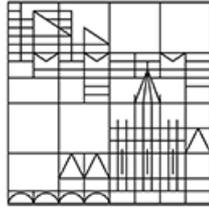


Universität
Konstanz



FB Informatik und Informationswissenschaft
Bachelor-Studiengang Information Engineering

Bachelorarbeit:

Hybrid Affinity Diagram Manager

Eine Lösung zur digitalen Integration von Papier und Stift in kollaborativ kreatives Arbeiten

(A Solution for Digital Integration of Pen and Paper in Collaborative Creative Sessions)

von
Benjamin Christopher Biörnstad

Zur Erlangung des akademischen Grades eines
Bachelor of Science (B.Sc.)

Studienfach: Information Engineering
Schwerpunkt: Computer Science
Themengebiet: Angewandte Informatik

Matrikelnummer: 01/634037
Erstgutachter: Prof. Dr. H. Reiterer
Zweitgutachter: Prof. Dr. M. Waldvogel
Einreichung: 2. September 2009

Inhalt

Einleitung.....	1
1. Theoretischer Rahmen.....	4
1.1 Stift.....	4
1.2 Papier.....	4
1.3 Kollaborativ kreatives Arbeiten.....	5
1.4 Affinity Diagramme.....	6
1.4.1 Definition Affinity Diagram	7
1.5 Problematik der Reibungsverluste an Schnittstellen.....	10
1.6 Zusammenfassung.....	11
2. Bestehende Ansätze.....	13
2.1 Bestehende Ansätze zur digitalen Integration von Papier und Stift.....	13
2.1.1 Pen-Tablet, Touchscreens, Interactive Pen Displays.....	14
2.1.2 Data Glyph	15
2.1.3 Anoto.....	16
2.2 Analyse bestehender Affinity Diagram Programme	19
2.3 Zusammenfassung.....	26
3. Konzeptionelles Design.....	27
3.1 Anforderungen	27
3.2 Anwendungsfälle (Use Cases).....	29
3.2.1 Ideenfindung.....	30
3.2.2 Verschriften der Ideen.....	30
3.2.3 Karten darstellen.....	31
3.2.4 Diagramm Diskussion.....	32
3.3 Teilziele.....	35
3.4 Entwurf.....	37
3.4.1 Die Präsentationswand.....	38
3.4.2 Die Karte.....	38
3.5 Zusammenfassung.....	39
4. Technisches Design und Umsetzung.....	40
4.1 Entscheidung für den Zeitpunkt der Digitalisierung.....	40
4.2 Umsetzung von Karten und Diagramm	42
4.2.1 Karten.....	42
4.2.2 Die Präsentationswand (EADM).....	42
4.3 Technische Umsetzung.....	44
4.3.1 Architektur.....	44

4.3.2 Stift und Papier.....	44
4.3.3 Squidy.....	45
4.3.4 EADM.....	46
4.4 Ergebnisdarstellung.....	48
4.4.1 Probleme bei der Umsetzung.....	49
4.5 Zusammenfassung.....	49
5. Expertenbeurteilung.....	51
5.1 Verfahren.....	51
5.1.1 Focus Group.....	51
5.1.2 Durchführung der Focus Group.....	52
5.2 Auswertung der Focus Group.....	53
5.2.1 Interaktion mit dem hybriden System.....	54
5.2.2 Ordnen und Sortieren der Karten.....	55
5.2.3 Verschiedene Möglichkeiten, einen Zoom mit einzubinden.....	56
5.2.4 Erweiterungen der Funktionalitäten des hybriden Systems.....	57
5.3 Diskussion.....	58
6. Fazit und Ausblick.....	60
6.1 Zusammenfassung und Fazit.....	60
6.2 Ausblick.....	62
Anhang A: Quellenverzeichnis.....	64
Anhang B: Abbildungsverzeichnis.....	66
Anhang C: Tabellenverzeichnis.....	66

Einleitung

In der heute digital dominierten Arbeitswelt sind Papier und Stift immer noch wichtige Arbeitsutensilien, vor allem in kollaborativen und kreativen Umfeldern. Die Vorteile dieser beiden Werkzeuge führen dazu, dass trotz bereits bestehender digitaler Anwendungen an der Arbeit mit Papier und Stift festgehalten wird. Papier und Stift gelten weiterhin als die wichtigsten Arbeitsmittel in kreativen und ideengenerierenden Berufszweigen, da sie vor allem durch ihren haptischen Gebrauch die Kreativität positiv unterstützen [HWHC88, IHUB97, Grü06]. Dennoch ist es unerlässlich, die Ergebnisse kreativer Arbeitssessionen für eine Weiterbearbeitung digital bereitzustellen [SGM03]. Aus diesem Faktum entstand die Idee zu vorliegender Abschlussarbeit: Ziel ist es, die Werkzeuge Papier und Stift mit der digitalen Arbeit am Computer zu verknüpfen und das hinter dieser Integration liegende Potential an konkreten Anwendungsbeispielen aufzuzeigen.

Im Vorfeld eines solchen Integrationskonzeptes müssen zunächst die theoretischen Grundlagen erläutert werden. Zu diesen zählen die elementaren Funktionen und Vorteile von Papier und Stift. Die Integration von Papier und Stift in die Computerarbeit bedeutet, die bisher nebeneinander bestehenden analogen und digitalen Welten zu verbinden [Gui03]. Eine solche Verknüpfung wird schon lange angestrebt, und es konnten bereits erste Erfolge verbucht werden. So ist es schon seit Dekaden möglich, Textdokumente aus dem Computer auszudrucken und somit digital Produziertes in der Papierwelt, zumindest in statischer Form, zu verwenden. Der entgegengesetzte Weg von der Papierwelt in die digitale Welt wird aktuell durch Scanner oder digitale Fotografie ermöglicht. Besonders aufwändig wird die Digitalisierung von Arbeitsergebnissen dann, wenn diese von Hand digital eingegeben werden müssen, weil Scannen oder Fotografieren eine direkte Weiterbearbeitung nicht ermöglichen [BLB08]. Alle diese Vorgehen erfordern immer einen zusätzlichen Arbeitsschritt [Gui03], welcher einen Reibungsverlust darstellt. In Anbetracht der Vorteile beider Seiten liegt es nahe, Konzepte in Betracht zu ziehen, die einerseits eine simultane Integration ermöglichen, welche Reibungsverluste des Wechsels von analog zu digital vermeiden und andererseits zugleich auch die Vorteile beider Seiten beibehalten. Anstatt Papier und Stift ganz zu ersetzen, soll in der vorliegenden Arbeit auf eine hybride Lösung gesetzt werden, welche die Vorzüge aus der Papierwelt und der digitalen Welt vereint. Bis anhin sind nur wenige Lösungen vorhanden, welche die Verknüpfung der analogen Papier-Welt mit der digitalen Welt reibungslos bewerkstelligen [GLH-H08, GSHL06, KNFML00]. Der Bedarf jedoch ist an der Anzahl und Vielfalt wissenschaftlicher

Projekte und Veröffentlichungen in diesem Forschungsbereich deutlich erkennbar [GLHH08, GS-HL06, KNFML00]. Bestehende Konzepte und deren Vor- und Nachteile sowie Möglichkeiten der Weiterentwicklung werden in den folgenden Kapiteln besprochen.

Die Ansatzmöglichkeiten für Integrationskonzepte sind so vielzählig, dass es notwendig ist, sich auf ein Anwendungsdomäne zu beschränken. Hier bietet sich das *Affinity Diagram* als Schwerpunkt an, da Affinity Diagrams vor allem im kollaborativ kreativen Bereich genutzt werden [Bra96, KNFML00] und dies, wie bereits angeschnitten, einer der wesentlichen Arbeitsbereiche ist, in welchen Papier und Stift weiterhin alltäglich genutzt und in ihren Vorteilen geschätzt werden. Gerade das kollaborativ kreative Arbeiten verlangt bei den gängigsten Methoden jeweils Papier und Stift [Bra96, BR94, BR98] und bietet dadurch eine große Anzahl spannender Anwendungsszenarien.

In der vorliegenden Arbeit wird daher eine hybride Lösung zur digitalen Integration von Papier und Stift im Rahmen von Affinity Diagrams vorgestellt. Diese ermöglicht es den Anwendern, ihre Ideen in gewohnten Arbeitsschritten und mit den gewohnten Werkzeugen Papier und Stift zu entwickeln [Gui03]. Zugleich wird eine automatische digitale Repräsentation der Arbeitsergebnisse erstellt, welche die Weiterverarbeitung in der digitalen Welt erheblich einfacher macht und Reibungsverluste aufgrund zusätzlichen Zeit- und Arbeitseinsatzes vermeidet. Dadurch wird es den Anwendern ermöglicht, auf das Wesentliche, die Entwicklung neuer Ideen und Strukturen, zu fokussieren.

Auch in diesem sehr spezifischen Bereich der Verknüpfung von digitaler und analoger Welt sind erste Konzepte bereits vorhanden. Diese sind oft rein digitale Lösungsansätze für das Affinity Diagram [MS09a, HBW97], wobei die anzustrebende umfangreiche Einbindung der Papierwelt ohne Berücksichtigung bleibt. Dies zwingt die Anwender, auf die gewohnten Werkzeuge Papier und Stift zu verzichten. Darüber hinaus sind die meisten Lösungen nur für einzelne Anwender und nicht für Gruppenarbeiten gedacht, was den kollaborativen Aspekt der Erstellung eines Affinity Diagrams wesentlich verletzt.

Dem entsprechend soll das Ziel sein, den Anwendern eine Lösung zu bieten, welche die Digitalisierung auf Basis der Arbeit mit Papier und Stift und ganz besonders in Gruppen ermöglicht. Auf der Grundlage bereits bestehender Integrationskonzepte und nach einer intensiven Auseinandersetzung mit der Methode des Affinity Diagram wird in der vorliegenden Arbeit das Integrationskonzept des Hybrid Affinity Diagram Manager entwickelt und dessen technische Umsetzung vorgestellt.

Die Verknüpfung des klassischen Affinity Diagrams mit dem Computer bietet nicht nur die Möglichkeit, Arbeitsergebnisse digital abzubilden und direkt zu speichern, sondern darüber hinaus kön-

nen viele zusätzliche Funktionen im Kontext des Affinity Diagrams bereitgestellt werden, welche in einer reinen Papierform nicht verfügbar sind. Erste Ansätze für weiterführende Funktionen werden am Ende der Arbeit vorgestellt und weitere Anwendungsszenarien diskutiert.

Neben der Umsetzung einer hybriden Lösung für die digitale Integration von Papier und Stift am Beispiel des Hybrid Affinity Diagram Managers sollen somit weitere Entwicklungspotentiale dieses neuen Werkzeugs aufgezeigt werden.

Aufbau der Arbeit:

Die vorliegende Arbeit ist in sechs Kapiteln gegliedert: Zunächst werden in „Theoretischer Rahmen“ die Grundlagen eines Integrationskonzeptes im Bereich der Affinity Diagrams vermittelt. Dazu gehören zum einen die Auseinandersetzung mit den Werkzeugen Papier und Stift und die Definition der Begriffe „kollaborativ kreatives Arbeiten“ und „Affinity Diagram“, zum anderen werden die wichtigsten Ansätze zur digitalen Integration von Papier und Stift vorgestellt. Im zweiten Kapitel wird besonders auf digitale Konzepte im Anwendungsbereich der Affinity Diagrams fokussiert. Im dritten Kapitel wird das konzeptionelle Design des Hybrid Affinity Diagram Manager vorgestellt und dessen geplante Umsetzung in Teilschritten erläutert. Die Dokumentation der technischen Umsetzung findet sich im Kapitel „Technische Umsetzung“. Das fünfte Kapitel dokumentiert die Ergebnisse des Usability Tests und geben Anregungen für Weiterentwicklungen. In diesem Zusammenhang schließt die Arbeit im Fazit mit einem Ausblick auf mögliche Erweiterungen des Systems.

1. Theoretischer Rahmen

In den folgenden Abschnitten wird zunächst auf die Werkzeuge und die elementaren Begriffe einzeln eingegangen, um anschließend darauf aufbauend Konzepte für die digitale Integration von Papier und Stift vorzustellen. Besonderes Augenmerk soll hierbei auf der Methode des Affinity Diagrams liegen. Diese wird ebenfalls zunächst allgemein vorgestellt, anschließend werden Konzepte zur digitalen Realisierung diskutiert.

1.1 Stift

Der Stift ist von den in dieser Arbeit beschriebenen Werkzeugen das älteste und geht bis auf die prähistorische Höhlenmalerei zurück [LM97]. Die Funktionen des Stiftes sind die Darstellung und, je nach Material optional, die Fixierung von Informationen. Historisch gesehen sind die Stifte des 21. Jahrhunderts das Ergebnis einer technischen Weiterentwicklung vom Finger als körpereigenes Werkzeug über Kohle, Kreide, Schreibgriffel, Schreibfeder hin zu Bunt- und Filzstiften und Kugelschreibern. So ist es nicht verwunderlich, dass sich der Stift zu einem wesentlichen Kulturbestandteil entwickelt hat und weiterhin zu den wichtigsten Alltagswerkzeugen zählt [SH02].

Die Vorteile des Stiftes sind: Intuitive Anwendbarkeit, Erwartungskonformität des Strichprofils und positive Unterstützung von Lern-, Denk- und Erinnerungsleistungen dank haptischer Anwendung [HWHC88, IHUB97, Grü06].

Über die Zeit hinweg entstanden viele verschiedene Ausführungen von Stiften. Dabei blieb die Grundfunktionalität stets gleich. So wurden in den letzten Jahren auch Varianten entwickelt, welche es erlauben, den Stift losgelöst von Papier direkt am Computer zu verwenden [Wac09]. Bei dieser rein digitalen Variante leidet allerdings die Erwartungskonformität, da das Strichprofil vom Computer erzeugt wird und unabhängig von der Gestaltung der Stiftspitze ist. Die Gestalt des Stiftprofils wird am Rechner und nicht durch die Wahl unterschiedlicher Stifte bestimmt.

1.2 Papier

Papier ist, ganz allgemein gesprochen, eine Interaktionsfläche. *Interaktionsflächen* sind Ebenen zur Fixierung, Visualisierung und Vermittlung von Daten (ausführlich bei [Biö09a]). Das Spektrum der Interaktionsflächen erstreckt sich von Schreib- und Zeichenflächen über Tafeln und Stellwände bis hin zu Präsentationswänden, Bildschirmen, digitalen White Boards und Touchscreens [PMMH93]. Das Papier ist eine der ältesten und vielfältigsten Interaktionsflächen. Die Erfindung des Papiers

geht zurück bis auf das erste Jahrhundert nach Christus [CPI08]. Papier zeichnet sich durch eine große Anzahl von Vorteilen aus: Seine Handhabung ist einfach, man kann es mit verschiedenen Stiften, Materialien oder Techniken beschriften bzw. bedrucken, es benötigt für gewöhnlich keine zusätzlichen technischen Hilfsmittel zur Auslesung der darauf gespeicherten Informationen. Das Neuordnen der Reihenfolge mehrerer Seiten ist einfach und Papier ist von geringem Gewicht und somit leicht transportierbar [SH02, NSHHL04]. Darüber hinaus ist es heutzutage äußerst günstig zu produzieren [SH02]. Diese Vorteile haben dazu geführt, dass Papier, ebenso wie der Stift und vor allem in Verbindung mit diesem, integraler Bestandteil unserer Kultur allgemein wurde. So ist es nicht verwunderlich, dass Arbeitsprozesse in den Bereichen des Schreibens und des visuellen Vermittelns von Inhalten so gestaltet wurden, dass das Papier als zentrales Medium für die Speicherung und Übertragung von Fakten und Wissen dient [SH02]. Eine Trendwende ist, obwohl oft prophezeit, immer noch nicht absehbar [SH02]. Vor allem in jüngster Zeit haben sich parallel zum herkömmlichen Papier elektronische Alternativen entwickelt, die von den Nutzern sehr positiv aufgenommen werden. Als Beispiele seien hier E-Books genannt. Hier ist man bestrebt, funktionale Vorteile von Papier so optimal wie möglich elektronisch umzusetzen.

1.3 Kollaborativ kreatives Arbeiten

Das gemeinsame Bearbeiten einer Aufgabenstellung wird als *kollaboratives Arbeiten* bezeichnet. Ziel des kollaborativen Arbeitens ist es, innerhalb kürzester Zeit dank Gruppenarbeit vielfältige und zahlreiche Problemlösungsansätze zu generieren [BH98, Hof08, GSHL06, KNFML00, PMM-H93]. Hintergrund ist, dass verschiedene Mitarbeitende durch verschiedene Perspektiven und Erfahrungsschätze unterschiedliche Ideen und Ansätze beitragen können. Mit der Größe des Teams wächst somit die Anzahl der Lösungen. Die Arbeitsgruppe sollte eine Größe von zehn Personen allerdings nicht überschreiten, da die Effizienz und Effektivität über dieser Grenze wieder abnehmen [BR98]. Ein weiterer Vorteil kollaborativen Arbeitens ist, dass durch die Gruppenarbeit das Verständnis der Aufgabenstellung verbessert wird [Bra96].

Unter *kreativem Arbeiten* können alle ideengenerierenden und konzeptionellen „Denkarbeiten“ zusammengefasst werden. Kreatives Arbeiten ist in diesem Zusammenhang vor allem als das Generieren von Lösungsansätzen in verschiedensten thematischen Umfeldern zu verstehen.

Bei *kollaborativ kreativem Arbeiten* kommen verschiedene Methoden zur Ideenfindung zum Einsatz. Die wohl bekanntesten sind Brainstorming, Brainwriting und die 6-3-5-Methode [BR94,

BR98]. Vorzugsweise wird bei diesen Methoden mit Papier und Stift gearbeitet [BR94, BR98]. Das Arbeiten mit Papier und Stift erlaubt es, die Kreativität mit intuitiven Werkzeugen erwartungskonform und schnell umzusetzen. Darüber hinaus können Ideen schnell festgehalten werden bevor die Gedanken vergessen gehen [Hof08], und sie werden schnell erfasst ohne Verzögerung durch und einen Umweg über eine Software. Da das Arbeiten mit Papier und Stift allgemein bekannt ist, intuitiv vonstatten geht, schnell ist und den Arbeitsfluss nicht stört sondern eher unterstützt, soll man kollaborativ kreativen Bereich nicht darauf verzichten müssen. Da das Arbeiten mit Papier und Stift allgemein bekannt ist, intuitiv vonstatten geht, schnell ist und den Arbeitsfluss nicht stört sondern eher unterstützt, soll man im kollaborativ kreativen Bereich nicht darauf verzichten müssen.

Ergänzt werden diese Werkzeuge häufig durch weitere Hilfsmittel, wie z.B. Flipcharts oder Post-it, welche spezialisierte Varianten von gewöhnlichem Papier darstellen. Zusätzlich werden auch Wände oder Pinnwände zur besseren und übersichtlicheren Darstellung der Ergebnisse genutzt. Ein Beispiel dafür stellt die Anwendung Contextual Design dar, wobei alle Zimmerwände und Fenster als Darstellungsflächen einbezogen werden [HBW05].

Allgemein kann kollaborativ kreatives Arbeiten sowohl kollokal als aber auch räumlich getrennt stattfinden. Im Folgenden soll jedoch vor allem die kollokale Methode im Vordergrund stehen. Einen Überblick über kollaborative Arbeit über räumliche Distanzen gibt [Hof08].

1.4 Affinity Diagramme

Für die Erstellung einer hybrid Lösung im kollaborativ kreativen Bereich fiel die Entscheidung auf das Management Planning Tool *Affinity Diagram* [Bra96]. Begründen lässt sich dieser Entscheid damit, dass das Affinity Diagram eine in kollaborativ kreativen Arbeitsprozessen oft verwendete Methode ist (Abbildung 1). Außerdem ist sie leicht Hand zu haben und in vielen Bereichen einsetzbar. Für die digitale Implementierung wird darüber hinaus vorausgesetzt, dass diese nicht zu umfangreich ist.

Das Affinity Diagram geht zurück auf die KJ Methode, benannt nach seinem Erfinder Jiro Kawakita. Kawakita entwickelte diese Methode für die Anthropologie [Bra96]. Die KJ Methode wurde von Michael Brassard für weitere Anwendungsbereiche, vor allem im Managementkontext, überarbeitet. Er entwickelte das Affinity Diagram in der Form, die der vorliegenden Arbeit zu Grunde liegt. Das Konzept von Brassard erfährt im *Contextual Design* von Beyer und Holzblatt eine methodische Weiterentwicklung. Auf Contextual Design wird vor allem im Rahmen des konzeptionellen Designs

und der technischen Umsetzung des Hybrid Affinity Diagram Managers (kurz HADM) zurückgegriffen werden, um Fragen der praktischen Umsetzung eines digitalen Affinity Diagram Managers zu diskutieren.

Als Ausgangspunkt für die Konzeption einer hybriden Lösung für das Affinity Diagram wird im Folgenden zunächst die Methode an sich erklärt. Ergänzt wird dies durch unterschiedliche Umsetzungs- und Anwendungsvarianten.



Abbildung 1: Affinity Diagram fertiggestellt und am entstehen (rechts [Bar08], links [Sap08]).

1.4.1 Definition Affinity Diagram

Ein Affinity Diagram (affinity (engl.): Ähnlichkeit, Verwandtschaft, affinitas (lat.): enge Beziehung, enger Zusammenhang) dient dazu, große Mengen an Daten in Form von Text wie z.B. Ideen, Meinungen, Beschlüsse etc. zu sammeln und zu organisieren [HBW05]. Dazu werden von den Teilnehmern einer *Affinity Diagram Sitzung* die einzelnen Beiträge schriftlich auf Karten fixiert und anschließend je nach Anwendungsvariante sortiert und strukturiert. Die Karten werden dabei, wie in Abbildung 1 zu sehen ist, an einer Sammelwand fixiert (Pinnwand, Magnetwand etc.). Bei dieser so von statten gehenden Strukturierung ist es wichtig, die Beziehungen zwischen den einzelnen Beiträgen und Daten sichtbar zu machen. Das Erstellen eines Affinity Diagrams ist vielmehr ein kreativer als ein logischer Prozess [Bra96].

Der Einsatz eines Affinity Diagram empfiehlt sich bei komplexen Aufgabenstellungen:

- Themen erscheinen zu umfangreich und/oder zu komplex. Ziel ist das Sammeln, Ordnen, Strukturieren und Überblicken aller einbezogenen Daten, um ein besseres und ganzheitliches Verständnis zu erhalten [Bra96, HBW05].
- Eine bereits vorhandene, große Datenmenge soll schnell und effektiv sortiert und strukturiert werden [HBW05].
- Für komplexe Problemstellungen soll eine große Zahl an Lösungswegen gefunden werden [Bra96].
- Traditionelle Ideensammlungen haben nicht funktioniert bzw. nicht zu befriedigenden Ergebnissen geführt. Via Affinity Diagram werden neue Denkprozesse und kreative Alternativen angestoßen [Bra96].



Abbildung 2: Die Schritte bei der Erstellung des Affinity Diagrams [Biö09c]

Im Folgenden werden die einzelnen Schritte zur Erstellung eines Affinity Diagrams erläutert (Abbildung 2). Dies wird ergänzt durch das Vorstellen unterschiedlicher Affinity Diagramm Anwendungsvarianten. Eine Affinity Diagram Session ist eine typische kollaborative Arbeitsmethode, die sich für Gruppen von zwei bis sechs Personen eignet. Die Vor- und Nachteile der Gruppengröße entsprechen den allgemein gültigen für kollaboratives Arbeiten. Wichtiges Merkmal ist, dass die Gruppe im Idealfall aus einem Team besteht, das sich bereits aus anderen Arbeitskontexten kennt, und jedes Teammitglied sollte Experte im zu behandelnden Themenfeld sein. Die Teammitglieder sollten unterschiedliche Bereiche des Themenfeldes durch ihr Wissen abdecken, allerdings sollten nicht immer die gleichen Teams aufgestellt werden, um eine Ideenvarianz sicherzustellen [Bra96].

Die Entwicklung eines Affinity Diagrams kann sich über ein bis drei Tage erstrecken; hier gehen die Meinungen allerdings auseinander. Brassard [Bra96] betont, dass die Session binnen eines Tages abgeschlossen sein sollte, um alle Ideen einarbeiten zu können, solange sie dem Team noch präsent sind. Beyer und Holzblatt hingegen erklären, dass, abhängig von der Komplexität des Themas, die Entwicklung des Diagramms bis zu drei Tage andauern kann [HBW05].

Zu Beginn einer Affinity Diagram Session steht ein Brainstorming, welches durch eine einfache Fragestellung angestoßen wird. Wichtig dabei ist, dass keine weiteren Erklärungen gegeben werden, um eine Beeinflussung der Ideenentwicklung zu vermeiden [Bra96]. Zunächst werden so viele Ideen, Fakten und Meinungen wie möglich gesammelt. Dies geschieht frei von Kritik und Kommentaren, um die Motivation aller Teammitglieder auf einem hohen Niveau zu halten und Ideen nicht auf der ersten Stufe des Sammelns positiv oder negativ zu beeinflussen. Alle Teammitglieder sollen einbezogen werden und alle Ideen werden ausnahmslos im genauen Wortlaut aufgenommen [Bra96]. Optimalerweise sind die Daten allgemein gehalten und objektiv [Bra96]. Die Ideen sollen dabei mit maximal fünf bis sieben Wörtern umschrieben werden, um bei der Formulierung nicht zu ausschweifend zu werden und so die Übersichtlichkeit zu beeinträchtigen. Andererseits wird davon abgeraten, nur ein Wort zu verwenden, um keine Missverständnisse entstehen zu lassen.

So können binnen einer kurzen Zeit von 30-45 Minuten bis zu 100 Ideen entstehen und sortiert werden [Bra96]. Im Rahmen einer mehrtägigen Sitzung, wie sie Beyer und Holzblatt vorsehen, können sogar bis zu 1500 Ideen sortiert werden [HBW05]. Alternativ können die Daten bereits aus anderen Erhebungsformen vorliegen, z.B. durch Contextual Inquiry [HBW05]. In diesem Fall beginnt der Prozess ab dem folgenden Schritt. Die Ideen werden einzeln auf Karten festgehalten (eine Idee pro Karte [Bra96]). Ergänzend kann man die Ideen auch gleichzeitig am Flipchart festhalten. Die Ideen werden entweder von jedem einzelnen gesammelt oder, wenn bereits Daten vorliegen, an die Beteiligten verteilt. Anschließend wird ein hierarchisch strukturiertes Diagramm aufgebaut, welches den gewünschten Überblick und die Beziehungen zwischen den einzelnen Karteninhalten erkennen lässt. Um dies zu bewirken werden Über- und Untergruppen gebildet und Lücken und Redundanzen aufgezeigt.

Die Vorteile dieses Verfahrens liegen auf der Hand: Das Beschriften der Karten als haptisches Erlebnis ebenso wie das manuelle Verschieben und Sortieren der Karten unterstützen die kreativen Denkprozesse der Teilnehmer [Grü06]. Das Visualisieren der Ideen beeinflusst Denk- und Erinnerungsleistungen positiv [Grü06]. Es wird ein großes Spektrum an Ideen entwickelt, die zunächst absolut gleichrangig sind. Dadurch wird verhindert, dass Lösungswege und Ideen bereits im Vorfeld unter den Tisch fallen. In dieser Hinsicht ist die Methode des Affinity Diagrams nicht nur effizient, sondern auch effektiv.

Ist ein Affinity Diagram mit analogen Werkzeugen erstellt, bleibt abschließend die Frage zu klären: Wie kann dieses gespeichert werden und dabei bearbeitbar bleiben? Brassard beantwortet die Frage

mit einfachem Abschreiben [Bra96], Beyer und Holzblatt empfehlen das Eintragen in tabellarisch aufgebaute CDTools [HBW05]. Im Hybrid Affinity Diagram Manager soll diese Problematik besser gelöst werde.

1.5 Problematik der Reibungsverluste an Schnittstellen

Primäres Ziel der digitalen Integration von Papier und Stift ist die Optimierung der Schnittstellengestaltung zwischen der Papierwelt und der digitalen Welt. Wie bereits in der Einleitung angeschnitten geht es darum, *Reibungsverluste* zu minimieren, die durch die Übertragung von analogen Inhalten in digitale Form und zurück entstehen können. Im Folgenden wird die Problematik der Reibungsverluste näher erklärt.

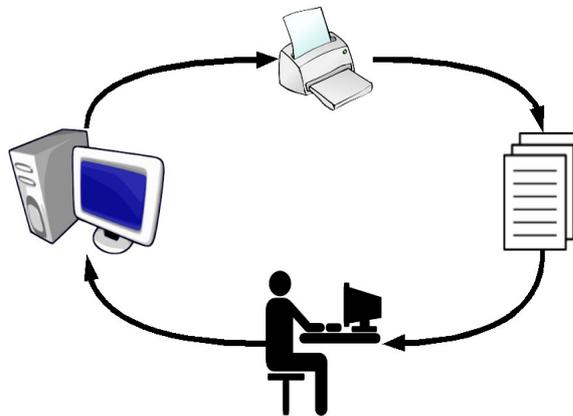


Abbildung 3: Klassischer Kreislauf zwischen Papier- und digitaler Welt [Biö09c]

Abbildung 3 zeigt den klassischen Kreislauf zwischen Papier- und digitaler Welt, wie er aktuell in den meisten Arbeitsprozessen eingebettet ist [Gui03, S05]. Digitale Daten können ausgedruckt und so mit relativ geringen Reibungsverlusten analog zur Verfügung gestellt werden. Lediglich Druckvorgang stellt einen Reibungsverlust an Zeit und Material dar, auf den jedoch hier nicht näher eingegangen werden kann. Am Rande sei erwähnt, dass elektronisches Papier hierzu erste Lösungsansätze bietet [Biö09a]. Bereits durch das Drucken verlieren digitale Daten ihre dynamische Funktionalität. Der Mensch wird dadurch für alle folgenden Überlegungen das wichtigste Glied in der Kette: Er muss analoge Daten von Hand in digitale Daten umwandeln [SGM03], da aktuell verfügbare Techniken wie Scannen oder Fotografieren eine Weiterbearbeitung am Rechner häufig nicht ermöglichen. Das Konvertieren der Daten stellt einen zusätzlichen Arbeitsschritt dar, der erhebliche Reibungsverluste verursacht.

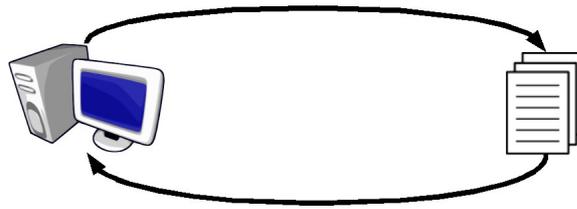


Abbildung 4: Angestrebter Idealzustand zwischen Papier- und digitaler Welt [Biö09c]

Abbildung 4 stellt den Idealzustand dar: Dokumente und Daten sind sowohl analog als auch digital verfügbar, sie können ohne zusätzliche Zwischenschritte bzw. Schnittstellen und somit ohne Reibungsverluste dargestellt, bearbeitet und gespeichert werden. Der Wechsel zwischen analog und digital funktioniert fließend. Elementarer Bestandteil dieses Idealzustands ist, dass die Vorteile sowohl der analogen als auch der digitalen Welt beibehalten werden. Papier und Stift sollen also nicht ersetzt, sondern integriert werden.

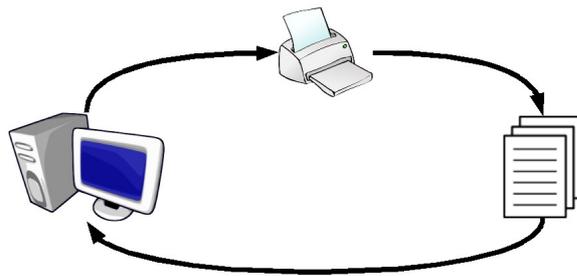


Abbildung 5: Angestrebter Kreislauf der vorliegenden Arbeit [Biö09c]

Abbildung 5 stellt den Ablauf dar, wie er in der vorliegenden Arbeit angestrebt wird: Der Reibungsverlust durch die manuelle Übertragung analoger Arbeitsergebnisse soll ersetzt werden durch eine automatische, synchrone Digitalisierung. Ergebnis soll eine hybride Lösung für die simultane Darstellung von Geschriebenem sowohl auf Papier als auch digital sein, um die bereits angesprochenen Vorteile, welche die analogen Werkzeuge im kollaborativ kreativen Arbeitsprozess bieten, beizubehalten.

1.6 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurden die für diese Arbeit relevanten Grundbegriffe eingeführt. Stift und Papier sind fester Bestandteil der jetzigen Kultur und sind aus dem heutigen Alltag nicht weg zu denken, da diese Werkzeuge intuitiv und vielseitig einsetzbar sind. Besonders kollaborativ kreative Ar-

beitsprozesse bauen auf diese Eigenschaften. Aus diesem Bereich wurde für diese Arbeit das Affinity Diagram als Beispiel ausgewählt.

Da der heutige Arbeitsalltag von Computern dominiert ist, bietet sich ein Integration von Papier und Stift mit der digitalen Welt an. Die meisten bestehenden Lösungen hierfür weisen jedoch Reibungsverluste auf. Das folgende Kapitel diskutiert bestehende Ansätze zur digitalen Integration von Papier und Stift, welche die Reibungsverluste reduzieren, und Ansätze für die digitale Umsetzung des Affinity Diagrams.

2. Bestehende Ansätze

Nach der theoretischen Beschreibung von Papier und Stift und der Darstellung der Probleme der Integration mit der digitalen Welt (z.B. Reibungsverluste), werden in diesem Kapitel bestehende Ansätze in diesem Bereich vorgestellt. Zuerst werden Lösungen zur Integration von Papier und Stift mit der Computerwelt diskutiert, welche zur Reduktion der Reibungsverluste beitragen. Anschließend werden digitale Affinity Diagram-Systeme analysiert.

2.1 Bestehende Ansätze zur digitalen Integration von Papier und Stift

Die Anforderungen an ein System zur digitalen Integration von Papier und Stift wurden in den vorangehenden Abschnitten erläutert und seien hier komprimiert wiederholt: Die Vorteile von Papier und Stift sollen beibehalten werden, die Synchronisation soll ohne Reibungsverluste von statten gehen und es soll problemlos zwischen der analogen und digitalen Anwendung gewechselt werden können. Die relevantesten bereits bestehenden Ansätze sind bei [Biö09a] zusammengefasst und können hier nicht in ihrer Gesamtheit aufgeführt werden. Allerdings wird im Folgenden erneut auf jene Konzepte eingegangen, welche eine Dateneingabe via Stift realisieren, da hier auf die haptischen Vorteile der digitalen Integration von Papier und Stift fokussiert werden soll. Ergänzend werden diese Konzepte dahingehend diskutiert, in wie weit Vor- und Nachteile durch die unterschiedlichen eingesetzten Interaktionsflächen im Vergleich zu herkömmlichem Papier entstehen. Ein weiterer Diskussionspunkt soll die Nutzung in kollaborativen Sitzungen sein.

2.1.1 Pen-Tablet, Touchscreens, Interactive Pen Displays



Abbildung 6: Pen-Tablet Bamboo von Wacom [Wac09]

Pen-Tablet, Interactive Pen Displays und Touchscreens sind berührungsempfindliche Flächen, die durch Finger und/oder Stifte bedient werden können. Diese Technologiegruppe bringt primär den Stift dem Computer näher, da die Interaktion mit dem Computer mittels eines Stiftes und somit haptisch stattfindet. Diese Technologien erfüllen die aufgestellten Anforderungen nur teilweise: Das haptische Erlebnis entspricht nicht dem gewohnten Schreiben auf Papier, da der Untergrund und die Stiftspitze ein anderes Schreibgefühl als jenes auf Papier verursachen. Zusätzlich muss bei Touchpads beachtet werden, dass Interaktionsfläche und Darstellungsfläche getrennt voneinander sind, die Schriftspur nicht auf der Interaktionsfläche sichtbar ist und dadurch die Auge-Handkoordination negativ beeinflusst wird [S07]. Darüber hinaus sind die Interaktionsflächen schwerer und weniger portabel als Papier [S07]. Sowohl deren Größe als auch die unterstützten Sichtwinkel schränken die Arbeit in Gruppen erheblich ein.

2.1.2 Data Glyph

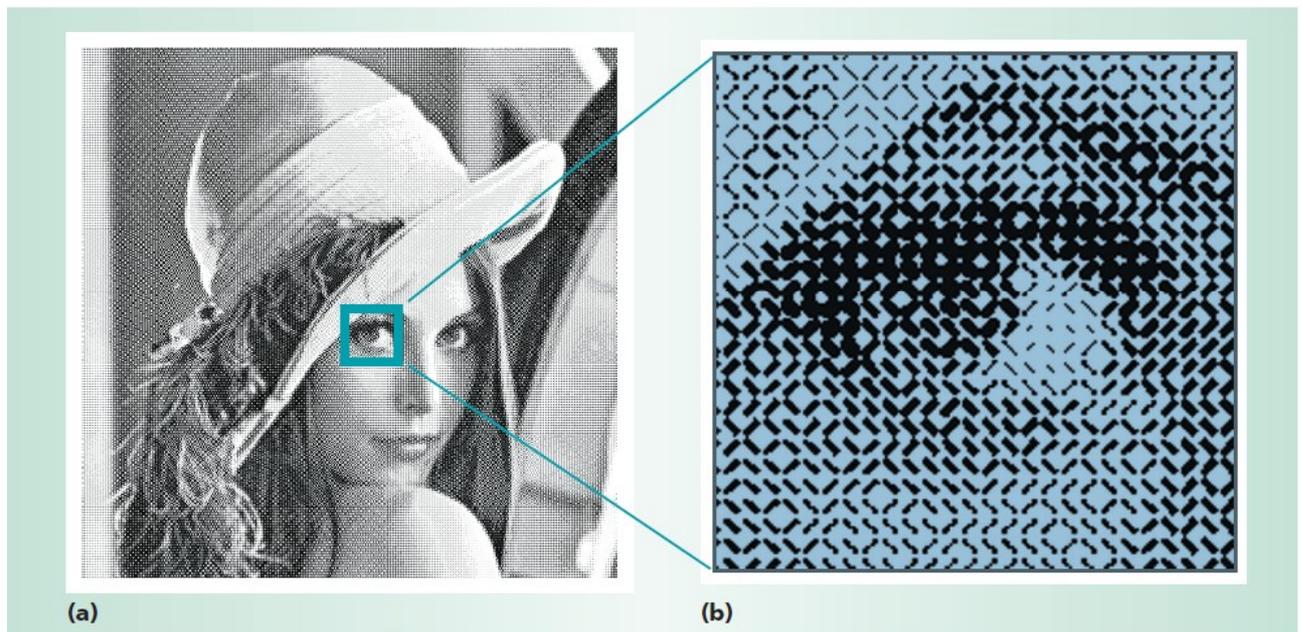


Abbildung 7: a) DataGlyph in einem Bild integriert und b) die Vergrößerung dessen [HL01].

Data Glyph ist ein von Xerox im Palo Alto Research Center entwickeltes digitales Kodierungsverfahren, um Daten so auf Papier zu drucken, dass sie auch anschließend für den Computer leicht erfassbar bleiben [HL01]. Das Verfahren beruht dabei auf einer Rasterung in Form von diagonalen Strichen und erlaubt dadurch, binäre Daten in beliebigen Bildern einzubetten (Abbildung 7). Die so vorhandenen Daten können mit der Hilfe des Glyph Pen [S05, GSHL06] ausgelesen werden und stehen somit unmittelbar digital zur Verfügung. Dieses System kann auch für eine Einbettung von eindeutigen Koordinaten auf einer Seite Papier verwendet werden [GSHL06]. Problematisch bei dieser Technologie ist, dass das ganze Papier stark bedruckt ist und eine Bearbeitung mit einem Stift deshalb erschwert wird.

2.1.3 Anoto

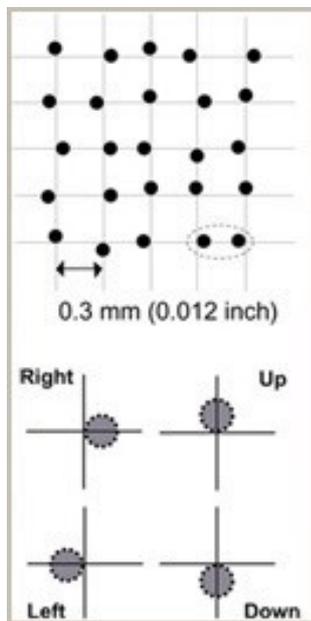


Abbildung 8: Punktemuster von Anoto[A09]

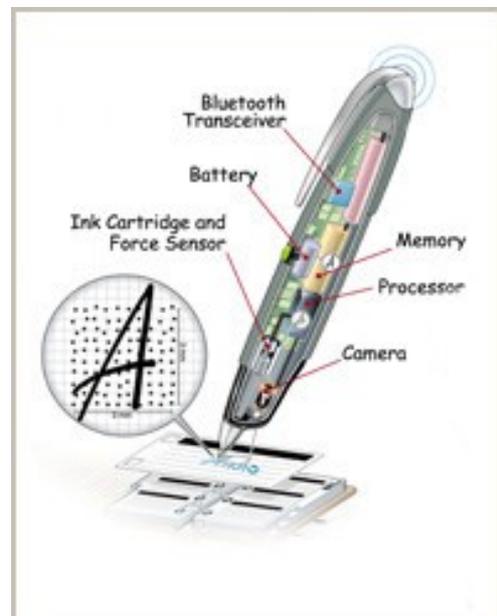


Abbildung 9: Aufbau des Stiftes von Anoto [A09]

Der Ansatz von Anoto ist dem von Data Glyph ähnlich und verwendet ebenfalls einen Rasterdruck auf Papier. Anoto verwendet hierbei keine Striche, sondern einzelne schwarze Punkte, welche durch ihre spezielle Anordnung auf einem nicht sichtbaren Gitter ein eindeutiges Muster ergeben (Abbildung 8). Sechs Punkte zusammen stellen dabei eine eindeutige Koordinate dar. Das Koordinatensystem kann dadurch mathematisch bedingt eine Fläche von 60 Millionen Quadratkilometer abdecken [Hof08]. Die Punkte können mit einer Infrarotkamera ausgelesen werden. Für das in der vorliegenden Arbeit angestrebte Integrationssystem ist besonders relevant, dass sich die Kamera beim System von Anoto in einem Kugelschreiber (Abbildung 9) befindet. Dieses System erlaubt es nun dem Benutzer, auf dem Anoto-Papier wie auf herkömmlichem Papier zu schreiben. Der einzige Unterschied zu gewöhnlichem Papier entsteht durch das Punktemuster, welches dem Papier einen leichten Graustich verleiht. Während des Schreibens erfasst die Kamera durch die Punkte den Verlauf des Stiftes und kann dies einem Computer simultan per Bluetooth oder zeitlich versetzt über eine Dockingstation übermitteln. Somit hat der Anwender zeitgleich zwei Repräsentationen von seinem Geschriebenen oder Gezeichneten auf Papier und in digitaler Form.

Das System von Anoto bietet auf Grund der Einbindung der Vorteile von Papier und Stift eine geeignete Ausgangsbasis für Integrationskonzepte im kollaborativ kreativen Arbeitsbereich. Im Anoto-

Umfeld sind bereits weiterführende Konzepte entstanden, die zusätzlich zur Digitalisierung von analog Geschriebenem weitere Funktionen bereithalten. Beispiele hierfür sind der FLY Fusion Pentop [Lea08], Paper Augmented Digital Documents [Gui03], PapierCraft [GLHH08] und Model-Craft [GSHL06], die im Folgenden kurz vorgestellt werden.

FLY Fusion Pentop

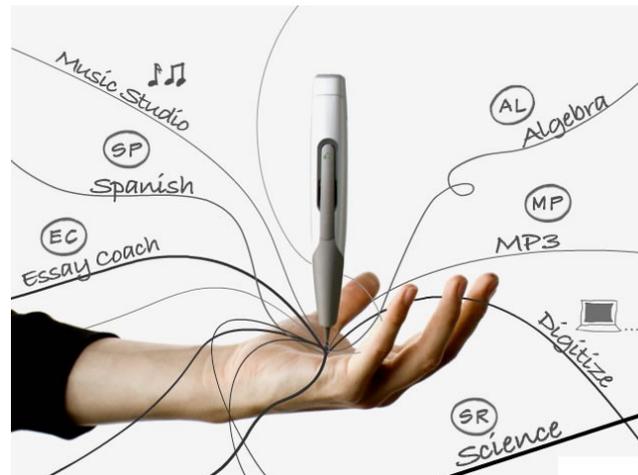


Abbildung 10: FLY Fusion Pentop von LeapFrog mit den FLYcons [Lea08]

Der FLY Fusion Pentop basiert auf Anoto und erweitert das Anwendungsspektrum um sogenannte FLYcons: FLYcons sind auf Papier gezeichnete Symbole, welche Funktionen des Stiftes aufrufen (Abbildung 10). So lässt sich beispielsweise ein Taschenrechner aktivieren, der handgeschriebene Aufgaben berechnet [Lea08].

Paper Augmented Digital Documents

Paper Augmented Digital Documents (PADD) verwendet ebenfalls Anoto [G03]. Das Ziel von PADD ist es, eine Ko-Habitation zwischen der digitalen und der Papier-Welt herzustellen, ohne dabei der digitalen Vorzug zu geben. Bei PADD werden in einer Datenbank alle Dokumente digital registriert und mit einem Teilbereich des Anoto-Musters versehen. Daraufhin kann man die Dokumente ausdrucken und mit einem Anoto-Stift bearbeiten. Bei der Bearbeitung mit dem Anoto-Stift werden die Daten den digital vorliegenden Dokumenten zugeordnet und liegen somit analog und digital vor.

PapierCraft

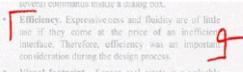
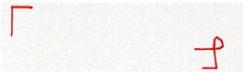
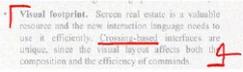
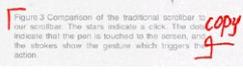
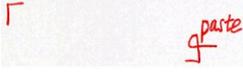
Operation	Command on Page 1	Command on Page 2
Excerption		
Excerption with keyword		
Excerption with cmd name		
Hyperlink		
Stitching		

Abbildung 11: Die verschiedenen Befehle in PapierCraft [GLHH08]

Die Interaktion mit dem Papier wird PapierCraft um einige Funktionen erweitert. PapierCraft erlaubt es dem Anwender, Änderungen an einer papierenen Version zu tätigen und sogleich über die Ergebnisse digital verfügen zu können. Beispielsweise können Befehle wie Kopieren und Einfügen genutzt werden (Abbildung 11). Die Befehle werden durch das Eintragen vordefinierter Zeichen und Gesten in der Papierversion aktiviert.

ModelCraft

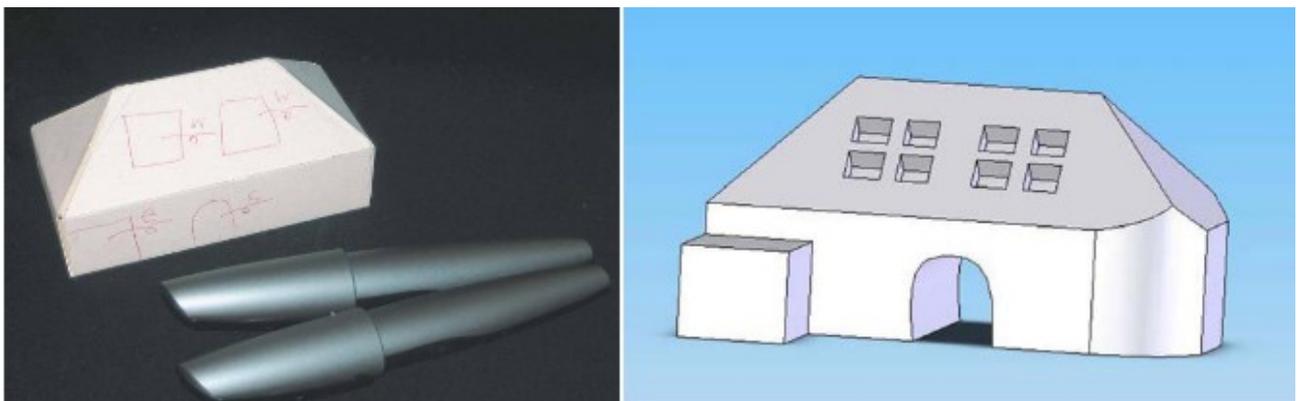


Abbildung 12: Links: Papier Modell mit Annotationen. Rechts: Digitale Umsetzung [GSHL06].

ModelCraft stellt ein konkretes Anwendungsbeispiel für PapierCraft im architektonischen Bereich dar. Auf 3D-Papiermodellen aus Anoto-Papier können Veränderungen vorgenommen werden (Abbildung 12). So können Fenster und Türen auf Papier-Hausmodellen eingezeichnet und mit den ent-

sprechenden Befehlen „Fenster“ oder „Tür“ markiert werden. Nach der Synchronisierung der Daten des Stiftes mit dem Computer liegen die am Papiermodell vorgenommenen Veränderungen auch am digitalen Modell vor.

Vorteile gegen über rein digitalen Ansätzen bieten FLY Fusion Pentop, PapierCraft und ModelCraft vor allem hinsichtlich ihrer Funktionserweiterungen und hybriden Ansatzes. Dieser Aspekt wird im Rahmen der digitalen Integration von Papier und Stift in Affinity Diagram später wieder aufgegriffen. Für detailliertere Ausführungen zu den oben genannten und weiteren Technologien wird des Platzes wegen auf [Biö09a] verwiesen.

2.2 Analyse bestehender Affinity Diagram Programme

In Wissenschaft und Wirtschaft bestehen bereits erste Ansätze zur Digitalisierung des Affinity Diagrams. Um einen Überblick über die Bandbreite bestehender Programme zu erhalten, werden hier für die vorliegende Arbeit relevante Programme kurz vorgestellt und miteinander verglichen, um aus diesem Vergleich erste Ansatzpunkte für die Entwicklung des hier angestrebten Hybrid Affinity Diagram Managers zu erhalten. Als Kontrast dazu wird auch das klassische analoge Affinity Diagram in den Vergleich miteinbezogen, um die Vorteile der digitalen Lösungen aufzuzeigen. Die Ansätze werden anhand der folgenden Eigenschaften verglichen.

Eingabemethode: Wie werden die Ideen in das System eingebunden bzw. eingetragen?

Ressourcen: Welche technischen Werkzeuge werden zur Erzeugung und Darstellung des Affinity Diagrams benötigt?

Speichermethode: Wie und in welchem Umfang wird das Speichern bzw. Fixieren des gewonnenen Affinity Diagram unterstützt?

Speicherversion vs. Original: Gehen durch die Speicherung/ Konservierung des Affinity Diagrams Funktionalitäten verloren?

Visualisierung: Wie wird das Affinity Diagram visualisiert (z.B. grafische Umsetzung gegenüber tabellarische Umsetzung)?

Digitalisierung: Zu welchem Zeitpunkt erfolgt die Digitalisierung der Daten und des Diagramms?

Kollaboration: Ist es möglich das Affinity Diagram durch Kollaboration zu erzeugen bzw. zu bearbeiten?

Schwerpunkt: Wo liegt der Schwerpunkt der Funktionalität des Systems? Gibt es durch den Schwerpunkt eine Rechtfertigung für funktionale Abstriche?

Ganzheitlichkeit: Können alle Aufgaben, welche für ein Affinity Diagram erforderlich sind, mit der vorliegenden Software umgesetzt werden? Gibt es besondere Funktionen, welche das System nicht anbietet?

Highlights: Welche Funktionen sind besonders gut gelöst bzw. zeichnen sich durch einen besonders innovativen Charakter aus?

Folgende Systeme werden an Hand der eben vorgestellten Eigenschaften beurteilt.

StickySorter [MS09a]

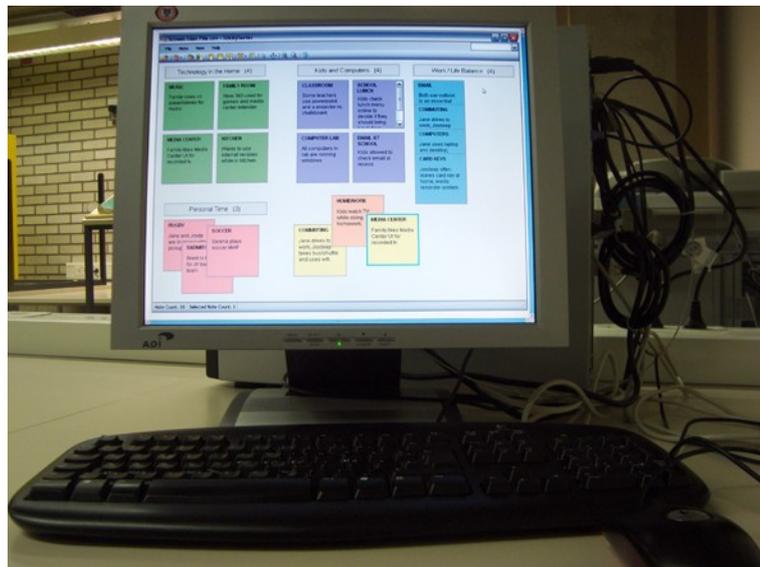


Abbildung 13: StickySorter [Biö09c]

Die Software ist ein Experiment von Microsoft für den Umgang mit Affinity Diagrams bzw. den Ergebnissen von kreativen Sitzungen. Die Software ist gezielt auf Affinity Diagrams ausgelegt, allerdings ist sie ausschließlich digital anwendbar (Abbildung 13). Zudem ist sie nicht für das kollaborative Arbeiten ausgelegt, dem entsprechend kann jeweils nur eine Person die Software bedienen. Dies hat zur Folge, dass bei der Erstellung des Affinity Diagrams jeweils eine Person für die Anordnung der Karten jeweils vor dem Computer sitzen muss, während die anderen Teilnehmer keinen direkten Einfluss darauf nehmen können.

Designers' Outpost [KNFML00]

Abbildung 14: SMART Board mit Designers' Outpost [KNFML00]

Dieses Programm wurde für die Erstellung von Website-Strukturen konzipiert. Das Affinity Diagram wird dabei wie im klassischen Affinity Diagram vollständig von Hand erstellt. Jede Seite der Website wird mittels eines Post-it dargestellt. Verknüpfungen zwischen den Seiten werden als Verbindungen zwischen den Post-it visualisiert, wodurch die Struktur der Website sichtbar wird. Das Diagramm wird auf einer Projektionswand erstellt, dem sogenannten SMART Board (Abbildung 14). Die Post-it werden direkt auf die Projektionswand geheftet. Das SMART Board wird dabei mit mehreren Kameras erfasst. Diese lesen die Position der Post-it und deren Inhalte aus und digitalisieren sie. Der analoge Teil des Diagramms an der Wand wird durch digitale Inhalte wie Verbindungen zwischen den Seiten ergänzt, welche auf direkt auf die Wand projiziert werden. Der digitale Teil des Diagramms kann dabei direkt am SMART Board manipuliert werden. Dies geschieht unter anderem mittels speziellen Stiften, deren Position das drucksensitive SMART Board direkt detektiert. Der wesentliche Nachteil von Designers' Outpost ist der technische Aufwand (SMART Board, Kameras, Stifte etc.). Auch die Schwierigkeiten der Verdeckung des von den Kameras zu erfassenden Bildes stellen ein Problem dar.

Contextual Design Tool (CDTool) [HBW05]

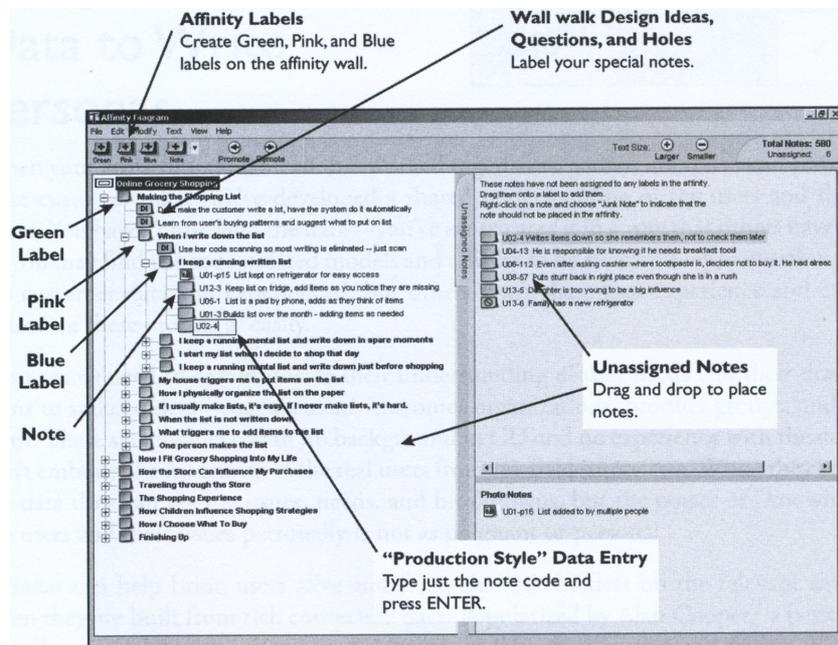


Abbildung 15: Bildschirmansicht des CDTool [HBW05]

Dieses Tool dient der Fortsetzung der Feldphase¹ im Rahmen des Contextual Design. Nach der Feldphase liegt meist eine große Menge von Daten vor. Diese werden von Hand in das Programm übertragen. Die Daten werden auf Karten ausgedruckt und klassisch in einem Affinity Diagramm sortiert und hierarchisiert. Die resultierende Struktur wird anschließend auf die digitalen Daten übertragen. Im CDTool wird die Ordnung und Hierarchie mittels einer Listenstruktur bzw. eines Baumes dargestellt (Abbildung 15). Die gespeicherte Struktur entspricht somit nicht der ursprünglichen Visualisierung als Affinity Diagramm. Die Entwicklung dieses Programms wurde eingestellt.

¹ Im Contextual Design werden die zu strukturierenden Daten in einer vorbereitenden Feldphase, dem *Contextual Inquiry*, gesammelt, bevor sie nach der klassischen Methode des Affinity Diagramm bearbeitet werden.

SmartDraw [Sma09]

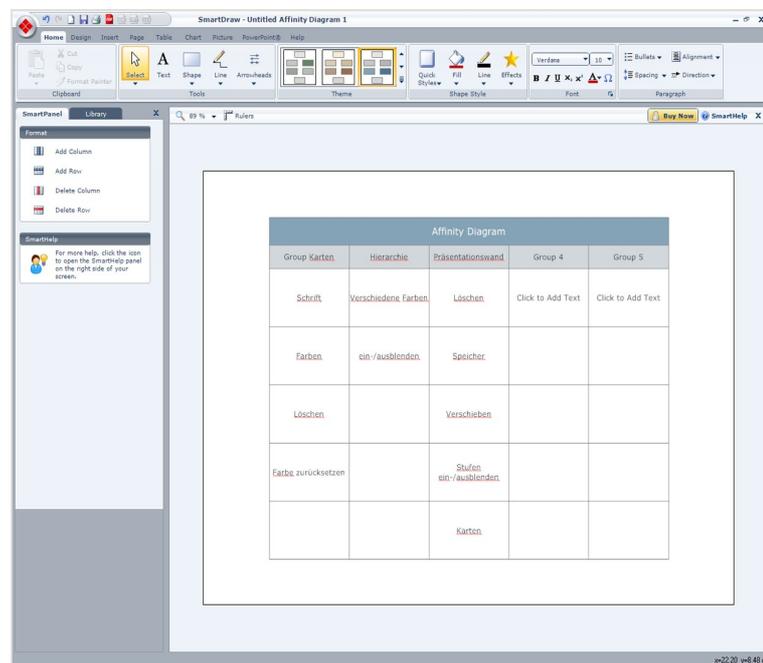


Abbildung 16: Screenshot von SmartDraw [Biö09c, Sma09]

Das Programm ist tabellarisch aufgebaut und auf die Gestaltung von Diagrammen im Allgemeinen ausgelegt. Der Teil des Programms, welcher sich mit dem Affinity Diagram befasst, ist nur auf die Präsentation der Ergebnisse ausgelegt. Die Diagrammarbeit selbst (z.B. Sortierung der Notizen) wird nicht unterstützt. Die einzelnen Notizgruppen werden in Spalten dargestellt (Abbildung 16).

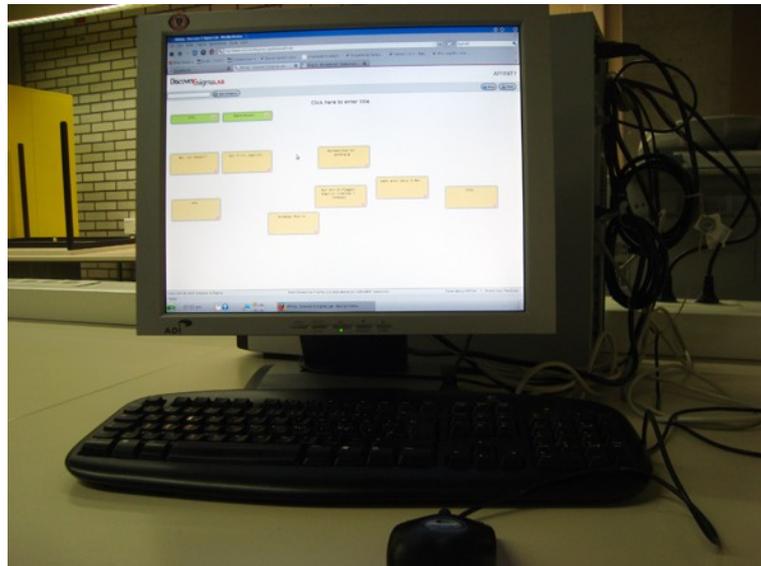
Discover6Sigma [Dis09]

Abbildung 17: Discover6Sigma [Biö09c]

Dies ist ein Onlinetool. Die Daten können bei der Ideenfindung online auf Karten geschrieben werden und dort sortiert und hierarchisiert werden (Abbildung 17). Es ist rudimentär gehalten und entspricht den Grundfunktionen von StickySorter. Ein kollaboratives Arbeiten wird in diesem Programm nicht unterstützt.

Ein problematischer Aspekt der meisten Lösungen ist das Speichern des erstellten Affinity Diagrams. Die visuelle Struktur des Diagrams wird beim Prozess des Digitalisierens, Speicherns und Öffnens nicht erhalten oder in der Funktionalität eingeschränkt (Discover6Sigma). Dadurch wird die Weiterbearbeitung des Diagramms oft erschwert. StickySorter bildet eine Ausnahme, da die Lösung rein digital ist und beim Speichern keine Verluste aufweist.

Alle vorgestellten Ansätze außer Designers' Outpost unterstützen die kollaborative Arbeit nicht direkt, da die dabei verwendeten digitalen Werkzeuge auf die Benutzung durch nur eine Person ausgelegt sind.

Obwohl bei den meisten Ansätzen sowohl mit Papier und digital gearbeitet wird, bieten diese nur eine beschränkte hybride Arbeitsweise. Der Übergang von analog zu digital weist hohe Reibungsverluste auf. Einzig Designers' Outpost stellt hier eine Ausnahme dar.

In Tabelle 1 sind die Ansätze anhand der genannten Eigenschaften verglichen.

	Inputmethode	Ressourcen	Speichermethode	Speicherversion vs. Original	Visualisierung	Digitalisierung	Kollaboration	Schwerpunkt	Ganzheitlichkeit	Highlights
StickySorter	Digital Tastatur Maus	PC	Ja, Datei	100%	Monitor	Am Anfang	nein	Digital	Kollaboration wird nicht unterstützt.	Karten haben Vor- und Rückseite
Designers Outpost	Analog, Papier Stift	Kameras, Präsentationswand, PC, Stifte, Karten (SMART Board)	Ja, Datei	100%	Projektion mit SMART Board	Beim an die Wand pinnen	Optimal gegeben		Gebrauch von Papier und Stift.	Papier und Stift werden gut unterstützt
CDTool	Anfangs: Analog, Papier und Stift Später: Digital, Tastatur und Maus	Stift, Karten und PC	Ja, Datei	0% nur Abschrift	Pinnwand	Nach Erstellung des Diagramms.	Optimal gegeben	Tabelle	Diagram nur als Tabelle gespeichert.	
SmartDraw	Digital Tastatur Maus	PC	Ja, Datei	100%	Monitor	Am Anfang	nein	Digital/ Tabelle	Keine Unterstützung für die Gruppierung der Karten.	
discover6sigma.org	Digital Tastatur Maus	PC/Browser	Ja, Druckversion	Statisch, Ausdruck	Monitor	Am Anfang	nein	Digital/ Web	Keine Nachbearbeitung möglich. Nur zwei Hierarchieebenen möglich	
Affinity Diagramm (klassisch)	Analog Papier Stift	Stifte, Karten, Präsentationswand	Nein	Nicht vorgesehen	Pinnwand	Nach Erstellung des Diagramms	Optimal gegeben	Analog, Papier und Stift	Keine Speichermöglichkeit. Keine Nachbearbeitung möglich	

Tabelle 1: Übersicht der Programme mit ihren Eigenschaften

2.3 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurden im ersten Teil existierende Technologien beschrieben, welche durch ihre reibungsarme digitale Integration von Papier und Stift eine gewisse Hybridität ermöglichen können. Im zweiten Teil wurden digitale Werkzeuge zur Unterstützung der Arbeit mit Affinity Diagrams verglichen. Keiner dieser Ansätze konnte den Ansprüchen bzgl. Kollaboration, Hybridität und Einfachheit genügen. Der Ansatz von Designers' Outpost ist zwar viel versprechend, scheint aber aufgrund seiner technischen Komplexität nicht alltagstauglich. In den folgenden Kapiteln wird daher der Versuch unternommen, ein hybrides System für Affinity Diagrams zu entwerfen, welches keine Reibungsverluste aufweist, Kollaboration unterstützt und technisch nicht aufwändig ist.

3. Konzeptionelles Design

Aus den vorangehenden Überlegungen zu einem Hybrid Affinity Diagram Manager ergeben sich folgende Ziele für die vorliegende Arbeit: Der Arbeitsprozess bei der Erstellung des Affinity Diagram soll so reibungsfrei wie möglich sein. Darüber hinaus sollen weitere Funktionen eingebunden werden, die nur in der digitalen Welt verfügbar sind. Diese Funktionen sollen vor allem die Möglichkeiten der digitalen Nachbearbeitung erweitern und ergänzen. Um dies zu gewährleisten, darf die Digitalisierung kein zusätzlicher Schritt sein, sondern soll parallel im Hintergrund ablaufen. Die Erstellung des Affinity Diagrams darf dabei aber nicht gänzlich digital erfolgen, da sonst die Vorteile der Verwendung von Papier und Stift verloren gehen würden und wiederum Reibung entstünde. Begründen lässt sich dies dadurch, dass sich Papier und Stift bis anhin als äußerst gute, wenn nicht die Hauptwerkzeuge zur Visualisierung von Kreativem bewährt haben [Bra96, BR98, KNFML00]. Dem entsprechend stellt ein hybrides System die Optimallösung dar. Mit einem solchen System wird den Anwendern eine Plattform geboten, die zum einen das haptische kreative Arbeiten optimal unterstützt, zum anderen ein Ausbremsen durch systembedingte Hindernisse vermeidet. In diesem Kapitel werden die Anforderung, potentielle Anwendungsfälle, Teilziele und ein erster grafischer Entwurf vorgestellt.

3.1 Anforderungen

Das Spektrum der Funktionen, welches eine erste Realisierung des Hybrid Affinity Diagram Managers anbieten sollte, ist im Rahmen der vorliegenden Arbeit auf das Wichtigste zu beschränken. Deshalb sollen zunächst die allgemeinen Affinity Diagram Funktionen gemäß „The Memory Jogger Plus+“ von Brassard [Bra96] umgesetzt werden. Dabei bietet es sich an, den Vorgaben von „Contextual Design“ von Holtzblatt und Beyer [BH98, HBW05] im Sinne eines praktischen Leitfadens zu folgen. Dadurch sollte eine reibungslose Anwendung des Systems gewährleistet sein, ohne wesentliche Funktionen zu unterschlagen, aber zugleich den Umfang nicht Überborden zu lassen.

Basisbestandteile sind gemäß **Brassard** [Bra96] lediglich Karten (2,5x7,5 Zentimeter oder 7,5x7,5 Zentimeter), Stifte zum Beschriften, eine Wand zum Aufhängen der Karten und eine Personengruppe für den kreativen Input. Die Karten können dabei mit Ideen aus einem Brainstorming gefüllt werden (zur ausführlichen Beschreibung des Vorgehens siehe Abschnitt 1.4.1). Ergänzend zur Kartenbeschriftung werden alle Ideen auf einem Flipchart gesammelt und somit gespeichert. Nach der Anfertigung der Karten wird, wie in 1.4 besprochen, das Diagramm erstellt.

Im Bereich des **Contextual Designs** wird die Anwendung des Affinity Diagrams etwas strukturierter verwendet und gibt dadurch eine gute Richtlinie für den praktischen Einsatz. Die Daten werden von Hand digitalisiert und anschließend auf Post-it ausgedruckt. Hier entsteht eine erste digitale Fassung, welche allerdings Reibungsverluste mit sich bringt. Während des Diagrammaufbaus werden die Notizen der Post-it häufig noch handschriftlich mit Stiften durch neue Daten/Ideen oder Artefakte ergänzt [BH98, HBW05]. Für die Karten gibt es je nach Hierarchiestufe eine andere Farbe zur Visualisation: Gelb ist für die unterste, dann Blau, Rosa und für die oberste Stufe Grün [HBW05]. Für die Erstellung des Diagramms wird empfohlen, einen Großteil der Wände des Zimmers zur Verfügung zu stellen, in welchem die Erarbeitung des Affinity Diagram stattfindet [HBW05]. Dies ist auch notwendig, in Anbetracht dessen, dass bei Contextual Design mit bis zu 1'500 Karten gearbeitet wird und dem entsprechend das daraus entstehende Diagramm sehr groß wird [HBW05]. Wenn die Karten zu einem hierarchischen Diagramm geordnet wurden, wird dieses von Hand für die Weiterverarbeitung digitalisiert und steht dann in tabellarischer Form zur Verfügung. Kurz gefasst bedeutet dies, dass die Basisfunktionen des Contextual Design folgendes umfassen: Einen Farbcode zur Sichtbarmachung von Hierarchien, die Option zur erneuten Bearbeitung bereits digitalisierter Notizen/Karten und eine möglichst großformatige Präsentationswand.

Die Minimalanforderungen nach Brassard, Holzblatt und Beyer an ein Affinity Diagram-System sind zusammengefasst folgende:

- Bearbeitung in der Gruppe.
- Mit Stiften beschreibbare Karten.
- Eine großformatige Darstellungsfläche, die von allen Nutzern eingesehen werden kann und Platz für eine Vielzahl von Karten bietet.
- Digitalisierung synchron zur Beschriftung (Einsparung des Flipchart, Vermeidung von Reibungsverlusten durch die manuelle Digitalisierung).
- Möglichkeit der erneuten Bearbeitung der Karteninhalte nach der Digitalisierung.
- Darstellungs-/ Organisationsoption für verschiedene Hierarchiestufen, entweder durch Kartenfarben (alternativ wären auch unterschiedliche Stiftfarben denkbar, allerdings sind diese nicht so schnell erkennbar auf den geforderten großformatigen Darstellungsflächen).

3.2 Anwendungsfälle (Use Cases)

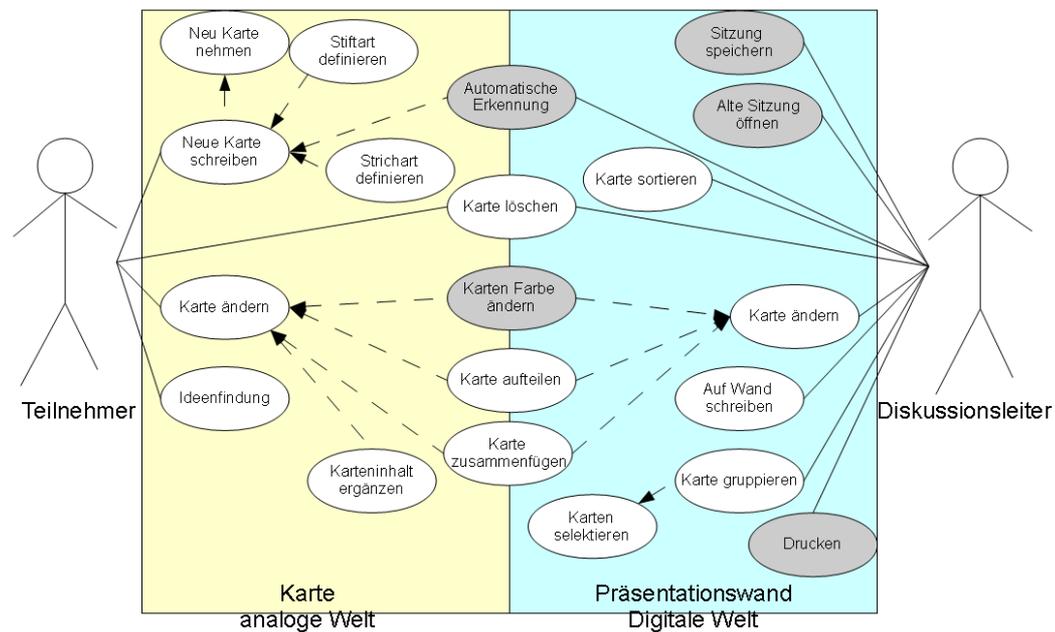


Abbildung 18: Use Case Diagramm zu ein paar ausgewählten Fällen [Biö09c]

Auf der Basis von den in 2.1 dargestellten Anforderungen lassen sich verschieden Use Cases entwerfen. Für eine bessere Übersichtlichkeit sind die Use Cases in vier Hauptgruppen unterteilt:

- Ideenfindung bzw. Verschriftung der Ideen
- Zeigen der Karten, Karteninhalte den anderen Teilnehmern zugänglich machen
- Diskussion der Karten: Betrachten und Gruppieren der Karten
- Administrative Use Cases: Öffnen und Speichern von fertigen Affinity Diagrams.

Die folgenden Use Cases umfassen nicht vollständig alle Möglichkeiten, da dies den Rahmen der Arbeit sprengen würde. Viele Use Cases basieren dabei auf gängigen Grafik- und Präsentationsprogrammen, da hier die Interaktionen in vielen Arbeitsabschnitten gleich und somit adaptierbar sind. In Abbildung 18 sind ein paar ausgewählte Fälle grafisch dargestellt. Grau hinterlegte Fälle sind rein digitale Anwendungsfälle.

3.2.1 Ideenfindung

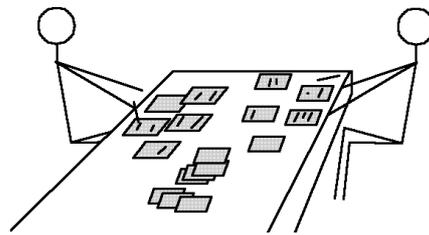


Abbildung 19: Erstellen der Karten [Biö09c]

Die Ideen und Fakten für das Affinity Diagram können aus verschiedenen Quellen stammen und stellen den Vorlauf der Methode dar, welcher sich in den später benötigten Funktionen niederschlägt. Generell kann man zwischen drei Vorgehen unterscheiden. Wie in 3.1 bei Contextual Design beschrieben, können die Karteninhalte aus Voruntersuchungen bestehen. Müssen die Inhalte für die Karten noch generiert werden, sind zwei Ansätze denkbar. Der erste besteht darin, dass die Teilnehmer jeder für sich seine Ideen und Fakten auf Karten verschriftet. Der zweite besteht darin, dass im Plenum die Inhalte generiert werden wie z.B. beim Brainstorming. Die beiden Varianten können auch wie in der 6-3-5-Methode kombiniert werden [Bra96] (Abbildung 19).

3.2.2 Verschriften der Ideen

Die Use Cases zur Verschriftung sind in der Tabelle 2 dargestellt.

Schreiben	Ideen verschriften
Zeichnen	Skizzen und Zeichnungen erzeugen
Stiftspitze	Die Art der Stiftprofils definieren bzw. Stift wechseln
	<ul style="list-style-type: none"> • Farbe Farbe definieren • Struktur Struktur der Spitze definieren (Fein, dick, gestrichelt, durchgehend)
Neu	Neue Karte verwenden
Löschen	Karte löschen
Karten-Farbe	Hintergrundfarbe der Karte definieren
Stufe	Hierarchiestufe der Karte definieren
Neuer Benutzer/ Stift	Einen neuen/ zusätzlichen Benutzer/Stift registrieren
Mehrere Benutzer/ Stifte auf einer Karte	Eine Karte durch mehrere Benutzer/Stifte beschriften
Zerschneiden	Karte in zwei oder mehr Teile zerschneiden

Zusammenfügen	Zwei oder mehr Karten zu einer zusammenfügen
Metadaten	Eigenschaften zur Karte selbst und deren Entstehung protokollieren
	<ul style="list-style-type: none"> • Benutzerkennung Benutzer, welche die Karte bearbeitet haben, registrieren • Stiftidentifikation Verwendeten Stift registrieren • Zeitstempel Zeitpunkte der Erstellung und der einzelnen Bearbeitungszeitpunkte der Karte registrieren

Tabelle 2: Use Cases zur Verschriftung der Ideen

3.2.3 Karten darstellen

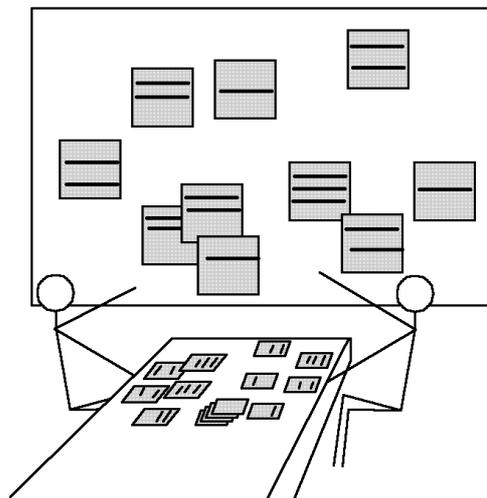


Abbildung 20: Karten werden dargestellt [Biö09c]

Die anfangs in 2.1 erläuterten Arten der Ideenfindung haben einen Einfluss auf das Anzeigen der Inhalte (Abbildung 20). Dabei gibt es drei darauf aufbauende unterschiedliche Varianten:

- Die geschriebenen Karten werden erst nach der vollständigen Erstellung aller Karten gezeigt. Dies unabhängig davon, ob die Inhalte der Karten in einer Felduntersuchung oder bei der Affinity Diagram Sitzung entstehen [HBW05].
- Jede Karte wird ad hoc automatisch angezeigt. Jeder Teilnehmer weiß stets, was die anderen schreiben, auch wenn die Karte noch nicht fertig geschrieben ist. Diese Variante ist äquivalent zur Kombination von Flipchart und Karten gemäß Brassard [Bra96].
- Die Karten werden einzeln, aber erst wenn sie fertig sind, gezeigt bzw. die Anzeige wird vom Teilnehmer gezielt ausgelöst. Dies in Anlehnung an Brainwriting und die 6-3-5-Methode [BR98].

Ergänzend zur Anzeige von den Karten kann der Inhalt der Karten durch den Computer automatisch ausgewertet werden. Dies erlaubt es z.B. den Text, welcher geschrieben wird, nicht handschriftlich sondern maschinengeschrieben darzustellen. Zudem können auch Formen wie Kreise oder Dreiecke erkannt und somit als geometrisch korrekte Zeichnungen dargestellt werden. Der Zeitpunkt und die Auslösung der Konvertierung muss dabei beachtet werden:

- Das Geschriebene wird ohne Zutun vom Benutzer automatisch konvertiert.
- Der Benutzer löst die Konvertierung nur für Teile des Inhaltes aus.
- Der Benutzer löst die Konvertierung gezielt für eine Karte aus.
- Der Benutzer löst die Konvertierung für alle Karten gleichzeitig aus.
- Der Computer bekommt vom Benutzer handschriftliche Befehle zur sofortigen Auslösung.
(in Anlehnung an PapierCraft)

3.2.4 Diagramm Diskussion

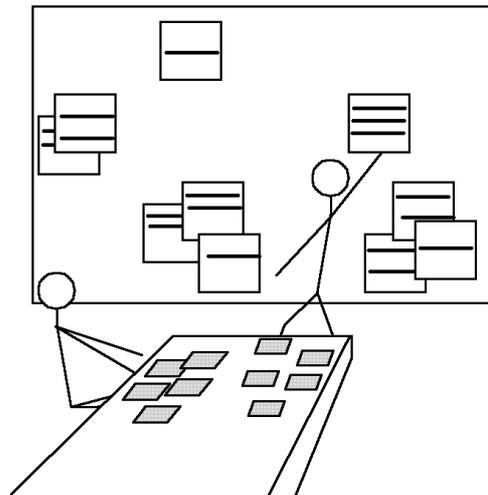


Abbildung 21: Diskussion der Karten

Die Erstellung und Diskussion des Diagramms bzw. der Karten kann in drei Bereiche unterteilt werden:

- Editieren, Durchsuchen und Ergänzen der Karten
- Gruppierung der Karten
- Verschieden Ansichten des Diagramms

3.2.4.1 Editieren, Durchsuchen und Ergänzen der Karten

Zur Übersichtlichkeit werden die Use Cases tabellarisch in Tabelle 3 dargestellt.

Linie zeichnen	Linie oder Konnektor wird erstellt, um Zusammenhänge darzustellen.
Neues Formobjekt generieren	Kästen, Kreise oder andere geometrische Objekte werden erstellt.
Objekt selektieren	Kartenobjekt oder Formobjekt wird ausgewählt, dies auch durch ein Marquee oder Lasso.
Objekt verschieben	Objekt wird im Raum neu alloziert.
Objekte verknüpft	Objekte werden miteinander verknüpft.
Farben der Objekte ändern	Die Hintergrundfarbe der Objekte wird verändert.
Inhalt der Karte ändern	Inhalte einer Karte wird nach Anbringung der Karte an der Wand nachträglich geändert.
Schrifterkennung	Handgeschriebenes wird in maschinengeschriebenem Text dargestellt.
Inhaltserkennung	Text und Objekt wird als solche erkannt, getrennt betrachtet und in eine digitale Repräsentation konvertiert.
Löschen	Teile der Karteninhalte werden einzeln gelöscht.
Löschen der Karte	Karte wird aus dem Diagramm entfernt.
Suche von Text oder nach Objekten	Karten werden anhand eines Textes oder Wortes durchsucht und hervorgehoben.
Anderes Diagramm einfügen	Karten und Struktur aus einem anderen Diagramm werden angezeigt oder vollständig eingebunden.
Anderes Diagramm parallel anzeigen	Anderes Diagramm wird zum Vergleich parallel angezeigt.
Neues Textobjekt generieren	Text wird nicht innerhalb einer Karte, sondern davon unabhängig generiert z.B. als Notiz oder Kommentar.
Neue Karten an der Wand generieren	Eine neue Karte wird, ohne papierenes Adäquat, neu erzeugt.
Verbale Diskussion aufzeichnen	Der Diskurs der Teilnehmer während der Erstellung wird aufgezeichnet (Dokumentation).
Interaktion mit der Wand aufzeichnen	Die visuelle Entstehung des Diagramms wird aufgezeichnet, um den Verlauf der Diagrammentwicklung nachzuvollziehen.

Tabelle 3: Use Cases zu Editieren, Durchsuchen und Ergänzen der Karten

3.2.4.2 Gruppieren der Karten

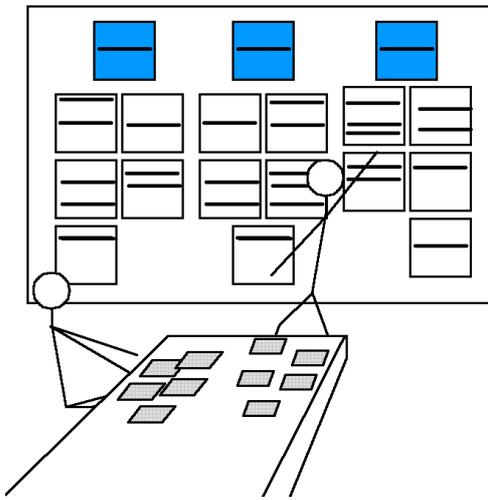


Abbildung 22: Erstellung der Gruppen aus den Karten [Biö09c]

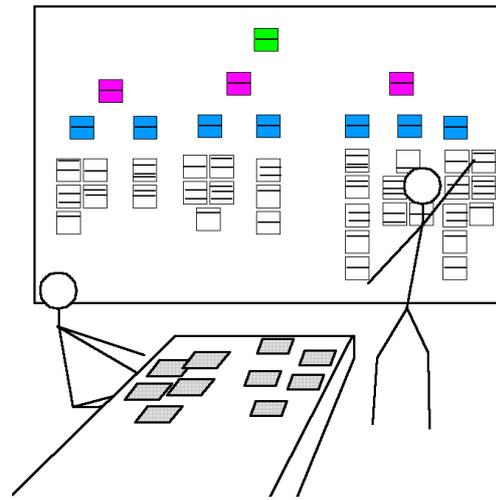


Abbildung 23: Gruppierung der Gruppen [Biö09c]

Das Gruppieren der Karten ist ein wesentlicher Bestandteil bei der Erstellung des Affinity Diagrams, denn nur so kann das Diagramm die Affinitäten und die Hierarchien zwischen den Karten richtig darstellen. Durch die Gruppierung wird eine Kartengruppe selbst zu einem Objekt und lässt auch eine schnellere Manipulation zu. Zu den Use Cases im Bereich Gruppierung gehören unter anderem:

- Miteinander verknüpfte Objekte zu einer Gruppe zusammenfassen (Abbildung 22 und 23)
- Objekte mit einer Mausgeste ohne explizite Verwendung eines Lassos selektieren und zu einer Gruppe zusammenfügen.
- Objekte aus einer Gruppe lösen.
- Karten automatisch anordnen anhand z.B. eines Gitters.
- Karten automatisch sortieren nach deren Inhalt.

3.2.4.3 Verschieden Ansichten des Diagramms

Die Betrachtung und visuelle Interaktion der Anwender mit den Karten und dem Diagramm kann auf verschiedenen Arten vollzogen bzw. unterstützt werden. Die Use Cases sind der Tabelle 4 gesammelt.

Zoom	Rein- und rauszoomen zur besseren Übersicht
Scrollen	Die Ansicht auf den Inhalt wird nach oben, unten, links oder rechts verschoben.
Schwenken	Bei 3D dargestellten Inhalten wird nach links oder rechts geschwenkt
Kippen	Bei 3D dargestellten Inhalten wird dieser nach oben oder unten gekippt, um z.B. hintereinander liegende Karten besser darzustellen
Objekt verstecken/zeigen	Objekte können einzeln ein- oder ausgeblendet werden.
Toolbox	Alle Elemente auf der Wand zeigen eine Toolbox beim Drüberfahren mit einem Zeiger.

Tabelle 4: Use Cases zu den Ansichtsmanipulationen des Diagrammes

3.2.4.4 Speichern, Öffnen und Nachbearbeitung

Als abschließende Use Cases werden hier noch kurz die administrativen Use Cases dargestellt.

- Diagramm wird gespeichert.
- Exportieren des Diagramms, damit es auch in einem anderen Programm weiterverarbeitet werden kann.
- Öffnen von schon bestehenden Diagrammen.
- Digitale Nachbearbeitung dank elektronischer Verfügbarkeit des Diagramms, dies auch unabhängig von einer großen Präsentationswand.
- Ausdrucken des fertigen Diagramms wieder auf Papier.

3.3 Teilziele

Aus den oben genannten Ideen und Use Cases werden hier nun die Kriterien für das umzusetzende System ausgewählt und definiert. Diese sollen den Rahmen für das System bilden werden hier tabellarisch dargestellt 5.

Hybrid	Eine Kombination aus Stift, Papier und Computer. Dadurch werden die Vorteile der analogen und der digitalen Welt verwendet und Synergien können erzielt werden, wodurch das Arbeiten erheblich vereinfacht und effizienter gestaltet wird.
--------	--

Papierkarten	Karten sollen aus Papier sein und mit einem Stift beschrieben werden können. Durch die Prämisse der Hybridität muss die Eingabe auf Papier erfolgen. In Anbetracht dessen, dass im Affinity Diagramm die Ideen auf Karten verschriftet werden, bleiben hier für die Anwender bekannte Abläufe möglichst natürlich erhalten. Dadurch werden Umgewöhnungsbedarfe und Anpassungen auf Anwenderseite vermieden.
Digitale Präsentationswand (EADM)	Die Präsentation des Diagramms soll digital erzeugt werden. Dadurch werden dem Anwender alle Vorteile der digitalen Welt und somit erheblich mehr Möglichkeiten zur Verfügung gestellt als in einer papierene Version. Durch die digitale Präsentation wird dem Anwender zudem unbeschränkt viel Platz für das Diagramm geboten.
Reibungslose Digitalisierung	Die Digitalisierung soll ohne Zutun vom Anwender von statten gehen und dadurch jeglichen Zusatzaufwand vermeiden. Daraus ergeben sich die folgenden zwei Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"> • Virtuelles Erzeugen der Karten automatisch • Synchronisation des Inhaltes automatisch
Kartenfarbe ändern	Die Farbe der Karte soll die zugehörige Hierarchiestufe visualisieren. Dafür soll sie entweder direkt auf der Karte alloziert werden oder auch nachträglich an der Wand geändert werden können: <ul style="list-style-type: none"> • An der Wand auslösen • Auf der Karte auslösen
Speichern	Für die weitere Verarbeitung soll das Diagramm ohne zusätzlichen Aufwand schnell konserviert werden können, um für einen späteren Zeitpunkt wiederverwendbar zu sein.
Öffnen	Die gespeicherten Diagramme sollen zur Weiterbearbeitung oder Betrachtung wieder zur Verfügung gestellt werden können.
Positionierung der Karte	Um die Affinität der Karten zu visualisieren, müssen die Karten zueinander hin verschoben werden. Dies bedingt, dass die Karten beweglich sind.

Hierarchie ein- / ausblenden	Verschiedene Hierarchiestufen sollen ein- und ausgeblendet werden können. Dadurch kann der Fokus auf einzelne Stufen vereinfacht werden.
Begriffssuche	Die Karten sollen nach Wörtern durchsucht werden können. Karten, welche das gesuchte Wort beinhalten, werden im Anschluss an den Suchvorgang visuell hervorgehoben.
Selektieren mit einem Zeigergerät	Zur Manipulation der Farbe oder Position der Karte soll sie selektiert werden können (z.B. mit der Maus). Die Selektion soll sich dabei nicht nur auf eine Karte beschränken, sondern soll auch auf mehrere Karten gleichzeitig vollzogen werden können.

Tabelle 5: Übersicht der Teilziele für das HADM

Wichtig für die Umsetzung des Hybrid Affinity Diagram Manager ist, dass die Lösung der Kombination von digital und analog so einfach und kostengünstig wie möglich sein soll. Das bedeutet, dass der technische Aufwand gering gehalten werden muss und die Anzahl der technischen Hilfsmittel so klein wie möglich sein sollte. Von der komplizierten und aufwändigen Verwendung von Kameras und ähnlichen Werkzeugen ist abzusehen, um somit die Handhabung einfach zu halten.

3.4 Entwurf

Nachdem die Voraussetzungen für das hybride System in den vorangegangenen Kapiteln und Abschnitten dargestellt wurden, sollen diese nun in eine hybride Lösung einfließen.

Die Funktionen des Systems sollen, wie bereits angesprochen, auf die Basisfunktionen beschränkt werden. Diese Basisfunktionen werden um einige ausgesuchte Funktionen erweitert, welche die Möglichkeiten und vor allem die Vorteile der digitalen Integration hervorheben. Dem entsprechend werden hier einige Lösungsansätze präsentiert.

3.4.1 Die Präsentationswand

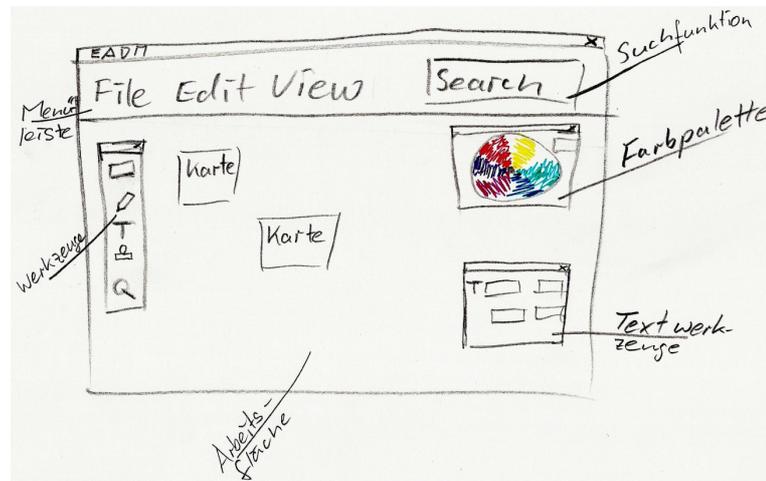


Abbildung 24: Papierentwurf des EADM [Biö09c]

Der digitale Teil des Hybrid Affinity Diagram Managers, die Präsentationswand wird in den folgenden Abschnitten als Electronic Affinity Diagram Manager, kurz EADM, bezeichnet um die hier vorgestellte Lösung klarer von anderen Präsentationswänden abzuheben (Abbildung 24).

Die grafische Benutzeroberfläche für den Bildschirm darf nicht nur auf einen handelsüblichen PC-Monitor ausgerichtet sein, sondern muss auch passend für großflächige Darstellungen bzw. Projektionen konzipiert sein [HBW05]. Dies gewährleistet das kollaborative Erstellen des Diagramms. Steuerungseinheiten müssen folglich nicht nur für z.B. 17" Bildschirme gestaltet sein, sondern auch auf Flächen mit einer Diagonale von 303" gut bedienbar sein. Da die Benutzung auf beide Größen ausgelegt sein soll, bietet es sich hier an, die Visualisierung skalierbar zu machen.

Die jeweiligen Steuerelemente und das Graphical User Interface (GUI) werden in Anlehnung an geläufige Programme, vor allem Grafikprogramme, entworfen, da diese gut erprobte Konzepte bereitstellen und allgemein akzeptiert sind. Durch die Größe der Wand wird zudem eine flexible Anordnung der Werkzeugelemente angestrebt, um je nach Anwenderbedarf Anpassungen machen zu können. Dem entsprechend sollen die Werkzeuge in Widgets oder Contentmenues verpackt werden.

3.4.2 Die Karte

Um eine engere Verknüpfung zwischen dem Papier und dem Computer zu erhalten, wurden auf den Karten Interaktionsfelder für verschiedene Funktionen erstellt. Dadurch kann der Anwender dem Computer spezielle Befehle schicken, welche sich nicht auf Papier ausführen lassen. So kann er die Möglichkeiten der digitalen Welt ohne große Umschweife über eine Tastatur oder eine Maus ausführen. Die Felder sind auf allen Karten vorhanden und erlauben somit ein schnelles Bearbeiten und

ähneln dadurch den digitalen Fenstern in graphischen Benutzeroberflächen. Die Interaktionsfelder auf den Karten wurden dabei analog zu virtuellen GUIs am Rand ausgelegt. Alternativ kann man

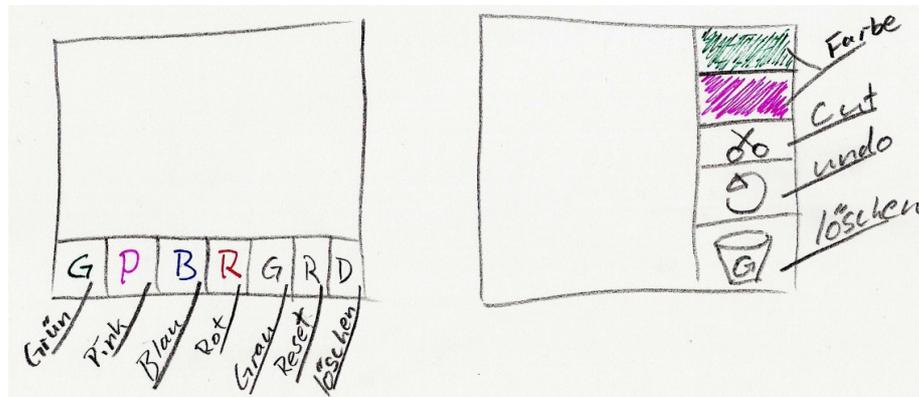


Abbildung 25: Skizzen von zwei Varianten für das Layout der Karten und der Interaktionsfelder [Biö09c]

auch eine zentrale Werkzeugpalette bereitstellen. Eine solche Werkzeugpalette ersetzt dann die Interaktionsfelder auf den Karten, bietet aber die gleichen Funktionen an. Als Folge entsteht zwar mehr Platz auf den Karten, dafür gibt es aber jeweils einen Umweg über die Palette und somit Reibung. Es wurde zugunsten der Interaktionsfelder auf den Karten entschieden, da diese zum einen Platz sparen, zum anderen sind Computeranwender es gewohnt, Funktionen am Bildschirmrand vorzufinden. Die Felder entsprechen in der vorliegenden Version der Einfachheit wegen nur virtuellen Knöpfen und bieten daher nur rudimentäre Aktionsmöglichkeiten. In den Abbildungen 25 sind verschiedene Varianten für die Darstellung der Knöpfe dargestellt.

3.5 Zusammenfassung

Zu Beginn des Kapitels wurden basierend auf der Definition des Affinity Diagrams Anforderungen an den HADM hergeleitet. Auf diesen Anforderungen aufbauend wurden dann potentielle Use Cases generiert, welche dem hybriden Charakter des Systems genüge tragen. Daraus wurden dann Teilziele und Funktionalitäten für den HADM abgeleitet. Abschließend wurden Entwürfe für das Aussehen der Präsentationswand (EADM) und den Papierkarten vorgestellt.

Nachdem nun die Rahmenbedingungen für das hybride System definiert wurden, wird sich das nächste Kapitel der Umsetzung dieses Konzeptes widmen.

4. Technisches Design und Umsetzung

Im Rahmen dieser Arbeit wurde der Hybrid Affinity Diagram Manager in einem Prototypen umgesetzt. In diesem Kapitel wird die Umsetzung beschrieben, und es werden die dahinter stehenden Überlegungen und Entscheidungen erläutert. Als erstes wird der Zeitpunkt für die Digitalisierung der analogen Daten betrachtet. Danach werden die genauen umzusetzenden Funktionen definiert und den Papierkarten oder der Präsentationswand EADM zugeteilt. Abschließend wird die Architektur und die konkrete Umsetzung mit dessen Ergebnissen dargestellt.

4.1 Entscheidung für den Zeitpunkt der Digitalisierung

Durch die in Abschnitt 3.3 definierten Systembedingungen ist es nötig, dass das Affinity Diagram am Schluss digital vorliegt. Für die Implementation des Systems stellt sich daher die essentielle Frage: Wann soll die Digitalisierung erfolgen?

Um diese Frage zu beantworten, werden zunächst drei bestehende Systeme betrachtet, welche die Digitalisierung zu verschiedenen Zeitpunkten vornehmen und somit drei differente Ansätze aufzeigen. Es wird dabei erkenntlich, dass dieser Zeitpunkt ein wesentliches Falltor in der Interaktion mit dem System ist und dadurch Vor- und Nachteile entstehen. Um die Ansätze vergleichen zu können, unterteilen wir die Erstellung des Affinity Diagrams zunächst in drei Stufen (Abbildung 26).

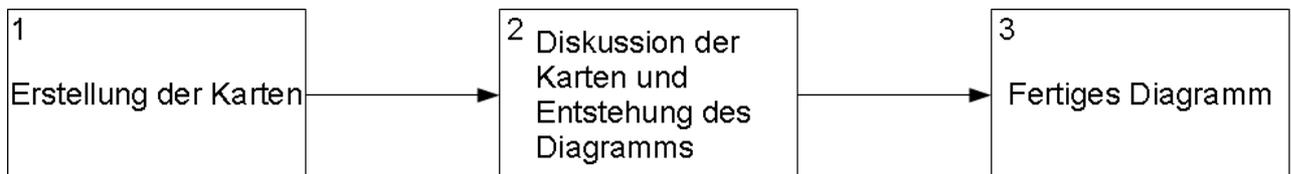


Abbildung 26: Die drei Zeitpunkte der Digitalisierung [Biö09c]

1. **Stufe:** Die Digitalisierung beginnt bei der Erstellung der Karten, wie z.B. bei StickySorter [MS09a]. Das Programm sieht dabei die Erstellung der Karten via Maus und Tastatur vor. Dadurch ist das Diagramm zwar schon von Anfang an, also ab der ersten Stufe (siehe Abbildung 26) digital vorhanden, aber die Eingabe erfolgt nicht mit Papier und Stift. Auf diese Weise gehen die Vorteile von Papier und Stift verloren. Hinzu kommt noch, dass das Programm so ausgelegt ist, dass eine gleichzeitige Benutzung durch mehrere Anwender nicht möglich ist. Damit geht auch der kollaborative Aspekt bei der Erstellung des Affinity Diagram abhanden.

2. **Stufe:** Das Diagramm wird mit einem System wie dem von Designers Outpost[KNFML00] erstellt. Hier wird die Digitalisierung erst auf der zweiten Stufe (siehe Abbildung 26) durchgeführt. Der Vorteil dieses Ansatzes ist, dass die Karten gewohnt mit Papier und Stift beschriftet werden können. Ein Nachteil ist, dass digitale Funktionen erst ab der Diagrammarbeit genutzt werden können.
3. **Stufe:** Das Vorgehen beim klassischen Affinity Diagram beinhaltet nicht explizit eine Digitalisierung des fertigen Diagramms. Diese wird aber trotzdem behelfsmäßig vollzogen, indem das fertige Diagramm auf Stufe drei (siehe Abbildung 26) entweder digital verschriftet wird, wie z.B. bei Contextual Design in Form einer Tabelle, oder mit einer digitalen Kamera abfotografiert wird. Der Vorteil bei diesem Vorgehen ist, dass der Anwender von Anfang an mit Papier und Stift arbeiten kann und er sich nicht um ein zusätzliches System kümmern muss. Der Nachteil ist aber, dass der Anwender am Schluss die Digitalisierung von Hand extra anfertigen muss und diese evtl. in einem ungünstigen Format vorliegen hat, welches eine Weiterverarbeitung oder Umstrukturierung erschwert. Zudem kann dabei die Arbeit nicht durch technische und digitale System unterstützt werden.

Jeder der oben genannten Fälle hat seine Vorteile, aber keines der Systeme bietet eine einfache Lösung, welche allen in Abschnitt 3.3 dargestellten Anforderungen genügen kann. Die Nachteile der drei Fälle, kein Papier und Stift/ keine reibungslose Digitalisierung/ kompliziertes technisches Setup, überwiegen dabei klar ihre Vorteile. Keines der Systeme ermöglicht von Anfang an, die Inhalte hybrid bereitzustellen. Somit bietet sich keine dieser Lösungen zur Adaption an.

Die Voraussetzungen aus Abschnitt 3.3 verlangen, dass der Inhalt von Anfang an sowohl auf Papier als auch digital vorliegt. Dem entsprechend soll ein simultanes Entstehen beider Repräsentationen, also sowohl digital als auch auf Papier, angestrebt werden. Die Digitalisierung der analogen Inhalte muss auf der ersten Stufe (siehe Abbildung 26) vorgenommen werden. Das bedeutet, dass die Digitalisierung synchron zur Beschriftung der Karten geschehen muss. Der Vorteil dabei ist, dass die Daten von Anfang an in beiden Bereichen vorliegen, und jede Änderung auf dem Papier erfasst werden kann. Der optimale Zeitpunkt für die Digitalisierung ist somit vor der Diagrammarbeit, aber erst nach oder während der Verschriftung der Ideen mittels Karten und Stiften.

4.2 Umsetzung von Karten und Diagramm

Im Folgenden werden wir nicht auf alle möglichen Use Cases eingehen, sondern, wie im Abschnitt 3.3 beschrieben, auf die Basisfunktionalitäten und auf einige im Zusammenhang mit der Digitalisierung nahe liegenden Fälle fokussieren, um deren Potential aufzuzeigen. Die Auswahl erfolgt dabei unter dem Aspekt, mit so wenigen Funktionen und so schnell wie möglich ein brauchbares System zu implementieren. Dabei geht es vordergründig um die Frage, ob ein hybrides System Sinn macht und welche Chancen und Risiken seine Realisierung birgt. Zunächst werden wir den Funktionsumfang der Karten und der Präsentationswand genauer definieren und damit dem jeweiligen Medium zuweisen.

4.2.1 Karten

In der ersten Version werden die Karten lediglich die Beschriftung mit dem Stift erlauben. Dieser Entscheid basiert darauf, dass dadurch die wichtigste Aufgabe der Karte – die Bereitstellung des Inhaltes auf Papier – gewährleistet werden kann und die Einbindung in die Präsentationswand vereinfacht wird.

Im zweiten Schritt werden die Interaktionsfelder auf den Karten zum Auslösen von Funktionen mit eingebunden. Diese sollen die Arbeit mit dem System für den Anwender wesentlich vereinfachen. Die Wahl fiel dabei auf Interaktionsfelder für die Grundfunktionen *Farbe ändern*, *Farbe zurücksetzen* (auf den Ausgangswert) und *Karte löschen*. Dadurch sind alle für die Erstellung der Inhalte des Affinity Diagrams notwendigen Funktionen, wie in Abschnitt 3.3 beschrieben, abgedeckt.

4.2.2 Die Präsentationswand (EADM)

Die Funktionalität des Electronic Affinity Diagram Managers (EADM) ist durch ihre digitale Natur wesentlich umfangreicher als die der Karten. Die Gestaltung der Oberfläche wurde so ausgelegt, dass das Auslösen einer Funktion mit so wenigen Klicks wie möglich erfolgen kann, um den Arbeitsfluss nicht zu unnötig beeinträchtigen. Im Folgenden werden die de facto implementierten Funktionen vorgestellt.

Der EADM erstellt eine **digitale visuelle Repräsentation** der Karte automatisch sobald diese beschriftet wird. Dadurch können alle Anwender immer die Arbeiten aller anderen mit verfolgen und daraus weitere Ideen generieren. Die vorliegende Umsetzung entspricht somit der in Abschnitt 1.4.1 beschriebenen Methode von Brassard [Bra96]. Zudem wird das System der Anforderung der Simultantität gerecht.

Das **Selektieren** einer oder mehrerer Karten soll über die Präsentationswand mit einem Zeigegerät wie zum Beispiel der Maus erfolgen.

Die **Positionierung** der Karten im Diagramm findet auf der Präsentationswand mittels eines Zeigegerätes statt.

Die Karten können direkt auf der Präsentationswand **gelöscht** werden. Dies erfolgt entweder über ein Menü oder durch die Entfernen-Taste auf der Tastatur.

Die **Kartenfarben** können über ein Menü oder direkt anhand von Knöpfen geändert werden. Die Knöpfe haben dabei eine vordefinierte Farbe, um die Implementierung der Funktion zu vereinfachen. Alternativ geht es natürlich auch über die Interaktionsfelder der Karten.

Hierarchiestufen bzw. Karten mit ausgewählter Farbe anzeigen oder verstecken: dies geschieht direkt über bereitgestellte Knöpfe mit den für die Stufen vorgesehenen Farben.

Die **Begriffssuche** wird über den EADM gesteuert. Es wird ein Textfeld zur Eingabe des Begriffes bzw. der Begriffe und ein „Such“-Knopf zum Auslösen der Suche bereitgestellt. Alternativ kann die Suche auch mittels der Eingabetaste direkt im Textfeld ausgelöst werden. Die Suche kann über einen „Clear“-Knopf zurückgesetzt werden. Die Karten, welche den Begriff enthalten, werden visuell mittels eines Rahmens hervorgehoben, die Karten, welche den Begriff nicht enthalten, werden in den Hintergrund gerückt, indem ihre Opazität auf 20% gesetzt wird.

Über das Menü „File“ in der Menüleiste kann, wie von anderen Programmen bekannt und gewohnt, das **Speichern** inklusive der Position und Inhalte aller Karten ausgelöst werden.

Die Dokumente können über das Menü „File“ wieder **geöffnet** werden. Somit kann das Diagramm weiterverarbeitet oder falls gespeichert in seiner ursprünglichen Form betrachtet werden. Alternativ kann dies auch mittels der Standardtastenkombination „Steuerung-O“ ausgelöst werden.

4.3 Technische Umsetzung

Dieser Abschnitt beschreibt die konkrete Umsetzung des in Abbildung 27 beschriebenen Systems.

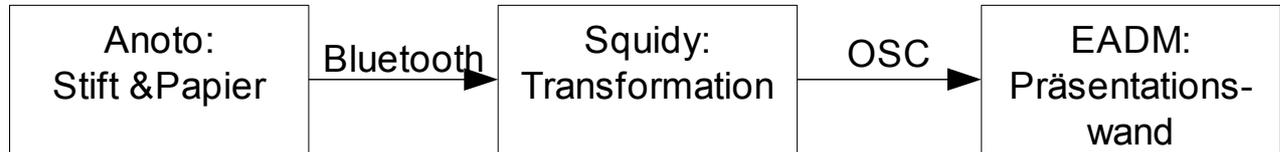


Abbildung 27: Architektur des HADM [Biö09c]

4.3.1 Architektur

Der Hybrid Affinity Diagram Manager besteht aus drei Komponenten: Karten und Stift basierend auf dem Anoto-System, Squidy und EADM (Abbildung 27).

Das Anoto-System stellt die Analog-Digital-Schnittstelle des HADM dar. Während der Benutzer eine Karte beschreibt, werden die entsprechenden Striche vom Anoto-Stift digitalisiert. Die Strichdaten werden synchron via Bluetooth an den Rest des Systems übermittelt, so dass die virtuellen Karten stets die realen Karten widerspiegeln.

Squidy [KWW09] stellt die Schnittstelle zwischen dem proprietären Anoto-System und dem EADM dar. Hier werden die Stiftdaten über Bluetooth empfangen und transformiert bevor sie an den EADM weitergeleitet werden. Squidy nimmt die Transformation vom globalen Anoto-Koordinatensystem in ein Karten-relatives Koordinatensystem vor. Die aufbereiteten Daten werden über OSC, ein Multimediaprotokoll, an den EADM übermittelt.

Der EADM stellt die virtuelle Präsentationswand des HADM dar. Hier werden die Strichdaten verarbeitet und die virtuellen Karten in Echtzeit aktualisiert. Die Karten können während oder nach dem Beschreiben organisiert und eingefärbt werden.

Die Funktionsweise der drei Komponenten wird im Folgenden genauer erläutert.

4.3.2 Stift und Papier

Für die Umsetzung des Systems wurde zugunsten von Anoto als Basistechnologie entschieden. Anoto ist ein einfaches System, welches die Bedürfnisse und Kriterien aus Abschnitt 3.3 sehr gut erfüllt. Es bietet die Möglichkeit, parallel und zeitgleich eine papierene und eine digitale Repräsentation der Inhalte bzw. der Karten zu erstellen. Somit wird die Hybridität gewährleistet ohne Reibung zu generieren. Außerdem bietet Anoto innerhalb ihrer Lizenzvereinbarung ein Software Development Kit (SDK) an für die Integration der Technologie in eigene Systeme und Programme. Der hier verwendete Stift G303 ist von der Firma Magicomm.

Das Anoto-System besteht aus einem Schreibstift mit integrierter Infrarotkamera und einem gemusterten Papier.

Das Papier ist mit schwarzen Punkten für die Kodierung von Koordinaten überzogen. Die Punkte sind 0.15 Millimeter groß und haben eine Dichte von 10 Punkten auf 3 Millimeter und sind auf einem nicht sichtbaren Raster angeordnet. Sechs Punkte reichen jeweils aus, um daraus die zugehörige eindeutige Position auf dem Papier zu berechnen. Mit dem Kodierungsverfahren kann ein jeder Punkt auf einer Fläche von 60 Millionen Quadratkilometer eindeutig zugeordnet werden. Durch die Aufteilung des gesamten Koordinatensystems in kleinere Bereiche ist es möglich, die Koordinaten von verschiedenen Blättern oder Karten von einander zu unterscheiden.

Der Stift kann 100 Koordinaten pro Sekunde erfassen und verarbeiten [Hof08]. Diese Koordinaten können wahlweise entweder im internen Speicher abgelegt werden oder via Bluetooth an ein anderes Gerät verschickt werden. Zusätzlich besitzt der Stift einen Drucksensor, um den Auflagedruck des Stiftes auf dem Papier auszulesen.

Die für die vorliegende Arbeit erstellten Karten sind 7x7 Zentimeter groß und liegen somit nahe an der Größe von 7,5x7,5 Zentimeter von Post-it, welche aktuell als Standard für Kartenarbeit angesehen wird. Diese Kartengröße gewährt auch eine gute Ausnutzung des für diese Arbeit zur Verfügung stehenden Koordinatenraums von fünf A4-Seiten.

Die Nachteile der Wahl des Anoto-Systems für den Prototypen sind die Folgenden: Erstens erhalten die Karten durch das Anoto-Muster einen leichten grauen Stich. Zweitens muss das Drucken der Karten auf hochauflösenden Druckern (mindestens 1200 dpi) erfolgen. Das akkurate Auslesen der Koordinaten ist von der Druckqualität abhängig. Zudem müssen die schwarzen Punkte aus reinem Schwarz sein und dürfen nicht aus einer Mischfarbe bestehen. Diese Schwierigkeiten haben auch schon andere Anwender des Anoto-Systems erfahren [Gui03].

4.3.3 Squidy

Squidy ist ein „Zoomable Design Environment for Natural User Interfaces“ und dient der Einbindung von verschiedenen Eingabegeräten, welche vor allem zum sogenannten Post-WIMP² gehören, und unterschiedlichen visuellen Ausgabegeräten [KWW09]. Zudem ist Squidy eine Umsetzung eines Zoomable User Interface (ZUI) [ZUI09]. Diese Software befindet sich in Entwicklung in der Arbeitsgruppe für Human Computer Interaction an der Universität Konstanz.

2 Post WIMP steht für Technologien, welche das im Xerox Palo Alto Research Center entwickelte Konzept „Windows Icon Menu Pointer“ ablösen bzw. erweitern sollen [ZUI09].

Da das Anoto SDK für diese Arbeit anders als geplant nicht zur Verfügung stand, mussten die Strichdaten über eine andere Schnittstelle Eingang in den EADM finden. Durch eine Kooperation mit der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (ETH) entstand die Möglichkeit, Zugang zu einer Java-Bibliothek zu erhalten, welche die Daten vom Anoto-Stift in Java bereitstellen kann. Mit Hilfe dieser Bibliothek wurde es möglich, in Squidy eine Unterstützung für das Anoto-System als Eingabegerät zu implementieren. Da der Quellcode von Squidy nur dessen Autoren zur Verfügung steht, konnten Erweiterungen von Squidy nicht als Teil der vorliegenden Arbeit durchgeführt werden und mussten von den Autoren des Systems vorgenommen werden. Somit wurde es möglich, die vom Stift generierten Daten dem EADM zur Verfügung zu stellen.

Die vom Stift erzeugten und über Bluetooth versandten Daten werden innerhalb von Squidy aufbereitet. Die ankommenden Koordinaten werden mit vordefinierten Koordinaten von Karten und Interaktionsfeldern verglichen. Bei Übereinstimmung mit den Koordinatenbereichen generiert Squidy die entsprechende Kartenkennnummer bzw. Interaktionsfeldkennnummer. Die Koordinaten werden vom globalen Anoto-System in ein relatives Koordinatensystem der entsprechenden Karte transformiert.

Die Koordinaten und Kennnummern werden über OSC zum EADM geschickt. OSC ist ein Protokoll zur Kommunikation zwischen Computern, Musiksynthesizern und anderen Multimediageräten und wird von Squidy als netzwerkbasierter Ausgabemöglichkeit angeboten.

Zusammengefasst bedeutet dies, dass die Strichdaten auf dem Umweg über Squidy und OSC den EADM erreichen. Ein Nachteil dieser Zwischenstufe ist natürlich, dass damit eine weitere Fehlerquelle in das System eingeführt wird.

4.3.4 EADM



Abbildung 28: Architektur des EADM [Biö09c]

Die digitale Präsentationswand im HADM wird durch den Electronic Affinity Diagram Manager (EADM) realisiert. Der EADM stellt neben den analogen Karten die rein digitale Benutzerschnittstelle des Systems dar.

Für die Umsetzung wurde .NET 3.5 mit dem Grafikframework Windows Presentation Foundation (WPF) verwendet. Der Entscheid für .NET fundiert in der guten Unterstützung von WPF für digitale Tinte³.

Die Hauptkomponenten des EADM sind das OSC-Modul, die Kartenverwaltung, die virtuellen Karten und das Hauptfenster (siehe Abbildung 28).

Das *OSC-Modul* bildet die Schnittstelle zu Squidy, wo die Strichdaten über OSC verschickt werden. Die empfangenen Datenpakete werden hier für die bessere Weiterverarbeitung konvertiert und geprüft und können danach verwendet werden, um die virtuellen Karten zu manipulieren.

In der *Kartenverwaltung* sind alle virtuellen Karten registriert. Die ankommenden Strichdaten werden anhand der Karten- oder Interaktionsfeldkennnummer an die entsprechenden Karten weitergeleitet. Karten, welche noch nicht virtuell existieren, werden automatisch erzeugt, bevor die entsprechenden Daten weitergeleitet werden.

Eine *virtuelle Karte* verarbeitet alle Strichdaten der zugehörigen realen Karte und alle Aktionen welche darauf ausgelöst werden. Falls in den Daten ein Interaktionsfeld spezifiziert ist, wird die entsprechende Aktion (Farbe setzen oder Karte löschen) ausgeführt. Andernfalls handelt es sich um Strichdaten, welche in der virtuellen Repräsentation hinzugefügt und dargestellt werden. Die virtuellen Karten sind gleichzeitig grafische Objekte, welche im Hauptfenster angezeigt werden.

Das *Hauptfenster* beinhaltet die grafischen Elemente zur Interaktion mit dem Benutzer des EADM. Hier können die Karten wie auf einer Pinnwand positioniert, eingefärbt oder gelöscht werden. Karten verschiedener Farben bzw. Hierarchiestufen können einfach ein oder ausgeblendet werden. Eine Suchfunktion ermöglicht das Auffinden aller Karten mit einem bestimmten Stichwort. Karten, welche das Stichwort enthalten, werden hervorgehoben, während die anderen Karten in den Hintergrund gerückt werden. Die aktuellen Karten können mit ihrem Inhalt, Farbe und Position in einer Datei gespeichert werden. So gespeicherte Kartendiagramme können später wieder geöffnet und weiterbearbeitet werden.

3 Digitale Tinte ist die digitale Repräsentation eines handschriftlich erzeugten Striches im Computer.

4.4 Ergebnisdarstellung



Abbildung 29: Die fertigen Karten mit dem Anoto-Stift [Biö09c]



Abbildung 30: Das HADM, Karten vorne links; das EADM auf den beiden Cubes [Biö09c]

Der fertig erstellte HADM-Prototyp erfüllt die in Abschnitt 3.3 aufgestellten Kriterien. Die Hybridität wird gewährleistet durch die reibungslose synchrone Darstellung der Karteninhalte sowohl auf den Papierkarten (Abbildung 29 und 31), als auch digital auf dem EADM (Abbildung 30). Farbe und Position der Karten können geändert werden, auch von mehreren, gleichzeitig selektierten Karten. Die verschiedenen Hierarchieebenen können ein- und ausgeblendet werden, und die Karten



Abbildung 31: Nahaufnahme der Karten und des Stiftes [Biö09c]

können nach Begriffen durchsucht werden. Schließlich kann ein Affinity Diagram gespeichert und später wieder geöffnet werden.

Durch den HADM wird das reibungslose Arbeiten mit Papier und Stift mit dem Computer erwartungsgemäß unterstützt und auch vereinfacht. Außerdem ist der gewählte Ansatz technisch nicht aufwändig und das System daher wie angestrebte kostengünstig und einfach einzusetzen.

4.4.1 Probleme bei der Umsetzung

Bei der Implementation des HADM Prototypen traten viele unerwartete Probleme auf, welche die Entwicklung unnötig in die Länge zogen. Anders als geplant stand für diese Arbeit kein Anoto-SDK zur Verfügung. Mit dem SDK ist es möglich, schon vor dem Ausdrucken von Blättern mit Anoto-Muster Interaktionsfelder und Schreibfelder zu definieren. Danach sind dem Anoto-System die exakten Koordinaten dieser Bereiche bekannt, anstatt dass diese auf dem Papier ausgemessen werden müssen. Die manuelle Ausmessung, die vorgenommen werden musste, führte zu Ungenauigkeiten, welche einen direkten Einfluss auf den Bedienkomfort der Karten hatten. So wurden Ungenauigkeiten von zum Teil mehr als 10 Koordinateneinheiten gemessen, welches bei nebeneinander liegenden Interaktionsfeldern mit der Größe von 30 Koordinateneinheiten zwangsweise zu Fehlfunktionen führt.

Um trotz des Fehlens des Anoto-SDKs mit dem Anoto-Stift kommunizieren zu können, musste der Umweg über Squidy gewählt werden. Die Verwendung von Squidy führte zu weiteren unerwarteten Problemen. Um für den Anwendertest (siehe Kapitel 5) ausreichend Karten zur Verfügung zu haben, sollten 40 Karten erstellt und in Squidy registriert werden. Jedoch war es nicht möglich, mehr wie 22 Karten mit ihren Interaktionsfeldern zu konfigurieren, ohne dass Squidy abstürzte. Auch waren die von Squidy über OSC verschickten Koordinaten nicht immer korrekt normalisiert. Dadurch, dass der Squidy-Quellcode nur dessen Autoren zugänglich ist, war es nicht möglich diese Fehler effizient zu untersuchen, was dazu führte, dass die Fehler nie ganz behoben werden konnten. Auch mussten die Fehler in anderen Komponenten des HADM kompensiert werden.

Da die Arbeitsgruppe nur über einen einzelnen Anoto-Stift verfügt und dieser in mehreren Arbeiten verwendet wurde, stand der Stift nur zeitweise zur Verfügung, was das Entwickeln und Testen des HADM-Prototypen unnötig erschwerte. Auch das Testen des Prototypen mit mehreren Stiften war nicht möglich.

4.5 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurde das technische Design und die Umsetzung eines HADM-Prototypen beschrieben. Als erstes wurde der Entscheid des Zeitpunkts der Digitalisierung erläutert. Darauf wurde entschieden, in welchen Teilen des Systems, die verschiedenen Funktionalitäten angeboten werden sollen. Schließlich wurden die Architektur des Prototyps und dessen einzelnen Komponenten beschrieben.

Die Entscheidung, schon bei der Beschriftung der Karten die Digitalisierung vorzunehmen, hat sich als vorteilhaft erwiesen. Dadurch werden die Reibungslosigkeit der Digitalisierung und die Synchronität des analogen und digitalen Karteninhaltes gewährleistet. Obwohl sich die Umsetzung des Prototyps als umständlich erwiesen hat, konnten die dafür aufgestellten Kriterien erfolgreich erfüllt werden.

Um neben der reinen Erfüllung der Kriterien auch die Tauglichkeit des Systems zu beurteilen, wurde ein Anwendertest mit Experten durchgeführt, welcher im nächsten Kapitel beschrieben wird.

5. Expertenbeurteilung

Der in Kapitel 4 beschriebene HADM-Prototyp entspricht zwar den in Kapitel 3 aufgestellten Kriterien. Darüber hinaus muss ein nicht alltägliches System wie das vorliegende hybride System zwangsläufig direkt von potentiellen Anwendern erprobt und akzeptiert werden. Dem entsprechend sollte das erstellte System auf seine Gebrauchstauglichkeit hin getestet und beurteilt werden. Dieses Kapitel beschreibt wie Experten die Tauglichkeit des Systems beurteilen.

In diesem Kapitel wird zuerst die Auswahl des Verfahrens erläutert, gefolgt von der Definition des Verfahrens und der konkreten Umsetzung. Danach werden die Ergebnisse der Erhebung mit ihrer Interpretation dargestellt.

5.1 Verfahren

Da für die vorliegende Arbeit lediglich ein Anoto-Stift zur Verfügung stand, konnte kein Anwender-test durchgeführt werden, in welchem eine Gruppe von Personen ein Affinity Diagram erzeugt. Dies wäre wünschenswert gewesen, um die Akzeptanz des hybriden Systems bei Laien direkt untersuchen zu können. Es wurde daher entschieden, eine Focus Group [PRS02] zu verwenden. In einer Focus Group wird mit Experten gearbeitet, wodurch die Tauglichkeit des HADM auch anhand einer reduzierten Version beurteilt werden kann.

5.1.1 Focus Group

Eine Focus Group [PRS02] wird eingesetzt, um ein Produkt oder Konzept zu beurteilen. Dabei besteht die Gruppe normalerweise aus drei bis zehn Personen und sollte aus potentiellen Anwendern bestehen. Das Verfahren geht davon aus, dass sich die Meinungen der Teilnehmer in einem sozialen Kontext entwickeln können. Die Gruppe wird dabei von einem Moderator geleitet und zu ausgewählten Themen befragt. Die so gewonnen Meinungen werden für eine spätere Analyse aufgenommen. Die Ergebnisse von Focus Groups gelten als gut fundiert. Als weiterer Vorteil kommt hinzu, dass die Methode kostengünstig ist, schnell Resultate bietet und leicht skaliert werden kann für die Erhebung von weiteren Daten und Ergebnissen. Ein Nachteil ist jedoch, dass dem Moderator eine große Bedeutung zukommt, indem er dafür sorgen muss, dass alle Teilnehmer gleich gut zu Wort kommen und die Diskussion nicht eine unerwünschte Richtung Weg.

5.1.2 Durchführung der Focus Group

Für das vorliegende hybride System wurde folgende Aufstellung gewählt:

- Für den Ort der Expertenrunde wurde ein Raum gewählt, welcher mit einem Rückprojektionsmonitor mit 303 Zoll Diagonale (Cubes) ausgestattet ist.
- Zur Verfügung stand ein Anoto-Stift G303 vom Hersteller Magicomm.
- Es wurden zwei Gruppen von Karten erstellt: Eine mit 22 Karten mit voll funktionsfähigen Interaktionsfeldern und eine mit 40 Karten ohne Interaktionsfelder. Dadurch konnten die Teilnehmer mit den 22 Karten die volle Funktionalität der Karten erproben (siehe 4.3.1) und die anderen 40 Karten für die Verschriftung ihrer Ideen während der Diskussion verwenden.
- Die Dauer der Focus Group Sitzung wurde auf 60 Minuten angelegt, worin 15 Minuten für eine kurze Einführung in die Thematik und das System vorgesehen waren und die restlichen 45 Minuten für die Diskussion. Die Einführung erklärte die Methode des Affinity Diagrams, das Anoto-System, den HADM und die Methode der Focus Group.
- Die Gruppengröße wurde auf fünf Personen angesetzt. Dies gewährleistete eine genügend große Vielfalt der Meinungen, war aber gleichzeitig überschaubar für die Moderation. Die Gruppe bestand aus:
 - Zwei HCI-Experten, welche direkt mit dem Hintergrund des HADM vertraut sind
 - Einem HCI-Experten mit vertieftem Wissen über Post-WIMP
 - Einem IT-Experten, fachfremd in Bezug auf HCI
 - Einer Sekretärin im Fachbereich Informatik
- Die Diskussion wurde mit einer Videokamera aufgezeichnet, um eine spätere Analyse zu gewährleisten/ vereinfachen. Dadurch war es auch möglich nicht nur das Gesagte, sondern auch Mimik und Gestik der Teilnehmer, auszuwerten und mit einfließen zu lassen.

Folgende Fragen wurden als Leitfaden für die Diskussion erstellt. Dabei wurden drei Schwerpunkte gesetzt und dazu zum Teil weiterführende Fragen.

- 1 Anwendbarkeit und Interaktion mit dem hybriden System
 - 1.1 Wie ist das subjektive Empfinden der Idee und Lösung?
 - 1.2 Entsteht durch das hybride Arbeiten ein Mehrwert?

- 1.3 Ist es vernünftig hybrides Arbeiten mittels Affinity Diagram zu erforschen?
- 1.4 Wird das Erstellen eines Affinity Diagrams erleichtert?
- 1.5 Wird das Erstellen eines Affinity Diagrams durch das System beeinflusst?
- 1.6 Wie gelingt es, die Karten am Bildschirm zu ordnen?
- 1.7 Wie steht es um die Haptik? Wird es begrüßt, direkt auf Papier schreiben zu können?
- 2 Fehlende Funktionen und Erweiterungen
 - 2.1 Welche zusätzlichen Funktionen fehlen?
 - 2.2 Welche zusätzlichen, aber sehr weit gegriffenen Funktionen wären von Vorteil?
- 3 Wie könnte man das hybride System sonst noch verwenden, vor allem nicht im Kontext von Affinity Diagram oder anderen kreativen Methoden?

5.2 Auswertung der Focus Group

Die Focus Group wurde ausgewertet, um die darin diskutierten Ideen und Erkenntnisse in dieser Arbeit festhalten zu können. Als erster Schritt wurde die Videoaufnahme für die Analyse in einzelne Sinneinheiten aufgeteilt. Anschließend wurde der Inhalt der einzelnen Einheiten stichwortartig festgehalten, um daraus die Kernaussage zu extrahieren. Zusammen mit schriftlichen Notizen von der Focus Group und dessen Nachbereitung, wurden diese Kernaussagen interpretiert.

Die Ergebnisse der Auswertung werden im Folgenden tabellarisch präsentiert. Dabei sind die Ergebnisse in folgende Themen unterteilt:

- Interaktion mit dem hybriden System
- Ordnen und Sortieren der Karten
- Verschiedene Möglichkeiten einen Zoom mit einzubinden
- Erweiterungen der Funktionalitäten des hybriden Systems

In den Tabellen wird jede Kernaussage mit ihrer Interpretation aufgeführt. Aussagen welche sehr relevant sind für die vorliegende Arbeit, sind mit hellgrau markiert. Aussagen welche Mängel hervorheben sind dunkelgrau markiert. Die Quelle der Aussage (Sequenz aus [Biö09b]) ist jeweils in der letzten Spalte zu finden.

5.2.1 Interaktion mit dem hybriden System

Kernaussage	Interpretation	Frage	Quelle
1. Für das Schreiben ist Papier wichtig.	Es wird von allen Teilnehmern bestätigt, dass das Arbeiten mit Papier und Stift immer noch einen sehr hohen Stellenwert haben.	1.7	7
2. Für kollaboratives Arbeiten ist Papier besser als ein Computer.	Für das kollaborative Arbeiten wird Papier als unerlässlich und nicht durch einen Computer ersetzbar erachtet. Das Austauschen von Papierseiten ist wesentlich einfacher als z.B. einen Tablet-PC herum zu reichen. Die Arbeit wird dadurch erheblich erleichtert.	1.4 1.7	06 27
3. Die Karten auf dem EADM Verschieben können.	Auf Anhieb wollen die Teilnehmer die auf dem EADM erstellten Karten gruppieren und richtig Positionieren. Es wird vorgeschlagen, dass man die Karten direkt mit	1.6	25
4. Von Hand an der Wand die Karten verschieben können.	der Hand am EADM verschieben können sollte, ohne den Gebrauch eines Zeigegerätes wie einer Maus.	1.6 2.2	
5. Die Knöpfe sind zu klein um sie zu treffen.	Es wird bemerkt, dass die Knöpfe nicht auf die Gegebenheiten einer großen Anzeigefläche angepasst wurden. Es wird vorgeschlagen, dass die Knöpfe richtig	1.1	03 20
6. Die Knöpfe sollten richtig klobig sein.	„klobig“ sein sollen, um die Interaktion zu erleichtern und ihren Zustand zu verdeutlichen. Generell soll das	1.1	
7. Die Schrift ist zu klein.	GUI des EADM besser an die sehr hohe Auflösung der Cubes angepasst sein.	1.1	
8. Wenn der digitale Platz zu knapp wird.	Die Teilnehmer schlagen vor, dass man wenn der Platz auf der Präsentationswand zu knapp wird, die Darstellung zoombar machen sollte. Aus dieser Idee entsteht dann das Konzept, dass beim Zoomen nicht alle Karten	1.4 1.6	23
9. Mit Papier geht der Platz schnell mal aus.	angezeigt werden, sondern je nach Zoomstufe nur gewisse Hierarchieebenen. Hinzu kommt, dass es als praktischer erachtet wird, das Diagramm digital zu erstellen, da man hier „unendlich“ viel Platz und somit nicht eingeschränkt wird.	1.4 1.6	23

Kernaussage	Interpretation	Frage	Quelle
10. Für das Arrangieren der Karten ist eine große Fläche nötig.	Für die Erstellung des Diagramms wird eine große Arbeitsfläche von Nöten gehalten. Die Teilnehmer sind sich einig, dass dies viel einfacher in einer digitalen Umgebung zu realisieren ist als mit Papier.	1.4 1.6	1

Tabelle 6: Aussagen zur Interaktion mit dem hybriden System

5.2.2 Ordnen und Sortieren der Karten

Kernaussage	Interpretation	Frage	Quelle
11. Das System soll selber eine grobe Ordnung machen.	Das digitale System soll die Karten automatisch grob sortieren und anordnen, um so eine Vorsortierung bereitzustellen und darauf hin die Gruppierung anzuregen.	2.1	11
12. Die Kombination aus der Nähe der Karten untereinander und automatischer Analyse der Inhalte.	Um das Sortieren weiter zu vereinfachen und zu unterstützen, soll die Lage und Nähe zwischen den Karten bei der automatischen Sortierung berücksichtigt werden, dies mit der Hilfe z.B. eines Beziehungsgraphen mit anschließendem Spring-Embedding-Algorithmus.	2.1	4
13. Die Darstellung der Gruppen durch einen Ordner.	Die Gruppe der Karten wird als Ordner dargestellt und soll sich wie ein Ordner verhalten. Dies bedeutet, dass man z.B. durch „Drag & Drop“ einer Karte auf den Ordner die Karte dieser Gruppe zuordnet.	2.1	16
14. „Snap to Object“	Die Karten sollen automatisch aneinander andocken und somit das Positionieren der Karten erleichtern.	2.1	22

Kernaussage	Interpretation	Frage	Quelle
15. Grobe Sortierung könnte man analog machen	Eine Vorsortierung sollte mit den papierenen Karten auf einem Tisch oder Ähnlichem möglich sein. Konkret wird vorgeschlagen, dass die Karten eine Kennung auf der Rückseite erhalten sollen um sie anschließend mit einem System wie dem Microsoft Surface [MS09b] von Hand zu sortieren.	1.2 2.1	02 05

Tabelle 7: Aussagen zu Ordnen und Sortieren der Karten

5.2.3 Verschiedene Möglichkeiten, einen Zoom mit einzubinden

Kernaussage	Interpretation	Frage	Quelle
16. Semantischer Zoom	Es wird vorgeschlagen, einen semantischen Zoom einzusetzen. Dabei würde der Karteninhalt ohne Zoom nur durch ein Wort dargestellt werden. Erst wenn man näher zoomt, wird der Rest des Karteninhaltes dargestellt. Die Idee wird aber von den Teilnehmern verworfen, da der Inhalt der Karte aus maximal 7 bis 10 Wörtern besteht. Somit kann der Inhalt nicht nur durch ein Wort repräsentiert werden und trotzdem eindeutig identifizierbar bleiben.	2.1	21
17. ZUI sollte angewendet werden.	Für die Interaktion und Navigation wird die Verwendung eines Zoomable User Interface (ZUI) als sehr wichtig erachtet. Damit wird es möglich verschiedene Detailgrade des Diagramms darzustellen, und der Platz kann optimal ausgenutzt werden.	2.1	13 26
18. Zoom auf Gruppe	Die Gruppen sollen durch eine einzelne Karte dargestellt werden. Durch ein Reinzoomen in die Karte sollen die hierarchisch tiefer liegenden Karten zum Vorschein kommen.	2.1	16

Kernaussage	Interpretation	Frage	Quelle
19. „Hovering“ vergrößert Karte automatisch.	Durch das Halten eines Zeigegerätes über einer Karte, auch als „Hovering“ bekannt, soll der Inhalt der Karte automatisch vergrößert und somit besser lesbar gemacht werden.	2.1	13

Tabelle 8: Aussagen zu Verschiedene Möglichkeiten, einen Zoom mit einzubinden

5.2.4 Erweiterungen der Funktionalitäten des hybriden Systems

Kernaussage	Interpretation	Frage	Quelle
20. Auf dem EADM soll eine Art von realer Physik eingesetzt werden.	Die digitale Umgebung soll eine spezielle „Physik“ simulieren, so dass Karten einen Einfluss aufeinander haben, sei es, dass sie sich gegenseitig anziehen oder abstoßen. Es wird vorgeschlagen, dass die Karten magnetisch auf einander wirken sollen. Der Magnetismus soll dabei nicht nur durch die Lage der Karten zu einander beeinflusst werden, sondern auch durch ihren Inhalt und mit welchen Karten sie gruppiert sind.	2.2	17 18
21. Suchfunktion soll auf Papier möglich sein.	Die im EADM angebotene Suchfunktion soll direkt auf dem Papier verwendbar sein. So wird ein Umweg über Maus und Tastatur erspart und Reibung reduziert. Dabei wird das zu suchende Wort direkt auf Papier geschrieben und durch ein Antippen eines speziellen Interaktionsfeldes gesucht.	1.2 2.1	24
22. Rückseite, die sich automatisch mit z.B: Timestamp, UserID und anderen Metadaten füllt.	Ähnlich wie in den Use Cases beschrieben soll die Rückseite der Karte, sowohl die analoge wie auch die digitale Repräsentation, für Metadaten verwendet werden. Die Metadaten sollen dabei aber auch automatisch erstellt werden und nicht nur vom Anwender direkt.	1.2 2.1	02 09

Kernaussage	Interpretation	Frage	Quelle
23. Kein Rückkanal	Die Teilnehmer bemängeln, dass kein Rückkanal vom digitalen EADM zu den Papierkarten besteht, erachten es aber als schwierig, dies im gegebenen Setup umzusetzen.	2.2	10
24. Offline Version anbieten	Trotz der Simultanität des EADM und dessen Vorteile wird auch über ein nicht simultanes analog-digitales Arbeiten nachgedacht, bei welchem man den internen Speicher des Stiftes verwendet, um z.B. die Ergebnisse in Felduntersuchungen mit dem Stift zu verschriften. Wenn man nun nach der Felduntersuchung zum Computer zurückkehrt, kann man die Daten dann in das digitale System einfließen lassen.	2.2	15
25. Stift mit Geste Synchronisieren	Für die Synchronisation wird ein Ausschütteln des Stiftes an der Präsentationswand vorgeschlagen.	2.2	4

Tabelle 9: Aussagen zu Erweiterungen der Funktionalitäten des hybriden Systems

Die obigen Tabellen 6 bis 9 zeigen, dass die Fragen generell gut beantwortet wurden. Besonders die Frage nach zusätzlichen Funktionen wurde ausführlich diskutiert und hat viele spannende Ideen hervorgebracht.

5.3 Diskussion

Das System wurde von der Expertenrunde schnell akzeptiert. Dem Ansatz wird ein großes Potential zugesprochen. Generell wurde die These bestätigt, dass die Funktionalität von Papier und Stift durch die Integration mit dem Computer positiv erweitert wird und dies somit einen Mehrwert bildet (Aussagen 1, 8, 9, 10), obwohl das Arbeiten mit Papier und Stift als immer noch nicht ersetzbar erachtet wird (Aussage 2). Zudem wird das Konzept der Erstellung von kollaborativ kreativen Inhalten mit Papier und Stift mit der darauf folgenden digitalen Weiterverarbeitung am Computer als sinnvoll und sehr praktikabel erachtet.

In der Diskussion kamen verschiedene gute Ideen auf, wie man den Funktionsumfang des HADM erweitern kann. Zum Beispiel könnte die Suchfunktion direkt auf den Papierkarten integriert wer-

den (Aussagen 20 bis 25). Es wurde auch sehr viel über die Möglichkeiten der Anordnung der virtuellen Karten diskutiert, im speziellen dem Gruppieren und Sortieren. Viele Ideen drehten sich um die Computerunterstützung oder vollständige Automatisierung dieser Tätigkeiten, um die Arbeit des Anwenders noch mehr zu erleichtern (Aussagen 11 bis 15). Für die leichtere Navigation wurde eine Zoomfunktion vorgeschlagen. Dadurch soll der Umgang mit einer großen Kartenmenge wesentlich erleichtert werden und als Folge eine schnellere Erstellung des Affinity Diagrams ermöglicht werden (Aussagen 16 bis 19).

Das Fehlen eines direkten reibungslosen Rückkanals vom Digitalen zum Analogen stellt einen Schwachpunkt des Systems dar und wurde zu Recht bemängelt. Diese Funktionalität wird aber als nur schwer umsetzbar erachtet (Aussage 23), was auch der Grund ist, weshalb dies nicht in dieser Arbeit umgesetzt wurde.

Abschließend ist zu sagen, dass die Durchführung einer Focus Group sehr nützlich war und die bestehenden Ideen und Ansätze bestätigt hat.

6. Fazit und Ausblick

6.1 Zusammenfassung und Fazit

In dieser Arbeit wurde gezeigt, wie Papier und Stift, das Hauptwerkzeug des kollaborativ kreativen Arbeitens, mit dem Computer integriert werden kann. Als kollaborativ kreative Anwendung wurde das Affinity Diagram gewählt. Das Resultat der Arbeit ist der Hybrid Affinity Diagram Manager (HADM), welcher die analoge Welt von Papier und Stiften mit der digitalen Welt des Computers verknüpft.

Papier und Stift sind in der heutigen Kultur immer noch stark verankert und spielen bei der täglichen Arbeit eine bedeutende Rolle. Vor allem in der kollaborativ kreativen Arbeit, wie zum Beispiel dem Affinity Diagram, werden Papier und Stift intensiv verwendet und gelten in diesem Bereich als Hauptwerkzeug. Neben Papier und Stift dominiert der Computer den Arbeitsalltag. Bis heute ist die Integration dieser analogen und digitalen Welten nicht genügend, weshalb beim Wechsel zwischen diesen beiden Welten immer noch Reibungsverluste entstehen.

Als erster Schritt wurden im Kapitel 2 die Anforderungen an ein hybrides Affinity Diagram definiert. So wurden die Definitionen und Beschreibungen von Brassard für das Affinity Diagram und die Erweiterungen von Holzblatt und Beyer als Grundlage verwendet. Auf dieser Basis und den Möglichkeiten des Computers wurden Use Cases entwickelt. Diese beinhalten die Phasen der Ideenfindung, des Mitteilens der Karteninhalte, der Diskussion der Karten und der administrativen Arbeiten. Daraus ergaben sich die konzeptionellen Ziele und Rahmenbedingungen für den HADM. Durch die umfangreichen Use Cases konnten auch Entwürfe der Karten, des Electronic Affinity Diagram Managers (EADM) und der digitalen Präsentationswand, erstellt werden, um eine bessere Vorstellung einer möglichen Umsetzung des Systems zu erhalten.

Für die technische Umsetzung war es wichtig, sich zuerst für den Zeitpunkt der Digitalisierung des Karteninhaltes zu entscheiden. Dafür wurden zunächst verschiedene schon bestehende Ansätze betrachtet. Diese Ansätze genügten aber nicht den Anforderungen aus Kapitel 2. Es wurde entschieden, die Digitalisierung so früh wie möglich vorzunehmen, also schon während der Erstellung der Papierkarten. Um dies umzusetzen wurde das System von Anoto verwendet. Diese Entscheidung hat sich als sehr vorteilhaft erwiesen, weil so die Hybridität von Anfang an gewährleistet wird. Als weitere Entscheidung wurden die Funktionalitäten auf die Medien Papier und Computer aufgeteilt.

So werden auf den Papierkarten nur die für die Karten direkt relevanten Funktionen – das Ändern der Kartenfarbe oder das Löschen der Karte – angeboten. Die Restlichen Funktionen, wie das Durchsuchen oder Positionieren der Karten, sind im EADM umgesetzt.

Entsprechend diesen Vorgaben wurde ein Prototyp des HADM implementiert. Da kein Anoto-SDK verwendet werden konnte, musste die Kommunikation zwischen Anoto-Stift und EADM über eine dritte Komponente (Squidy) laufen, welche eine Schnittstelle zum Anoto-System enthält. Das Fehlen des SDK und der Umweg über Squidy erwiesen sich als äußerst problematisch und verkomplizierten die Entwicklung (Abschnitt 4.3.1). Trotzdem konnte ein funktionsfähiger Prototyp erstellt werden, welcher die gestellten Anforderungen erfüllt.

Der HADM-Prototyp sollte nach seiner Fertigstellung auf seine Tauglichkeit überprüft werden. Da jedoch nur ein Anoto-Stift zur Verfügung stand, konnte nicht wie geplant ein Anwendertest mit mehreren Personen durchgeführt werden. Deshalb wurde entschieden, das System durch eine Focus Group diskutieren zu lassen. Durch die Expertenrunde wurde es trotzdem möglich, die Brauchbarkeit des Systems zu beurteilen.

Die Experten haben dabei vor allem bestätigt, dass Arbeitsprozesse im kollaborativ kreativen Kontext durch die reibungslose Integration von Papier und Stift mit dem Computer unterstützt und vereinfacht werden. Es wurde hervorgehoben, dass Papier und Stift immer noch ein bedeutendes Werkzeug darstellen und vor allem für die kollaborativ kreative Arbeit unerlässlich sind. Die digitalen Ergänzungen wurden als eine äußerst gute Kompensation der Nachteile der Papier-Welt empfunden. Hier seien exemplarisch der Vorteil der unbeschränkten Arbeitsfläche und das Speichern erwähnt. Des Weiteren wurden sehr viele Ideen generiert, wie der HADM um Funktionen erweitert werden könnte, um das Arbeiten noch reibungsloser und leichter zu gestalten.

Zusammenfassend wurde die These des Vorteils der reibungslosen digitalen Integration von Papier und Stift im kollaborativ kreativen Bereich bestätigt. Papier und Stift haben immer noch einen hohen Stellenwert, besonders in kollaborativ kreativen Prozessen. Durch den digitalisierten Arbeitsalltag besteht jedoch ein Bedarf nach einer besseren Integration dieser Werkzeuge mit der digitalen Welt als dies bisher der Fall ist. Eine bessere Integration bedeutet dabei, dass der Austausch zwischen der analogen und der digitalen Welt reibungslos ablaufen muss, um einen Mehrwert zu bieten. Am Beispiel des Affinity Diagrams wurde in der vorliegenden Arbeit ein hybrides System für den kollaborativ kreativen Bereich entworfen, welches dieser Anforderung gerecht wird. Die Machbarkeit dieses Konzeptes wurde mittels eines Prototyps belegt, welcher bei einer Expertenbeurteilung

lung auf große Zustimmung gestoßen ist und das große Potential des Ansatzes aufgezeigt hat. Außerdem ist der gewählte Ansatz technisch nicht aufwändig und das System daher wie angestrebt kostengünstig und einfach einzusetzen.

6.2 Ausblick

Zum Schluss werden noch einige Ideen präsentiert, wie der in dieser Arbeit vorgestellte Hybrid Affinity Diagram Manager erweitert werden kann.

- In Kontrast zum klassischen Affinity Diagram, wo die Karteninhalte nur auf Papier verfügbar sind, sind die Informationen beim HADM auch digital vorhanden. Durch eine Erweiterung wäre es daher relativ leicht möglich, dass räumlich getrennte Teilnehmer ein Affinity Diagram erstellen, da die Karteninhalte sehr einfach über ein Netzwerk ausgetauscht werden können. Um die Zusammenarbeit der Teilnehmer zu vereinfachen, müsste in diesem Szenario auch eine Videokonferenzsoftware o.ä. verwendet werden. Eine Herausforderung bei einer solchen verteilten Anwendung ist der gleichzeitige Zugriff mehrerer Personen auf das digitale Affinity Diagram.
- Die Herausforderung der gleichzeitigen Manipulation kann auch entstehen, wenn sich die Teilnehmer im gleichen Raum befinden, falls es mehreren Personen gleichzeitig möglich sein soll, das elektronische Affinity Diagram zu manipulieren. Eine solche gleichzeitige Manipulation des Diagramms stellt in der papierbasierten Version kein Problem dar, weshalb diese Möglichkeit auch in der hybriden Lösung wünschenswert ist.
- Die Verwendung von Strichgesten auf den Papierkarten ähnlich wie in PapierCraft oder FLY Fusion Pentop könnten verwendet werden, um das Spektrum der Funktionen zu erweitern, welche direkt auf den Karten ausgelöst werden können. Dabei muss vermieden werden, dass sich die Gesten mit den Karteninhalten vermischen, da die Gesten auf dem Papier eine Schreibspur hinterlassen.
- Eine andere Methode, um das Funktionsspektrum der Karten zu erweitern, könnte eine papierene Werkzeugpalette sein. Dank dieser würden die Karten nicht mit Funktionen überfüllt, und es könnten beliebige weitere Funktionen zur Verfügung gestellt werden, wie zum Beispiel die Suche nach einem Wort auf allen Karten. Die Herausforderung hierbei ist, dass der Benutzer auf eine intuitive Art bestimmen können soll, welche Karte durch eine in der Werkzeugpalette ausgelösten Funktion beeinflusst wird.

- Um die Navigation in großen Diagrammen zu erleichtern, wäre das Konzept des Zoomable User Interface (ZUI) interessant. Damit wäre es möglich für jede Manipulation den passenden Detaillierungsgrad einzustellen.
- Das Anordnen und Gruppieren von Karten ist ein wesentlicher Aspekt der Arbeit mit einem Affinity Diagram. Daher wäre es von Vorteil, wenn diese Arbeit vom EADM direkt unterstützt würde. Dabei ist es wichtig, dass manuelle und automatische Sortierung abwechselungsweise und inkrementell stattfinden können und sich hierbei gegenseitig beeinflussen und ergänzen.
- In vielen Management Planning Tools sind Papier und Stift, oft auch das Anordnen von Karten, ein fester Bestandteil. Daher scheint es naheliegend, den Ansatz des HADM auch auf andere solche Tools anzuwenden. Es sollte untersucht werden, inwieweit dies sinnvoll ist.

Anhang A: Quellenverzeichnis

- [A09] Anoto AB. *Anoto Website*. <http://www.anoto.com> (12-01-2009)
- [Bar08] BaRaN Systems LLC. *BaRaN Systems Website*. 2008. http://baran-systems.com/Products/Affinity%20Diagram%20for%20Excel/index_concept.htm (25-08-2009)
- [BH98] Beyer, H., Holtzblatt, K., 1998. *Contextual Design: Defining Customer-Centered Systems*. Morgan Kaufmann, San Fransisco, USA
- [Biö09a] Biörnstad, B., 2009. *Digitale Integration von kollaborativ kreativem Arbeiten mit Papier und Stift*. Universität Konstanz, Deutschland
- [Biö09b] Biörnstad, B., 2009. *Focus Group HADM*. Videosequenzen 1-27, Universität Konstanz, Deutschland
- [Biö09c] Biörnstad, B., 2009. *Eigendarstellungen für das HADM*. Universität Konstanz, Deutschland
- [BLB08] Brown, J., Lindgaard, G. and Biddle, R., 2008. *Stories, Sketches, and Lists: Developers and Interaction Designers Interacting Through Artefacts*. Carleton University, Ottawa, Canada
- [BR94] Brassard, M., Ritter, D., 1994. *The Memory Jogger II*. GOAL/QPC, New Hampshire, USA.
- [BR98] Brassard, M., Ritter, D., 1998. *The Creativity Tools - Memory Jogger*. GOAL/QPC, New Hampshire, USA.
- [Bra96] Brassard, M., 1996. *Memory Jogger Plus+*. GOAL/QPC, New Hampshire, USA.
- [CPI08] Confederation of Paper Industries, 2009. *The History of Paper*. <http://www.paper.org.uk/information/factsheets/history.pdf> (01-06-2009)
- [Dis09] Discover6Sigma, 2009. *Discover6Sigma Website*. <http://www.discover6sigma.org/d6slab/affinity/> (15-03-2009)
- [GLHH08] Guimbretière, F., Liao, C., Hinckley, K. and Hollan, J., 2008. *Papiercraft: A gesture-based command system for interactive paper*. UIST'05, Washington, USA
- [Grü06] Grüning, C., 2006. *Garantiert erfolgreich lernen*. Verlag Grüning, Nördlingen, Deutschland
- [GSHL06] Guimbretière, F., Song, H., Hu, C. and Lipson, H., 2006. *ModelCraft: capturing free-hand annotations and edits on physical 3D models*. ACM, Montreux, Schweiz
- [Gui03] Guimbretière, F., 2003. *Paper augmented digital documents*. ACM, Vancouver, Canada
- [HBW05] Holtzblatt, K., Burns Wendell, J., Wood, S., 2005. *Rapid Contextual Design*. Morgan Kaufmann, San Fransisco, USA
- [HH88] Hansen, W.J., Haas, C., 1988. *Reading and Writing with Computers: A Framework for Explaining Differences in Performance*. Communications of the ACM, September 1988, Volume 31, Number 9
- [HL01] Hecht, D. L., 2001. *Printed Embedded Data Graphical User Interfaces*. IEEE Computer, <http://iee.org/web/publications/>
- [Hof08] Hofstetter, H., 2008. *Collaborative sketching: a STAR analysis*. Universität Konstanz, Deutschland

- [IHUB97] Ishii, H., Ullmer, B., 1997. *Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits and Atoms*. CHI '97, ACM, Atlanta, GA, USA
- [KNFML00] Klemmer, S. R., Newman, M., Farrell, R., Meza, R. and J. A. Landay, J. A., 2000. *A Tangible Evolution: System Architecture and Participatory Design Studies of the Designers' Outpost*. Technical Report UCB//CSD-00-1116, UC Berkeley, California, USA
- [Lea08] LeapFrog Enterprises. *FLY Fusion Pentop Computer User Manual*. http://flyworld.com/support/userguides/FLYFusion_UserManual.pdf (25-04-2009)
- [LM97] Lorblanchet, M., 1997. *Höhlenmalerei: Ein Handbuch*. Sigmaringen. pp. 263-274
- [MS09a] Microsoft Cooperation 2009. *StickySorter Website*. <http://www.officelabs.com/projects/stickysorter/> (03-04-2009)
- [MS09b] Microsoft Cooperation 2009. *Surface Website*. <http://www.microsoft.com/surface/Pages/Product/WhatIs.aspx> (08-07-2009)
- [NSHHL04] Norrie, M., Signer, B., Herdman, P., Heath, C. and Luff, P., 2004. *Only Touching the Surface: Creating Affinities Between Digital Content and Paper*. ACM, CSCW'04, Illinois, USA
- [OSC] The Center for New Music and Audio Technology (CNMAT), UC Berkeley. *Open Sound Control Website*. <http://opensoundcontrol.org/> (15-03-2009)
- [PMMH93] Pedersen, R., McCall, K., Moran, T. P. and Halasz, F. G., 1993. *Tivoli: an electronic whiteboard for informal workgroup meetings*. ACM, Amsterdam, The Netherlands
- [PRS02] Preece, J., Rogers, Y., Sharp, H., 2002. *Interaction Design: Beyond human-computer interaction*. John Wiley & Sons, Inc., New York, USA
- [S05] Signer, B., 2005. *Fundamental Concepts for Interactive Paper and Cross-Media Information Spaces*. ETH Zürich, Schweiz
- [S07] Signer, B., Norrie, M.C., 2007. *Paperpoint: A Paper-Based Presentation and Interactive Paper Prototyping Tool*. TEI 2007, Baton Rouge, Louisiana, USA
- [Sap08] The SAP Design Guild, 2009. *The SAP Design Guild Website*. http://www.sapdesignguild.org/editions/edition3/portal_process.asp (25-08-2009)
- [SGM03] Scott, S. D., Grant, K. D. and Mandryk, R. L., 2003. *System guidelines for co-located, collaborative work on a tabletop display*. Kluwer Academic Publishers, Helsinki, Finland
- [SH02] Sellen, A. J. and Harper, R. H. R., 2002. *The Myth of the Paperless Office*. MIT Press, Cambridge, MA, USA
- [Sma09] SmartDraw.com, 2009. *SmartDraw*. <http://www.smartdraw.com/>
- [KWW09] König, W., Rädle, R., Reiterer, H., 2009. *Squidy: A Zoomable Design Environment for Natural User Interfaces*. CHI 2009, Massachusetts, USA
- [Wac09] Wacom Company. *Wacom Website*. <http://www.wacom.eu/> (09-02-2009)
- [ZUI09] Jetter, H-C., König, W., Reiterer, H., 2009. *Understanding and Designing Surface Computing with ZOIL and Squidy*. Workshop - Multitouch and Surface Computing. CHI 2009, Massachusetts, USA

Anhang B: Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Affinity Diagram fertiggestellt und am entstehen (rechts [Bar08], links [Sap08]).....	7
Abbildung 2: Die Schritte bei der Erstellung des Affinity Diagrams [Biö09c].....	8
Abbildung 3: Klassischer Kreislauf zwischen Papier- und digitaler Welt [Biö09c].....	10
Abbildung 4: Angestrebter Idealzustand zwischen Papier- und digitaler Welt [Biö09c].....	11
Abbildung 5: Angestrebter Kreislauf der vorliegenden Arbeit [Biö09c].....	11
Abbildung 6: Pen-Tablet Bamboo von Wacom [Wac09].....	14
Abbildung 7: a) DataGlyph in einem Bild integriert und b) die Vergrößerung dessen [HL01].....	15
Abbildung 8: Punktemuster von Anoto[A09].....	16
Abbildung 9: Aufbau des Stiftes von Anoto [A09].....	16
Abbildung 10: FLY Fusion Pentop von LeapFrog mit den FLYcons [Lea08].....	17
Abbildung 11: Die verschiedenen Befehle in PapierCraft [GLHH08].....	18
Abbildung 12: Links: Papier Modell mit Annotationen. Rechts: Digitale Umsetzung[GSHL06]....	18
Abbildung 13: StickySorter [Biö09c].....	20
Abbildung 14: SMART Board mit Designers' Outpost [KNFML00].....	21
Abbildung 15: Bildschirmansicht des CDTool [HBW05].....	22
Abbildung 16: Screenshot von SmartDraw [Biö09c, Sma09].....	23
Abbildung 17: Discover6Sigma [Biö09c].....	24
Abbildung 18: Use Case Diagramm zu ein paar ausgewählten Fällen [Biö09c].....	29
Abbildung 19: Erstellen der Karten [Biö09c].....	30
Abbildung 20: Karten werden dargestellt [Biö09c].....	31
Abbildung 21: Diskussion der Karten.....	32
Abbildung 22: Erstellung der Gruppen aus den Karten [Biö09c].....	34
Abbildung 23: Gruppierung der Gruppen [Biö09c].....	34
Abbildung 24: Papierentwurf des EADM [Biö09c].....	38
Abbildung 25: Skizzen von zwei Variante für das Layout der Karten und der Interaktionsfelder [Biö09c].....	39
Abbildung 26: Die drei Zeitpunkte der Digitalisierung [Biö09c].....	40
Abbildung 27: Architektur des HADM [Biö09c].....	44
Abbildung 28: Architektur des EADM [Biö09c].....	46
Abbildung 29: Die fertigen Karten mit dem Anoto-Stift [Biö09c].....	48
Abbildung 30: Das HADM, Karten vorne links; das EADM auf den beiden Cubes [Biö09c].....	48
Abbildung 31: Nahaufnahme der Karten und des Stiftes [Biö09c].....	48

Anhang C: Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der Programme mit ihren Eigenschaften.....	25
Tabelle 2: Use Cases zur Verschriftung der Ideen.....	31
Tabelle 3: Use Cases zu Editieren, Durchsuchen und Ergänzen der Karten.....	33
Tabelle 4: Use Cases zu den Ansichtsmanipulationen des Diagrammes.....	35
Tabelle 5: Übersicht der Teilziele für das HADM.....	37
Tabelle 6: Aussagen zur Interaktion mit dem hybriden System.....	55
Tabelle 7: Aussagen zu Ordnen und Sortieren der Karten.....	56
Tabelle 8: Aussagen zu Verschiedene Möglichkeiten, einen Zoom mit einzubinden.....	57
Tabelle 9: Aussagen zu Erweiterungen der Funktionalitäten des hybriden Systems.....	58