mittels ihrer Differenz verglichen. Aus diesem Vergleich ergaben sich allerdings unsinnige Vorschläge. Darum wurde für die Datentypen eine Vergleichsmatrix eingeführt. Die Matrix ermöglicht es, die Umformung in einen anderen Datentyp darzustellen.

Ein weiteres Problem stellte die Anzeige von Kurzinformationen dar. Die Swing Bibliothek für Java liefert Methoden, um jeder Komponente der grafischen Oberfläche eine Kurzinformation mittels eines Strings anzufügen, diese beschränkt sich aber lediglich auf eine Zeile. Da für das Empfehlungssystem größere Textmengen benötigt wurden, mussten z. B. HTML-Tags für den Zeilenumbruch verwendet werden. Die Verwendung dieser Tags führt in diesem System zu keinen merklichen Leistungseinbrüchen, sie soll sich allerdings bei größeren Mengen negativ auf die Leistung auswirken. Dieser Umstand ist bei möglichen Erweiterungen des Empfehlungssystems zu beachten.

Das Einführen einer Fuzzy-Logik zur Abbildung der Eingabedaten des Systems erwies sich schwieriger als angenommen. Für die Implementierung dieser Logik müsste eine Vielzahl von vordefinierten Regeln erstellt werden, daher wurde im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter darauf eingegangen.

5 Evaluation

Die Evaluation hat zwei Ziele. Erstens soll die Medienauswahl der Implementierung der Media Synchronicity Theory überprüft werden. Weiterhin soll die Güte der Media FLOW Theorie evaluiert werden. Es soll also herausgefunden werden, in wie weit die Vorschläge zur Medienwahl der Media FLOW Theorie zu den Vorschlägen zusammenpassen, die sich aus der Media Synchronicity Theory ergeben. Um zu Vorschlägen für die Medienwahl zu kommen sollen Situationen erstellt und betrachtet werden, die im Rahmen der Softwareentwicklung entstehen können. Bei diesen Situationen handelt es sich um Kommunikationssituationen, also um Ereignisse in einem Softwareentwicklungsprojekt in denen kommuniziert wird und deswegen auch ein Kommunikationsmedium benötigt wird. Die hier betrachteten Situationen wurden anhand möglicher auftretender Situationen des Wasserfallmodells und agiler Methoden der Softwareentwicklung erstellt. Die Eingabewerte beider Theorien wurden für jede Situation basierend auf Beschreibungen der Literatur und Vorkenntnissen aus Vorlesungen erstellt. Die Werte sollen eine grobe Einteilung darstellen, mit der man einen ersten Vergleich durchführen kann. Die Situationen werden in verschiedenen Fällen betrachtet, dabei lassen sich mit Hilfe der Randbedingungen und dem Ausschluss von bestimmten Medien, Vorschläge für den lokalen und den verteilten Fall generieren. Beispielhaft werden die folgenden Situationen betrachtet und es werden Eingabedaten für beide Theorien hergeleitet.

Kundengespräch

Der Kunde hat schon bestimmte Vorstellungen über das Projekt und gibt diese an die Entwickler weiter. Die Entwickler müssen die Informationen, die sie vom Kunden bekommen, aufnehmen und festhalten. Dabei stellen diese Informationen Anforderungen an das zu entwickelnde Programm dar. Anschließend müssen sich Kunde und Entwickler auf diese Anforderungen einigen.

MST: Ein größerer Anteil liegt hier bei der Übereinstimmung und damit beim Verständnis. Deswegen fällt die Wahl für die Eingabedaten der Media Synchronicity Theorie auf einen großen Anteil an Übereinstimmung (80 %) und einen kleineren Anteil Übermittlung (20 %).

MFT: Im Rahmen der Media FLOW Theorie fällt die Wahl für den Inhalt auf die Sprache, da es sich um ein Kundengespräch handelt. Das Ziel der Kommunikation des Kundengesprächs ist das Entscheiden, da man sich hier auf die Anforderungen einigt und diese Einigung entspricht einer Entscheidung. Dementsprechend werden in der Theorie die Zielunterschiede als koordiniert angenommen. Der Wissensunterschied wird auf Domänenebene angenommen, weil man in einem Kundengespräch davon ausgehen kann, dass der Kunde aus einer anderen Anwendungsdomäne stammt.

Designmeeting

Ein Designmeeting findet in einer fortgeschrittenen Phase des Projekts statt. Es existieren bereits Anforderungen. Aus diesen Anforderungen soll ein Design erstellt werden. Da bisher noch kein Design existiert, handelt es sich um einen kreativen Prozess.

MST: Das Designmeeting besteht aus einem kleineren Anteil an Übermittlung (40 %) und aus einem größeren Anteil Übereinstimmung (60 %), da hier eine relativ große Menge an Diagrammen, etc. gesichtet werden muss, es sich aber um einen kreativen

Prozess handelt. Anschließend wird über die schon erstellten Diagramme diskutiert, es werden Anpassungen vorgenommen und wenn nötig neue Diagramme erstellt.

MFT: Beim Inhalt handelt es sich überwiegend um Diagramme, also um künstliche Bilder. Für das Ziel der Kommunikation überwiegt der kreative Anteil, da dieser auch das Informieren mit einschließt und somit der Übermittlungsaspekt mit abgedeckt wird. Die Zielunterschiede der Teammitglieder sind koordiniert, da nicht auf ein einzelnes Ziel hingearbeitet wird, die Ziele aber grob in einer Richtung liegen. Auch in diesem Fall wird davon ausgegangen, dass die Teammitglieder der gleichen Firma angehören, in ihrer jetzigen Zusammensetzung aber noch nicht an gleichen Projekten gearbeitet haben. Es besteht also ein Wissensunterschied auf der Projektebene.

Code Review

Für die Durchführung eines Code-Reviews müssen sich die Beteiligten viele Informationen aneignen. Bei diesen Informationen handelt es sich um große Mengen Quellcode, die überprüft werden müssen. Das Code-Review wird von mehreren Personen durchgeführt mit dem Ziel, Fehler zu finden.

MST: Für die Media Synchronicity Theory fiel die Wahl für die Eingabedaten daher auf eine Verteilung von 70 % Übermittlung und 30 % Übereinstimmung, da im Verlauf des Reviews zum einen viele Informationen übermittelt werden, zum anderen aber auch über gefundene Fehler diskutiert und innerhalb dieser Diskussion Entscheidungen getroffen werden.

MFT: Bei dem zu übertragenden Inhalt handelt es sich um Quelltext also um künstliche geschriebene Sprache. Das Ziel der Kommunikation ist „informieren“. Auch wenn hier sicherlich Entscheidungen getroffen werden, überwiegt das Informieren. In dieser Situation sollten alle Teammitglieder exakt das gleiche Ziel haben, der Zielunterschied ist also kollaborativ. Außerdem wird angenommen, dass keine Wissensunterschiede bestehen.

Informelle Abstimmung

Bei der täglichen Arbeit in einem Softwareentwicklungsprojekt kommt es häufig vor, dass Entwickler informell und unplanmäßig Informationen untereinander austauschen. Die Entwickler haben z. B. Fragen oder müssen sich untereinander abstimmen.

MST: In dieser Situation werden überwiegend Informationen ausgetauscht, es kann allerdings auch dazu kommen, dass vereinzelt Entscheidungen getroffen werden oder kreativ gearbeitet wird. Aus diesem Grund erfolgt die Einteilung in 90 % Übermittlung und in 10 % Übereinstimmung.

MFT: Der Inhalt ist in diesem Fall die natürliche Sprache, um diese Abstimmungen im Projekt festhalten zu können. Das Ziel der Kommunikation ist hier ebenfalls das Informieren. Die Ziel- und Wissensunterschiede werden hier auch als kollaborativ bzw. keine angenommen, da alle Kommunikationsteilnehmer am gleichen Projekt arbeiten.

Rollout

In der Rollout Phase (bzw. Benutzerschulung) sollen die Personen, die das Programm benutzen sollen, in die Lage versetzt werden mit dem fertigen Programm zu arbeiten. Es findet also hauptsächlich eine Weitergabe von Informationen statt.

MST: Dementsprechend wird der Eingabewert der Übermittlung auf 100 % festgelegt.

MFT: Für den Inhalt fiel die Wahl auf die natürliche Sprache, da dies intuitiv am meisten Sinn macht bei der Übertragung von Informationen an fachfremde Personen. Außerdem ist das Ziel der Kommunikation das Informieren. Die Wissensunterschiede sind, so wie beim Kundengespräch, auf Domänenebene. Die Zielunterschiede werden in diesem Fall als kollaborativ angenommen.

Pair Programming

Zwei Entwickler arbeiten gemeinsam am Quellcode eines Softwareentwicklungsprojekts. Dabei erschafft ein Entwickler neue Informationen, während der andere Entwickler diese kontrolliert. Beide Entwickler wechseln sich in ihren Rollen ab.

MST: In dieser Situation überwiegt der kreative Prozess. Es wird allerdings auch Wissen übertragen. Aus diesem Grund wird für die Übermittlung (30 %) ein geringerer Anteil gewählt und für die Übereinstimmung (70 %) ein höherer Anteil.

MFT: Da die Entwickler hauptsächlich mit Quellcode arbeiten, wird die geschriebene künstliche Sprache als Inhalt gewählt. Das Ziel der Kommunikation ist kreativ sein, weil es sich um einen überwiegend kreativen Prozess handelt. Beide Entwickler haben ähnliche Ziele (koordiniert). Zusätzlich wird angenommen, dass kein Wissensunterschied besteht.

Idee entwickeln

Die Entwicklung einer neuen Idee ist ein kreativer Prozess. Die Teammitglieder haben noch keine konkreten Ideen für ein neues Projekt. Es soll viel mehr aus einem Brainstorming heraus etwas Neues entwickelt werden. Auch wenn diese Situation eher unüblich ist.

MST: Bei einem kreativen Prozess überwiegt der Anteil an Übereinstimmung. Es geht darum Ideen im Team zu entwickeln und diese auch zu verstehen. Deshalb fällt die Wahl der Eingabedaten für die Media Synchronicity Theory auf 100 % Übereinstimmung.

MFT: Für die Media FLOW Theorie werden die Eingabedaten für den Inhalt auf natürliche gesprochene Sprache gesetzt, da sich das Team innerhalb eines Brainstormings in natürlicher Sprache austauschen soll. Ferner handelt es sich um einen Prozess der überwiegend kreative Elemente hat, deswegen wird das Ziel der Kommunikation als „kreativ sein“ festgelegt. Es bestehen koordinierte Ziele, da das Team zusammenarbeitet, aber die Teammitglieder nicht zwangsläufig exakt das gleiche Ziel haben. Es wird angenommen, dass alle Teammitglieder den gleichen Bildungshintergrund haben und in der gleichen Firma arbeiten. Der Wissensunterschied wird lediglich auf Projektebene angenommen.

Situation	Eingabe MST		Eingabe MFT			
	Übermittlung	Übereinstimmung	Inhalt	Ziel	Zielunterschiede	Wissensunterschiede
Kundengespräch	20 %	80 %	Gesprochene natürliche Sprache	Entscheiden	koordiniert	Domänenebene
Designmeeting	40 %	60 %	Künstliches Bild	Kreativ sein	koordiniert	Projektebene
Code-Review	70 %	30 %	Geschriebene künstliche Sprache	Informieren	kollaborativ	Keine Unterschiede
Informelle Abstimmung	90 %	10 %	Geschriebene natürliche Sprache	Informieren	kollaborativ	Keine Unterschiede
Rollout	100 %	0 %	Gesprochene natürliche Sprache	Informieren	kollaborativ	Domänenebene
Pair Programming	30 %	70 %	Geschriebene künstliche Sprache	Kreativ sein	koordiniert	Keine Unterschiede
Idee entwickeln	0 %	100 %	Gesprochene natürliche Sprache	Kreativ sein	koordiniert	Projektebene

Tabelle 9: Tabelle mit Eingabedaten für das Empfehlungssystem aus den Beispielsituationen

5.1 Vergleich und Auswertung ohne Randbedingungen – Lokaler Fall

Mittels der Eingabedaten aus Tabelle 9 wird das Empfehlungssystem ausprobiert. Im ersten Durchgang werden die Randbedingungen vernachlässigt, um den Kern der Theorie zu überprüfen. Dies entspricht dem Fall eines lokalen Softwareentwicklungsprojekts. Es wird zunächst überprüft, welche Medienvorschläge das Empfehlungssystem in lokalen Softwareentwicklungsprojekten macht. Für die Eingabedaten der Media Synchronicity Theory bedeutet das, da hier der lokale Fall überprüft werden soll, dass alle Vertrauheitswerte mit 100 % angenommen werden. Das Team kennt sich gut und es kennt sich mit der Aufgabe gut aus. Zusätzlich kennen sich die Teammitglieder durch die tägliche Arbeit mit den typischerweise im lokalen Fall eingesetzten Medien, wie z. B. Angesicht zu Angesicht, Whiteboard, Quelltext, Telefon, E-Mail, etc., gut aus. Außerdem sind alle Medien verfügbar. Für die Berechnung der Vorschläge mit Hilfe der Media Synchronicity Theory wird für die Berechnung des Hilfwertes (syncValue) das Maximum eingesetzt. Die Benutzung des Maximums schließt die Randbedingungen aus. Sie haben dann keinen Einfluss mehr auf die Berechnungen, da der Hilfwert immer auf 0 gesetzt ist und damit immer die Synchronizität des Mediums überwiegt. Auch bei der Medien FLOW Theorie sind alle Medien verfügbar und es wird im lokalen Fall davon ausgegangen, dass die Medienkosten vernachlässigbar sind.

Anmerkung: Innerhalb der Implementierung der Media Synchronicity Theory ist es möglich, dass mehrere Medien vorgeschlagen werden.

Situation	Vorschlag MST	Vorschlag MFT	
		Inhaltsübermittlung	Steuerung
Kundengespräch	Angesicht zu Angesicht oder Videokonferenz	Angesicht zu Angesicht	Angesicht zu Angesicht
Designmeeting	Telefonkonferenz	Geteilter Desktop	Angesicht zu Angesicht
Code-Review	Fax	Quellcode	Sofortnachrichtendienst
Informelle Abstimmung	Dokumente	Sofortnachrichtendienst	Sofortnachrichtendienst
Rollout	Dokumente	Angesicht zu Angesicht	Angesicht zu Angesicht
Pair Programming	Angesicht zu Angesicht oder Videokonferenz	Geteilter Desktop	Angesicht zu Angesicht
Idee entwickeln	Angesicht zu Angesicht oder Videokonferenz	Angesicht zu Angesicht	Angesicht zu Angesicht

Tabelle 10: Tabelle mit Vorschlägen des Empfehlungssystems zur Medienwahl ohne Randbedingungen

Kundengespräch

Das am häufigsten verwendete Medium ist in diesem Fall sicherlich das direkte Gespräch von Angesicht zu Angesicht.

MST: Das Kundengespräch hat einen hohen Anteil an Übereinstimmung, der wiederum dazu führt, dass Medien mit einer hohen Synchronizität benötigt werden. Das Empfehlungssystem schlägt hier als Kommunikationsmedien „Angesicht zu Angesicht“ und eine Videokonferenz vor. Beide Medien verfügen über eine hohe Synchronizität und eignen sich entsprechend der Theorie für diese Aufgabe. Auch wenn im lokalen Fall die Kommunikation von Angesicht zu Angesicht im Vergleich zur Videokonferenz sinnvoller ist, da man schon räumlich vor Ort ist.

MFT: Die Vorschläge stimmen mit denen der Implementierung der Media Synchronicity Theory überein. Für die Inhaltsübermittlung und für die Steuerung wird die Kommunikation über Angesicht zu Angesicht vorgeschlagen.

Designmeeting

Bei einem Designmeeting würde man ein Medium erwarten, mit dem es nicht nur möglich ist einen direkten Austausch zwischen den Teilnehmern durchzuführen, sondern auch UML-Diagramme und Zeichnungen zu übertragen.

MST: Für das Designmeeting wird der Vorschlag Telefonkonferenz gemacht. Die Verteilung auf Übermittlung und Übereinstimmung fordert in diesem Fall ein Medium mit mittlerer Synchronizität. Die Telefonkonferenz erfüllt dies, auch wenn sie nicht für die Übertragung von Diagrammen geeignet ist. Dies kann auch daran liegen, dass kein geeignetes Medium mit einem ähnlichen Synchronizitäts-Wert vorhanden ist.

MFT: Die Inhaltsübermittlung mittels eines geteilten Desktops ist möglich, da Diagramme und Zeichnungen übertragen werden können. Die Steuerung gleichzeitig über Angesicht zu Angesicht durchzuführen ist allerdings eher unüblich, da man bei Programmen, die geteilten Desktop unterstützen, eher von einer räumlichen Trennung ausgeht. Im lokalen Fall könnte man das Medium „geteilter Desktop“ auch als das gemeinsame Arbeiten an einem Computer auffassen.

Code-Review

Ähnliches wie für das Designmeeting gilt für das Code-Review, nur das hier der Quellcode zusätzlich übertragen wird und die Möglichkeit bestehen muss, Anmerkungen, gegebenenfalls Rückfragen und zusätzliche Erläuterungen zu übertragen.

MST: In der Situation des Code-Review wird das Fax vorgeschlagen. Als Medium mit einer geringen Synchronizität bewegt sich das für einen hohen Anteil an Übermittlung auch innerhalb der Theorie. Quellcode kann übertragen werden und es besteht die Möglichkeit Rückfragen und Erläuterungen per Fax abzuwickeln. Es gestaltet sich nur schwer den Code zu kompilieren und auszuprobieren, falls es erforderlich ist. Dazu müsste der Quellcode umständlich wieder abgetippt werden oder von einem Scangerät verarbeitet werden. Auch in diesem Fall kann es an fehlenden Medien liegen, die die nötigen Eigenschaften liefern können.

MFT: Die Vorschläge zur Inhaltsübermittlung mittels Quellcode und zur Steuerung mittels eines Sofortnachrichtendienstes sind sinnvoll. Im Inhalt wird das übertragen, was übertragen werden soll und die Steuerung läuft über geschriebene natürliche Sprache.

Informelle Abstimmung

Die informelle Abstimmung untereinander kann in verschiedenen Formen geschehen. Gängige Medien sind in diesem Fall das Gespräch von Angesicht zu Angesicht, Telefonate, Sofortnachrichtendienste, E-Mails oder einfache Notizen.

MST: In dieser Situation liegt ein sehr großer Anteil an Übermittlung vor. Nach der Media Synchronicity Theory wird in diesem Fall ein Medium mit einer geringen Synchronizität benötigt. Der Vorschlag Dokumente erfüllt diese Bedingung.

MFT: Der Vorschlag für die Media FLOW Theorie eignet sich für diese Situation. Es können natürlich sprachliche Informationen relativ schnell ausgetauscht werden. Zudem bietet der Sofortnachrichtendienst die Möglichkeit sich schnell abzustimmen.

Rollout

Bei einem Rollout ist es schon schwieriger ein geeignetes Medium zu finden. Das hängt ganz von den Teilnehmern und der Güte der vorhandenen Materialien ab. Gängige Medien für die Kommunikation sind hier Seminare, Handbücher und Lehrvideos.

MST: Hier wird eine Situation dargestellt die ausschließlich aus Übermittlung von Informationen besteht, entsprechend sollte das Medium mit der geringsten Synchronizität verwendet werden. Der Vorschlag für die Situation des Rollouts ist das Medium „Dokumente“. Eine Schulung von Benutzern mittels guter Handbücher kann durchaus effizient sein.

MFT: Das Gespräch von Angesicht zu Angesicht entspricht eher einer Art von Seminar. Anders als ein Handbuch ermöglicht diese Auswahl auch Rückfragen, die sich positiv auf das Verständnis der Teilnehmer auswirken können.

Pair Programming

Die gängigste Form des Pair Programming ist das direkte Zusammenarbeiten an einem Computer.

MST: In dieser Situation überwiegt der Anteil an Übereinstimmung, da es sich um einen kreativen Prozess handelt. Dementsprechend wird ein Medium mit einer hohen

Synchronizität benötigt. Sowohl das Gespräch von Angesicht zu Angesicht als auch die Videokonferenz erfüllen dies. Dabei würde man hier das Gespräch von Angesicht zu Angesicht vorziehen. Auch an dieser Stelle sind die Medien nicht ideal, das liegt aber vielmehr an den betrachteten Medien.

MFT: Für die Übermittlung des Inhalts wird als Medium „geteilter Desktop“ vorgeschlagen und für die Steuerung ein Gespräch von Angesicht zu Angesicht. Unter der Annahme, dass der „geteilte Desktop“ im lokalen Fall dem gemeinsamen Arbeiten an einem Computer entspricht, ist es für die Situation des Pair Programming ein sinnvoller Vorschlag.

Idee entwickeln

In Situationen in denen man eine Idee entwickeln soll, ist sicherlich ein Gespräch von Angesicht zu Angesicht den anderen Medien vorzuziehen, da dies oft in einer Art Brainstorming geschieht.

MST: In der Situation „Idee entwickeln“ wird eine Kommunikation über das Medium „Angesicht zu Angesicht“ vorgeschlagen. Dieser Vorschlag stimmt mit der Theorie überein. Eine Idee zu entwickeln ist ein kreativer Prozess, der eine hohe Synchronizität benötigt und dieses Medium liefert eine hohe Synchronizität. Auch hier ist die Videokonferenz als zweiter Vorschlag im lokalen Fall vernachlässigbar.

MFT: Die Vorschläge stimmen mit denen der Implementierung der Media Synchronicity Theory überein. Die direkte Kommunikation von Angesicht zu Angesicht entspricht auch der allgemeinen Vorstellung eines Brainstormings.

5.2 Vergleich und Auswertung mit Randbedingungen – Verteilter Fall

Für den Fall mit Randbedingungen ergeben sich Einschränkungen. Es existiert eine räumliche Trennung zwischen den einzelnen Kommunikationsteilnehmern. Darum wird die Kommunikation von Angesicht zu Angesicht aus Kostengründen oft nicht durchgeführt werden können.

MST: Die Vertrautheit des Teams wird aufgrund von räumlicher Trennung nicht voll ausgeschöpft sein. Um mit einem Wert arbeiten zu können wird dieser auf 50 % festgelegt. Die Vertrautheit mit den Medien wird ebenfalls mit 100 % angenommen, da davon ausgegangen wird, dass alle Teilnehmer über entsprechende Erfahrungen im Umgang mit den Medien verfügen. Die Vertrautheit mit der Aufgabe wird mit 100 % angenommen, da es sich bei den Beteiligten um erfahrene Fachkräfte handelt. Durch diese Wahl steigen die Anforderungen an die Synchronizität der Medien leicht. Die Berechnungsmethode des Hilfwertes ist hier ebenfalls die Maximum-Funktion, um einen direkten Vergleich zwischen den Vorschlägen mit und ohne Randbedingungen zu ermöglichen.

MFT: Das Budget wird auf einen Wert von 2000 festgelegt (Eingabe erfolgt ohne Währung). Die Kommunikation von Angesicht zu Angesicht hat den höchsten Wert und ist wesentlich größer als die anderen, da hier auch Reisekosten, etc., betrachtet werden müssen. Dokumente, E-Mail, Sofortnachrichtendienste, etc. haben sehr geringe Kosten. Dies entspricht einem symbolischen Wert, da diese Medien im Allgemeinen bereits vorhanden sind. Durch anfallende Telefongebühren hat die Kommunikation per Telefon leicht höhere Kosten. Die

Technik und Software für Video- und Whiteboard-Konferenzen liegen wiederum deutlich höher, da diese Medien hohe Anschaffungskosten haben. Außerdem muss bei der Videokonferenz (HQ) und der Whiteboard-Konferenz beachtet werden, dass entsprechende Räume verfügbar sein müssen. Die Verteilung soll mögliche Kosten der Medien in einem global verteilten Softwareentwicklungsprojekt darstellen. Es handelt sich um keine reellen Werte.

Medium	Kosten
Angesicht zu Angesicht	8000
Dokumente	5
E-Mail	5
Geteilter Desktop	5
Quellcode	5
Sofortnachrichtendienst	5
Telefon	50
Videokonferenz (HQ)	500
Videokonferenz (SQ)	100
Whiteboard Konferenz	500

Tabelle 11: Tabelle mit frei gewählter Kostenverteilung der Medien

Mit den Randbedingungen ergeben sich die Vorschläge des Empfehlungssystems als:

Situation	Vorschlag MST	Vorschlag MFT	
		Inhaltsübermittlung	Steuerung
Kundengespräch	Videokonferenz	Videokonferenz (HQ)	Videokonferenz (HQ)
Designmeeting	Telefonkonferenz	Geteilter Desktop	Videokonferenz (HQ)
Code-Review	Fax	Quellcode	Sofortnachrichtendienst
Informelle Abstimmung	Dokumente	Sofortnachrichtendienst	Sofortnachrichtendienst
Rollout	Dokumente	Videokonferenz (HQ)	Videokonferenz (HQ)
Pair Programming	Videokonferenz	Geteilter Desktop	Videokonferenz (HQ)
Idee entwickeln	Videokonferenz	Videokonferenz (HQ)	Videokonferenz (HQ)

Tabelle 12: Tabelle mit Vorschlägen des Empfehlungssystems zur Medienwahl mit Randbedingungen.

MST: Im Vergleich zu der Auswertung ohne Randbedingungen fällt auf, dass die Videokonferenz, wie erwartet, das Gespräch von Angesicht zu Angesicht ablöst. Der Vorschlag des Fax beim Code-Review und die Telefonkonferenz bei dem Designmeeting sind eher unüblich. Dies liegt an der Ausgangsmenge der zur Wahl stehenden Medien.

MFT: Auch hier wird, wie erwartet, die Kommunikation mittels der Videokonferenz als Alternative zur direkten Kommunikation über das Gespräch von Angesicht zu Angesicht vorgeschlagen. Bei der Betrachtung mit Randbedingungen spielt allerdings auch das Budget für die Media FLOW Theorie eine sehr große Rolle. Je nachdem wie es gewählt wird schließt man bestimmte Medien aus. Wenn die Budgetgrenze unterhalb der Kosten für die Videokonferenz liegt, wird die Videokonferenz ausgeschlossen und es werden andere Medien vorgeschlagen.

Im Kundengespräch fällt auf, dass wie bereits erwähnt, das Gespräch von Angesicht zu Angesicht im lokalen Fall durch die Videokonferenz im verteilten Fall abgelöst wird. Da in beiden Theorien die Videokonferenz ähnliche Eigenschaften besitzt (MST: Hohe Synchronizität;

MFT: geringfügig schlechtere Kanäle), wie das Gespräch von Angesicht zu Angesicht, wird es in diesem Fall nur zu geringen Qualitätseinbußen in der Kommunikation kommen.

Die Empfehlung für das Pair Programming spiegelt einen gängigen Fall wider, da hier das Programmieren über einen geteilten Desktop vorgeschlagen wird und die Steuerung über eine Videokonferenz. Dies ist sinnvoll, da es durch die räumliche Trennung der Beteiligten leichter zu Unklarheiten (Wer programmiert? Wer kontrolliert?) kommen kann, die durch die Videokonferenz schnell beseitigt werden können.

Das Empfehlungssystem macht im verteilten Fall Vorschläge, die auch in der Praxis Verwendung finden. Hier fällt auf, dass einige Medien (z. B. Videokonferenz (HQ)) häufiger vorkommen als andere Medien (z. B. Telefon, Whiteboard-Konferenz, etc.). Besonders für die Steuerung, im Rahmen der MFT, wird fast ausschließlich die Videokonferenz (HQ) vorgeschlagen. In global verteilten Softwareentwicklungsprojekten spielt das Budget eine große Rolle. Es wäre unter diesem Gesichtspunkt zu erwarten, dass zumindest die Videokonferenz (SQ), öfter vorgeschlagen werden würde, da sie kostengünstiger ist.

Die Vorschläge, die das Empfehlungssystem für die Media Synchronicity Theory macht, entsprechen der Theorie. Die Auswirkung der Vertrautheit mit dem Team der Media Synchronicity Theory ist in ihrer Wahl gering. Innerhalb der Implementierung kompensieren die hohe Vertrautheit mit der Aufgabe und den Medien den Effekt der Vertrautheit mit dem Team. In den Situationen Designmeeting, Code-Review, Informelle Abstimmung und Rollout würde man Medien erwarten, die in ihrer Synchronizität höher liegen. Im verteilten Fall wird eine höhere Synchronizität benötigt, da sich das Team in der Regel nicht so gut kennt, wie im lokalen Fall. Dies kann auch an den betrachteten Medien liegen.

Allgemein lässt sich sagen, dass die Media FLOW Theorie, gerade auch durch die explizite Option den Datentyp des Inhalts zu wählen, potenziell sinnvollere Medien liefern kann als die Media Synchronicity Theory. Zumindest für die Softwareentwicklung, da dort fast immer über ein Artefakt (z. B.: Software, Entwurf, Anforderungsspezifikation, etc.) kommuniziert wird. Dies sieht man in der Beispielsituation des Code-Reviews recht deutlich. Allerdings sind die unterschiedlichen Ausgangsmethoden der beiden Theorien zu beachten. Die in dieser Arbeit verwendeten Medien wurden aus den einzelnen Theorien übernommen und stimmen deswegen nicht in allen Fällen überein.

Das Empfehlungssystem ermöglicht es, die Verteilung von Übermittlung und Übereinstimmung der MST abzubilden. Die genaue Wahl dieser Verteilung ist jedoch schwierig. Im Fall des Designmeetings könnte man z. B. auch argumentieren, dass in dieser Situation ein größerer Anteil an Übermittlung benötigt wird und das Entscheiden in den Hintergrund tritt. Daraus könnte man exemplarisch eine Verteilung von 60 % Übermittlung und 40 % Übereinstimmung wählen.

6 Fazit und Ausblick

6.1 Kritische Würdigung

Aufgrund fehlender und noch nicht ausgereifter Anleitungen eignet sich das Empfehlungssystem noch nicht so gut für Nutzer, denen die Theorien nicht bekannt sind. Die Implementierung ist noch kein gutes Empfehlungssystem. Es eignet sich jedoch für Nutzer, die die Theorien bereits kennen, um anhand der Empfehlungen die Theorien selbst zu evaluieren.

Im Rahmen der Implementierung der Media Synchronicity Theory müssen alternative Wege der Berechnung der Übereinstimmung zwischen Synchronizität der Aufgabe und dem Bedarf des Teams an Synchronizität weiter untersucht werden. Hier gibt es noch weitere Ansätze, die sich auch aus der Theorie heraus ableiten lassen. Man könnte z. B. den Hilfwert, anstatt zwischen der Synchronizität des Mediums und den Randbedingungen, auch zwischen den Werten aus den Randbedingungen und der Aufgabe berechnen. Anschließend würde sich ein Vergleich zwischen den verschiedenen Ansätzen anbieten, um den besten Ansatz zu finden.

Die Implementierung der Media FLOW Theorie benötigt auch noch eine weitergehende Betrachtung. Fälle in denen zwei Medien vorgeschlagen werden, deren simultane Benutzung keinen Sinn macht, da sie über ähnliche Kanäle verfügen, müssen noch ausgeschlossen werden. Einer dieser Vorschläge ist z. B. die Benutzung einer Videokonferenz und gleichzeitig die Benutzung eines Gesprächs von Angesicht zu Angesicht. Hier ist das Empfehlungssystem noch nicht nah genug an der Theorie, da in diesem Fall die Kommunikation auch nur über das Gespräch von Angesicht zu Angesicht geführt werden kann. Im direkten Vergleich besitzt das Gespräch von Angesicht zu Angesicht bessere Kanäle als die Videokonferenz und damit würden sich keine qualitativen Einbußen ergeben.

Ein weiterer Knackpunkt der Implementierung ist die Wahl des Kanals mit der geringsten Kanaldifferenz, wenn mehrere Kanäle die gleiche Kanaldifferenz aufweisen. Es müsste nochmal ein Vergleich stattfinden um den Kanal zu finden, der von diesen Kanälen die geringsten Werte hat.

Zudem wäre es noch sinnvoll weitere Vergleiche durchzuführen. Dazu müsste man nicht nur weitere Situationen erstellen, die unter Beachtung beider Theorien die gleichen Voraussetzungen für den Vergleich schaffen, sondern auch einheitliche Medien erstellen, die anhand allgemeiner Eigenschaften in beide Theorien überführt werden können. Die bisherigen Vergleiche decken nur einen kleinen Teil möglicher auftretender Situationen ab und damit verbunden auch nur eine Auswahl von Kombinationen der Eingabedaten. Um aber mögliche Abweichungen zwischen den Theorien aber auch zwischen der jeweiligen Theorie und ihrer Implementierung zu finden, werden mehr dieser Kombinationen benötigt.

Eine Teilaufgabe war es, Vorhersagen zu möglichen Kommunikationsproblemen und Kommunikationserfolgen zu machen. Dies wurde im Verlauf dieser Arbeit nicht weiter verfolgt, da die Theorien zum Teil nur vage Aussagen über diese Problematik machen. Außerdem bestand ein zeitliches Problem, was dazu führte, dass diese Teilaufgabe nicht weiter verfolgt werden konnte.

6.2 Zusammenfassung

Die Aufgabe dieser Arbeit war die Erstellung eines Empfehlungssystems für die Wahl geeigneter Kommunikationsmedien in verteilten Teams.

Um dies zu erreichen mussten in einem ersten Schritt die gegebenen Theorien zur Medienwahl verstanden werden. Es wurden Eingabedaten und Hintergrunddaten ausgemacht, die benötigt werden, um ein Empfehlungssystem zu erstellen. Zusätzlich sind die von den Theorien vorgeschriebenen Zusammenhänge in Formeln gefasst worden, um sie implementieren zu können. Auch die Eigenschaften der Medien mussten in eine Form gebracht werden, um sie zu verarbeiten.

Anschließend wurde anhand dieser Umformungen eine mögliche Implementierung für das Empfehlungssystem durchgeführt. Dazu wurde eine grobe Übersicht über das Programm gegeben, die für die Theorie wichtigen Klassen wurden kurz erläutert und auf entstandene Probleme bei der Implementierung eingegangen.

Im letzten Schritt wurde die Implementierung der beiden Theorien überprüft. Dafür wurden Beispielsituationen in der Softwareentwicklung und entsprechende Eingabedaten für das Empfehlungssystem erstellt. In diesem Schritt wurde sowohl der lokale Fall als auch der verteilte Fall der Softwareentwicklung betrachtet.

6.3 Ausblick

Das Empfehlungssystem selbst bietet viele Möglichkeiten zur Erweiterung. So könnten weitere Theorien implementiert werden. Als Zusatz würde sich hier die Medienreichhaltigkeitstheorie anbieten. Außerdem wäre es noch sinnvoll direkte Vergleiche zwischen den einzelnen Theorien zu ermöglichen. Dafür müssen aber weitergehende Voraussetzungen geschaffen werden:

- Einheitliche Medien, deren Eigenschaften in allen Theorien abgebildet werden können
- Schaffung von Randbedingungen, die für jede Theorie ähnliche Eingabewerte erzeugen

Zusätzlich könnte man die Teilnehmer an einem Projekt auch im System erfassen, um z. B. die Vertrautheiten der MST und die Wissensunterschiede der MFT anhand von hinterlegten Daten berechnen zu lassen. Projektmanager könnten so direkt Teams zusammenstellen und sich Vorschläge zu den Kommunikationsmedien einholen.

Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1:ÜBERSICHT MEDIENREICHHALTIGKEITSTHEORIE (NACH [DA1984])	8
ABBILDUNG 2: ÜBERSICHT MEDIA SYNCHRONICITY THEORY (ÜBERSETZT AUS [DE2008])	10
ABBILDUNG 3: ÜBERSICHT MEDIA FLOW THEORIE (AUS [ST2011])	15
ABBILDUNG 4: PAKETDIAGRAMM DES EMPFEHLUNGSSYSTEMS.....	32
ABBILDUNG 5: SCREENSHOT EMPFEHLUNGSSYSTEM; MST ANSICHT MIT EINGABEDATEN.....	33
ABBILDUNG 6: SCREENSHOT EMPFEHLUNGSSYSTEM; FLOW ANSICHT MIT EINGABEDATEN.....	33

Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: MEDIENEINORDNUNG NACH MEDIA SYNCHRONICITY THEORY (ÜBERSETZT AUS [DE2008]).....	12
TABELLE 2: TABELLE MIT MEDIENEINORDNUNG (AUS [ST2011])	16
TABELLE 3: EINGABEDATEN FÜR DIE SYNCHRONIZITÄT VON MEDIEN (NACH [DE2008]). WERTE ABGEBILDET AUF INTERVALL [0.0, 1.0]. SYNCHRONIZITÄT NACH 3.1.2 BERECHNET.].....	23
TABELLE 4: ABGEBILDETE MEDIEN MIT IHREN KANÄLEN. DIE WERTE SIND MIT DEN FORMELN AUS KAPITEL 3.2.1 BERECHNET (NACH [ST2011])......	26
TABELLE 5: ABBILDUNG DER ZIELUNTERSCHIEDE AUF ANFORDERUNGEN AN DEN DATENTYP	28
TABELLE 6: ABBILDUNG DER WISSENSUNTERSCHIEDE AUF ANFORDERUNGEN AN DEN DATENTYP	29
TABELLE 7: ANNAHME DER BANDBREITEANFORDERUNG DER DATENTYPEN	29
TABELLE 8: TABELLE MIT UMWANDLUNGSKOSTEN FÜR DATENTYPEN (AUS [ST2011]), WERTE ABGEBILDET AUF DAS INTERVALL [0.0, 1.0].....	30
TABELLE 9: TABELLE MIT EINGABEDATEN FÜR DAS EMPFEHLUNGSSYSTEM AUS DEN BEISPIELSITUATIONEN	39
TABELLE 10: TABELLE MIT VORSCHLÄGEN DES EMPFEHLUNGSSYSTEMS ZUR MEDIENWAHL OHNE RANDBEDINGUNGEN	40
TABELLE 11: TABELLE MIT FREI GEWÄHLTER KOSTENVERTEILUNG DER MEDIEN	43
TABELLE 12: TABELLE MIT VORSCHLÄGEN DES EMPFEHLUNGSSYSTEMS ZUR MEDIENWAHL MIT RANDBEDINGUNGEN.	43

Literaturverzeichnis

- [De2008] A. R. Dennis, R. M. Fuller and J. S. Valacich, "Media, Tasks, And Communication Processes: A Theory of Media Synchronicity," *MIS Quarterly Vol. 21 No. 3*, pp. 575-600, September 2008.
- [Da1984] R. L. Daft und R. H. Lengel, „Information Richness: A New Approach to Managerial Behavior and Organisation Design,“ pp. 1-60, 1984.
- [Kn2010] E. W. Knauss, „Verbesserung der Dokumentation von Anforderungen auf Basis von Erfahrungen und Heuristiken“, Cuvillier Verlag, 2010, pp. 251 - 251.
- [St2011] K. Stapel, „FLOW Projekt,“ Fachgebiet Software Engineering der Leibniz Universität Hannover, 29 Juli 2011. [Online]. Available: http://www.se.uni-hannover.de/pages/de:projekte_flow. [Zugriff am 29 Juli 2011].

Compact Disc

Der Inhalt der beiliegenden Compact Disc besteht aus:

- Ausarbeitung im PDF Format
- Prototypen als Eclipse Projekte
- Programm als Eclipse Projekt
- Programm (MediaChooser)