

Diplomarbeit

Kristalline Informationsvisualisierung

Die dritte Dimension der Information

Ausgeführt zum Zweck der Erlangung des akademischen Grades

Mag. (FH) für wirtschaftswissenschaftliche Berufe

am Fachhochschul-Diplomstudiengang Medienmanagement St. Pölten

von:

Barbara Hinger

mm011030

Begutachter:

Mag. Roland Graf

Zweitbegutachter:

Mag. Wolfgang Römer

St. Pölten 2005

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich versichere, dass

- ich diese Diplomarbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.
- ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im Inland noch im Ausland einem Begutachter/einer Begutachterin zur Beurteilung oder in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Diese Arbeit stimmt mit der vom Begutachter beurteilten Arbeit überein.

.....
Ort, Datum

.....
Unterschrift

Zusammenfassung

Wir leben in einer Zeit, in der Information in vielen Branchen zum wichtigsten Wirtschaftsgut geworden ist. Gleichzeitig wird die Menge dieser Information immer größer und kann ohne effiziente Selektion nicht mehr praktisch genutzt werden. Das Problem ist also nicht die Verfügbarkeit der Information, sondern das Finden von relevanten Daten in einer unüberschaubar gewordenen Informationsmasse. Dabei erweist sich die Schnittstelle zwischen Mensch und Computer - das Suchinterface - als Flaschenhals, der über Erfolg oder Misserfolg der Informationssuche entscheidet. Klassische Suchergebnisdarstellung in Text-Listenform reicht nicht mehr aus, um den Benutzer rasch zum gewünschten Ergebnis zu führen. Deshalb werden seit einiger Zeit Techniken zur rechnergestützten Visualisierung von Information entwickelt, die über bildliche Darstellungen einen leichteren Ein- und Überblick über Datenmengen ermöglichen sollen. Informationsvisualisierung ist nun in einer Phase, wo in der sie ihre Markttauglichkeit beweisen muss. Es wird sich entscheiden, ob Informationsvisualisierung dem User einen Mehrwert bringt – also seinen Suchprozess tatsächlich besser unterstützt als herkömmliche Suchinterfaces - oder als bunte, aber nutzlose Bildchenwelt einer visionären Entwicklergeneration in der IT-Geschichte verschwindet.

Ziel dieser Arbeit ist es, Informationsvisualisierungssysteme auf ihre lernpsychologische Eignung hin zu untersuchen und zu ergründen, ob sie den Wissenserwerb und die Problemlösung erleichtern.

Zunächst werden lernpsychologische Grundlagen erläutert. Hier ist besonders die Frage nach der Theorie des Wissenserwerbs mit Bildern interessant. Es wird beleuchtet, wie Menschen Probleme lösen und welche Faktoren das Lernen beeinflussen.

Im Anschluss daran werden Informationsvisualisierungen vorgestellt und auf ihre Vor- und Nachteile gegenüber klassischer Suchergebnisdarstellung untersucht. Als weiterer Teil dieses Kapitels werden Bewertungssysteme für Visualisierungen betrachtet, die eine künftige Klassifikation dieser Technologie erleichtern sollen.

Auf Grundlage der vorangegangenen Kapitel wendet sich die Arbeit dann dem Stand der Entwicklung von Informationsvisualisierung in Österreich zu. Anhand des APA Onlinemanagers AOM und seiner Visualisierungskomponente wird dargestellt, wie Informationsvisualisierung in kommerziell vermarkteten Systemen funktionieren kann.

Abstract

These days information has become the most important asset for many economic sectors. At the same time this amount of information becomes bigger and bigger and it is not possible any more to use it without effective selection. Therefore the problem is not the accessibility of information, but the finding of relevant data in an incalculable information mass. In this process the interface between human and computer is the „bottleneck“, that decides on success or failure of the information retrieval. Classical information retrieval presentation using lists of textfiles is not sufficient any more to guide the user to his desired result. On that account for some time techniques for computer-aided vizualization have been developed, that should give the user easier access to the amount of data. Information vizualization has now reached a stage, in which the technology must prove its marketability. It is to decide if the user can take a real advantage of information vizualisation. If information vizualization supports the seeking process better than conventional interfaces or vanishes in IT-history, as a colourful but useless picture world of a visionary developer generation.

The aim of this thesis is to examine information vizualisation systems in regard to psychology of learning and to discover if they make knowledge acquisition and problem solving easier.

In the beginning basics of psychology of learning are explained. Particular attention is payed to the theory of knowledge acquisition with pictures. It is illuminated how humans solve problems and which factors do affect learning.

Following information vizualisations are introduced and examined for their advantages and disadvantages over classical information retrieval presentation. Another part of this chapter shows assessment systems for vizualisations. These assessment systems should help in classification of vizualisation technology in the future.

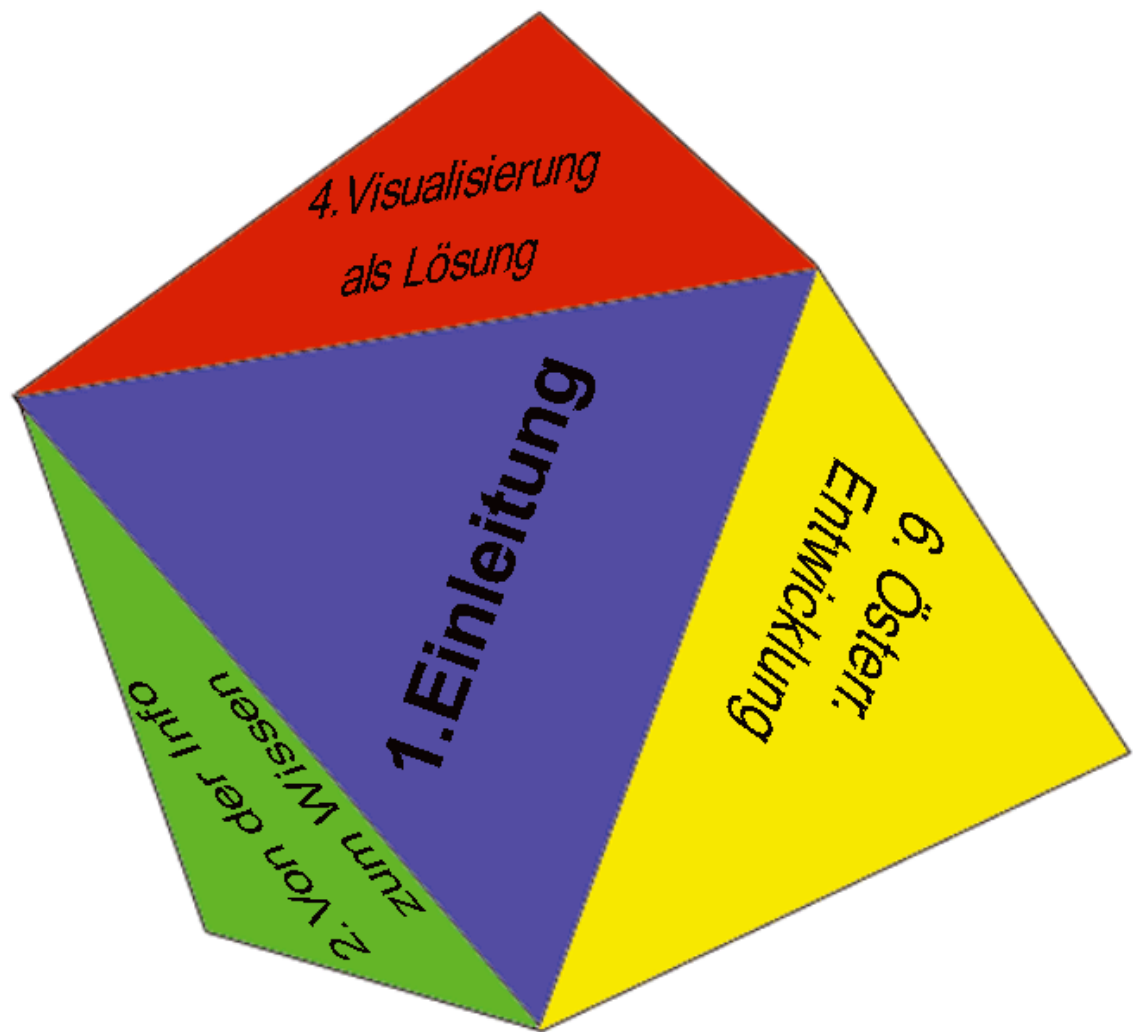
On the basis of the preceding chapters this thesis turns to the state of development of information vizualisation in Austria. With the APA Onlinemanagers AOM and its vizualisation tool, it is portrayed, how information vizualisation can work in commercialised systems.

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG	10
1.1 Motivation	10
1.2 Multidisziplinärer Zugang	11
1.3 Zur Visualisierung dieser Arbeit	12
1.4 Ziele und Aufbau der Arbeit	14
2. VON DER INFO ZUM WISSEN	16
2.1 Information	16
2.2 Wissen	17
2.3 Lernen als Wissenserwerb	20
2.3.1 Wissensrepräsentation	20
2.3.1.1 Propositionen	21
2.3.1.2 Schemata	21
2.3.1.3 Semantische Netzwerke	22
2.3.1.4 Mentale Modelle	23
2.3.2 Assimilation	24
2.3.2.1 Sinnvolles Lernen	24
2.3.2.2 Mechanisches Lernen	25
2.3.2.3 Rezeptives Lernen	25
2.3.2.4 Entdeckendes Lernen	25
2.3.4 Konstruktivistischer Wissenserwerb	27
2.3.4.1 Verräumlichungsstrategien	29
2.3.4.2 Räumlich-geografische Netzwerke	30
2.3.5 Verstehen	31
2.4. Lösen von Problemen	32
2.4.1 Arten von Problemen	33
2.4.2 Faktoren des Problemlösens	33
2.4.3 Formen des problemlösenden Denkens	34
2.4.3.1 Problemlösen durch Versuch und Irrtum	34
2.4.3.2 Problemlösen durch Umstrukturieren	34
2.4.3.3 Problemlösen durch Anwendung von Strategien	35
2.4.3.4 Problemlösen durch Kreativität	35
2.4.3.5 Problemlösen durch Systemdenken	35
2.5 Faktoren, die das Lernen beeinflussen	35
2.5.1 Aufmerksamkeit	36
2.5.2 Emotion und Motivation	36
2.5.2.1 Neugier	38
2.5.2.2 Leistungsmotivation	38
2.5.2.3 Volition	39
2.6 Lernen in multimedialen Umgebungen	39
2.6.1 Merkmale von Lernmedien	39
2.6.2 Die psychologische Einstellung des Lernenden zum Medium	40
2.6.2 Entschlüsseln des Symbolsystems	41

2.6.3 Theorie der dualen Kodierung	44
2.6.4 Text als Lernmedium	45
2.6.4.1 Textusability	45
2.6.5 Bilder als Lernmedien	47
2.6.5.1 Konzeptuelle mentale Modelle	47
2.6.5.2 Analogien	47
2.6.5.3 Das Bild als Informationsträger	48
2.6.5.4 Bildverstehen	49
2.6.5.5 Vorteile des Bildes gegenüber dem Text	51
2.6.5.6 Bildusability	52
2.6.6 Wissenserwerb mit Hypertext und Hypermedia	53
 3. SUCHEN UND FINDEN	 56
3.1 Informationssuche in Hypertextsystemen	57
3.1.1. Die Information suchende Person	58
3.1.2 Die Aufgabe	58
3.1.3 Das Suchsystem	59
3.1.4 Die Domäne	59
3.1.5 Das Setting	59
3.1.6 Die Suchergebnisse	60
3.1.7 Der Suchprozess nach Shneiderman, Byrd und Croft	60
3.1.7.1 Formulation	60
3.1.7.2 Action	61
3.1.7.3 Review of results	61
3.1.7.4 Refinement	61
3.1.8 Formen von Suchprozessen	62
3.1.8.1 Browsing	62
3.1.8.2 Searching	62
 3.2 Probleme bei der Informationssuche	 63
3.2.1 Ungeeignete Quelle	63
3.2.2 Unklares Informationsbedürfnis	63
3.2.3 Darstellung der Suchergebnisse	64
 4. VISUALISIERUNG VON SUCHERGEBNISSEN ALS LÖSUNG	 67
4.1 Der Visualisierungs-Zyklus der Informationssuche	70
 4.2 Klassische Beispiele der Informations-Visualisierung	 71
4.2.1 Perspective Wall	71
4.2.2 Cone Tree oder Cam Tree	73
4.2.3 Tree Map	73
4.2.4 Bead	75
4.2.5 Hyperbolic Browser	76
4.2.6 SQUID	78
4.2.7 Lyberworld	79
4.2.8 Kartoo	80
 4.3 Argumente FÜR und WIDER die Informationsvisualisierung	 82
4.3.1 Vorteile von Informationsvisualisierung	82
4.3.1.1 Überblick über ALLE gefundenen Dokumente	82
4.3.1.2 Direkte Interaktion mit einzelnen Teilmengen	82
4.3.1.3 Kontextvisualisierung	83
4.3.1.4 Information im Sinne von „informieren“ wächst	83
4.3.1.5 Navigation in Visualisierungen ist länderübergreifend verständlich	83
4.3.2 Nachteile von Informationsvisualisierung	84

4.3.2.1 Der Nutzer muss ein vollkommen neues System erlernen	84
4.3.2.2 Komplexität überfordert den User	84
4.3.2.3 „Visual Literacy“ ist notwendig	84
4.3.2.4 Kein einheitlicher Ansatz	84
4.3.2.5 Begrenzte darstellbare Dokumentenmengen	85
4.3.2.6 Begrenzter Platz am Bildschirm	85
4.3.2.7 Begrenzte Rechnerperformances	85
4.4 Lernpsychologische Aspekte der Informationsvisualisierung	85
4.4.1 Exkurs Informationsvisualisierung – ein Spiel?	88
4.5 Bewertung von Visualisierungssystemen	92
4.5.1 Bewertung von Informationsvisualisierung nach Barberena Najarro	92
4.5.2 Bewertung von Informationsvisualisierung nach Englberger und Hitzke	95
5. ÖSTERREICHISCHE ENTWICKLUNG	101
5.1 Die APA als Datenbankhost	102
5.2. Der APA Online Manager AOM	103
5.2.1 Suchen im AOM	103
5.2.2 Ausgangssituation für die Neuentwicklung des AOM	104
5.2.3 Neue Funktionen	104
5.2.3.1 Themenclustering	104
5.2.3.2 Ähnlichkeitssuche	105
5.2.3.3 Visualisierung	106
5.2.4 Visualisierung im AOM	106
5.2.4.1 Darstellung eines Suchbegriffs über eine Timeline	107
5.2.4.2 Clustering Themenliste über eine Timeline	108
5.2.4.3 2D-Hügel	109
5.2.4.4 Cluster-Spider	109
5.2.4.5 3D-Hügel	111
	113
5.2.5 Bewertung der Visualisierungsmöglichkeiten im AOM 6.0	114
5.2.6 Zusammenfassung	117
6. FAZIT UND AUSBLICK	120
6.1 Fazit	120
6.2 Ausblick	122
7. GLOSSAR	126
8. ANHANG	135
Anhang A Quellen	135
Anhang B Abbildungsverzeichnis	144
Anhang C Danksagung	146



Schlagworte

Ziel, Aufbau, multidisziplinär, Oktaeder, Motivation, Kristall

1. Einleitung

1.1 *Motivation*

Lässt man sich auf das Abenteuer Diplomarbeit ein, findet man sehr schnell heraus, dass die Basis einer guten wissenschaftlichen Arbeit eine erfolgreiche Recherche ist – also das Suchen und Finden von Informationen. Die potenzielle Diplomarbeit-Verfasserin steht mit einer vagen Idee im Kopf vor einer anspruchsvollen Aufgabe: Sie muss aus möglichst allen zu ihrem Thema verfügbaren Quellen die qualitativ hochwertigen, relevanten Informationen filtern, um sie in weiterer Folge als Grundlage ihrer Arbeit verwenden zu können.

Noch vor 20 Jahren konnte man sich darauf verlassen, dass man mit einer überschaubaren Anzahl von gedruckten, meist lokal verfügbaren Texten und gegebenenfalls einigen mündlichen Quellen zum erwünschten Ergebnis kommen würde. Heute passiert der erste Einstieg in eine Recherche zumeist über das Internet oder eine große Datenbank und führt der Suchenden innerhalb weniger Sekunden vor Augen, dass sie in Millionen von Dokumenten nie alle Informationen zu ihrem Thema aufspüren können wird.

Meistens stellt sich zu diesem Zeitpunkt, wenn schon nicht Verzweiflung, so doch zumindest Verwirrung ein und das Unterfangen ‚umfassender Wissenserwerb‘ zum anschließenden Verfassen einer wissenschaftlichen Arbeit wird kritisch betrachtet in Frage gestellt. Mit Arbeitsverweigerung zu reagieren und sich weniger komplexen Aufgaben zu widmen, ist die eine Möglichkeit; Optimisten geben dem Zustand den klingenden Namen „Informationsgesellschaft“ und stürzen sich in den Kampf mit den unermesslichen Datenspeichern, um ihnen, wenn schon nicht alle Information, so zumindest essentielles Wissen für das Verfassen einer wissenschaftlichen Arbeit zu entreißen.

Das gestaltet sich insofern schwierig, als die Suchtools von Datenspeichern durch die Bank unüberschaubare Listen mit einer sehr großen Anzahl von Dokumenten ausspucken. Weder ist ein Zusammenhang der Dokumente erkennbar, noch kann der überforderte User einen Überblick über alle Suchergebnisse erhalten.

In diesem Prozess hätte sich die Verfasserin dieser Arbeit oftmals eine neue Technologie gewünscht, mit der Suchende von verschiedenen Richtungen auf ein Thema zugehen können, anstatt linear Listeneintrag um Listeneintrag zu durchforsten. Außerdem wäre die thematische Verknüpfung der Suchergebnisse eine große Erleichterung gewesen und hätte viele erfolglose Suchwege erspart.

Diese Arbeit befasst sich deswegen mit der neuen Technologie der Informationsvisualisierung und konzentriert sich hier auf 3D-Modelle, die sozusagen kristallin ein Thema als Ganzes überschaubar und von allen Seiten her zugänglich machen.

1.2 Multidisziplinärer Zugang

Das Thema dieser Diplomarbeit „Kristalline Informationsvisualisierung“ stand schon sehr früh fest und war eher eine intuitive Eingebung als ein gründlich überdachter Entschluss. Im Laufe der Recherchearbeit stellte sich jedoch heraus, dass sich der Begriff des „Kristallinen“ zu einer Metapher für die gesamte Diplomarbeit entwickeln würde.

„Kristallin“ ist nicht nur der Titel, kristallin muss auch der Zugang zum Thema sein. Das Themenfeld Informationsvisualisierung ist keine klar abgegrenzte Disziplin, die auf einen Blick erfasst und beschrieben werden kann, sondern setzt sich aus ganz unterschiedlichen Fachbereichen zusammen, wie ein Mosaik, oder wie eben ein Kristall.

Technisch betrachtet ist Informationsvisualisierung ein Teilgebiet der Informatik und beinhaltet grob gesagt die Programmierung der Such- und Visualisierungssysteme. Doch die Sichtweise der Informatik endet mittlerweile nicht mehr an der Schnittstelle zum Menschen, sondern versucht die Maschine aus der Sicht des Users zu sehen und Programme zu entwickeln, die für den Benutzer intuitiv zugänglich und verständlich sind. Mensch-Computer-Interaktion (englisch HCI Human Computer Interaction) ist mittlerweile ein eigener Forschungszweig und versucht z. B. mit „Cognitive Engineering“ psychologische Faktoren bei der Maschinenbenutzung einzubeziehen, die wiederum in Entwicklungen der Kybernetik einfließen.

Die Psychologie steuert verschiedene Lerntheorien zur Informationsvisualisierung bei und hinterfragt, ob und durch welche Visualisierung der Wissenserwerb gefördert werden kann.

Beim Thema Wissenserwerb kommt man nicht umhin, sich mit Didaktik und damit mit der Pädagogik auseinander zu setzen. „Lernen in Multimedia-Umgebungen“ wird als aktueller Trend intensiv beforscht, um Erfolgsfaktoren und Probleme in diesem Bereich zu erkennen.

Keine Visualisierung ohne Design. Gerade die bunten Bilder der Informationsvisualisierung verlangen nach klarem Design mit durchdachter Usability, sonst können sie vielleicht kurzfristig in Erstaunen versetzen, werden aber langfristig nicht als brauchbares Arbeitswerkzeug anerkannt werden.

Gerade diese Anerkennung als Arbeitstool, das den täglichen Job erleichtert, und damit der Erfolg der kommerziellen Nutzung von Visualisierungssystemen wird sich in der nächsten Zeit entscheiden. Deshalb lohnt es sich auch, einen Blick auf wirtschaftliche Einsetzbarkeit und Vermarktungsmöglichkeiten von „Kristalliner Informationsvisualisierung“ zu werfen.

Der „Kristall“ der Informationsvisualisierung hat also mit mindestens fünf „Zacken“ mindestens fünf verschiedene Zugänge zu ein und demselben Thema, was das Thema sehr spannend macht, die Verfasserin aber manchmal davon abhält, in die gewünschte Tiefe der Teilgebiete vorzudringen. Zudem ist es nicht immer leicht, aber ungemein wichtig, die verschiedenen Sprachen der beteiligten Wissenschaften auf einen Nenner zu bringen.

Diese Arbeit ist deshalb kein linearer, gleichmäßiger Fluss von Punkt A zu Punkt B. Vielmehr haben der Leser oder die Leserin einen Kristall vor sich, der versucht, über ganz unterschiedliche Zugänge die verschiedenen Facetten der Informationsvisualisierung sichtbar zu machen.

1.3 Zur Visualisierung dieser Arbeit

Die Darstellung meines Diplomarbeitsthemas als Text auf Papier ist naturgemäß ein Kompromiss. Das Wesen der „Kristallinen Informationsvisualisierung“ mit

seiner vernetzten Struktur schreit geradezu nach einer Hypertext-Darstellung, in der der Leser oder die Leserin navigieren und selbst bestimmt von Interessensgebiet zu Interessensgebiet springen können. Leider ist die Realisierung dieser Form der Darstellung in der kurzen Zeit, die an einer FH für das Schreiben einer Diplomarbeit zur Verfügung steht, nicht möglich und kann daher nur auf mögliche, spätere Projekte angewendet werden.

Trotzdem soll die Visualisierung in dieser Arbeit nicht ganz fehlen. Zur Veranschaulichung, wie die Navigation in einem Informationsvisualisierungssystem funktionieren kann, werden die Überschriften der Hauptkapitel dieser Arbeit auch graphisch-visuell aufbereitet und befinden sich auf einem Kristall, der sich je nach Kapitel „dreht“, um das aktuelle Thema anzuzeigen. Als Kristallform habe ich das Oktaeder gewählt, weil die acht Hauptkapitel auf den acht Flächen der Figur gut darstellbar sind.

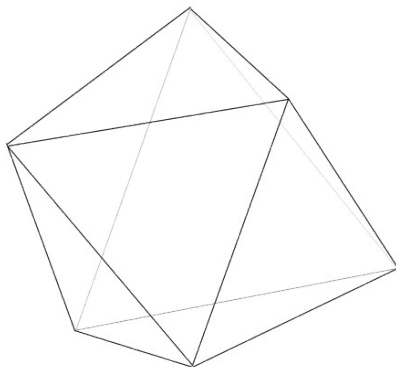


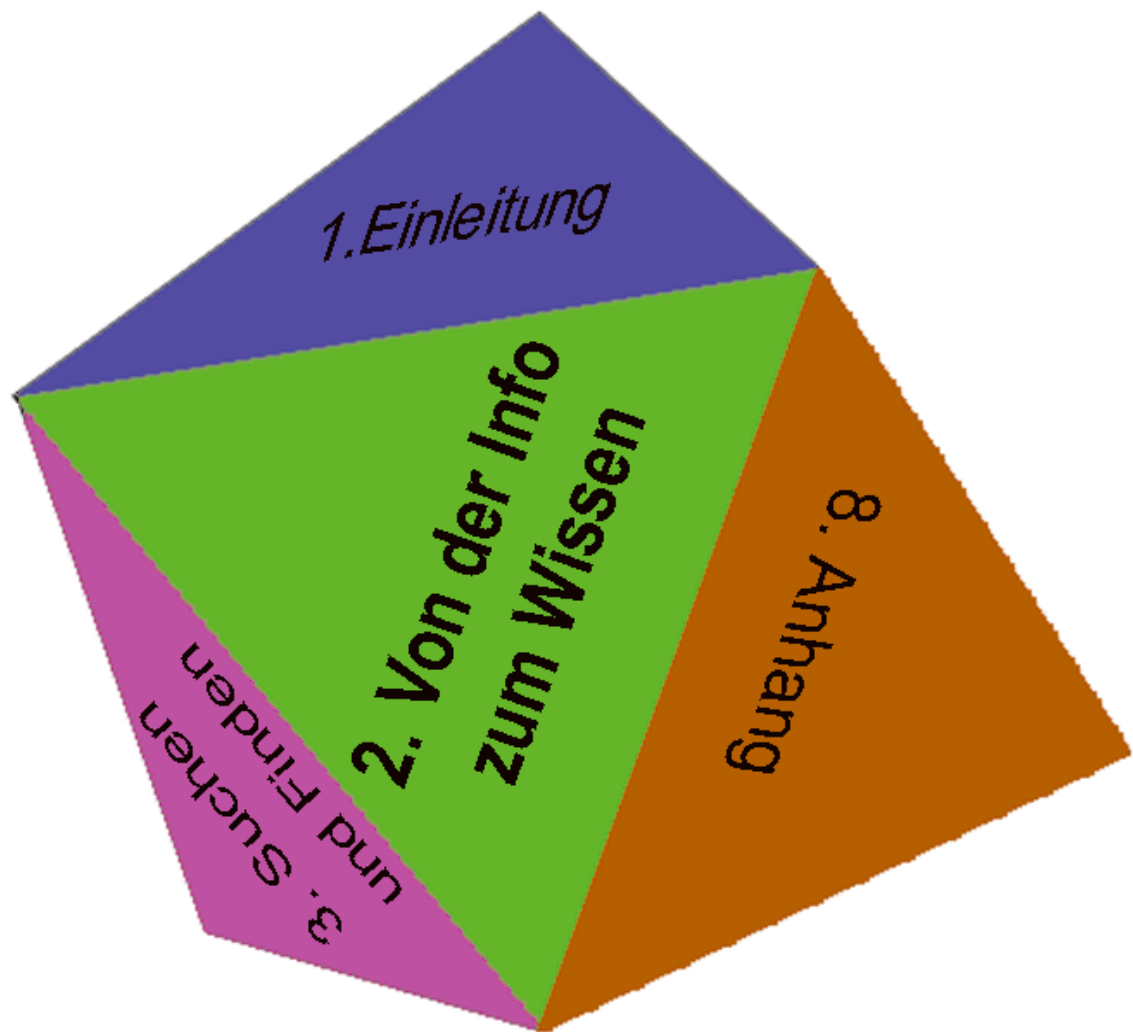
Abb. 1: Oktaeder als Grundform für Kapitel-Visualisierung

Zusätzlich werden an jedem Kapitelanfang Schlagworte angeführt, wie sie in einem Semantischen Netz, das einer Informationsvisualisierung oftmals als Grundlage dient, zum leichteren Verständnis und zur Navigation durch Begriffszusammenhänge verwendet werden.

1.4 Ziele und Aufbau der Arbeit

Die Diplomarbeit soll einen Überblick über die Möglichkeiten der Informationssuche und -visualisierung geben und in diesem Zusammenhang folgende Fragen beantworten:

- Fördern Informationsvisualisierungssysteme den Wissenserwerb?
- Erleichtern Informationsvisualisierungssysteme das Finden von Informationen?
- Nach welchen Kriterien können Informationsvisualisierungssysteme bewertet werden?
- Sind Informationsvisualisierungssysteme Spiele?
- Wie ist der Stand der Entwicklung bei Informationsvisualisierungssystemen in Österreich?



Schlagworte

Information, Wissen, Lernen, Wissensrepräsentation, Assimilation, Mentale Modelle, Semantische Netze, Konstruktivismus, Verstehen, Motivation, Problemlösen, Schema, Lernmedium, Usability, Bild, Text

2. Von der Info zum Wissen

Informationsvisualisierung ist die Visualisierung von Information. Geht man davon aus, dass Information Wissen schaffen soll, muss man sich fragen, wie diese Information beschaffen sein muss und unter welchen Voraussetzungen sie Wissen schaffen kann. Informationsvisualisierung soll helfen, einerseits Informationen leichter zu finden und andererseits im Dialog mit dem User Zusammenhänge der Informationen erkennbar machen, damit Wissen entstehen kann. Um zu klären, ob Formen der Informationsvisualisierung die Wissensgenerierung erleichtern, ist es notwendig, sich zuerst mit dem Wesen von Information und Wissen auseinanderzusetzen und anschließend den Prozess der Wissensgenerierung – also das Lernen – zu begreifen.

2.1 Information

Information ist ein äußerst komplexer Begriff, das zeigt schon ein Blick auf die umgangssprachliche Verwendung des Wortes. Angeblich leben wir in einer „Informationsgesellschaft“. Information wird immer mehr zur wichtigsten Ware, Webseiten dienen dazu, sich jederzeit die „wichtigsten Infos“ herunter zu laden, Infobroker beschaffen ihren Kunden Informationen zu bestimmten Themen, wer nicht informiert ist, kann nicht mitreden und so weiter.

Definitionen aus der Literatur greifen meistens zu kurz und beleuchten nur einen Aspekt des „Chamäleons“ Information. Entwickelt hat sich der Terminus Information aus dem lateinischen Wort „informare“, was so viel bedeutet wie „Gestalt geben“, „durch Unterweisung bilden“. Streng genormt nach DIN 44300 sind Informationen „Kenntnisse über Sachverhalte und Vorgänge“.¹ Etwas pragmatischer formuliert Bork die Information als „zweckorientiertes Wissen“.²

Meadows unterteilt „Information“ in den Träger der Information, also z. B. ein Wörterbuch, und in den Prozess, der notwendig ist, um eine Person zu informieren, also zum Beispiel das Lesen. Er weist jedoch auch darauf hin, dass der Begriff Information von verschiedenen Menschen in ganz unterschiedlicher Weise benutzt und verstanden wird, je nach dem, in welchem Kontext er

¹ DIN 44300, November 1988

² Bork, 1994, S. 41

gebraucht wird. Außerdem glauben wir typischerweise, dass, wenn wir Information weitergeben, die Information immer richtig ankommt und verstanden wird. Er beschreibt das sehr anschaulich an einem Beispiel: Ein Mann im Wilden Westen des neunzehnten Jahrhunderts, dessen Haus brennt, läuft in einen Saloon und schreit „Feuer“ – und wird erschossen.³

Im Zeitalter, in dem Informationen von Maschine zu Maschine eins zu eins übertragen werden können und mehr Informationen in einem Computer automatisch zu mehr, und im Fall einer guten Programmierung, auch zu besseren Ergebnissen führen, neigt der Mensch dazu, zu glauben, dass er dieser Art der Informationsverarbeitung und -übertragung ebenso mächtig wäre. Vielmehr ist jedoch das Problem, dass Information zwischen Menschen nicht einfach ohne Fehler, übertragen werden kann und automatisch zu Verständigung über einen Sachverhalt oder automatisch zu mehr Wissen führt.

2.2 Wissen

Information führt also nicht automatisch zu Wissen. Nähert man sich dem Begriff „Wissen“, so scheitert man noch umfassender an einer Definition als beim Begriff der Information. Information ist in gewisser Weise manchmal noch angreifbar oder zumindest sichtbar, wenn es sich zum Beispiel um gedruckte Information handelt oder ein informierendes Piktogramm über einen Computerbildschirm flimmert.

Anders verhält es sich mit dem Wissen. Wissen ist abstrakt und findet nur in den Köpfen statt – und dort entzieht es sich wiederum dem forschenden Zugriff, weil es nicht genau erkennen lässt, wie es sich dort formiert, gruppiert und vermehrt oder auch vermindert.

Deshalb ist der heute gern gebrauchte, meiner Meinung nach aber missbrauchte, Terminus „Wissensmanagement“ vollkommen irreführend, weil er (wahrscheinlich den impliziten) Wunsch ausdrückt, Wissen könne beherrscht, klassifiziert und koordiniert werden, ganz so, wie es einem „Wissensmanager“ beliebt – völlig unabhängig von den Menschen, die dieses Wissen in ihren Köpfen tragen. Als könne man das Wissen von der „Festplatte“ eines Menschen absaugen und in

³ Meadows, 2001, S. 17

andere Systeme und Menschen einpflanzen, um es zu seinem Vorteil oder dem Vorteil einer Organisation zu nutzen.

Um sich dem Wissen wissenschaftlich zu nähern, dringen die Neurologen und die Psychologen in unsere Gehirne vor – sie tun das allerdings naturgemäß von ganz verschiedenen Seiten und arbeiten nur in den seltensten Fällen Hand in Hand. Die daraus entstehenden Theorien können als Annäherung an die Erklärung des Wissens und des Wissenserwerbs verstanden werden aber sie helfen zweifelsohne, den Begriff „Wissen“ anschaulich zu machen.

Ich möchte versuchen den Begriff „Wissen“ näher zu definieren. Dafür habe ich dort gesucht, wo traditionellerweise viel Wissen gespeichert ist – in einer Enzyklopädie. Da mehrere Menschen meist mehr wissen, schien mir der Zugang über eine Enzyklopädie, die von sehr vielen Menschen erstellt und überarbeitet wird, sinnvoll. Wikipedia ist so eine Enzyklopädie im Internet. Jeder User kann etwas von seinem Wissen beitragen und damit Wikipedia erweitern. Wikipedia sagt zu Wissen folgendes:

„Wissen (althochdeutsch *wischan*, gesehen haben) bezeichnet die Gesamtheit aller organisierten Informationen mitsamt ihren wechselseitigen Zusammenhängen, auf deren Grundlage ein (vernunftbegabtes) System handeln kann. Das Wissen erlaubt es einem solchen System - vor seinem Wissenshorizont und mit der Zielstellung der Selbsterhaltung - sinnvoll und bewusst auf Reize zu reagieren. Die Epistemologie, die den griechischen Wortstamm für Wissen (*episteme*) im Namen trägt, ist die Lehre von der Erkenntnis. Erkenntnis folgt erst dann aus Wissen, wenn erkannt wird, welche Relevanz die Einzelinformationen für die Lösung eines gegebenen Problems besitzen. Wissen kann man demnach also als potentielle Nutzinformation definieren.“⁴

Zusätzlich zu dieser Definition merkt Wikipedia jedoch an, dass sich für den Begriff ‚Wissen‘ im wissenschaftlichen Diskurs keine präzise und übergreifende anerkannte Definition findet, sondern zahlreiche, häufig ähnlich klingende Definitionen, die jeweils abhängig vom Standpunkt des Definierenden formuliert werden. Über Wissen lassen sich laut Wikipedia zumindest drei Grundaussagen treffen:

⁴ <http://de.wikipedia.org/wiki/Wissen>

- Dem Wissen liegen Informationen zugrunde
- Diese Informationen müssen derart aufeinander bezogen sein, dass sie in sich stimmig sind (*coherence*)
- Neben der inneren Übereinstimmung muss sich Wissen in Übereinstimmung mit den wahrnehmbaren Bedingungen einer Umwelt befinden

Edelmann unterscheidet Wissen in zwei Grundformen:

- Sachwissen
- Handlungswissen

Sachwissen oder auch deklaratives Wissen ist bewusstes Wissen und kann sprachlich ausgedrückt werden. Handlungswissen oder prozedurales Wissen ist das Wissen, wie man etwas tut. Es wird oft unbewusst angewandt, das heißt, man kann eben etwas z. B. „Schreiben können“. Edelmann charakterisiert das Sachwissen anhand von neun Faktoren: ⁵

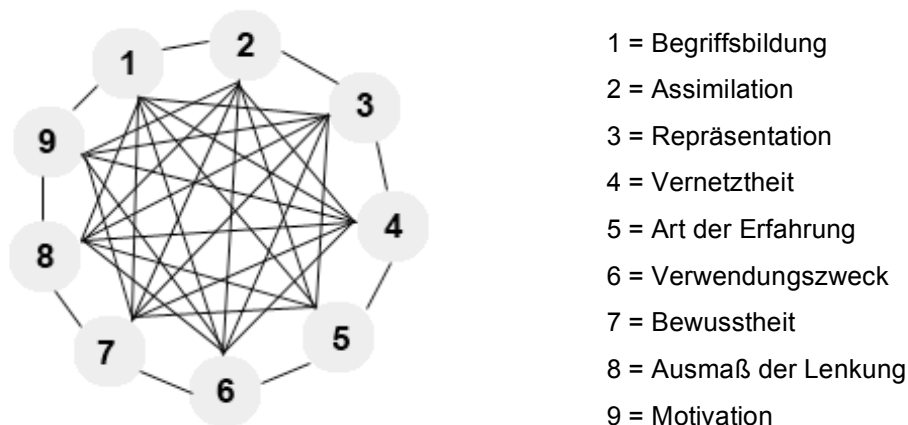


Abb. 2: Der Begriff des Wissens nach Edelmann 2000, S. 164.

Wissen als Begriff bleibt trotzdem relativ abstrakt und kann nur über Hilfskonstruktionen beschrieben werden, die Teilbereiche des Wissens erhellen. Im Falle dieser Arbeit interessiert mich der Teilbereich des Wissens, der sich mit der Entstehung von Wissen befasst – also dem Lernen, weil ich herausfinden möchte, ob Informationsvisualisierung hilft, die Aneignung von Wissen zu

⁵ Vgl.: Edelmann, 2000, S. 164

erleichtern. Dafür erörtere ich in den folgenden Kapiteln für ein besseres Verständnis lernpsychologische Grundlagen.

2.3 Lernen als Wissenserwerb

Jeder Mensch lernt. Das beginnt im Säuglingsalter mit dem Erlernen der Kontrolle über verschiedene Körperfunktionen, setzt sich fort mit dem kindlichen Erlernen von Begriffen und Verhaltensweisen und begleitet uns ein Leben lang mit der Aufnahme und Verarbeitung neuer Erfahrungen und dem Lösen von Problemen.

Lernen kann einerseits neurologisch anhand von Aktionen und Reaktionen von Nervensystem und Gehirn erklärt werden – dieser Gesichtspunkt wird jedoch nicht Teil dieser Arbeit sein. Die Verfasserin dieser Arbeit interessiert sich vielmehr für die psychologischen Aspekte des Lernens und will folgende Punkte klären:

- Wie erwerben wir durch Lernen Wissen?
- Welche Faktoren beeinflussen die Wahrnehmung und damit das Lernen positiv/negativ?
- Wie lösen Menschen Probleme durch Lernen?
- Wie kann das Lernen in multimedialen Computerumgebungen funktionieren?

Um diese Fragen zu beantworten, beziehe ich mich einerseits auf kognitive psychologische Theorien, andererseits auf den Ansatz der konstruktivistischen Sicht des Wissenserwerbs aus der pädagogischen Psychologie, wie sie beispielsweise Steiner in Krapp/Weidenmann oder auch Edelman beschreiben.⁶

Steiner beschreibt Lernen als Wissenserwerb als Prozess, der die Teilprozesse des Verstehens, Speicherns und Abrufens einschließt und im positiven Fall auch zum Gebrauch des erworbenen Wissens führen kann.⁷ Im Folgenden sollen einige Grundlagen des Lernens erklärt werden.

2.3.1 Wissensrepräsentation

Lernen kann als Aufbau und fortlaufende Modifikation von Wissensrepräsentationen definiert werden. Diese Wissensrepräsentationen kommen in der Kognitionspsychologie in mehreren Ausprägungen vor:

⁶ Vgl.: Edelman, 2000, S. 287

⁷ Vgl.: Steiner in Krapp/Weidenmann, 2001, S. 164

- Propositionen
- Schemata
- Semantische Netzwerke
- Mentale Modelle ⁸

2.3.1.1 Propositionen

Eine Proposition ist die kleinste Wissenseinheit, die eine selbstständige (von anderen Wissenseinheiten unabhängige) Aussage bilden kann.⁹ Ein Beispiel soll das verdeutlichen:

Der Satz „Der Quantenphysiker Anton Zeilinger beamte 1997 in Österreich ein Atom.“ Kann in folgende Propositionen zerlegt werden:

- A. Zeilinger war 1997 Quantenphysiker in Österreich.
- B. Ein Atom wurde in Österreich gebeamt.
- C. Zeilinger beamte ein Atom.

Information wird im Gedächtnis jedoch nicht in Form dieser Propositionen gespeichert, sondern Menschen merken sich die Bedeutungen der Propositionen. Die kognitive Psychologie nimmt an, dass Propositionen im Gehirn zu Netzwerken verknüpft werden, die die Beziehungen zwischen Konzepten aufzeigen.¹⁰

2.3.1.2 Schemata

Das Schema ist ein begriffliches Instrument zur Erkenntnis der Umwelt. Wer beispielsweise über das Schema „Auto“ verfügt, hat eine Art geistigen Plan, also eine Vorstellung, mit deren Hilfe er ein Auto konkretisieren kann. Er weiß, dass es sich bei einem Auto um einen großen Gegenstand, normalerweise mit vier Rädern, einem Fahrgestell und einer Karosserie handelt. Diese allgemeinen Merkmale bilden eine Art Rahmen, in dem auch noch viele Leerstellen vorhanden sind. Diese Leerstellen oder auch Slots¹¹ werden dann bei jeder Aktualisierung des Schemas mit neuen Informationen ausgefüllt. Beim Auto kann die Karosserie eine bestimmte Farbe bekommen und durch weitere Attribute wie Scheinwerfer, Türen etc, ergänzt werden. Mit jeder „Auto-Erfahrung“ wird das Schema konkreter.

⁸ Vgl.: Steiner, in Krapp, Weidenmann, 2001, S. 165

⁹ Vgl.: Anderson, 2001, S. 147

¹⁰ Vgl.: Anderson, 2001, S. 152

¹¹ Vgl.: Anderson, 2001, S. 156

Diese Wissensstrukturen spielen für das Erkennen von Alltagsgegenständen, für das Abspeichern im Gedächtnis und für das Lösen von Problemen eine wichtige Rolle.¹² Außerdem erlauben sie Schlussfolgerungen über Sachverhalte – unterstützen uns also dabei, unsere Umwelt zu bewerten.¹³

Wird nun eine neue Information aufgenommen und verarbeitet, dann funktioniert das als fortlaufende Interaktion zwischen schemagesteuerten Erwartungen an die Umwelt, von diesen Erwartungen gelenkter Wahrnehmung und von Rückwirkungen der wahrgenommenen Informationen auf die Schemata, die dann wiederum die laufende Informationsaufnahme beeinflussen.¹⁴

2.3.1.3 Semantische Netzwerke

Schemata treten meist im Verbund mit anderen Schemata auf und bilden so ein umfassendes Netzwerk von Begriffen, das auch als Semantisches Netzwerk bezeichnet wird.¹⁵ Nach Quillian speichern Menschen Zusammenhänge über verschiedene Kategorien von Begriffen in einer Netzwerkstruktur, wie sie in Abbildung 3 dargestellt ist.¹⁶

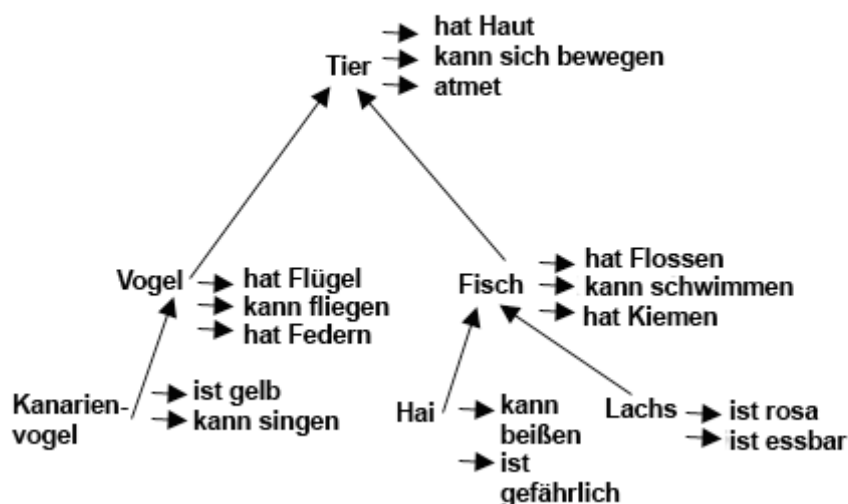


Abb. 3: Hypothetische Gedächtnisstruktur eines Semantischen Netzwerkes nach Collins & Quillian, 1969.

¹² Vgl.: Steiner, in Krapp, Weidenmann, 2001, S. 166

¹³ Vgl.: Edelmann, 2000, S. 149

¹⁴ Vgl.: Neisser, 1979

¹⁵ Vgl.: Steiner, in Krapp/Weidenmann, 2001, S. 166

¹⁶ Vgl.: Anderson, 2001, S. 154

In einer Hierarchie kategorischer Tatsachen wird hier skizziert, dass ein Kanarienvogel ein Vogel ist und ein Vogel ein Tier. Eigenschaften, die für Kategorien auf einer höheren Hierarchieebene zutreffen, gelten auch für die darunter liegenden Ebenen.

2.3.1.4 Mentale Modelle

„Mentale Modelle repräsentieren erfahrbare Wirklichkeit in einem kognitiven Format.“¹⁷ Die Theorie der mentalen Modelle besagt, dass sich Menschen intern Modelle von Ausschnitten der Realität aufbauen. Sie werden meistens im Anschluss an unmittelbare Erfahrungen mit einem Sachverhalt gebildet und erlauben die innere Simulation äußerer Vorgänge. Mentale Modelle sind subjektive Wissensgefüge und haben einen funktionalen Charakter, das heißt, sie ermöglichen die Bewältigung von Aufgaben und Problemen.¹⁸

Mentale Modelle enthalten verschiedene Arten von Wissen: Begriffliches Wissen und Verfahrenswissen. Diese Wissensformen nehmen je nach Anforderung verschiedene Wissensformate an: Sie treten als visuell-räumliches (analoges) Wissen auf, aber auch abstraktes (propositionales) Wissen.¹⁹

Ein einfaches Beispiel für ein mentales Modell ist die Anordnung von Geschirr und Besteck auf einem Tisch. Aber auch die Mahlzeit, die anschließend an diesem Tisch serviert wird, wurde, sofern von einer versierten Köchin zubereitet, nach einem mentalen Modell gekocht.

In diesem Zusammenhang ist auch die „Imagery-Forschung“ interessant. Die „Imagery-Forschung“ hat in zahlreichen Studien Gemeinsamkeiten und Unterschiede von „inneren“ Bildern und visueller Wahrnehmung erforscht. Dabei wurden Anzeichen entdeckt, dass in beiden Fällen ähnliche neuronale Mechanismen beteiligt sind. Vorstellung und Wahrnehmung aktivieren im Gehirn also dieselben Vorgänge.²⁰ Innere Bilder können scheinbar genauso abgetastet werden wie reale Szenen. Dabei können sogar ihre Bewegungen im dreidimensionalen Raum simuliert werden.²¹

¹⁷ Weidenmann, 1988, S. 32

¹⁸ Vgl.: Edelman, 2000, S. 160 f.

¹⁹ Vgl.: Steiner, in Krapp, Weidenmann, 2001, S. 166

²⁰ Vgl.: Finke, 1986

²¹ Vgl.: Shepard & Podgorny, 1978, Sheik, 1983

2.3.2 Assimilation

Assimilation bedeutet Verankerung des neuen Wissens in der kognitiven Struktur. Darüber, wie Assimilation geschieht, gibt es viele Theorien. Gagné nennt Wissenserwerb den Erwerb von Regeln. Regeln sind für ihn Begriffsketten, also die Kombination von Begriffen. Begriffe sind also nach Gagné Bausteine des Wissens. Eine Regel kann jedoch nur erlernt werden, wenn alle Begriffe dieser Regel bekannt sind.²² Regellernen erfolgt meist durch verbale Formulierungen in Texten oder Vorträgen.

Damit gewährleistet wird, dass wirklich die Regel gelernt wird und nicht nur eine sprachliche Kette, können verschiedene didaktische Maßnahmen gesetzt werden, die das Lernen erleichtern:

- Begriffe definieren
- Beispiele bringen, die den ganzen Begriff (die Kategorie) sichtbar machen
- Bildliche Darstellung
- Redundanter Sprachgebrauch
- Anwendung der Regel

So wie Begriffe in einer Begriffshierarchie miteinander in Verbindung stehen, sind auch Regeln in Hierarchien organisiert. Serien von Regeln gehören meist einem größeren Sachbereich an. Laut Gagné gibt es „eine Art Karte des zu lernenden Stoffes“ hin zum Lernziel.²³

Ausubel unterscheidet beim Lernen zwei Dimensionen:

- Sinnvoll/Mechanisches Lernen
- Rezeptiv/Entdeckendes Lernen

2.3.2.1 Sinnvolles Lernen

Beim sinnvollen Lernen ist für Ausubel wichtig, dass einerseits inhaltlich, das heißt nicht wortwörtlich gelernt wird, andererseits, dass der neue Lernstoff zufallsfrei auf bisheriges Wissen bezogen werden kann. Das bereits vorhandene Wissen wird

²² Vgl.: Gagné, 1969, S. 119

²³ Vgl. Edelman, 2000, S. 135

dann sozusagen zum einen Ankergrund für das neue Wissen in der Wissensstruktur.²⁴

2.3.2.2 Mechanisches Lernen

Mechanisches Lernen bedeutet auswendig lernen ohne inhaltlichen Bezug und ohne Verankerung im Vorwissen. Gagné und Ausubel sprechen beim mechanischen Lernen jedoch nicht von Wissenserwerb.²⁵

2.3.2.3 Rezeptives Lernen

Beim Rezeptiven Lernen wird dem Lernenden das Lernmaterial in relativ fertiger Form dargeboten. Es wird keine selbstständige Entdeckung gefordert, sondern, dass er sich den Lernstoff so einprägt, dass er ihn zu einem späteren Zeitpunkt wiedergeben kann.

2.3.2.4 Entdeckendes Lernen

Im Gegensatz zum rezeptiven Lernen muss beim Entdeckenden Lernen der Lernstoff vom Schüler entdeckt werden. Das heißt, der Lernende muss Informationen neu ordnen, Regeln ableiten und Probleme lösen. Erst dann kann er das gewonnene Produkt in seine Wissensstruktur einordnen.²⁶

Da Mechanisches Lernen wie schon erwähnt, keinen Wissenszuwachs produziert, wollen wir uns näher mit dem Sinnvollen Lernen auseinandersetzen.

Ausubel propagiert besonders das Sinnvoll/rezeptive Lernen, das durch einige entscheidende Merkmale charakterisiert wird. So soll der Aufbau einer kognitiven Struktur durch die Verbindung der einzelnen Wissens Elemente in einem System von aufeinander bezogenen Bedeutungen, also in einer Hierarchie, erfolgen. An der Spitze der Wissenspyramide stehen Bedeutungen von sehr allgemeiner, umfassender und relativ abstrakter Art und an der Basis konkrete Informationen. Dadurch können neue Lerninhalte mit der bestehenden Wissensstruktur in Zusammenhang gebracht und verknüpft werden.

²⁴ Vgl.: Ausubel, Novak, Hanesian, 1980/81, S. 206 f.

²⁵ Vgl.: Edelmann, 2000, S. 138

²⁶ Vgl.: Ausubel, Novak, Hanesian, 1980/81, S. 47

Für die Lernorganisation ergibt sich daraus, dass der Unterricht dem Prinzip „vom Allgemeinen zum Besonderen“ folgen sollte.²⁷

Im Gegensatz zu diesem Ansatz fordert Bruner einen pädagogischen Einsatz des Sinnvoll/entdeckenden Lernens. Er geht davon aus, dass es unmöglich ist, einen Menschen auf alle Situationen und Problem seines Lebens vorzubereiten. Deshalb ist es eine vordringliche Aufgabe, ihn zu veranlassen, das Problemlösen zu üben.²⁸

Vier Begriffe sollen in diesem Zusammenhang näher erklärt werden.

Transferförderung

Wenn früheres Lernen späteres Lernen beeinflusst (positiv oder negativ) dann spricht man von einem Transfer. Das Ziel besteht nach Bruner darin, allgemeine Begriffe zu lernen. Diese bieten dann die Möglichkeit, später auftauchende Lerngegenstände als Sonderfälle des ursprünglichen Begriffs zu erkennen. An einem Beispiel kann diese induktive Vorgehensweise anschaulich gemacht werden: Ein Kind begreift, warum ein ganz konkreter Nagel rostet und lernt dadurch den allgemeinen Erklärungs-begriff der Oxydation. Später können andere Erfahrungen wie z. B. Grünspan auf dem Dach ebenfalls als oxydierte Oberflächen erkannt werden.²⁹

Problemlösefähigkeit

Wie schon erwähnt legt Bruner ganz besonderen Wert auf das Problemlösen. Deshalb kann seiner Meinung nach Entdeckung nur über das Üben des Problemlösens erfolgen.³⁰

Intuitives Denken

Bruner geht davon aus, dass Intuition ein wesentliches Merkmal des produktiven Denkens und des Problemlösens ist. Sie wird auch als „Unmittelbarkeit der Erkenntnis“ oder „eingebungsartige Erfassung des Wesentlichen“ bezeichnet und

²⁷ Vgl.: Ausubel, 1974, S. 139

²⁸ Vgl.: Bruner, 1973, S. 16

²⁹ Vgl.: Edelman, 2000, S. 141

³⁰ Vgl.: Bruner, 1973, S. 26

gilt in vielen Lebensbereichen als wichtige Erkenntnisquelle. Intuition ist gekennzeichnet durch spontanen Einfall und averbalen Charakter.³¹

Förderung intrinsischer Motivation

Im Zusammenhang mit dem Entdeckenden Lernen bildet sich „ein intrinsisches Bedürfnis, mit der Umgebung fertig zu werden“, was Bruner als Kompetenzmotivation bezeichnet. Diese intrinsische Motivation macht Kontrolle durch Belohnung oder Bestrafung obsolet und fördert ganz von selbst die Bereitschaft zum Lernen.³²

2.3.4 Konstruktivistischer Wissenserwerb

Nachdem nun einige Grundbegriffe des Wissenserwerbs geklärt wurden, möchte ich nun näher auf die konstruktivistische Theorie des Lernens eingehen, weil sie eine Klammer über die vorher erwähnten Begriffe spannt und als Modell sehr anschaulich ist.

Die konstruktivistische Sicht geht davon aus, dass jedes Individuum seine Erkenntnisse selbst konstruiert – es findet also ein individueller Aufbauprozess statt – im Gegensatz zu einem Abbildungsprozess. Aufbauend auf Aebli's Modell für den Aufbau begrifflichen Wissens³³ konstituiert sich Lernen aus drei Paaren von Prozessen:

1. Verknüpfen und (wieder) Zerlegen
2. Verdichten und (wieder) Auseinanderfalten oder „Dekomponieren“
3. Strukturieren und Restrukturieren

Steiner erklärt diese Prozesse anhand eines Beispiels, das hier wiedergegeben werden soll.³⁴

³¹ Vgl.: Edelmann, 2000, S. 143

³² Vgl.: Bruner, 1973, S. 21

³³ Vgl.: Aebli, 1978, 1980/81

³⁴ Vgl.: Steiner in Krapp/Weidenmann, 2001, S.168 ff.

„Der Zeuge“

Dieses Beispiel beschreibt das Erlernen einer Begriffsbedeutung oder Schemas für den Begriff „Zeuge“. Nachfolgend ist dargestellt, wie jemand einem anderen eine Erklärung zum Begriff „Zeuge“ gibt: Ein junger Mann (1) raubt (3) einer alten Frau die Handtasche (2). Peter (4), der gerade zur Schule geht, beobachtet (5) diesen Raub (6). Er (4) berichtet (8) seine Beobachtung (7) der Polizei (9). Dieser Peter (10) ist ein *Zeuge* (11).

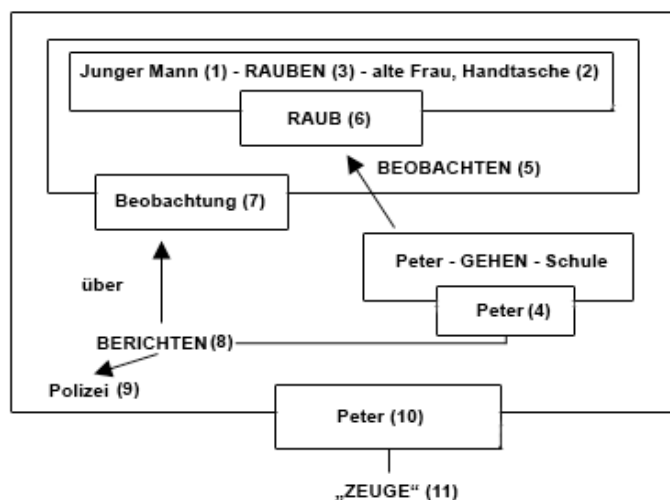


Abb. 4: Das semantische Netz, bzw. Schema „Zeuge“, Steiner, 2001.

In diesem Beispiel werden nun die drei Prozesse angewandt:

1. Verknüpfen von begrifflichen Elementen durch Relationen (meist Verben), z. B. RAUBEN
2. Verdichten der Ketten verknüpfter Elemente zu Elementen höherer Ordnung, z. B. RAUB
3. Strukturieren des aufzubauenden Wissens durch den Erklärenden, der über einen Wissensvorsprung verfügt.

Dieses Schema „Zeuge“ ist nun eine Struktur für eine ganze Klasse von möglichen Fällen von „Zeugen“. Die Details können sich ändern, aber der Kern, dass jemand etwas beobachtet, worüber er allenfalls auch berichten könnte, bleibt gleich.

Dieses Verknüpfen, Verdichten und Strukturieren passiert nicht im luftleeren Raum, sondern baut meist schon auf Vorwissen auf. Wird ein Lernender nun mit

neuem Wissen konfrontiert, wird dieses Vorwissen aktiviert, indem die passenden begrifflichen Knoten im semantischen Netzwerk ausfindig gemacht und angesprochen werden. In einem zweiten Schritt passiert die so genannte Elaboration. Dabei wird das gefundene Vorwissen Schritt für Schritt mit dem neuen Wissen verknüpft und so das neue Wissen in das bestehende semantische Netzwerk eingebunden.³⁵

In einem semantischen Netzwerk können nun unterschiedliche Verbindungen (Relationen) geknüpft werden:

Kausale Relationen: Z. B. Vitamin C fördert die Bildung von weißen Blutkörperchen, deshalb hilft es, Krankheiten zu bekämpfen.

Logisch implikative Relationen: Z. B. der Wal ist ein Säugetier, deshalb muss er Luft atmen.

Zeitliche Relationen: Z. B. Nach der Schule werden die Hausaufgaben gemacht.

Finale Relationen: Beschreiben bestimmte Schritte zu einem Ziel. Z. B. Um ein Studium abschließen zu können, muss man eine Diplomprüfung ablegen.

Modale Relationen: Sagen etwas über Verfahren und Details von Ablaufprozeduren aus. Z. B. Das Schlagen des Eischnees wird mit einem Mixer vorgenommen.

2.3.4.1 Verräumlichungsstrategien

Verstehen, Behalten und Abrufen von komplexer Information wird erleichtert, wenn die Wissensstrukturen verräumlicht werden, weil sie dann besser dem räumlichen semantischen Netzwerk im Gehirn entsprechen. Networking, Mapping und Schematizing sind Verfahren, die dieser Annahme Rechnung tragen und auf der Repräsentation von Wissen mit Hilfe von Knoten und deren Verbindungen basieren.³⁶

Eines dieser Verfahren, das mittlerweile einen hohen Bekanntheitsgrad erreicht hat und in vielen Kreativitäts- und Lernprozessen verwendet wird, ist Mindmapping von Buzan und Buzan.³⁷ Mindmaps sind organisierte Schlüsselwörter zu einem

³⁵ Vgl.: Steiner in Krapp/Weidenmann, 2001, S. 172

³⁶ Vgl.: Collins & Quillian, 1969, S. 241 ff.

³⁷ Vgl.: Buzan & Buzan, 1997

Thema-Stichwort, das den Mittelpunkt der „Landkarte“ ausmacht. Die Schlüsselwörter sind Aufhänger für ganze Gedankengänge. Somit ist Mindmapping eine Lernstrategie, die sicherstellt, dass die Information vom Lernenden eigenständig und bedeutungsbezogen verarbeitet und gleichzeitig aufgrund des eigenen Vorwissens in Kategorien organisiert wird. Außerdem ist es im Anschluss leichter, die Information mit Hilfe einer Mindmap zu rekonstruieren.³⁸

2.3.4.2 Räumlich-geografische Netzwerke

Wenn man zum ersten Mal in einer Stadt ist, wird man sich folgendermaßen orientieren:

1. Stadtplan studieren, um ein topologisches Überblickswissen zu erhalten. In Wien z. B. Lage des Praters und der Donau.
2. Orientierung an markanten Objekten wie z. B. dem Rathaus, der Oper etc. Diese markanten Objekte bilden Merkpunkte und damit Knoten in einem räumlich-geografischen Netzwerk.

Die markanten Objekte werden mit zunehmender Stadtkenntnis im Gedächtnis miteinander verbunden. Diese verbindenden Wege bilden die Relationen zwischen den begrifflichen Elementen und erlauben es uns, mit ihrer Hilfe bestimmte Wege sicher abzuschreiten und eine Marschplanung zu vollziehen. Werden die Routen mit zunehmender Stadtkenntnis miteinander verbunden, entsteht ein räumlich-geografisches Netzwerk, das der Besucher auch mental beschreiten kann. Räumlich-geografische Netzwerke werden auch kognitive Landkarten genannt, die Tolman 1948 zum ersten Mal erwähnt hat.³⁹

Kognitive Landkarten enthalten sowohl räumliches als auch begriffliches Wissen: Wissen darüber, wo bestimmte Orte liegen und Wissen darüber, was diese Orte sind und welche spezifischen Merkmale sie haben – einschließlich emotionaler Bindungen und Bewertungen.⁴⁰

³⁸ Vgl.: Steiner in Krapp/Weidenmann, 2001, S. 180 f.

³⁹ Vgl.: Tolman, 1948

⁴⁰ Vgl.: Steiner in Krapp/Weidenmann, 2001, S. 189

2.3.5 Verstehen

Interessanterweise findet man in der Literatur alles über Aneignung, Einlagerung und Abruf von Wissen, aber kaum etwas über das Verstehen. Das liegt vielleicht daran, dass Verstehen ein Begriff ist, der nur über wissenschaftliche Grenzen hinweg definiert werden kann und sowohl psychologische, linguistische, philosophische als auch semiologische Elemente enthält. So kann Verstehen einerseits als „Herstellen eines semantischen Produkts“ (semiologisch) verstanden werden, oder aber auch als „Fakten einen Sinn geben“ (philosophisch). Eine weitere Möglichkeit wäre die „Konstruktion von Bedeutung“ im linguistischen Sinn.

Neuere psychologische Ansätze (konstruktive Ansätze) gehen davon aus, dass ein Subjekt, das mit einer Information (z. B. einem Text) in Berührung kommt, sie nicht nur semantisch analysiert, sondern auch Deutungen (Interferenzen, Konkretisierungen, Präferenzen) schafft, die über den linguistischen Gehalt der Information hinausgehen.⁴¹ Anderson drückt das so aus:

„Wenn linguistisches Verstehen abstrakt sein soll, d.h. verarmt um situationsspezifische Details, wie kommt es dann, dass die Repräsentationen in unseren Köpfen so reich sind, wenn wir Sätze verstehen? Das ist nur dann eine verwirrende Frage, wenn man annimmt, Wörter und Sätze „hätten“ Bedeutungen. Aber die Bedeutung ist nicht in der Botschaft. Eine Bedeutung ist vielmehr ein geheimnisvolles Rezept zur Konstruktion einer Repräsentation. Die Repräsentation einer Botschaft schließt in der Regel Elemente ein, die in der Botschaft nicht explizit enthalten sind. Diese importierten Elemente sind nötig, um Konsistenz zwischen den Schemata herzustellen, aus denen die Repräsentation aufgebaut ist, in genau der gleichen Weise wie es zum Erkennen eines Würfels gehört, dass man Flächen wahrnimmt, die nicht direkt zu sehen sind.“⁴²

Alles deutet darauf hin, dass eine Person dann versteht, wenn sie von einer Information ein mentales Modell bildet und dieses Modell dann auf die Verträglichkeit mit der Information überprüft. Beispielsweise wird ein mentales Modell über das Funktionieren eines Gerätes im Umgang mit diesem Gerät permanent überprüft. Mentale Modelle sind allerdings in diesem Zusammenhang

⁴¹ Vgl.: Weidenmann, 1988, S. 27

⁴² Anderson, 1977, S. 422

sehr subjektive Konstruktionen, die oft unvollständig oder instabil und manchmal sehr umständlich sind.

Weidenmann definiert Merkmale für „Verstehen“ im Rahmen der Informationsverarbeitung folgendermaßen: Verstehen passiert dann, wenn zu einem Zielbereich (Bilder, Texte, Gerät, Ereignis) ...

- ... eine mentale modellhafte Repräsentation entwickelt wird, die über eine rein registrierende Perzeption hinausgeht.
- ... das mentale Modell evaluativ auf Konsistenz mit dem wahrgenommenen Zielbereich und auf interne Kohärenz mit Wissensbeständen überprüft und gegebenenfalls revidiert wird.

Außerdem betont er die emotionale Komponente beim Verstehen. Das Subjekt reagiert auf neue Informationen auch mit emotionalen Bewertungen und motivationalen Konstellationen.⁴³

Nach diesem Überblick über die Wissensbildung, stellt sich nun die Frage, wofür wir überhaupt Wissen brauchen. Grob gesagt wird Wissen für folgende Aktivitäten benötigt:

- fortgesetzten Wissenserwerb
- Lösung von Problemen

2.4. Lösen von Problemen

„Problemlösen ist ein Sonderfall des Handelns, der dadurch gekennzeichnet ist, dass wegen eines Hindernisses (Barriere) das Ziel nicht auf direktem Wege erreichbar ist.“⁴⁴

Anderson, Newell und Tolman gehen noch einen Schritt weiter und meinen, dass alle kognitiven Aktivitäten ihrer Beschaffenheit nach im Grunde genommen Problemlösungsprozesse sind, weil die menschliche Kognition immer zweckgerichtet ist.⁴⁵

⁴³ Vgl.: Weidenmann, 1988, S. 30, S. 51

⁴⁴ Edelmann, 2000, S. 209

⁴⁵ Vgl. Anderson, 1983, Newell, 1980, Tolman 1932

2.4.1 Arten von Problemen

Dörner nennt drei Arten von Problemen, die im Folgenden dargestellt werden:

		Klarheit der Zielkriterien	
		hoch	gering
Bekanntschaftsgrad der Mittel	hoch	Interpolationsbarriere	Dialektische Barriere
	gering	Synthesebarriere	Dialektische Barriere und Synthesebarriere

Abb. 5: Klassifikation von Barrieretypen nach Dörner, 1979, S. 14.

Interpolationsbarriere: Das Ziel ist klar erfasst und die Mittel sind gegeben. Allerdings fehlt die richtige Kombination oder die Festlegung der zeitlichen Abfolge. Z. B. Standpunkt und Reiseziel sind bekannt, es ist auch klar, welcher Zug die beiden Orte verbindet, doch ein Murenabgang hat die Bahnstrecke blockiert.

Synthesebarriere: Das Ziel ist wiederum bekannt, jedoch sind einzelne wichtige Operationen zur Zielerreichung unbekannt oder werden nicht in Betracht gezogen. Z. B. Das Reiseziel ist bekannt, jedoch das Auto ist kaputt. Es ist nicht klar, dass es auch eine Bahnverbindung zum Zielort gibt.

Dialektische Barriere: Das Ziel ist nur vage bekannt. Ein Lösungsentwurf muss auf Widersprüche geprüft, gegebenenfalls verändert oder verworfen, bzw. erneut geprüft werden. Ein solchermaßen „schlecht definiertes“ Problem sollte in ein „gut definiertes“ übergeführt werden. Z. B. Nach einem Umzug soll die Wohnung „schöner“ eingerichtet werden als die alte.⁴⁶

2.4.2 Faktoren des Problemlösens

Das Lösen eines Problems umfasst drei Faktoren:

1. Zielgerichtetheit
2. Zerlegung in Teilziele

⁴⁶ Vgl.: Edelmann, 2000, S. 210

3. Anwendung von Operatoren: Ein Operator ist eine Handlung, die den vorhandenen Problemzustand in einen anderen Problemzustand umwandelt, die Lösung eines Problems ist dann eine Sequenz aus solchen bekannten Operatoren.⁴⁷

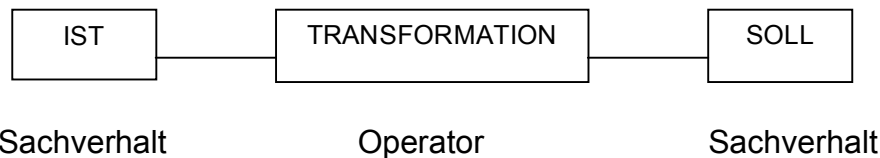


Abb. 6: Transformation des IST-Zustandes in den Soll-Zustand, Edelmann, 2000, S. 211.

Eine Möglichkeit, solche Operatoren auszuwählen, ist die Mittel-Ziel-Analyse. Die Mittel-Ziel-Analyse umfasst die Bildung von Teilzielen, um den Unterschied zu eliminieren, der zwischen dem aktuellen Zustand und der Bedingung zur Anwendung des angestrebten Operators besteht. Diese Methode wird zum Beispiel beim GPS-System zur Navigation angewandt.⁴⁸

2.4.3 Formen des problemlösenden Denkens⁴⁹

2.4.3.1 Problemlösen durch Versuch und Irrtum

Das Problem wird durch „Herumprobieren“ gelöst. Verschiedene Kombinationen werden ausprobiert, bis die richtige Lösung gefunden ist. Diese Art der Problemlösung wird häufig bei unübersichtlichen Problemsituationen angewandt.

2.4.3.2 Problemlösen durch Umstrukturieren

In diesem Fall wird die Lösung durch mehrfaches Umstrukturieren erreicht. Dabei werden die Elemente der Problemsituation in neue Zusammenhänge gesetzt. Folgende Schritte sind notwendig:

- Eliminierung störender Einflüsse (Was ist gesucht und was nicht?)
- Klärung, ob eine Interpolations- oder eine Synthesebarriere vorliegt
- Merkmale der Problemsituation werden mit Erfahrungen in Verbindung gebracht
- Die in Erwägung gezogenen Mittel werden auf ihre Brauchbarkeit überprüft

⁴⁷ Vgl.: Anderson, 2001, S. 242

⁴⁸ Vgl.: Anderson, 2001, S. 259

⁴⁹ Vgl.: Edelmann, 2000, S. 211 ff.

2.4.3.3 Problemlösen durch Anwendung von Strategien

Im Rahmen des Problemlösens bedeutet der Begriff Strategie soviel wie heuristische Regel, also eine Suchanweisung, die bestimmte Entscheidungen in einem gewissen Rahmen festlegt. Ein Problem wird also innerhalb gewisser vorgegebener Regeln gelöst.

2.4.3.4 Problemlösen durch Kreativität

Kreative Lösungen sind dadurch gekennzeichnet, dass sie gedanklich weit voneinander entfernt liegende Elemente so verknüpfen, dass das Ergebnis als subjektiv neu empfunden wird.

2.4.3.5 Problemlösen durch Systemdenken

Probleme, die durch Systemdenken gelöst werden müssen, sind in der Regel sehr komplex, nur teilweise transparent, vernetzt und haben eine gewisse Eigendynamik. Außerdem ist das Ziel nicht klar definiert oder es liegen mehrere Ziele vor, die sich gegenseitig widersprechen. Solch ein Problem könnte beispielsweise ein Großprojekt in einem Unternehmen sein.

Folgende Schritte sind zur Lösung solch eines Problems notwendig:

- Zielpräzisierung
- Informationssammlung
- Schwerpunktbildung
- Analogiebildung: Vergleich mit einem ähnlichen, bereits bewältigten Problem
- Abstraktes Strukturschema: Loslösung der gefundenen Struktur des bereits bewältigten Problems von der konkreten Realisierung und Entwicklung einer abstrakten Vorstellung wie man solche Vorhaben erfolgreich durchführen könnte⁵⁰

2.5 Faktoren, die das Lernen beeinflussen

Die Wissensaufnahme wird durch folgende Faktoren beeinflusst:

- Aufmerksamkeit
- Emotion und Motivation
- Soziale Einflüsse (dieser Faktor wird nur der Vollständigkeit halber erwähnt,

⁵⁰ Vgl. Edelmann, 2000, S. 220 f.

aber in dieser Arbeit nicht näher beschrieben)

2.5.1 Aufmerksamkeit

Die menschliche Wahrnehmung erfolgt im hohen Maße parallel. Die Augen und andere sensorische Systeme verarbeiten simultan Informationen aus den verschiedensten Bereichen, ohne dass es uns meistens überhaupt bewusst ist. Allerdings ist dieses parallele Funktionieren unserer Sinne in manchen Bereichen beschränkt und verengt sich dort zu einem „seriellen Flaschenhals“ (bottleneck). Ein bottleneck tritt beispielsweise auf, wenn wir zwei Zahlen gleichzeitig addieren und multiplizieren sollen, oder wenn die Hände unabhängig voneinander bewegt werden sollen.⁵¹

Im visuellen Bereich ist der bottleneck besonders ausgeprägt. Die visuelle Aufmerksamkeit liegt auf einem bestimmten Teil des visuellen Feldes. Die Spotlight-Metapher von Erikson & St. James besagt, dass die Verarbeitung des Gesehenen umso schlechter ist, je größer der Teil des visuellen Feldes, also das Spotlight wird. Wenn die Person dann Material in anderen Teilen des Sehfeldes verarbeiten will, muss das Spotlight bewegt werden, was Zeit in Anspruch nimmt.⁵²

Wir können unsere Aufmerksamkeit jedoch nicht nur auf Teile des Raumes fokussieren, sondern auch auf bestimmte Objekte unabhängig von deren Position im Raum.

Interessant ist auch der so genannte „Stroop-Effekt“, der besagt, dass man ein bekanntes Wort nicht sehen kann, ohne es automatisch zu lesen (vorausgesetzt, man kann lesen).⁵³

2.5.2 Emotion und Motivation

Der Begriff Emotion kann sich einerseits situativ auf einen momentanen Zustand beziehen, andererseits auf eine dispositionelle Reaktionstendenz.⁵⁴ Ulrich nennt zehn Merkmale von Gefühlen:

1. Zustandsbewusstsein: Man hat ein Gefühl.
2. Selbstbetroffenheit: Gefühle sind das Gegenteil von Gleichgültigkeit.

⁵¹ Vgl.: Anderson, 2001, S. 75

⁵² Vgl.: Anderson, 2001, S. 83

⁵³ Vgl.: Stroop, 1935

⁵⁴ Vgl.: Wild, Hofer & Pekrun in Krapp/Weidenmann, 2001, S. 214

3. Spontaneität: Emotionen erscheinen häufig „wie von selbst“.
4. Passivität: Man erfährt sich ihren Gefühlen ausgeliefert.
5. Erregung: Emotionen spiegeln sich in physiologischen Erregungszuständen wider.
6. Einzigartigkeit: ein erlebtes Gefühl ist einmalig.
7. Kontinuität und Identität: Man erlebt sich in seinen Gefühlen als mit sich selbst identisch.
8. Selbstzweck: Gefühle existieren um ihrer selbst willen.
9. Nicht-verbale Kommunikation: Gefühle lassen sich sprachlich kaum beschreiben.
10. Interpersonale Beziehungen: Gefühle sind stark mit zwischenmenschlichen Beziehungen verbunden.⁵⁵

Gefühle sind also schwer fassbar, jedoch wird niemand leugnen, dass sie uns bei jedem Atemzug des Lebens begleiten - so auch beim Lernen. Emotion wirkt sich stark auf die Motivation aus, mit der wir Wissen erwerben und kann je nachdem, ob das Gefühl positiv oder negativ ist, den Lernerfolg begünstigen oder erschweren.

Edelmann spricht in diesem Zusammenhang auch von positiven und negativen Verstärkern und nennt vier Arten von positiven Verstärkern, die die Motivation steigern:

1. Materielle Verstärker: z. B. Spielsachen, Bildchen oder Chips, die gegen solche Gegenstände eingetauscht werden können.
2. Soziale Verstärker: z. B. Lob, Schulterklopfen etc.
3. Aktivitätsverstärker: beliebte Tätigkeiten wie z. B. Filme ansehen, Ratespiele, andere Spiele.
4. Informative Verstärker: Informationen über die Erreichung des Zieles wie z. B. die richtige Lösung einer Aufgabe, Ablesen der Geschwindigkeit auf einem Tachometer etc.⁵⁶

⁵⁵ Vgl.: Ulich, 1995, S. 32 ff.

Ein weiterer wichtiger Anreiz (also eine Motivation), um Wissen zu erwerben, ist die Neugier.

2.5.2.1 Neugier

Menschen (und Tiere) erkunden ihre Umwelt. Dieses Explorationsbedürfnis dient nicht der Befriedigung von primären Trieben wie Hunger oder Durst, sondern tritt spontan auf und kann als primäre Neugiermotivation bezeichnet werden. Das Erforschen erfolgt jedoch nicht wahllos. Es kommt vielmehr in jedem Fall zu einem Abwägen der beiden Alternativen „Neugier“ und „Angst vor Neuem“.

Situationen erregen besonders dann Interesse, wenn Nichtübereinstimmung zwischen aktueller Information und bereits vorhandenen Schemata besteht. Der Widerspruch zwischen altem und neuem Wissen darf dabei nicht zu klein und nicht zu groß sein. Neugier wird besonders durch folgende Faktoren geweckt:

- Neuheit
- Komplexität
- Ungewissheit
- Langeweile

Neugier ist nach Heckhausen eine „intrinsische Motivation“, löst also ein Verhalten aus, das um seiner selbst willen oder eng damit verbundener Zielzustände getätigt wird und nicht bloß als Mittel zu einem andersartigen Zweck.⁵⁷

Im Gegensatz dazu wäre eine extrinsische Motivation z. B. die Anweisung des Chefs, in einer Datenbank die neuesten Umsatzzahlen der Firma XY für ein Benchmarking zu recherchieren.

2.5.2.2 Leistungsmotivation

Das Bedürfnis nach Leistung wird als Leistungsmotiv bezeichnet und ist bei verschiedenen Menschen unterschiedlich stark ausgeprägt. Atkinson beschreibt Leistungsmotivation als Ergebnis eines Konflikts zwischen Annäherungs- und Vermeidungstendenzen. Ob eine Person eine Leistung in Angriff nimmt oder nicht, hängt ab von der Stärke von „Hoffnung auf Erfolg“ bzw. „Furcht vor Misserfolg“. Drei Faktoren bestimmen die Tendenz, Erfolg anzustreben:

⁵⁶ Vgl.: Edelmann, 2000, S. 76

⁵⁷ Vgl.: Edelmann, 2000, S. 245 f.

- Erfolgsmotiv
- Subjektive Erfolgswahrscheinlichkeit
- Erfolgsanreiz⁵⁸

2.5.2.3 Volition

Wie beim Emotionsbegriff kann auch bei der Motivation zwischen Motiviertheit als aktuellem Zustand und Motiv als Disposition unterschieden werden.⁵⁹ Die Umsetzung von Absichten wird oftmals aus dem Motivationsbegriff ausgeklammert und als Volition (Wille) bezeichnet. Nach der Handlungskontroll-Theorie von Kuhl gibt es sechs Arten von Mechanismen, die den Schritt von der Intention zur Handlung erleichtern:

1. Fokussierung der Aufmerksamkeit auf handlungsbegünstigende Informationen.
2. Weitgehende Ausblendung von Informationen, die lediglich mit Blick auf alternative Handlungen relevant gewesen wären.
3. Anregung positiver und Unterdrückung leistungsbehindernder Emotionen.
4. Bewusstmachung positiver Konsequenzen des Lernens.
5. Beseitigung von Lockreizen, die von der Lernarbeit ablenken könnten.⁶⁰

2.6 Lernen in multimedialen Umgebungen

Nach der Klärung einiger lernpsychologischer Grundlagen wenden wir uns nun der Frage zu, ob und wie das Lernen mit Medien funktionieren kann. Im Zuge dieser Arbeit interessiert mich besonders das Lernen mit multimedialen Computerumgebungen.

2.6.1 Merkmale von Lernmedien

Weidenmann⁶¹ beschreibt die wichtigsten Merkmale von Lernmedien folgendermaßen:

- Das Symbolsystem, mit dem die Botschaft kodiert wurde

⁵⁸ Vgl.: Atkinson, 1975

⁵⁹ Vgl.: Wild, Hofer & Pekrun in Krapp/Weidenmann, 2001, S. 218

⁶⁰ Vgl.: Kuhl & Heckhausen, 1996

⁶¹ Vgl.: Weidenmann in Krapp/Weidenmann, 2001, S. 420

- Die didaktische Struktur der Botschaft
- Die Handlungsmöglichkeiten, die das Medium und das mediale Angebot eröffnen

Das Symbolsystem

Abhängig vom Symbolsystem werden beim Lernenden unterschiedliche mentale Aktivitäten in Gang gesetzt. So verlangt das Lesen eines Textes eine andere Auseinandersetzung als gesprochene Sprache oder Bildanimationen.

Die didaktische Struktur

Die didaktische Struktur legt fest, wie das Material eines Lernangebotes angeordnet und portioniert wird. Weiters wird die Verbindung der einzelnen Lernelemente angegeben.

Die Handlungsmöglichkeiten

Hier kommt der Lernende ins Spiel. Kann er den Lernablauf beeinflussen? Kann er das mediale Angebot verändern? Ist das Lernmedium erweiterbar?

Weidenmann kommt nach Betrachtung dieser drei Kriterien zu dem Schluss, dass der Computer das ideale Lernmedium ist, weil er alle üblichen Symbolsysteme präsentieren kann und ein vielseitiges Werkzeug für interaktive Beschäftigung mit einem Lernstoff ist.⁶² Doch kann jeder mit Computern lernen? Oder gibt es bestimmte Voraussetzungen, die ein Mensch mitbringen muss, um über digitale Lernumgebungen erfolgreich Wissen zu generieren?

2.6.2 Die psychologische Einstellung des Lernenden zum Medium

Grundsätzlich muss der Lernende mit einem Computer arbeiten WOLLEN und KÖNNEN. Einstiegsbarrieren, die auf Angst und Unsicherheit im Bezug auf Computer im Allgemeinen und auf die möglicherweise komplizierte Software im Besonderen bestehen, können jedes Lernen verhindern. Dieses Problem tritt vor allem bei Menschen der älteren Generationen auf, die noch nicht mit dem Computer aufgewachsen sind.

Menschen mit guten Computerkenntnissen haben meist eine positive Einstellung zum Lernen mit Computern. In der Didaktik wird die „motivierende“ Funktion von

⁶² Vgl.: Weidenmann in Krapp/Weidenmann, 2001, S. 420

Medien immer wieder hervorgehoben. Computer gelten als Wundermaschinen, die mit einer Fülle von sinnlichen Eindrücken das Lerninteresse wecken und die Aufnahmebereitschaft im Unterricht erhöhen, wobei dieser Effekt jedoch besonders am Anfang, wenn die Lernumgebung noch ungewohnt ist, auftritt, und mit zunehmender Beschäftigung mit dem Medium nachlässt.⁶³ Besonders Jugendliche sehen in Computern vorwiegend „Spielmaschinen“ und übertragen dieses meist positive Bild auf Lernumgebungen.⁶⁴

2.6.2 Entschlüsseln des Symbolsystems

Computer haben den Vorteil, dass sie viel mit Bildern arbeiten und damit in der Lage sind, Lerninhalte oft anschaulicher darzustellen, als das mit reiner Textinformation möglich wäre. Dieser Vorteil kann jedoch auch zum Nachteil werden, wenn der User diese Bilder nicht versteht. Weidenmann spricht in diesem Zusammenhang von der „visual literacy“ über die ein Mensch verfügen muss, um erfolgreich mit Computern umgehen zu können.⁶⁵

Schon 1978 hat Levie die Anforderungen beschrieben, die verschiedene Bildtypen an den kognitiven Apparat stellen und gut auf Computerdarstellungen übertragen werden können:⁶⁶

⁶³ Vgl.: P.A. Cohen, Ebeling & J.A. Kulik, 1981

⁶⁴ Vgl.: C.C. Kulik & J.A. Kulik, 1991

⁶⁵ Vgl.: Weidenmann in Krapp/Weidenmann, 2000, S. 427

⁶⁶ Vgl.: Levie, 1978

Bildmedien	Darstellungsformen	Korrespondierende kognitive Operationen
Abbildungen	Umrisssbegrenzungen, Lineare Perspektive, Überlappungen	Figur-Grund-Unterscheidung, Illusion der 3. Dimension (räumliche Vorstellung)
Film, Video	Kamerabewegungen, Bildschnitt, Sequenzielle Abfolge	Wechsel des Beobachtungsstandpunktes
Schematische Darstellungen	Beschriftete Kästchen und Verbindungslinien	Elemente und deren Relationen
Landkarten	Konturlinien (Höhenlinien)	Höhen von Landflächen, Steigung, Gefälle
Cartoons	Angedeutete Bewegungselemente	Bewegung von Objekten
Kubistische Malerei	Darstellung aus mehreren Richtungen	Simultane Wahrnehmung mehrerer Ansichten

Abb. 7: Anforderungen von Bildern an die Kognition, Levie 1978.

Wissenschaftliche Untersuchungen dazu haben ergeben, dass das Bilderlesen nur teilweise erlernt werden muss. So muss man das Lesen einfacher zweidimensionaler Abbilder ohne Perspektive nicht extra erlernen (Ökologisches Bildverstehen).⁶⁷ Das Erkennen von Perspektive ist eine Kulturtechnik, die in unserer Kultur „normal“ ist. Hudson⁶⁸ fand jedoch heraus, dass Angehörige von Naturvölkern in Afrika Größenverhältnisse und Zentralperspektive nicht erkennen können. Dadurch sind sie auch für optische Täuschungen nicht anfällig. Noch schwieriger wird das „Lesen“ von Bildern, wenn sie nicht mehr wirklichkeitsgetreue Darstellungen sondern Symbole sind (indikatorisches Bildverstehen). Für Symbole braucht man ein bestimmtes Bedeutungswissen. Konventionelle Zeichen, wie z. B. Pfeile auf Webseiten, die als Richtungssymbole verwendet werden, haben zumindest noch einen Ursprung in der Wirklichkeit, abstrakte

⁶⁷ Vgl.: Hochberg & Brooks, 1962

⁶⁸ Vgl.: Hudson, 1960

Zeichen, wie sie z. B. in Comics vorkommen (Linien für Geschwindigkeit, Sprechblase etc.) müssen überhaupt vollkommen neu gelernt werden.⁶⁹

Graf sagt über das Lesen und das Verständnis von (technischen) Bildern:

Das mediale Bild besitzt einen Satzbau, der verstanden werden muss. *Media literacy*, die man auch als Vertrautheit mit der Bildgrammatik verstehen kann, entscheidet darüber, ob der Leser mit der modernen Symbol-Schrift etwas anfangen kann oder nicht. Das Bild als Handlungsanleitung weist nicht statisch auf Gegenstände oder Sachverhalte im vierdimensionalen Raum, sondern verlangt konkrete Handlungsweisen bzw. ist Anleitung zu Nutzungsmöglichkeiten. Daher kann man auch von der *semiotischen Selbständigkeit* der Piktogramme sprechen. Im Unterschied von anderen Abbildungen weisen sie nicht darauf hin, dass es etwas gibt, sondern konkret, wo sich etwas befindet bzw. wozu etwas da ist.⁷⁰

Ein Piktogramm hat eine in sich geschlossene Bedeutung und kann nicht mehr in bedeutungstragende Bestandteile zerlegt werden.⁷¹ Es ist nämlich vollkommen egal, ob die „Forward Pfeile“ auf einer Website breit oder schmal sind, oder ob das stilisierte Mädchen auf der Damentoilette einen Rock oder ein Kleid trägt. Gerade die Abstraktion von der Darstellung macht ein Piktogramm aus. Sonst könnte es wohl passieren, dass langhaarige Schotten auf der Damentoilette und kurzhaarige, hosentragende Frauen auf der Herrentoilette landen.⁷² Wie Piktogramme zu lesen sind, ist zusätzliche noch von ihrem Kontext abhängig. Das Zeichen > ist in der Realität ein klassischer Wegweiser und verlangt vom Betrachter in die angegebene Richtung zu gehen. In einer multimedialen Umgebung bedeutet > jedoch „play“ oder „nächste Seite“. Dadurch löst sich die Ähnlichkeitsbeziehung zwischen Wirklichkeit und Medium auf.

Nach Stuart Hall gibt es zusätzlich zu oben beschriebenen Verständnisvoraussetzungen auch noch unterschiedliche soziale Modelle bei der individualisierten Dekodierung massenkommunikativer Systeme. So kann die dominante Leseart (Lesen im Sinne von Decodieren) zum „*preferred reading*“ führen, jedoch aufgrund sozialer Filter/Prägungen auch ihr bewusstes Gegenteil,

⁶⁹ Vgl.: Weidenmann in Krapp/Weidenmann, 2000, S. 428

⁷⁰ Graf, 2004, S. 9

⁷¹ Vgl.: Krampen, 1986, S. 109

⁷² Vgl.: Scholz, 2004, S. 132

das „*oppositional reading*“ oder das „*negotiated reading*“ hervorrufen, das Einschränkungen und Widersprüche aufgrund persönlicher Erfahrungen zulässt.⁷³

Bildliche Darstellungen am Computer verlangen also vom User oftmals schon eine intensive Auseinandersetzung, bevor sie überhaupt verstanden werden. Wie verhält es sich nun, wenn Bild und Text kombiniert werden?

2.6.3 Theorie der dualen Kodierung

Pavio⁷⁴ versucht mit seiner Theorie der dualen Kodierung zu erklären, wie Sprache und Bilder im Gehirn verarbeitet werden. Kernstück dabei ist die Annahme, von zwei funktionell unabhängigen, aber miteinander in Verbindung stehenden kognitiven Systemen zur Text- und Bildverarbeitung.

- Das „verbale“ System verarbeitet und speichert wahrgenommene Information in sprachlicher Form (z. B. in Form von Propositionen).
- Das „imaginale“ System kodiert Information dagegen in einer bildhaften Repräsentationsweise (z. B. in Form eines Mentalen Modells).

Wörter aktivieren also das verbale System, Bilder das imaginäre System. Allerdings sind die Systeme wie oben erwähnt auch verbunden und aktivieren sich gegenseitig. So hört man z. B. das Wort „Katze“ und kodiert es verbal. In einem weiteren Schritt wird jedoch das imaginale System einbezogen und es kommt zu einer Vorstellung einer Katze. Auf einer dritten Ebene erfolgen dann weitere verbale und bildliche Assoziationen wie z. B. miaut, schnurrt, kratzt.⁷⁵

Die Mehrzahl neuerer kognitiver Ansätze geht allerdings von einer multiplen mentalen Repräsentation aus, bei der eine Kombination von Propositionen und mentalen Modellen angenommen wird.⁷⁶

Nach Klärung der Voraussetzungen, die notwendig sind, dass Lernen mit einem Computer überhaupt möglich wird, stellt sich nun die Frage, wie die Lernumgebung am Rechner beschaffen sein muss, um die Generierung von Wissen zu fördern. Dazu ist es interessant sich anzuschauen, mit welchen Codes der Lernende überhaupt konfrontiert wird, wenn er vor einem Computer sitzt. Zum

⁷³ Vgl.: Hall, 1980, S. 136 ff.

⁷⁴ Vgl.: Pavio, 1971

⁷⁵ Vgl. auch: Anderson, 2001, S. 108

⁷⁶ Vgl.: Lewalter, 1997, S. 58

einen eignet sich der User Wissen in Textform an, zum anderen ist er mit einer Vielzahl an Bildern konfrontiert, die entschlüsselt und gespeichert werden sollen.

2.6.4 Text als Lernmedium

Lesen von Texten ist ein wesentlich komplizierterer Prozess als die Betrachtung von Abbildern, weil Schrift mit ihrem Symbolsystem aus Buchstaben nur digital verarbeitet werden kann. Das heißt, der Lesende muss z. B. den Buchstaben „A“ erst gedanklich in den Laut „A“ umwandeln, um ihn in Folge mit anderen Buchstaben (die ihrerseits wieder decodiert werden müssen) zu Wörtern zu formen. Diese Wörter sind wiederum per Konvention mit einer Bedeutung verknüpft. Allerdings ist der Buchstabencode geübten Lesenden so vertraut, dass der oben beschriebene Prozess nicht mehr bewusst erlebt wird.⁷⁷

Der Lesende baut beim Lesen eine Wissensstruktur auf. Abhängig vom Vorwissen und den bestehenden Schemata werden die gelesenen Informationen verarbeitet und in Form von semantischen Netzwerken aus Propositionen und Verbindungen abgebildet (vgl. Kap. 2.3.2).

Wie müssen nun Texte aussehen, damit sie leicht verständlich sind?

Nach Ballstaedt sind vier Faktoren für die Verständlichkeit eines Textes ausschlaggebend:

- Verständlichkeit: Einfachheit, Gliederung, Kürze, Anregung⁷⁸
- Kohärenz: „roter Faden“ oder Sinnfluss durch einen Text⁷⁹
- Organisationshilfen: allgemeine Erklärungen zum Text (vorangestellt oder eingebettet)⁸⁰
- Sequenzierung: Reihenfolge

2.6.4.1 Textusability

In diesem Kapitel soll nun geklärt werden, wie Text gestaltet sein soll, damit er am Computerbildschirm möglichst einfach rezipiert werden kann. Dabei fällt auf, dass digital gestalteter Text oft als Gestaltungselement aufgefasst wird und das Design dieser Textelemente wichtiger scheint als ihr Inhalt. Text am Computer (wie auch

⁷⁷ Vgl.: Weidenmann in Krapp/Weidenmann 2001, S. 434

⁷⁸ Vgl.: Langer, Schulz v. Thun & R. Tausch, 1981

⁷⁹ Vgl.: Schnotz, 1994

⁸⁰ Vgl.: Ausubel, 1974

auf einem Blatt Papier) muss jedoch vor allem eines sein, um Sinn zu stiften – verständlich. Die Usability Consulting GmbH SCOREBERLIN fordert in diesem Zusammenhang vor allem „einen „roten Faden“, der sich wie ein unterstützender Begleiter durch den kompletten Inhalt schlängeln sollte“ und stellt damit ein Kriterium auf, das schon Schnotz 1994 für analoge Texte als fundamental erachtet hat.⁸¹ Besonders die Kriterien der Einfachheit, Gliederung, Kürze, Anregung, die auch für die Verständlichkeit analoger Texte wichtig sind, werden am Computer mit seinem begrenzten Bildschirmraum noch verschärft. Morkes und Nielsen kommen in ihrer Studie „Concise, SCANNABLE, and Objective: How to Write for the Web“ zu dem Ergebnis, dass User auf dem Bildschirm nicht lesen sondern die Seiten nach für sie wichtigen Informationen scannen und sich anschließend nur die für sie wichtigen Informationen herauspicken.⁸² Außerdem lesen User am Bildschirm 25 % langsamer. Für diese Art des Lesens kommen Morkes und Nielsen zu dem Schluss, dass Texte auf dem Bildschirm ebenso gut sein müssen wie konventionelle Texte und folgenden Kriterien genügen müssen:

- 50 % weniger Text
- (Für die Zielgruppe) aussagekräftige Kategorien und Überschriften
- Hervorgehobene Schlüsselwörter
- Kurze Absätze, die immer eine Hauptidee enthalten und beschreiben
- Konzept der umgedrehten Pyramide: Zuerst wird dem User auf einen Blick das Ergebnis und die Schlussfolgerungen präsentiert. Bei Interesse kann man weiterklicken und tiefer gehende Informationen erhalten
- Aufzählungslisten
- Hypertextstruktur
- Vermeiden von Scrolling
- Grafische Elemente, komplementär zum Text⁸³

Fetzer weist darauf hin, dass die Schrift von Bildschirmtexten groß genug sein muss.⁸⁴ Groß genug bedeutet in diesem Fall, groß genug für die Zielgruppe. Veränderbare Schriftgrößen haben sich besonders für ältere Menschen bewährt.

⁸¹ Vgl.: <http://www.scoreberlin.de/website-analyse/content-usability/#verstaendlichkeit>, 12.2.05

⁸² Vgl.: Morkes & Nielsen, 1997

⁸³ Vgl.: <http://www.sun.com/980713/webwriting>, 14.2.05

⁸⁴ Vgl.: http://www.devmag.net/projektpflege/usability_textlayout.htm, 14.2.05

Auch der Kontrast zwischen Schrift und Hintergrund spielt eine große Rolle für die Lesbarkeit der Texte.

2.6.5 Bilder als Lernmedien

Bilder sind im wahrsten Sinn des Wortes „Hingucker“. Sie wecken die Aufmerksamkeit, man kann ihren Inhalt auf einen Blick erfassen, und sind nach Flusser⁸⁵ sogar „magisch“. „Magisch“ deshalb, weil der über das Bild schweifende Blick ein Element nach dem anderen erfasst und sowohl zeitliche als auch bedeutungsvolle Beziehungen zwischen den einzelnen Bildelementen herstellt – er erweckt dadurch in jedem Bild seine eigene Welt.

2.6.5.1 Konzeptuelle mentale Modelle

Wendet man sich dem Lernen mit Bildern zu, stößt man sehr schnell wieder auf die Theorie der mentalen Modelle (Vgl. Kap. 2.3.1.4). Neben diesen Bildern konkreter Gegenstände arbeitet das Gehirn jedoch auch mit abstrakten Bildern. Johnson-Laird nennt diese inneren abstrakten Bilder „konzeptuelle mentale Modelle“.⁸⁶ Konzeptuelle mentale Modelle beziehen sich auf nicht wahrnehmbare Situationen und repräsentieren beispielsweise Kausalität, Negation etc. Empirische Studien haben jedoch gezeigt, dass die meisten Versuchspersonen auch z. B. bei der Aussage: „Einige Künstler sind keine Imker, alle Chemiker sind Imker, also?“ konkrete Vorstellungen einbringen und sich Künstler, Imker und Chemiker lebhaft vorstellen.

Zusammenfassend kann man über mentale Modelle sagen:

- Mentale Modelle kennzeichnen alle natürlichen Verstehensprozesse
- Sie entstehen aus dem Bemühen des Gehirns, zwischen Weltausschnitten und Wissensbeständen Kohärenz herzustellen
- Sie bringen in den Verstehensprozess Konkretheit und Bildhaftigkeit ein, indem sie Informationen „rekontextualisieren“⁸⁷

2.6.5.2 Analogien

Ein weiterer wichtiger Begriff des Lernens mit Bildern ist die Analogie. Analogien beruhen nach Gentner & Gentner auf dem Prinzip, dass Prädikate eines

⁸⁵ Vgl.: Flusser, 1996

⁸⁶ Vgl.: Johnson-Laird, 1983, S. 422 ff.

⁸⁷ Vgl.: Anderson, 1977, S. 424

Basisbereichs (vor allem Beziehungen zwischen Objekten des Basisbereichs) auch im Zielbereich angewendet werden können.⁸⁸ Obwohl Basis und Zielobjekt nicht identisch sind, stimmen ihre Strukturen überein. Das Beispiel einer Analogie könnte lauten: „Das Wasserstoff-Atom ist wie das Sonnensystem“. Dabei ist das Sonnensystem der Basisbereich und das Wasserstoff-Atom der Zielbereich. Beide Systeme haben eine ähnliche Struktur (Anziehung, Kreisen um einen Mittelpunkt etc.). Analogien werden besonders oft im technischen oder naturwissenschaftlichen Bereich herangezogen, um auch unsichtbare Phänomene anschaulich zu machen.

2.6.5.3 Das Bild als Informationsträger

Bilder sind Zeichen, das heißt, sie stehen stellvertretend für etwas anderes. Um für etwas anderes stehen zu können, müssen sie nach bestimmten Regeln dargestellt sein – diese Regeln bezeichnet man als Code. Ein Code legt syntaktische und semantische Regelhaftigkeiten eines Zeichens fest. Bestimmte Zeichen- und Symbolkombinationen werden ausgeschlossen, damit andere eine Bedeutung erhalten, d. h. zu kommunikativ relevanten Einheiten werden.⁸⁹ Nach Eco haben Bilder einen ikonischen Code. Der ikonische Code legt „die Äquivalenz“ zwischen einem bestimmten grafischen Zeichen und den Sinneseindrücken, die ein Wahrnehmungsfeld selektiv verarbeiten und strukturieren, fest. Ikonische Zeichen bauen im Betrachter eine Wahrnehmungsstruktur auf, die eine ähnliche Bedeutung besitzt wie die entsprechende reale Erfahrung. Beim Betrachten der Wirklichkeit wie beim Betrachten von Bildern wird im Gehirn ein Modell konstruiert.⁹⁰ (Vgl. Kapitel Mentale Modelle 2.3.1.4) Der Zusammenhang zwischen der Wahrnehmung eines Gegenstandes und der Verarbeitung eines Bildes ist also regelhaft – durch einen Code definiert. Eco bezeichnet diesen Code jedoch als schwachen Code, weil die Bildelemente weder dezidierten syntaktischen noch semantischen Kombinationsregeln unterworfen sind, wie es z. B. die Schrift ist. Eco sagt dazu:

⁸⁸ Vgl.: Gentner & Gentner, 1983

⁸⁹ Vgl.: Weidenmann, 1988, S. 62

⁹⁰ Vgl.: Eco, 1972, S. 57 ff.

„Im ikonischen Kontinuum werden nicht ein für allemal diskrete und kategorisierbare relevante Einheiten ausgeschnitten, sondern die relevanten Aspekte variieren; Manchmal sind es die konventionell erkennbaren, großen Konfigurationen, manchmal auch kleine Liniensegmente, Punkte, weiße Streifen, wie bei der Zeichnung des menschlichen Profils, wo ein Punkt das Auge darstellt, ein Halbkreis das Augenlid, und wir wissen, dass in einem anderen Zusammenhang dagegen derselbe Punkt und derselbe Halbkreis z. B. eine Banane und eine Weintraube darstellen.“⁹¹

Diese Schwäche des Codes bietet für den Bildproduzenten eine Fülle von Gestaltungsmöglichkeiten. Deshalb werden Bilder auch als Idiolekte bezeichnet – als Privatcodes des Bildproduzenten. Die kommunikative Fähigkeit von Bildern ist trotzdem unbestritten, weil sich mit der Zeit eine Reihe von Konventionalisierungen für Bilder herausgebildet hat, z. B. für Tiefe oder Bewegung.⁹²

2.6.5.4 Bildverstehen

Weidenmann versteht Bilder als „informative Produkte“, d. h. als kommunizierende Elemente. Beim Anblick eines Bildes werden im Gehirn Wissensbestände in Form von mentalen Modellen und Schemata aktiviert und mit dem Bild verglichen. Gibt es bereits ein komplexes mentales Modell für das perzipierte Bild, verläuft dieser Prozess, den Weidenmann „Normalisierung“ nennt, mit geringerer mentaler Anstrengung, als wenn erst neue mentale Modelle konstruiert und mit bestehenden vernetzt werden müssen.

Für das Verstehen erachtet er zwei Faktoren als essentiell:

- Das Bild ist das sichtbare Ergebnis von Entscheidungsprozessen eines Bildproduzenten
- Der Betrachter identifiziert das Bild als Produkt und ratifiziert damit die Situation als kommunikative⁹³

Daraus folgert er zwei Modi des Bildverstehens:

- Ökologischer Verstehensmodus
- Indikativer Verstehensmodus

⁹¹ Eco, 1972, S. 216

⁹² Vgl.: Weidenmann, 1988, S. 64

⁹³ Vgl.: Weidenmann, 1988, S. 72 ff.

Der ökologische Verstehensmodus meint, dass die zweidimensionale, statische, codierte Information eines Bildes decodiert wird. Es laufen Prozesse wie das Strukturieren von Linien und Punkten, das gedankliche Hinzufügen der dritten Dimension und das Dynamisieren der Bildelemente ab.

Indikatorisches Verstehen bezieht sich auf die Merkmale des Bildes, die die Entscheidungen des Bildproduzenten und damit die Kommunikationsabsicht ausdrücken. Dieses mentale Modell ist also die Rekonstruktion des im Bild objektivierten mentalen Modells des Bildproduzenten.

Bildverstehen kann unter anderem durch folgende Bedingungen gefördert werden:

- Instruktionen und andere Kontextvariable, die eine anspruchsvollere Bildverarbeitung verlangen
- Metakognitive Strategien, z. B. zur systematischen Suche nach bestimmten Zielkategorien im Bild
- Die Wahrnehmung des Bildes als neuartig und komplex
- Die Aktivierung von Konzepten und Schemata im Gehirn beim Bildbetrachten⁹⁴

Bildverstehen läuft in mehreren Phasen ab, die folgendermaßen skizziert werden können:

- Vorphase: Der Mensch trifft auf das Bild mit einer bestimmten kognitiven, emotionalen, motivationalen Verfassung. Bestimmte Schemata und Konzepte sind gerade aktiviert und prägen die Orientierung. Bevor ein bestimmtes Bild wahrgenommen wird, kann durch Instruktionen, Erwartungen, Kontext etc. bereits der Boden für Verstehen bereitet werden.
- Initialphase: Es werden globale Schemata im Rahmen des ökologischen Verstehensmodus aktiviert. Realitätsbezogene Abbilder werden in dieser Phase meist schon normalisiert (verstanden), und der Bildkontakt wird abgebrochen. Wenn jedoch das Bild Schemata oder Konzepte im Gehirn anspricht, die stark vernetzt sind und damit weitere Schemata und Konzepte ansprechen, dann geht das Bildverstehen in die nächste Phase, die Progressionsphase über.
- Progressionsphase: Nun wird der indikative Verstehensmodus in Gang gesetzt und es kommt zu einer verstärkten lokalen Wahrnehmung innerhalb des Bildes

⁹⁴ Vgl.: Weidenmann, 1988, S. 92

- Stabilisierungsphase: Die „Zufuhr“ neuer Bildinformationen versiegt zunehmend, das mentale Modell der Person stabilisiert sich, es werden keine neuen Schemata mehr aktiviert. In Folge kommt es zu einem Abbruch des Bildkontakts.
- Speicherphase: Abhängig von der Intensität der Verarbeitung des Bildes wird das Bild gespeichert. Je intensiver die Verarbeitung des Bildes ist, desto komplexer ist das mentale Modell und umso mehr wird es angereichert mit aktivierten Konzepten aus anderen Wissensbereichen, mit Emotionen, motorischen Assoziationen etc.⁹⁵

2.6.5.5 Vorteile des Bildes gegenüber dem Text

Bilder sind Texten in zwei Bereichen funktional überlegen:

- Sie können besonders gut Sichtbares mitteilen
- Sie können besonders gut Emotionen auslösen

Der erste Aspekt lässt sich dadurch begründen, dass Bilder wahrnehmungspsychologisch enger mit der optischen Anordnung realer Weltausschnitte korrespondieren als die digitalen Zeichen der Sprache. Ein Passbild ist zum Beispiel besser geeignet zur Identifikation einer Person als die verbale Beschreibung der Person.

Die zweite Überlegenheit des Bildes, die Fähigkeit, Emotionen auszulösen, ist eng mit dem ersten Aspekt der Darstellung verknüpft. Weil Bilder so gut darstellen können, sind sie in der Lage Emotionen auszulösen. Der Wahrnehmende fühlt sich beim Betrachten eines Bildes, als ob er sich in der Realsituation der Darstellung befände.⁹⁶

Außerdem lösen Bilder im Betrachtenden gewisse Effekte aus, die sich nach Weidenmann positiv auf die Bildung mentaler Modelle und damit auf das Lernen auswirken können:

- Aktivierungseffekt: Bilder rufen bestimmte mentale Modelle aus den Wissensbeständen der Lernenden ab. Ein Piktogramm mit einer schematisch dargestellten Frau ruft z. B. das mentale Modell einer Toilette auf.

⁹⁵ Vgl.: Weidenmann, 1988, S. 98

⁹⁶ Vgl.: Weidenmann, 1988, S. 70

- Fokussierungs- und Korrektoreffekt: Bilder fokussieren auf bestimmte Elemente von bestehenden mentalen Modellen bzw. diese modifizieren die mentalen Modelle.
- Konstruktionseffekt: Bilder können Bausteine für die Konstruktion von mentalen Modellen anbieten bzw. Operationen dazu anzeigen. z. B. Schematische Darstellung in einer IKEA-Kasten-Bauanleitung.
- Ersatzeffekt: Bilder können komplette mentale Modelle repräsentieren. Wenn noch keine mentalen Modelle vorhanden sind, können Bilder diese mentalen Modelle bilden. Meist müssen sie dafür jedoch mit Texten unterstützt werden.⁹⁷

Bilder haben einen eigenen Wahrnehmungsraum. So sagt etwas Neurath über Bilder:

„Der ermüdete Mensch nimmt rasch im Bilde etwas zur Kenntnis, was er lesend nicht mehr auffassen könnte“.⁹⁸

Damit orientiert sich Bildkommunikation bewusst an den Sehgewohnheiten einer Bevölkerung, die in kurzer Zeit viel Information aufnehmen muss. Der Rückgriff auf wenige Bildelemente, auf einfache Visualisierung von zeitlichen oder kausalen Relationen erlaubt Narration komplexer Art selbst in statischen Darstellungen.⁹⁹

2.6.5.6 Bildusability

Wenn hier von Bildusability gesprochen wird, dann bezieht sich das vorwiegend auf Bilder am Computer und hier auf die überwiegend zur Navigation eingesetzten Icons. Usability ist zwar ein gerne gebrauchtes Schlagwort, wird jedoch in der Realität noch immer mangelhaft umgesetzt. Beispielsweise sind Webseiten als komplexe Computerbilder, die wiederum Bilder enthalten, nach wie vor völlig unterschiedlich aufgebaut, haben verschiedene Navigationen und der User muss jedes Mal eine völlig neue Bildsprache erlernen, um sich zurecht zu finden. Medosch schlägt deshalb vor, Otto Neuraths Isotype-System zu modernisieren, um mit einer vereinheitlichten Bildsprache das Zeichenchaos im Internet zu beseitigen.¹⁰⁰ Diese Vision wird wohl nur in Teilbereichen in die Realität umzusetzen sein, weil hier viele verschiedene Interessensgruppen ihre jeweiligen

⁹⁷ Vgl.: Weidenmann, 1988, S. 161

⁹⁸ Neurath, 1991, S. 191

⁹⁹ Vgl.: Graf, 2004, S. 4

¹⁰⁰ Vgl.: Medosch in Hartmann/Bauer, 2002, S. 128

Systeme durchsetzen wollen und oftmals eher Machtinteressen anstatt die leichtere Orientierung der User im Sinn haben.

Trotzdem sollten vor allem für Icons in Computerumgebungen Regeln beachtet werden, um die Usability für den Benutzer zu erhöhen. Grundsätzlich sollten Icons durch Texte ergänzt werden, um besser verstanden zu werden.¹⁰¹

Shneiderman schlägt folgende Kriterien vor:

- Icons sollen Objekte oder Aktionen in einer erkennbaren und üblichen Weise repräsentieren.
- Die Zahl der unterschiedlichen Icons sollte möglichst klein gehalten werden.
- Icons müssen sich gut sichtbar vom Hintergrund abheben.
- Dreidimensionale Icons sind Blickfänger, können jedoch auch verwirren.
- Angeklickte Icons müssen sich gut sichtbar von umgebenden, nicht selektierten Icons abheben.
- Unterschiedliche Icons müssen klar von einander unterscheidbar sein.
- Alle Icons sollten sich harmonisch in ein spezifisches Icon-Design einfügen.
- Schatten, Dicke, Farbe oder Animation der Icons kann für die Beschreibung der Eigenschaften der dahinter liegenden Objekte oder Aktionen verwendet werden.¹⁰²

2.6.6 Wissenserwerb mit Hypertext und Hypermedia

Moderne lokale und netzbasierte Lern- und Informationssysteme basieren auf einer gemeinsamen Konzeption, dem Hypertext.¹⁰³ Das Ziel von Hypertext ist es, den Usern die Möglichkeit zu bieten, einen Inhaltsbereich nicht in einer bereits vorab festgelegten, traditionell linearen Form, sondern auf unterschiedlichen eigenen Pfaden zu erschließen.¹⁰⁴ Dafür wird der Inhalt eines Gegenstandsbereichs in einzelne Informationseinheiten aufgegliedert und in Form von Knoten und Verbindungen zwischen den Knoten auf einem Computer dargestellt. Hypertexte sind für Lernende attraktiv, weil sie keinen Lernpfad vorgeben und die Nutzer nach Interesse frei navigieren können. Es liegt also am Lernenden selbst, ob er einem Link nachgehen will oder nicht. Das Arbeiten mit

¹⁰¹ Vgl.: Norman, 1991

¹⁰² Vgl.: Shneiderman, 1998, S. 208

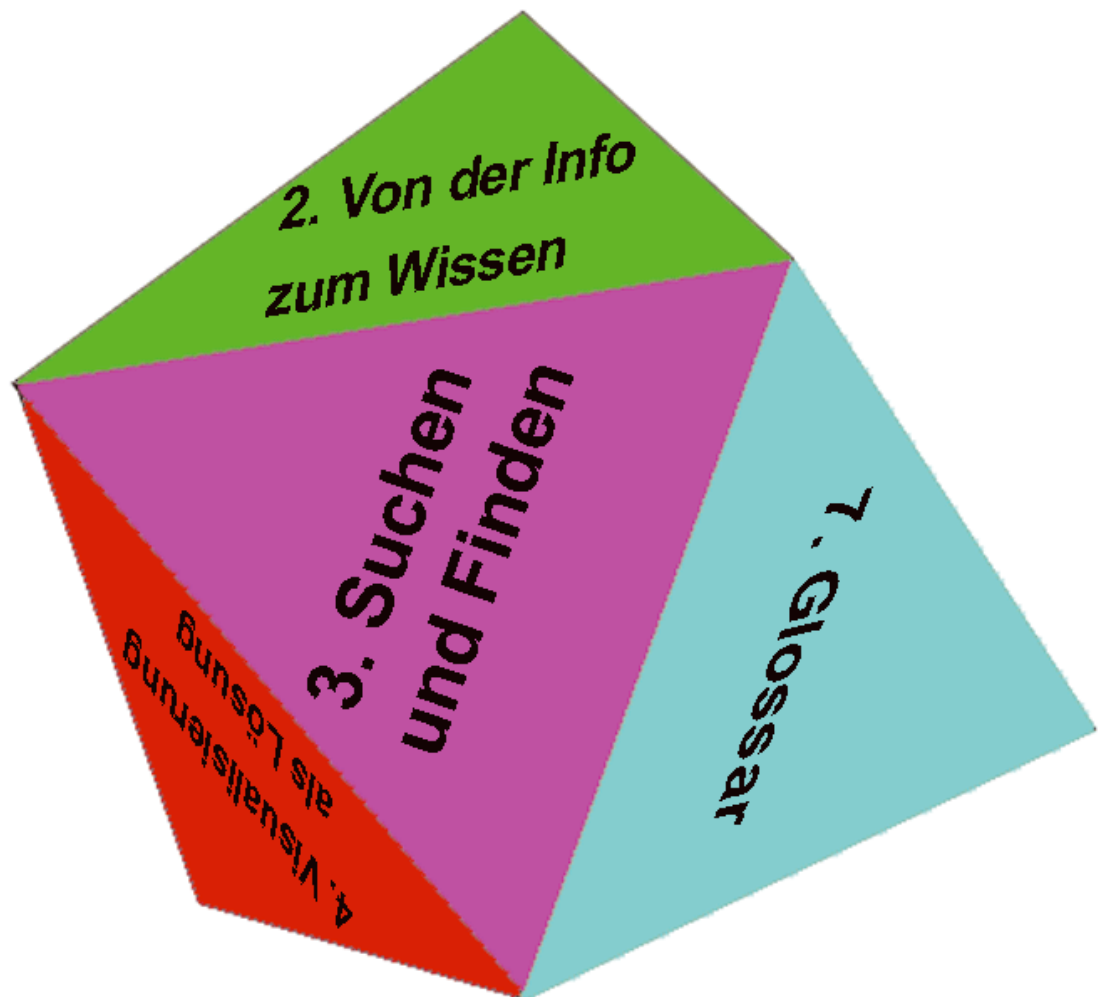
¹⁰³ Vgl.: Tergan in Issing/Klimsa, 2002, S. 100

¹⁰⁴ Vgl.: Landow, 1992, S. 4

Hypertext-/Hypermediasystemen entspricht einem aktiven Aufsuchen, Explorieren, kognitiven Verarbeiten, Umstrukturieren und Kreieren von Informationsknoten unter Nutzung einer interaktiven, grafischen Benutzerschnittstelle. Daraus entsteht jedoch auch ein Problem – das der Orientierung. Wegen dieses „Lost-in-hyperspace“-Syndroms sind gute Orientierungshilfen unerlässlich, um überhaupt Informationen in Hypermedia-Umgebungen zu finden.¹⁰⁵ Navigation kann beispielsweise über grafische Übersichten, vorab definierte Pfade, „backtrack“-Funktionen, Lesezeichenfunktionen mit Annotationsmöglichkeit oder Markierung bereits aufgesuchter Knoten („breadcrumbs“) erfolgen.¹⁰⁶ Welche Faktoren beeinflussen überhaupt das Suchen – und damit das Finden? Im nächsten Kapitel soll der Suchvorgang genauer beleuchtet werden.

¹⁰⁵ Vgl.: Weidenmann in Knapp/Weidenmann, 2001, S. 457

¹⁰⁶ Vgl.: Kuhlen, 1991



Schlagworte

Suche, Suchmaschine, Suchprobleme, Suchprozess, Hypertext

3. Suchen und Finden

Im vorangegangenen Kapitel wurde erklärt, wie Wissenserwerb grundsätzlich funktioniert, wie Menschen Probleme lösen, welche Faktoren den Wissenserwerb beeinflussen und wie das Lernen in multimedialen Umgebungen gestaltet werden sollte. Dabei war bis jetzt die Annahme vorherrschend, dass die Informationen, die beim Lernen in Wissen umgewandelt werden sollen, auch vorhanden sind.

In einer Zeit der Überinformation und stärkeren Betonung der Individualisierung und Selbstverantwortung ist es allerdings nicht mehr selbstverständlich, dass Informationen auf dem Silbertablett serviert werden. Vielmehr stehen viele Menschen vor dem Problem, sich Informationen aus Hypertextsystemen wie Datenbanken oder dem Internet (das hier als sehr große, praktisch unbegrenzte Datenbank gesehen werden kann) selbstständig zu extrahieren. Dabei stoßen die Suchenden auf Probleme, die die Informationssuche und damit den Wissenserwerb be- uns leider auch oftmals verhindern.

Sieht man sich heute gebräuchliche Suchmaschinen wie Google oder Microsoft an, nimmt es nicht Wunder, dass der User damit nur unzureichende Ergebnisse erzielt. Gibt man beispielsweise das Wort „Suchmaschine“ in Google ein, erhält man 25.400.000 Einträge¹⁰⁷, von denen man die ersten zehn in Form von einer Überschrift und einer Kurzbeschreibung als Liste angezeigt bekommt. Die ersten angezeigten Suchergebnisse erhalten ihre gute Platzierung oftmals durch Bezahlung, was nichts über ihre Qualität aussagt. Wenn der User viel Zeit hat, kann er sich durch ein paar hundert Ergebnisse klicken, wird jedoch nie erfahren, ob er die gesuchte Information nicht vielleicht im 25.399.999. Ergebnis gefunden hätte.

Fast die Hälfte der User ist über die Web-Navigation und den Suchmaschinengebrauch frustriert.¹⁰⁸ Wenn dieser Frust dazu führt, dass die Information in weiterer Folge einfach nicht beschafft wird, verhindert schlechtes Suchmaschinendesign tatsächlich den Wissenserwerb. Es ist natürlich kühn zu behaupten, dass Menschen, die mit Datenbankensuchmaschinen nicht umgehen können, weniger wissen. Eher ist anzunehmen, dass sich diese Menschen die

¹⁰⁷ Vgl.: www.google.at, 11.2.2005

¹⁰⁸ Vgl.: Search Engine Report, 2000

benötigte Information dann eben woanders beschaffen. Allerdings können manche Informationen mittlerweile ausschließlich auf elektronischem Weg beschafft werden, oder ihre analoge Beschaffung macht einen ungleich größeren Aufwand notwendig. Man denke nur an Information, die sich beispielsweise auf der anderen Seite des Globus befindet oder in sehr alten oder seltenen Schriftstücken, die nicht ausgeliehen oder gekauft werden können.

Es wird also notwendig sein, Suchmaschinen zu entwickeln, die dem menschlichen Lernverhalten und vor allem dem Bedürfnis nach unterschiedlichen Herangehensweisen, also einem kristallinen Zugang zu Information entgegenkommen.

3.1 Informationssuche in Hypertextsystemen

Wenn man von Informationssuche in Hypertextsystemen spricht, meint man in der Regel „Information Retrieval“. Information Retrieval ist die automatische Extraktion von Daten aus einer großen digitalen Datenmenge anhand einer oder mehrerer Benutzeranfragen. Das Information Retrieval System reagiert auf diese Benutzeranfrage mit der Präsentation einer für den Benutzer hoffentlich relevanten Datenmenge – meist in Form einer Textliste.¹⁰⁹ Doch wie verläuft dieser Prozess des Information Retrieval genau? Im Folgenden soll erklärt werden, wie Menschen suchen, und vor welche Probleme sie das Suchen stellen kann.

Die meisten Modelle der Informationssuche gehen davon aus, dass es sich beim Suchprozess um eine Art „Problemlösungsprozess“ handelt.¹¹⁰ Zwei Modelle der Informationssuche, die die Suche in Datenbanken gut charakterisieren sind das Modell von Marchionini und das Modell von Shneiderman, Byrd und Croft.

Marchionini unterscheidet in seinem Modell sechs verschiedene Komponenten der Informationssuche, die miteinander in Beziehung stehen und sich gegenseitig beeinflussen:

- Die Information suchende Person
- Die Aufgabe
- Das Suchsystem

¹⁰⁹ Vgl.: Hemmje, 1999, S. 8

¹¹⁰ Vgl.: Marchionini, 1995, S. 6, Dorsch, 1996, S. 589, Bransford und Stein 1993

- Die Domäne
- Das Setting
- Die Suchergebnisse

3.1.1. Die Information suchende Person

Die Person mit einem internen oder externen Informationsbedürfnis steht im Zentrum des Modells und greift durch Aktivitäten wie Festlegen der zu lösenden Aufgabe, Kontrolle der Interaktionen mit dem Suchsystem oder Extrahieren der gefundenen Informationen aktiv in den Suchprozess ein. Außerdem entscheidet die Person, wann die Suche beendet ist. Bei der Information spielen Fähigkeiten, Interesse und Motivation eine große Rolle. (Vgl.: Kap. 2.5.2). Das heißt also, jeder Mensch sucht anders; bestimmt durch:

- Vorwissen zum gesuchten Themengebiet
- Erfahrung im Umgang mit der Informationssuche
- Computer-Erfahrung
- Persönliche Suchstrategien¹¹¹

3.1.2 Die Aufgabe

Der Suchende steht zu Beginn seiner Suche vor einem bestimmten Informationsproblem, das er zu lösen versucht. Angelehnt an Marchionini kann die Aufgabe beziehungsweise das Ziel der Aufgabe anhand von drei Dimensionen charakterisiert werden:

- Spezifität
- Quantität
- Zeitbezogenheit

Ein Ziel kann je nach Spezifität eine einzelne Fakteninformation sein, eine komplexe Theorie oder auch eine meinungsgeladene Interpretation eines Gegenstands.

Quantität bezeichnet die Anzahl der Antworten auf einen Lösungsversuch, wobei es sich bei den Antworten um einzelne Wörter, aber auch Bilder oder komplexe Sachzusammenhänge handeln kann.

Die Dimension Zeitbezogenheit bezeichnet die Zeitspanne, die erwartet wird, um zur Lösung eines Problems zu gelangen. Die Zeitspanne kann von einigen Sekunden über Tage und Monate bis zu lebenslangem Lernen reichen.

3.1.3 Das Suchsystem

Das Suchsystem ist die Informationsquelle, die durch Nutzung bestimmter Tools erschlossen werden muss, um zu Informationen zu gelangen, die man anschließend in Wissen umwandeln kann. Diese Tools zwischen Datenbasis und User bilden das so genannte Interface. Im Falle einer Datenbank ist das Suchsystem ein elektronisches Retrieval-System.¹¹²

3.1.4 Die Domäne

Die Domäne ist der Wissensbereich, in dem gesucht wird, also z. B. Psychologie, Informatik oder Wirtschaftswissenschaften. Je nach Domäne werden unterschiedliche Suchstrategien in möglicherweise unterschiedlichen Suchsystemen angewandt. Manche Wissensbereiche stellen eine Vielzahl an Informationen zur Verfügung, während in anderen in einer eher spärlichen Datenbasis gesucht werden muss. Außerdem ist das Verfallsdatum einer Information von Bedeutung für den Suchprozess.

3.1.5 Das Setting

Als Setting bezeichnet man das Umfeld, in das die Suche eingebettet ist. Dieses Umfeld wird gekennzeichnet durch einerseits ein physikalisches Setting:

- Den Ablenkungsgrad
- Die Zugriffsmöglichkeit auf Informationen
- Die Kosten für den Suchenden
- Die Zeit, die für die Suche zur Verfügung steht

Andererseits beeinflusst laut Marchionini auch ein Setting im Hinblick auf psychologische und soziale Faktoren die Informationssuche durch:

- Das Arbeitsgedächtnis einer Person
- Die Selbstüberzeugung: Erfahrung mit dem Suchsystem und dem Themengebiet

¹¹² Vgl.: Marchionini, 1995, S. 41

- Organisationsstrukturen: Interaktion mit der Organisation und anderen Personen in der Organisation, innerhalb derer gesucht wird.¹¹³

3.1.6 Die Suchergebnisse

Suchergebnisse sind die Rückmeldung des Suchsystems auf die Suchanfrage des Users, worauf dieser wiederum reagiert. Marchionini unterscheidet bei den Suchergebnissen zwischen Produkt und Prozess (Vgl. auch Meadows in Kap 2.1).

Zu den Produkten zählt alles, was der User vom Suchsystem als Feedback erhält, von einzelnen Wörtern bis zu komplexen Dokumenten – im Idealfall die Lösung seines Problems.

Der Prozessaspekt des Suchergebnisses meint die gesammelten Erfahrungen des Users während des Suchprozesses. Während der Suche lernt er neben den Fakteninformationen auch das Suchen an sich. Er erkennt, was von ihm verlangt wird, damit er findet, was er sucht und kann diese Erfahrung in späteren, ähnlichen Situationen wieder anwenden.

3.1.7 Der Suchprozess nach Shneiderman, Byrd und Croft

Nachdem nun geklärt ist, welche Komponenten und Faktoren der Suchprozess beinhaltet, möchte ich anhand des Modells von Shneiderman, Byrd und Croft¹¹⁴ beschreiben, wie eine Informationssuche ablaufen kann. Folgende Subprozesse laufen bei einer Suche ab:

- Formulation
- Action
- Review of results
- Refinement

3.1.7.1 Formulation

In dieser Phase trifft der User eine Reihe von Entscheidungen: Er wählt die Quelle aus, in der er suchen will, definiert das Ziel seiner Suche und seinen Suchbegriff. Außerdem legt er fest, welche Arten von Ergebnissen er sich erwartet und welche er akzeptieren wird.

¹¹³ Vgl.: Marchionini, 1995, S.?

¹¹⁴ Vgl.: Shneiderman, Byrd und Croft, 1997

3.1.7.2 Action

Action bezeichnet das Starten der Suche, in der Praxis meist das Anklicken eines Such- oder Start-Buttons, woraus dann nach kürzerer oder längerer Rechnerzeit ein Suchergebnis resultiert.

3.1.7.3 Review of results

Die dritte Phase bietet dem Suchenden die Möglichkeit seine Suchergebnisse zu spezifizieren und damit die Suche zu verfeinern. Der User definiert beispielsweise, wie viele Ergebnisse er sich anzeigen lassen will oder in welcher Reihenfolge diese angezeigt werden sollen. Auch eine Ordnung nach Relevanz ist wünschenswert. Diese Spezifizierungsphase erleichtert den Umgang mit den gefundenen Dokumenten erheblich.

3.2.7.4 Refinement

Beim Refinement überarbeitet der Suchende seine Suchergebnisse noch einmal, um noch mehr für ihn relevanten Suchergebnisse herauszufiltern – beispielsweise durch „relevance feedback“.¹¹⁵ Beim „relevance feedback“ werden die gefundenen Dokumente dazu benutzt, eine verbesserte Suchanfrage zu starten, in dem der User die Möglichkeit hat, nach ähnlichen Seiten zu suchen. Auch das Hinzufügen weiterer Suchbegriffe zur Suchanfrage, deren Relevanz für das Informationsproblem erst im Laufe des Suchprozesses erkannt wurde, verbessert das Suchergebnis.

Zum Refinement gehören aber auch Handlungen wie Speichern oder elektronisches Versenden von Dokumenten und die Arbeit mit einer sogenannten „History“, die es erlaubt, frühere Suchen mit den dazugehörigen Pfaden noch einmal durchzusehen.

Nach Marchionini durchläuft der User in den letzten beiden Phasen einige Subprozesse, die für den weiteren Verlauf der Suche entscheidend sind¹¹⁶:

- Anklicken und genauere Begutachtung von Dokumenten
- Beenden der Suche, weil das Problem an dieser Stelle bereits gelöst ist
- Beenden der Suche, ohne ein Ziel erreicht zu haben, weil der Suchende folgert,

¹¹⁵ Vgl.: Shneiderman, Byrd und Croft, 1997

¹¹⁶ Vgl.: Marchionini, 1995

die gewünschten Informationen hier nicht finden zu können

- Starten einer neuen Suchanfrage
- Umformulierung des Problems
- Ablehnung eines Dokuments und Überprüfung weiterer Treffer

In diesen Phasen müssen also sehr viele Entscheidungen getroffen werden und es wird klar, dass die Beurteilung der Suchergebnisse hinsichtlich ihrer Relevanz im hohen Maß von der Anzahl der Treffer abhängt.

3.1.8 Formen von Suchprozessen

Die Suche in großen Datenbeständen kann auf unterschiedliche Art und Weise durchgeführt werden. Die Interaktion mit dem Suchsystem kann dabei entweder explorativ oder gezielt passieren.¹¹⁷

3.1.8.1 Browsing

Eine explorative Suchstrategie ist das „Browsing“ und wird auch als Exploration bezeichnet. Browsing ist ursprünglich vom Durchsuchen von Katalogen in Kartenform abgeleitet. Umgelegt auf Suchmaschinenergebnisse wird beim Browsing eine Suchmaschinen-Ergebnisliste nach relevanten Dokumenten durchsucht, indem z. B. die Überschriften auf Relevanz für das Suchproblem geprüft werden. Beim Browsen wird weniger Gewicht auf die Formulierung der Anfrage gelegt, als auf das direkte Feedback durch Benutzerentscheidungen während des Explorationsvorgangs.¹¹⁸

3.1.8.2 Searching

Beim Searching oder auch Retrieval wird gezielt nach einem Suchbegriff gesucht, von dem man sich die Lösung eines Problems erwartet.

Häufig sind Searching- und Browsing-Funktionen kombiniert verfügbar.

¹¹⁷ Vgl.: Clarkson, 1993, S. 50-55

¹¹⁸ Vgl.: Belkin & Croft, 1987

3.2 Probleme bei der Informationssuche

Bei der Informationssuche treten in allen oben beschriebenen Phasen Probleme auf, die zur Verzögerung oder überhaupt zum Misserfolg der Suche führen können.

3.2.1 Ungeeignete Quelle

Der Suchprozess beginnt mit dem Erkennen eines Problems, also dem Fehlen einer Information im Sinn der „Anomalous State of Knowledge“-Theorie.¹¹⁹ Durch die Auswahl einer Quelle startet die Suche. Doch ist die Quelle ungeeignet, gerät der Prozess schon hier, ganz am Anfang, ins Stottern. Die Suche in einer Datenbank wird nur dann zum Erfolg führen, wenn die Datenbank Informationen zum gesuchten Wissensgebiet enthält und diese Information so aufbereitet ist, dass der User damit umgehen kann. Ein Experte kann beispielsweise mit Fachterminologie umgehen, ein Laie kann daran scheitern. Weiters muss der Suchende mit der angewendeten Datenbanktechnologie vertraut sein.

3.2.2 Unklares Informationsbedürfnis

Oftmals steht ein User vor dem Problem, dass er keine klare Vorstellung von seinem Informationsbedürfnis hat. Als Beispiel soll hier diese Diplomarbeit dienen. Die Verfasserin hatte am Anfang ein Informationsbedürfnis über „Irgendetwas mit Visualisierung.“

Selbst wenn dem User klar ist, wonach er sucht, kann das Problem auftreten, dass er mit seinem Wissen keine klare Anfrage an ein Suchsystem stellen kann. Selbst wenn man weiß, dass man nach „Visualisierung“ sucht, erhält man zum Suchbegriff „Visualisierung“ vor allem Ergebnisse aus vollkommen anderen Bereichen wie Esoterik, Physik oder 3D-Konstruktions-Zeichnung. Am Anfang einer Suche in einem komplexen System ist weder bekannt, was verfügbar ist, noch wovon es differenziert werden muss.¹²⁰ Deshalb ist es vor allem schwierig, brauchbare Suchbegriffe zu bilden, die in weiterer Folge zu gewünschten Suchergebnissen führen. Die Bildung von Suchbegriffen erfolgt in der Praxis oftmals nicht in einem Schritt. Der User sucht anfangs vielmehr oft

¹¹⁹ Vgl.: Belkin et al., 1982a

¹²⁰ Vgl.: Card, Robertson, Mackinlay, 1991 S. 181-188

unsystematisch und nimmt in Folge dessen Informationsobjekte wahr, deren Existenz ihm bis jetzt nicht bewusst war. Dieses Serendipität genannte Phänomen führt dann auch oftmals zu einer Umgewichtung des Informationsbedürfnisses.¹²¹ Relevante Schlüsselwörter für die Suche kristallisieren sich so erst nach einiger Zeit aus einem stufenweisen Suchprozess im Informationsdialog mit dem Suchsystem heraus.

3.2.3 Darstellung der Suchergebnisse

Suchergebnisse herkömmlicher Suchmaschinen werden in Text-Listenform dargestellt. Der User bewegt sich über Links von Dokument zu Dokument. Die Dokumente beinhalten wieder Links, von denen aus man wieder zu weiteren Dokumenten springen kann. Dabei besteht die Gefahr, dass angesichts der Länger der Trefferliste, von der immer nur ein kleiner Ausschnitt sichtbar ist, und des Begutachtens vieler Dokumente, der Überblick verloren geht. Nach einiger Zeit ist für den Suchenden nicht mehr klar ...

- ... wo er sich gerade befindet
- ... auf welchem Weg er dorthin gekommen ist
- ... wo er sich vorher befunden hat
- ... wie er zu seiner vorigen Position zurückkehren kann

Diese Situation wird in der Literatur als „Problem der Desorientierung“ bezeichnet.¹²² Sie ist typisch für die Navigation in einer Liste von Dokumenten ohne ersichtlichen inhaltlichen Zusammenhang, da die Navigation nicht in einem Raum stattfindet, wo der User Bezugspunkte zur Orientierung vorfindet.

Ein weiterer Nachteil der Listendarstellung ist die fehlende Übersicht über alle Suchergebnisse. Vor allem in großen Datenbanken oder dem Internet wird auf eine Suchanfrage oftmals mit tausenden und abertausenden Ergebnissen geantwortet. Der Suchende kann im Idealfall vielleicht die ersten hundert Dokumente durchsuchen, aber nie erfahren, ob die Antwort auf sein Problem nicht vielleicht im zehntausendsten Dokument zu finden gewesen wäre.

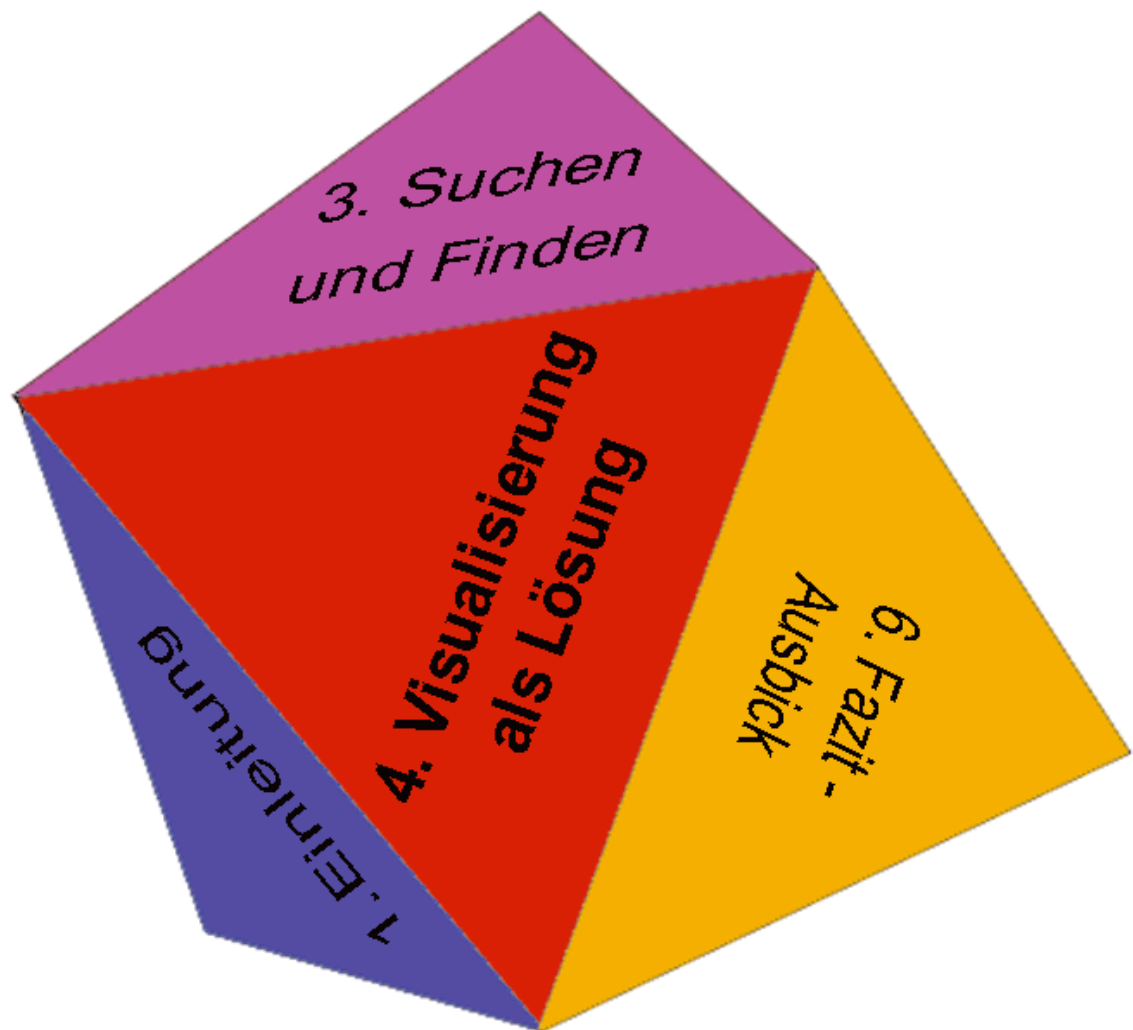
Außerdem ist zwischen den einzelnen Dokumenten kein inhaltlicher Zusammenhang erkennbar und mögliche Verbindungen zwischen zwei

¹²¹ Vgl.: Belkin, Cool, Stein, Thiel, 1994

¹²² Vgl.: Marmann, 1993

Suchergebnissen bleiben größtenteils unsichtbar. Der User muss sich quasi blind von Punkt zu Punkt bewegen und findet erst nach langwierigem Browsen Querverbindungen, die ihm den Kontext seines Suchergebnisses transparenter machen.

Dieses Kapitel sollte klar gemacht haben, dass Information Retrieval die Benutzer vor große Herausforderungen stellt und oftmals dazu führt, dass Informationen nicht gefunden werden können. Dieses Problem hat viel mit der herkömmlichen Darstellung der Suchergebnisse als Text in Listenform zu tun. Ein neuer Ansatz, der dem User einen intuitiveren Zugang zur Information und damit zur leichteren Generierung von Wissen ermöglichen soll, ist die Informationsvisualisierung. Im folgenden Kapitel wird diese Technologie näher erläutert.



Schlagworte

Visualisierung, Visualisierungs-Zyklus, Visualisierungsbeispiele, Bewertung, Vorteile, Nachteile, Psychologische Aspekte, Spiel

4. Visualisierung von Suchergebnissen als Lösung

Eine viel versprechende Möglichkeit zum verbesserten, kristallinen Zugang zu Suchergebnissen ist die Informationsvisualisierung. Dabei erhält der Benutzer visuelle Hilfsmittel, die es ihm ermöglichen, sich eine Vorstellung von der zu durchsuchenden Informationsstruktur zu machen. Information wurde im Kapitel 2 bereits definiert. Doch was ist Visualisierung?

Visualisierung, so wie der Begriff für diese Arbeit benutzt werden soll, ist ein Bereich der Computergrafik und beschreibt sehr allgemein gesprochen, die grafische Darstellung von Datenmengen. Allerdings unterteilt sich die Visualisierung wiederum in mehrere Fachgebiete wie Imaging, Softwarevisualisierung, Wissenschaftlich-Technische Visualisierung und Informationsvisualisierung.

Imaging meint die visuelle, computergestützte Repräsentation eines Objekts, wie z. B. eines menschlichen Körperteils für die Diagnose und Datensammlung. Imaging wird jedoch auch für die Konstruktion und Fertigungsanalyse von technischen Bauteilen eingesetzt. Beim medizinischen wie beim technischen Imaging kommen computergestützte Technologien z. B. wie Ultraschall und Spektroskopieverfahren (Kernmagnet-Resonanz-Spektroskopie etc.) zum Einsatz.¹²³

Auf dem Gebiet der Softwarevisualisierung bemüht man sich, die Struktur bestehender Software wie z. B. Programm, Code, Algorithmen, Daten auf besonders anschauliche Art darzustellen.

Die Wissenschaftlich-Technische Visualisierung (Scientific Visualization) entwickelte sich Mitte der 80er Jahre innerhalb der Informatik und feierte ihren Siegeszug mit der Verbesserung der Rechnergeschwindigkeit und entsprechenden Bandbreiten. Scientific Visualization machte es mit einem Mal möglich, große wissenschaftliche Datenmengen und damit komplexe Modelle sichtbar zu machen.¹²⁴ Dementsprechend enthusiastisch fiel damals eine Definition für Scientific Visualization aus:

¹²³ Vgl.: <http://www.answers.com/topic/imaging> 22.2.05

¹²⁴ Vgl.: Konrad-Zuse-Zentrum, Technischer Bericht 96, S. 47 f.

„Visualization is a method of computing. It transforms the symbolic into the geometrix, enabling researchers to observe their simulations and computations. Visualization offers a method for seeing the unseen. It enriches the process of scientific discovery and fosters profound and unexpected insights. In many fields it is already revolutionizing the way scientists do science“.¹²⁵

Wissenschaftlich-Technische Visualisierung dient neben der visuellen Aufbereitung von Simulationsergebnissen auch als Analyseinstrument für die Auswertung von Messdaten. Typische Informationsobjekte sind Flächen, Gitter, Graphen, Skalar-, Vektor- und Tensorfelder. Für solche Objekte müssen visuelle Darstellungen entwickelt werden, die den kognitiven Fähigkeiten des Menschen entsprechen und ihm damit die Entschlüsselung der Visualisierung erleichtern. Bei der Entwicklung wirkungsvoller Visualisierungsverfahren sind die Gegebenheiten des jeweiligen Anwendungsgebietes zu berücksichtigen und sinnesphysiologische, wahrnehmungspsychologische und ästhetische Aspekte zu beachten.¹²⁶ Das Ziel wissenschaftlicher Visualisierung besteht also darin, ein besseres Verständnis für physikalische Prozesse, mathematische Konzepte und andere reale Phänomene zu vermitteln.¹²⁷

Im Gegensatz zur Wissenschaftlich-Technischen Visualisierung umfasst die Informationsvisualisierung Konzepte, Methoden und Werkzeuge zur visuellen Darstellung abstrakter Informationen, wie sie in Datenbanken auftreten. Die abstrakten Informationen haben bei der Visualisierung keine physikalische Datenbasis. Die visuelle Repräsentation der abstrakten Information soll jedoch ebenfalls den kognitiven Zugang zu elektronischen Daten erleichtern.¹²⁸

Der Begriff „Information Visualization“ entwickelte sich Ende der 80er Jahre und wurde damals federführend von einem Forscherteam des XEROX Palo Alto Research Center (Parc) geprägt. XEROX Parc entwickelte damals den Informations-Visualisierungs-Prototypen „Information Visualizer“, der verschiedene Visualisierungsformen beinhaltet und die Grundlage für alle weiteren Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Informationsvisualisierung bildet. Diese

¹²⁵ McCormick et. al., 1987

¹²⁶ Vgl.: Najarro, Barberena, 2003, S. 13

¹²⁷ Vgl.: Dässler, Palm, 1998

¹²⁸ Vgl.: Dässler, 1999

Disziplin wird von Mitgliedern des Parc Forscherteams folgendermaßen charakterisiert:

„Information Visualization attempts to display structural relationships and context that would be more difficult to detect by individual retrieval requests.“¹²⁹ „Information Visualization uses 3D computer graphics and interactive animation to stimulate recognition of patterns and structure in information.“¹³⁰

Informationsvisualisierung soll also nicht nur Informationen veranschaulichen sondern auch ihre Beziehungen untereinander, also den Kontext dieser Informationen darstellen. Das Ergebnis ist somit ein mehrdimensionales, kristallines Gebilde, in dem jede Information ihren Platz einnimmt, und in dem ihr Zusammenhang mit anderen Daten sichtbar ist. Bildlich gesprochen befinden sich visualisierte Daten in einem Raum, dem so genannten „Informationsraum“.¹³¹ Die große Herausforderung an die Informationsvisualisierung ist nun die benutzerfreundliche und wahrnehmungspsychologisch sinnvolle Darstellung und Gestaltung dieses Informationsraumes. Die Informationsvisualisierung muss nicht nur Darstellung, sondern auch interaktive Benutzerschnittstelle sein, die den User intuitiv von seiner Problemstellung zum gewünschten Suchergebnis führt. Die Suche gestaltet sich also nicht linear vom Problem zum Ergebnis, sondern ist viel mehr ein zyklischer Prozess, in dem der Mensch auf den einzelnen Interaktionsstufen in die Suche bzw. die Visualisierung eingreifen und die Ergebnisse verändern kann, solange, bis er ein befriedigendes Ergebnis erhält.

Ein Informationsvisualisierungssystem besteht in der Regel aus folgenden Komponenten:

- Grafische Darstellung, die dem User einen guten Überblick über die Suchergebnisse ermöglicht und Interaktion erlaubt. Über die Interaktion kann der Benutzer seine Suche verändern und konkretisieren
- Schnittstelle von der Suchmaschine zum Visualisierungstool.
- Filter für die Eingrenzung großer Dokumentenmengen.
- Navigation im Informationsraum.
- Tools zur direkten Interaktion des Benutzers mit den Dokumenten.

¹²⁹ Card, 1991, S.186 und Robertson, 1993, S. 65

¹³⁰ Robertson, 1994

¹³¹ Vgl.: Barberena, Najarro, 2003, S. 16

- Management der gefundenen Dokumente (z. B. markieren, löschen, drucken...).
- Schnittstellen zum Laden/Speichern von Zwischenergebnissen der laufenden Suche.

Informationsvisualisierung ist also mehr als die bildliche Darstellung von Daten. Vielmehr muss so ein System ein vollständiges User-Interface für die Informationssuche sein und bildet einen wichtigen Teil vom Information Retrieval.

4.1 Der Visualisierungs-Zyklus der Informationssuche

Barberena Najarro entwickelt in ihrer Arbeit aus dem Visualisierungszyklus der Wissenschaftlich-Technischen Visualisierung einen Visualisierungszyklus für die Informationssuche, in dem anschaulich dargestellt wird, wie Such- und Visualisierungsprozess ineinander greifen.¹³²

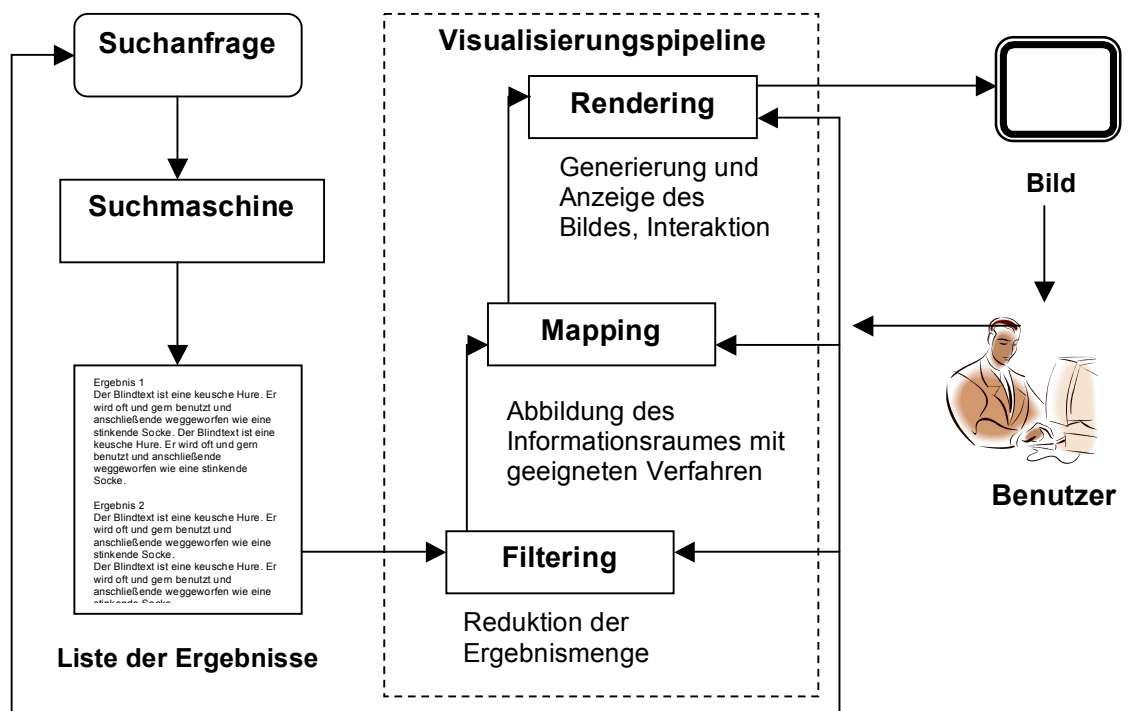


Abb. 8: Der Visualisierungs-Zyklus der Informationssuche, Najarro Barberena 2003.

In dieser Darstellung formuliert der Benutzer seine Anfrage, auf deren Basis die Suchmaschine eine Liste mit relevanten Dokumenten zusammenstellt. Die Ergebnisdokumente werden nun gefiltert, z. B. können gewissen Dokumente von der Visualisierung ausgeschlossen werden. Die verbleibenden Dokumente

¹³² Vgl.: Najarro Barberena, 2003, S. 17

werden in der Mappingstufe als Objekte in einem Informationsraum abgebildet. Anschließend ermöglicht die Rendering-Stufe die grafische Darstellung am Bildschirm. Hier hat der User nun die Möglichkeit, in die Visualisierung eingreifen, in ihr zu navigieren, einzelne Dokumente zu untersuchen oder auch einen Überblick über die gefundene Dokumentenmenge zu bekommen. Ausgehend von der grafischen Darstellung kann der Benutzer auf fast alle Parameter des Zyklusses Einfluss nehmen: beispielsweise andere Mapping-Verfahren wählen, durch besseres Filtering die Anzahl der Dokumente reduzieren oder seine Suchanfrage aufgrund gewonnener Erkenntnisse verfeinern.

Wie im Kapitel 3.1.8 erläutert gibt es zwei unterschiedliche Zugänge eines Benutzers zu einem Suchsystem, Browsing (Exploration) und Searching (Retrieval). Bei der Exploration weiß der Suchende im vorhinein nicht genau, was er sucht und erforscht eine große Datenmenge nach Auffälligkeiten und Korrelationen. Die Daten werden bei dieser Methode mit der Absicht visualisiert, Hypothesen über die Struktur der Informationsressource zu generieren.

Hat der Benutzer eine Vorstellung von seiner gesuchten Information dann betreibt er Information Retrieval und kann sein gesuchtes Objekt in einer Visualisierung möglicherweise aufgrund optischer Merkmale entdecken. Er bewegt sich beim Retrieval relativ zielgerichtet durch die Visualisierung.

4.2 Klassische Beispiele der Informations-Visualisierung

In diesem Kapitel soll anhand einiger klassischer Entwicklungen gezeigt werden, was Informationsvisualisierung konkret sein kann. Vollständigkeit ist nicht das Ziel, sondern punktuelle Einblicke in die Vielgestaltigkeit der Informationsvisualisierung.

4.2.1 Perspective Wall

Die Perspective Wall ist ein Visualisierungs-Verfahren zur Darstellung linear strukturierter Informationen, die z. B. in alphabetischer oder chronologischer Reihenfolge angeordnet sind.¹³³ Anfang der 90er Jahre entwickelt, ist sie ein Teil des im Kapitel 4.1. beschriebenen „Information Visualizer“ vom XEROX Parc und visualisiert die Informationen an einer virtuellen Wand, die dreidimensional in drei Platten aufgefaltet ist. Die Perspective Wall ist ein Fokus + Kontext Verfahren.

¹³³ Vgl.: Mackinlay, Robertson, Card, 1991

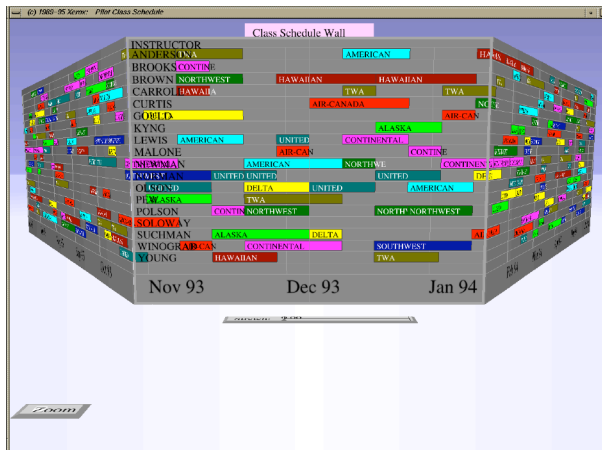


Abb. 9: Perspective Wall, Mackinlay et. al., 1991 (mit freundlicher Genehmigung von S. Card, XEROX Parc, Palo Alto)

Dabei wird die gesuchte Detailinformation in der Mitte visualisiert, während Kontextinformationen zur Hauptinformation auf den beiden Seitenplatten dargestellt werden. Bei chronologischen Daten werden z. B. in der Mitte die Dateien dargestellt, die zu einem bestimmten Zeitpunkt erstellt wurden. Die beiden Seitenwände enthalten Dateien, die zu einem früheren bzw. späteren Zeitpunkt erstellt wurden. Die Wand kann interaktiv verschoben werden, um andere Dateien in den Fokus der Aufmerksamkeit zu rücken. Die beiden Kontextwandflächen sind perspektivisch verzerrt, sodass der Eindruck einer dreidimensionalen Abbildung entsteht. Die Ausnutzung der Bildschirmfläche wird so optimiert. Jede Wand ist in mehrere Reihen und Spalten unterteilt, in deren Flächen die Dokumente angeordnet sind. Die vertikalen Spalten sind beispielsweise nach Datum sortiert, die horizontalen Reihen nach der Art der Dateien.¹³⁴

¹³⁴ Vgl.: Mackinlay et. al., 1991

4.2.2 Cone Tree oder Cam Tree

Auch der Cone bzw. Cam Tree ist im „Information Visualizer“ implementiert. Kegelbäume sind gleichmäßig in drei Dimensionen angelegte hierarchische Baumdarstellungen und können ebenfalls den Fokus + Kontext Verfahren zugeordnet werden. Die Baumstruktur nutzt dabei die räumliche Tiefe zur Darstellung am Bildschirm.¹³⁵

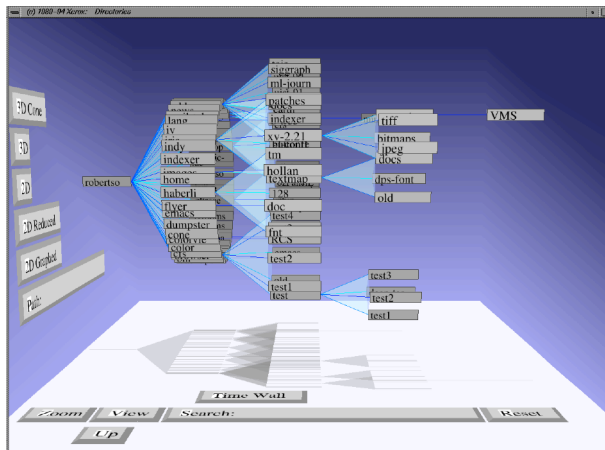


Abb. 10: Cone Tree, Robertson et. al., 1991 (mit freundlicher Genehmigung von S. Card, XEROX Parc, Palo Alto).

Der Cam Tree ist vertikal von oben nach unten, der Cone Tree horizontal von links nach rechts ausgerichtet. Dabei ist die Kegelspitze die „Wurzel“ der Information, die Kegelbasen bilden sozusagen die kleinen Äste bzw. Blätter des Baums. Sobald ein Knoten des Baumes mit der Maus selektiert wird, rotiert der Baum so, dass der selektierte Knoten, sowie jeder Knoten auf dem Pfad von der Wurzel des Baumes zum selektierten Knoten in den Vordergrund rückt und hervorgehoben dargestellt wird. Ein Kegelbaum kann maximal 1.000 Knoten oder 30 Verzweigungen pro Ebene oder zehn Ebenen übersichtlich darstellen.

4.2.3 Tree Map

Die Tree Map ist ein Visualisierungsverfahren für die Darstellung großer Mengen von hierarchisch strukturierten, gegliederten Informationen.¹³⁶ Sie wurde 1991 am Human Computer Interaction Laboratory (HCIL) an der Universität von Maryland entwickelt und kann bis zu 3.000 Knoten gleichzeitig in zweidimensionaler Form

¹³⁵ Vgl.: Robertson et. al., 1991

¹³⁶ Vgl.: Shneiderman, 1992.

am Bildschirm visualisieren. Mit Tree Maps kann man beispielsweise Verzeichnisse auf einer Website darstellen.



Abb. 11: Tree Map als Verzeichnisdarstellung auf einer News-Website, <http://www.marumushi.com/apps/newsmap/newsmap.cfm>.¹³⁷

Die Hierarchieebenen der Tree Map werden abwechselnd vertikal und horizontal in rechteckige Regionen aufgeteilt. Tiefere Schichten sind jeweils innerhalb ihrer Vorgänger angeordnet. Jede „Kachel“ repräsentiert somit einen Knoten der Hierarchie. Die Lage der Rechtecke und verschiedene Umrandungen sollen die logische Baumstruktur der Hierarchie widerspiegeln. Auch die Fläche der Rechtecke ist proportional zu dahinterliegenden Datenparametern. Zusätzlich kann durch Farbe, Beschriftung, Blinken etc. Information kodiert werden. Der User bewegt sich mit der Maus durch die Visualisierung und steuert damit die Tree Map. Es ist möglich, ausgewählte Bereiche zu zoomen, Daten zu sortieren, zu kopieren und zu löschen. Die Platzausnutzung der Tree Map ist sehr effizient, bei sehr komplexen Datenmengen verliert der User jedoch leicht den Überblick.

¹³⁷ <http://www.marumushi.com/apps/newsmap/newsmap.cfm> 24.02.05

4.2.4 Bead

BEAD wurde 1992 am Rank Xerox EuroPARC in Cambridge entwickelt und dient zur Exploration von großen und komplexen Informationsstrukturen.¹³⁸ Die Informationsobjekte wurden in der ersten Version von BEAD als Partikel in einem dreidimensionalen Raum dargestellt.

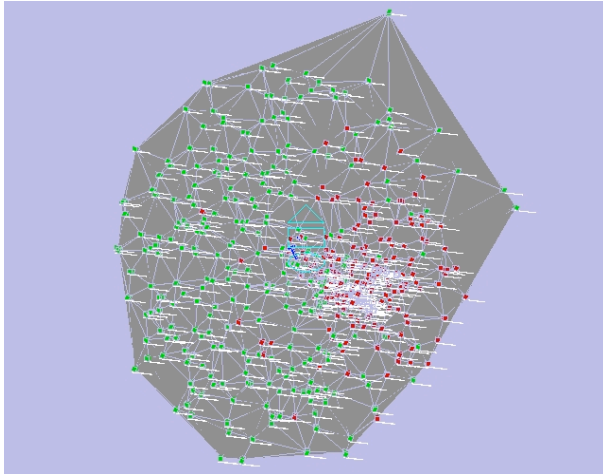


Abb. 12: BEAD, Darstellung der Informationsobjekte als Punktwolke (mit freundlicher Genehmigung von M. Chalmers, University of Glasgow).

Ihre Position in der daraus entstehenden Punktwolke erhalten die Informationsobjekte durch Algorithmen von Modellen physikalischer Effekte, wie z. B. Federmechaniken. Das Modell einer gedämpften Feder wird verwendet, um semantische Beziehungen zwischen den einzelnen Informationsobjekten (z. B. Textdokumenten) als Anziehungs- und Abstoßungskräfte zu berechnen. Inhaltliche Beziehungen zwischen Informationsobjekten werden so durch die räumliche Beziehung ihrer Visualisierungsobjekte abgebildet. Damit kann für jedes Dokument eine räumliche Partikelposition ausgerechnet werden - semantisch ähnliche Dokumente werden näher zueinander positioniert.

In einer weiteren Version von BEAD wurde statt der Punktwolke die Landschaftsmetapher verwendet. Hier sind die einzelnen Informationsobjekte als kleine Würfel dargestellt, die je nach Beziehung untereinander näher oder weiter entfernt von anderen Würfeln in einer Landschaft positioniert sind. Im Dialog hat

¹³⁸ Vgl.: Chalmers, 1992

der Benutzer die Möglichkeit, seine Anfrage zu verändern und neu zu gewichten.
Die Resultatmenge wird wiederum auf die Landschaft projiziert.¹³⁹

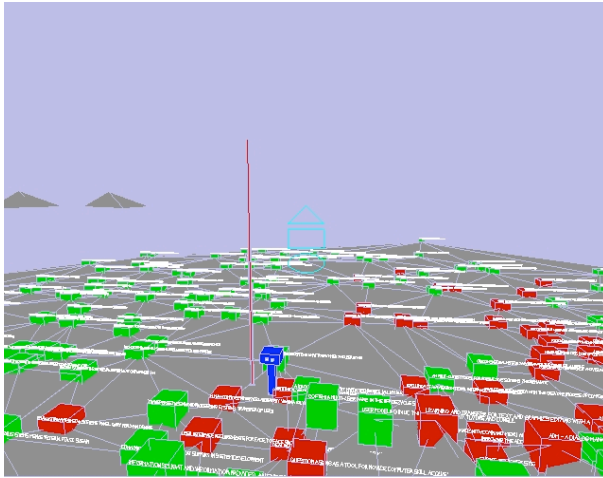


Abb. 13: BEAD, Darstellung der Informationsobjekte in einer Landkarte (mit freundlicher Genehmigung von M. Chalmers, University of Glasgow).

4.2.5 Hyperbolic Browser

Der Hyperbolic Browser visualisiert große Hierarchien mittels hyperbolischer Geometrie.¹⁴⁰ Entwickelt wurde das System am Xerox PARC in Palo Alto, die Präsentation erfolgte 1995 auf der Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI95).

Die hyperbolische Ebene ist eine nicht-euklidische Geometrie, in der parallele Linien voneinander weg laufen. Das führt dazu, dass der Umfang eines Kreises auf der hyperbolischen Ebene exponentiell zu seinem Radius wächst. Mit zunehmender Entfernung ist also exponentiell mehr Abstand verfügbar.

¹³⁹ Vgl.: Chalmers, 1994, S. 187 ff.

¹⁴⁰ Vgl.: Lamping, 1994

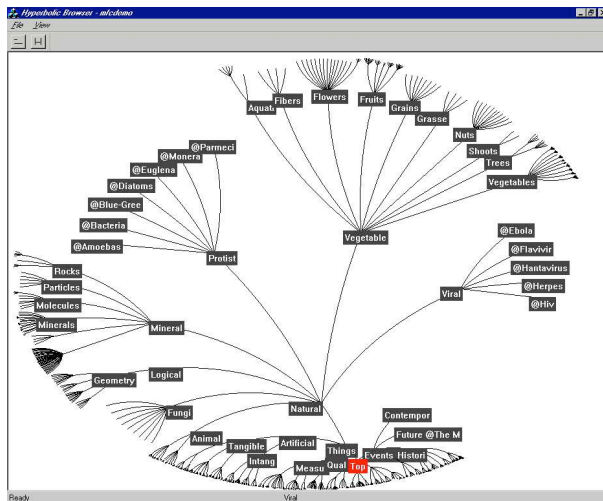
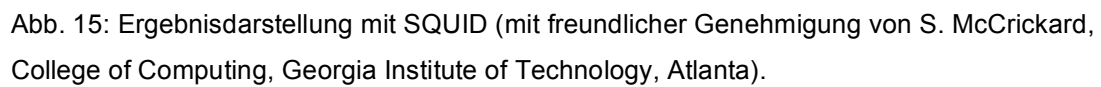


Abb. 14: Hyperbolic Browser (mit freundlicher Genehmigung von P. Pirolli, Xerox PARC).

Die Wurzel des hyperbolischen Baumes befindet sich zunächst im Fokus des Anzeigebereichs, die restliche Struktur breitet sich von der Wurzel sternförmig verzerrt aus. In der Visualisierung wird der Baum auf eine zweidimensionale Kreisfläche projiziert. Den Informationsknoten, die in der Nähe des Ursprungs liegen, wird mehr Platz zugewiesen als den weiter weg liegenden Knoten, was eine intuitive Fish-Eye-Sicht erzeugt. Mit der Maus kann der Benutzer interaktiv Teilbäume auswählen und somit den Baum in einer fließenden Animation verschieben, bis sein gewünschter Bereich vergrößert in der Mitte erscheint.¹⁴¹

¹⁴¹ Vgl.: Lamping, 1995

SQUID (Search Query Weighted Information Display) erzeugt eine dynamisch grafische Darstellung einer Web-Anfrage in Form von Knoten-Link-Graphen. Das System enthält zwei Arten von Knoten: einerseits Begriffsknoten, die den gesuchten Begriff und ihm semantisch verwandte Begriffe anzeigen, andererseits Dokumentenknoten, die die dazu gefundenen Webseiten visualisieren.¹⁴²



¹⁴² Vgl.: McCrickard, 1997

4.2.7 Lyberworld

Lyberworld wurde Ende der 90er Jahre als interaktive, dreidimensionale Benutzerschnittstelle für Information Retrieval Systeme am Institut für Integrierte Publikations- und Informationssysteme (IPSI) der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung (GMD) in Darmstadt entwickelt. Dieses System enthält drei verschiedene Visualisierungstools: Navigationskegel, Relevanzkugel und Dokumentenraum.

Wird ein Begriff eingegeben, visualisiert der Navigationskegel den Inhalt der Information in Form von Kegeln, die an Cone Trees erinnern.

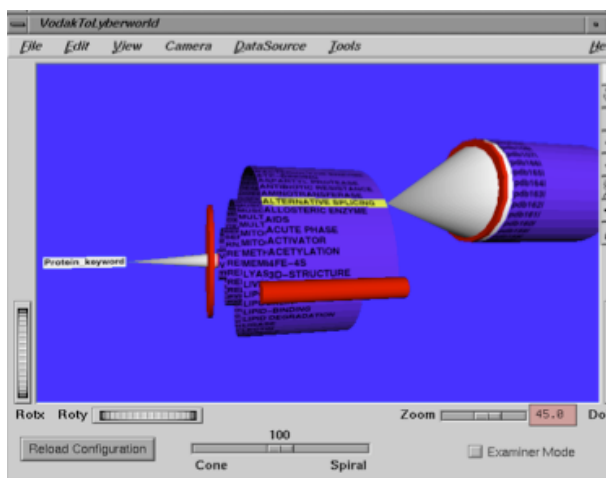


Abb. 16: Navigationskegel als Visualisierung von Lyberworld, Hemmje & Schweikert, 1996.

Die Informationsobjekte sind dabei auf der Oberfläche des Kegels angeordnet. Links in dieser Darstellung befindet sich der gesuchte Begriff. Das Retrievalsystem generiert daraus nun abwechselnd Begriffskegel und Dokumentenkegel. Mit der Selektion einzelner Begriffe oder Dokumente durch den User entstehen wiederum neue Begriffs- und Dokumentenebenen in Form von Kegeln.¹⁴⁴

Ein weiteres Tool von Lyberworld ist die Relevanzkugel. Diese halbtransparente Kugel enthält die Informationsobjekte also z. B. Dokumente in ihrem Inneren als kleine Würfel. Auf der Kugelhaut sitzen die Suchbegriffe. Oben auf der Kugel befindet sich ein Manipulator, mit dem die Kugel rotiert werden kann. Die Position der Informationsobjekte in der Kugel wird durch ihren Bezug zu den Suchbegriffen an der Hülle der Kugel bestimmt. Je nach Relevanz für den Suchbegriff wird das

¹⁴⁴ Vgl.: Hemmje, 1999, S. 95 ff.

jeweilige Informationsobjekt in der Kugel näher oder weiter weg vom Suchbegriff positioniert. Der Benutzer kann die Suchbegriffe skalieren und gewichten, womit sich die Position der Informationsobjekte in der Kugel verändert.¹⁴⁵

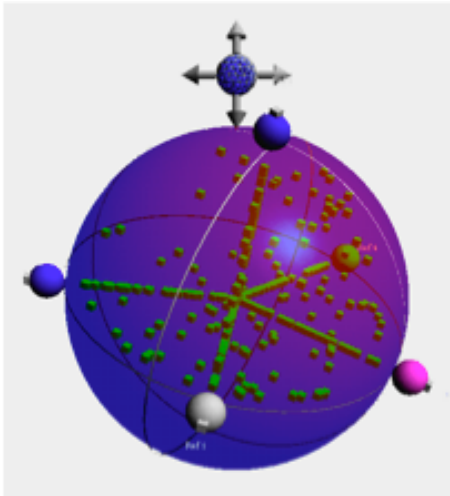


Abb. 17: Relevanzkugel als Visualisierung von Lyberworld, Hemmje, 1999.

Als drittes Visualisierungstool von Lyberworld ermöglicht der Dokumentenraum die erweiterte Exploration von Dokumenten einer Kontextmenge, indem der textuelle Inhalt der Dokumentenmenge angezeigt wird. Alle drei Visualisierungen können parallel für einen Suchbegriff verwendet werden und somit unterschiedliche Aufgaben bei der Suche übernehmen.

4.2.8 Kartoo

Kartoo ist eine französische Meta-Suchmaschine, die im Jahr 2002 von Laurenz Baleyrier und der Firma Kartoo.S.A entwickelt wurde. Das Programm ist flash-programmiert. Kartoo sucht im Internet, wahlweise auf deutschen Seiten oder dem WWW. Die Suchmaschine bestimmt mit Textanalyseverfahren Assoziationen zwischen den gefundenen Dokumenten und clustert sie unter bestimmte Überbegriffe. Jedes gefundene Dokument wird als Zettel dargestellt, der sich mit anderen Zetteln in eine Wolke rund um einen Cluster-Overbegriff teilt. Die Größe der Zettel bestimmt ihre Relevanz für den Begriff. Begriffswolken sind wiederum untereinander semantisch gruppiert und verbunden. Bei Mouseover auf die Dokumente werden die semantischen Verbindungen als Verbindungslinien angezeigt. Der User kann ein Dokument anklicken und gelangt direkt auf die

¹⁴⁵ Vgl.: Hemmje, 1999, S. 122 ff.

hinterlegte Website. Klickt er einen Begriff an, wird eine neue Kartoo-Karte mit diesem Begriff im Zentrum berechnet und angezeigt. Leider können nur zehn Resultate pro Such-Begriff angezeigt werden, für weitere Ergebnisse muss der User umblättern.



Abb. 18: Visualisierung der Suchmaschine Kartoo, www.kartoo.com.¹⁴⁶

Diese Beispiele von Visualisierungen geben einerseits einen Überblick über die Geschichte der jungen Technologie, anderseits über die vielen verschiedenen Formen von Visualisierung. Vor allem geschichtlich betrachtet fällt auf, dass einem Entwicklungs-Boom Anfang der 90er Jahre eine gewisse Ideenlosigkeit Ende der 90er Jahre folgt. Die große Anfangs-Euphorie schien sich etwas gelegt zu haben, als klar wurde, dass Visualisierung alleine zwar ungemein spannend, aber leider kein Verkaufsschlager war. Anfang der 2000er Jahre begann man, ursprüngliche Visualisierungs-Konzepte weiterzuentwickeln und langsam auch in kommerziell genutzte Systeme zu integrieren. Visualisierung ist jedoch auch heute nicht das Hauptargument, um ein System zu vermarkten, sondern eher ein nebenbei erwähnter Kundenbenefit, der den Innovationscharakter des Programms und des Unternehmens herausstreichen soll. Zurzeit findet man Visualisierung in Systemen, wie z. B. Retrieval-Software, Knowledge-Management-Tools, Bibliotheks-Online-Katalogen, Internetsuchmaschinen oder Portalsoftware.

Um Informationsvisualisierungssysteme besser beurteilen zu können, gibt es eine Reihe von Argumenten, die für, aber auch gegen diese neue Technologie sprechen. Im nächsten Kapitel werden sie erläutert.

¹⁴⁶ Vgl.: www.kartoo.com 11.03.05

4.3 Argumente *FÜR* und *WIDER* die Informationsvisualisierung

Visualisierungssysteme wurden entwickelt, um dem Informationssuchenden in der ständig steigenden Menge an Information ein Instrument in die Hand zu geben, das Übersicht schafft und bei der Navigation und Interaktion hilft. Doch was genau macht Informationsvisualisierung so faszinierend und innovativ? Im nächsten Kapitel sollen die Argumente *FÜR* und *WIDER* die Informationsvisualisierung beleuchtet werden, um den möglichen Nutzen von Informationsvisualisierung transparent zu machen.

4.3.1 Vorteile von Informationsvisualisierung

4.3.1.1 Überblick über ALLE gefundenen Dokumente

Im Gegensatz zur Listen-Darstellung, bei der immer nur ein sehr kleiner Teil der Suchergebnisse überblickt werden kann und der Suchende meist innerhalb der ersten zwanzig bis dreißig Ergebnisse „hängen bleibt“, bietet die bildliche Darstellung den Vorteil der „gesamten Information auf einen Blick“. In diesem Zusammenhang ist es außerdem von Vorteil, dass der User sofort sieht, wie gut seine Suchbegriffe „passen“, also wie oft seine Suchbegriffe in der gesamten Ergebnismenge vorkommen und seine Suche gegebenenfalls abändern kann, solange, bis er in der Überblicksdarstellung sieht, dass er seinem gewünschten Ergebnis näher gekommen ist. Außerdem kann mit Informationsvisualisierung mehr Information auf einmal am Bildschirm dargestellt werden, weil mehrere Dimensionen genutzt werden.

4.3.1.2 Direkte Interaktion mit einzelnen Teilmengen

Der User kann über die Visualisierung in sein Suchergebnis eingreifen, eine gewünschte Teilmenge herausfiltern und damit sein Ergebnis verfeinern – solange, bis das Gewünschte gefunden ist. Die Suche ändert sich also vom „Anfrage-Ergebnis“-Prozess, der nur bei exakter Anfrage zu einem befriedigenden Ergebnis geführt hat, zu einem „Anfrage-Ergebnis-Interaktion-Ergebnis-Interaktion-Ergebnis“-Prozess, bei dem die ursprüngliche Anfrage nicht so exakt sein muss, um trotzdem in einer Reihe von Interaktionen gute Ergebnisse zu erhalten.

4.3.1.3 Kontextvisualisierung

Durch die visuelle Darstellung von Beziehungen der Suchergebnisse untereinander wird für jeden gefundenen Begriff ein Kontext erzeugt, der das Verständnis des Suchenden für den Begriff erhöht und die Suche erleichtert. Er handelt sich somit nicht mehr blind von einem isolierten Suchergebnis zum nächsten, sondern kann vielmehr transparenten visuellen Zusammenhängen folgen und ein Wissensgebiet Schritt für Schritt erkunden.

4.3.1.4 Information im Sinne von „informieren“ wächst

Im Gegensatz zu einer Text-Listen-Darstellung, durch die die Information schrumpft, weil der User den Überblick verliert und in einem zeitlich sinnvollen Rahmen nur einen Bruchteil der Ergebnisse genauer betrachten kann, erhält der Suchende in einer Informationsvisualisierung mehr Information auf einen Blick. Durch Interaktion kann er die Menge der für ihn brauchbaren Information noch steigern.

4.3.1.5 Navigation in Visualisierungen ist länderübergreifend verständlich

Auch wenn ein Benutzer fremdsprachige Ergebnisse möglicherweise nicht interpretieren kann, so kann er sie zumindest finden.

4.3.2 Nachteile von Informationsvisualisierung

Obwohl die Euphorie bei den Entwicklern von Informationsvisualisierungssystemen groß ist, gibt es auch einige Nachteile, die hier nicht vernachlässigt werden sollen.

4.3.2.1 Der Nutzer muss ein vollkommen neues System erlernen

Im Zusammenhang mit Informationsvisualisierung wird oft unterschätzt, dass der User ein vollkommen neues System der Navigation und Suche, ähnlich einer neuen „Sprache“ erlernen muss. Obwohl bei den meisten neuen Benutzern vorerst Neugier und Erstaunen vorherrscht, ist nicht gesagt, dass alle User mit Informationsvisualisierung umgehen können oder wollen. Es bleibt abzuwarten, ob sich Gewöhnungseffekte, wie sie beim Umgang mit herkömmlichen Suchmaschinen mittlerweile eingetreten sind, auch für die Informationsvisualisierung einstellen.

4.3.2.2 Komplexität überfordert den User

Darstellungen in Informationsvisualisierungssystemen, insbesondere 3D-Visualisierungen sind oftmals sehr komplex und lösen beim User eher Verwirrung aus.

4.3.2.3 „Visual Literacy“ ist notwendig

Visualisierung erfordert vom User „Visual Literacy“, d. h. die Fähigkeit, diese Bilder überhaupt lesen zu können. Oft werden Bilder als universell verständlich angepriesen. Vielmehr wahr ist, dass bildliche Darstellungen, vor allem Icons, immer aus bestimmten Kultur- oder Bildungskreisen entstehen und auch nur in diesen gelesen und verstanden werden können. Manche Völker haben zum Beispiel kein perspektivisches Sehen entwickelt und können deshalb 3D-Darstellungen nicht entschlüsseln.

4.3.2.4 Kein einheitlicher Ansatz

Bislang gibt es keine einheitlichen Ansätze in der Informationsvisualisierung. Es werden punktuell Insellösungen entwickelt und meist als Kundenbenefit in Retrieval Systeme eingebaut. Dadurch sind sie nicht universell für verschiedene Informationsräume einsetzbar und erfreuen sich meist eines eher bescheidenen kommerziellen Erfolges.

4.3.2.5 Begrenzte darstellbare Dokumentenmengen

Ein großer Nachteil der Informationsvisualisierung ist, dass sie nur eine sehr begrenzte Menge von Dokumenten darstellen kann. Die meisten Systeme sind derzeit auf einige tausend Dokumente begrenzt.

4.3.2.6 Begrenzter Platz am Bildschirm

Die meiste sehr komplexe Information am Bildschirm kann oftmals nur ENTWEDER als Übersicht ODER als Detail dargestellt werden. Der User braucht aber meistens beide Darstellungen, um sich in der Visualisierung zu Recht finden zu können.

4.3.2.7 Begrenzte Rechnerperformances

Obwohl die Rechnerkapazitäten sprunghaft wachsen, stoßen viele Rechner bei der Darstellung komplexer Visualisierungen an ihre Performance-Grenzen. Beim Navigieren durch eine Visualisierung muss beispielsweise bei jedem Perspektivenwechsel die gesamte Darstellung neu berechnet werden, was nur von sehr schnellen Rechnern ohne Verzögerung geleistet werden kann.

4.4 Lernpsychologische Aspekte der Informationsvisualisierung

Informationsvisualisierung bietet neue lernpsychologische Möglichkeiten des Wissenserwerbs, die bei klassischen Suchmaschinenergebnisdarstellungen bisher nicht berücksichtigt werden konnten.

Informationsvisualisierung ist in ihrer Struktur der Struktur des Wissens im Gehirn, wie sie zur Zeit in der psychologischen Forschung gesehen wird, sehr ähnlich. So geht man von semantischen Netzen des Wissens im Gehirn aus, in denen Begriffe und Schemata verknüpft werden (Vgl.: Kapitel 2.3.1.3). Informationsvisualisierung besteht ebenfalls aus interaktiv zugänglichen semantischen Netzen, in denen oftmals hierarchisch (ebenso wie im Gehirn) Begriffe verknüpft sind.

Im Umgang mit dem Modell der Informationsvisualisierung kann der Benutzer ein mentales Modell (Vgl. Kapitel 2.3.1.4) des Informationsraums bilden und dieses Modell je nach Stand der Suche modifizieren, erweitern und mit bestehenden mentalen Modellen im Gehirn verknüpfen. Als Visualisierungs-Modelle werden oft

Metaphern gewählt, die dem Benutzer bereits vertraut sind, beispielsweise Baumstrukturen oder Landkarten.

Informationsvisualisierung greift auf Verräumlichungsstrategien zurück, die das Verstehen, Behalten und Abrufen von komplexer Information erleichtern (Vgl. Kapitel 2.3.4.1). Wie beim Mindmapping breitet sich ein Wissensgebiet vor dem Suchenden aus und kann von ihm verändert und gestaltet werden.

In einer Informationsvisualisierung kann sich der User wie in einem räumlich geografischen Netzwerk (Vgl. Kapitel 2.3.4.2) zuerst ein Überblickswissen erarbeiten, um sich dann an markanten Punkten, den Clustern, zu orientieren. Er überträgt so die Informationsvisualisierung auf eine kognitive Landkarte in seinem Kopf und findet sich in den visualisierten Suchergebnissen besser zurecht.

Im Kapitel 2 wurde herausgearbeitet, dass Bilder besonders gut Sichtbares mitteilen können, weil sie wahrnehmungspsychologisch enger mit der Anordnung realer Weltausschnitte korrespondieren als die digitalen Zeichen der Sprache. Deshalb sind Zusammenhänge zwischen Informationsobjekten auf einen Blick erkennbar. Außerdem lösen Bilder Emotionen aus, was auch zweifellos der Fall ist, wenn man zum ersten Mal mit einem Visualisierungssystem in Kontakt kommt. Informationsvisualisierung macht neugierig und ist „spannend“, weil man das Gefühl hat, eine neue Welt zu betreten, in der man navigieren und interagieren kann. Beim Emotionsaspekt ist jedoch anzunehmen, dass diese Gefühle mit der längerfristigen Anwendung verschwinden, weil ein Gewöhnungseffekt eintritt. Trotzdem gilt für Informationsvisualisierungen, dass sie, ebenso wie andere bildliche Darstellungen, Aktivierungs-, Fokussierungs-, Korrektur-, Konstruktions- und Ersatzeffekte im Gehirn auslösen, die eine intensivere Auseinandersetzung mit den Wissensinhalten zur Folge haben.

Allerdings ist es fraglich, ob jeder Mensch einen Zugang zur neuen Technologie der Informationsvisualisierung findet. Überforderung mit komplexen Darstellungen kann sehr schnell eine psychologische Abwehrhaltung im User erzeugen, die in Folge den Wissenserwerb verhindert. Es müssen deshalb zuerst (wie übrigens bei jeder neuen Technologie) Ängste abgebaut werden, damit alle Menschen Informationsvisualisierung nutzen wollen und können.

Anderson¹⁴⁷ nimmt an, dass das bildliche Gedächtnis eine weit höhere Kapazität für visuelle Informationen besitzt als für geschriebene. Aus diesem Grund wäre es möglich, dass sich Menschen in Bildnavigationen leichter zu Recht finden als in Textlisten.

Gagné hat im Zusammenhang mit seinem Regellernen herausgestrichen, dass es lernfördernd ist, Begriffe zu definieren (Vgl. Kapitel 2.3.2). Diese Vorgangsweise würde in einem Informationsvisualisierungssystem dem Clustering entsprechen, bei dem Überbegriffe für mehrere Informationsobjekte gebildet werden und einen Überblick erleichtern. Außerdem weist er darauf hin, dass es Sinn macht, den Lernstoff in Kategorien zu unterteilen und durch Beispiele den Kontext sichtbar zu machen. Eben dieser Vorgang passiert auch bei der Informationsvisualisierung und fördert damit den Lernprozess.

Die Exploration in einer Informationsvisualisierung entspricht besonders dem entdeckenden Lernen nach Bruner (Vgl. Kapitel 2.3.2.4). Durch die Darstellung von Zusammenhängen und Kontext der Informationen kann in einem ganzen Wissensgebiet navigiert werden. Das Finden von neuen Zusammenhängen macht neugierig und motiviert zum Weiterforschen.

Informationsvisualisierung entspricht dem Modell des konstruktivistischen Wissenserwerbs (Vgl.: Kapitel 2.3.4). Dabei wird ein Suchbegriff gebildet, verknüpft, durch Filterung verdichtet und das Ergebnis in mehrmaliger Interaktion strukturiert. Der Konstruierende muss nicht einfach Vorgefundenes übernehmen, sondern stellt sich selbständig sein gewünschtes Wissensgebiet zusammen. Durch dieses entdeckende Lernen entsteht intrinsische Motivation, die den Lernenden quasi von innen heraus zum Wissenserwerb anregt.

Informationsvisualisierung motiviert zum Aneignen von Wissen, weil sie Aktivitätsverstärker und informative Verstärker „eingebaut“ hat (Vgl. Kapitel 2.5.2). Zum einen hat das Interagieren mit einer Informationsvisualisierung spielerischen Charakter, zum anderen bietet es durch seine Struktur Hilfen zum Lösen von Suchproblemen, die motivierend wirken. Besonders der spielerische Zugang zu interaktiven Visualisierungen ist interessant und soll in folgendem Exkurs näher erläutert werden.

¹⁴⁷ Vgl.: Anderson, 2000, S. 142

4.4.1 Exkurs Informationsvisualisierung – ein Spiel?

Informationsvisualisierungssysteme sind also Modelle, die die Bildung mentaler Modelle und damit das Lernen unterstützen sollen. Dafür werden sie meistens bunt und ansprechend dargestellt und sollen zur Interaktion einladen. Auf den ersten Blick könnte man sie leicht für Computerspielumgebungen halten, und auch der Umgang mit den farbenfrohen Visualisierungen hat etwas Spielerisches, das der Interaktion mit Text orientierten Darstellungen völlig fehlt.

Sind Informationsvisualisierungen also Spiele?

Wittgenstein beschreibt in seinen Philosophischen Untersuchungen Spiele als Vorgänge, denen Regeln zugrunde liegen und die Ähnlichkeit in ihrer Erscheinung aufweisen.¹⁴⁸ Gleichzeitig fragte er jedoch:

„Was ist noch ein Spiel und was ist keines mehr? Kannst du die Grenzen angeben?“¹⁴⁹

Wir benutzen das Wort „Spiel“ im alltäglichen Sprachgebrauch ganz selbstverständlich und wissen, dass wir ein Spiel als solches erkennen, wenn wir eines sehen. Nach einer Definition gefragt, kommen wir jedoch ins Grübeln über den genauen Umfang und die Grenzen dieses Begriffs, und uns fällt auf, dass diese Grenzen gar nicht gezogen sind. Es gibt also nichts, was allen Spielen gemein ist, trotzdem bestehen viele Ähnlichkeiten und Verwandtschaften zwischen den verschiedenen Arten von Spielen.

Auf dieser Grundlage verwendet Wittgenstein das Spiel als Analogie für die Sprache und erklärt anhand seines „Sprachspiels“, wie Sprache funktioniert. Menschliche Begriffsbildung funktioniert nach Wittgenstein nicht, indem wir zuerst einen Begriff schaffen, seinen Umfang und seine Grenzen bestimmen und dann damit beginnen, identische Erscheinungen und Phänomene diesem Begriff zuzuordnen, sondern indem wir „Familienähnlichkeiten zwischen den Dingen der uns umgebenden Wirklichkeit feststellen und diese je nach Zweck und Nutzen unseres Sprachgebrauchs zu einem Begriff bündeln“. Dabei können Dinge mit mehreren „Familien“ verwandt sein und zu unterschiedlichen Begriffen gehören.

¹⁴⁸ Vgl.: Fischer, 2003

¹⁴⁹ Wittgenstein, Schulte, 2001

Außerdem hat die Sprache, ebenso wie das Spiel ein offenes Regelwerk. Gerade in Bezug auf die Sprache ist der Spielbegriff Wittgensteins für Informationsvisualisierungen interessant. Auch Informationsvisualisierungen ermöglichen dem Benutzer das Herstellen von Familienähnlichkeiten, zwar nicht zwischen Dingen in unserer realen Umgebung, aber zwischen Dingen in einer virtuellen Umgebung. Man könnte eine Informationsvisualisierung durchaus ein „Sprachspiel“ nennen.

Forscht man weiter in der Spielgeschichte, stößt man auf Johan Huizinga, der über das Spielen sagt:

“...a free activity standing quite consciously outside “ordinary” life as being “not serious”, but at the same time absorbing the player intensely and utterly. It is an activity connected with no material interest, and no profit can be gained by it. It proceeds within its own proper boundaries of time and space according to fixed rules and in an orderly manner. It promotes the formation of social groupings which tend to surround themselves with secrecy and to stress their difference from the common world by disguise or other means.”¹⁵⁰

Ähnlich argumentiert Roger Caillois wenn er sagt, das Spiel sei ...

...an activity which is essentially: Free (voluntary), separate [in time and space], uncertain, unproductive, governed by rules, make-believe.¹⁵¹

Huizinga und Caillois sehen also Freiwilligkeit, materielles Desinteresse und das Herausheben aus dem normalen Alltag als essenzielle Merkmale des Spieles. Informationsvisualisierungssysteme wurden jedoch vorrangig für Arbeitsumgebungen geschaffen, um den Arbeitsablauf effektiver und effizienter zu gestalten. In diesen Arbeitsumgebungen sollen die User von Informationsvisualisierung Informationen finden, um damit wie auch immer gearteten Profit zu erzielen. Die User tun das, um ihren Lebensunterhalt zu verdienen – also nicht freiwillig. Außerdem werden Informationsvisualisierungssysteme im (Arbeits-) Alltag verwendet und stellen nach einer gewissen Eingewöhnungsphase keine außergewöhnliche Situation mehr dar.

Nach Huizinga und Caillios wären also Informationsvisualisierungssysteme keine Spiele. Stellt man dieser Annahme jedoch spätere Definitionen von Spielen, wie

¹⁵⁰ Huizinga, 1950, S. 13

¹⁵¹ Caillois, 1961, S. 10-11

zum Beispiel die von Salen und Zimmermann gegenüber, kann die These Informationsvisualisierung = Spiel nicht so einfach widerlegt werden.

“A game is a system in which players engage in an artificial conflict, defined by rules, that results in a quantifiable outcome.”¹⁵²

Ein User, der das erste Mal mit einer Informationsvisualisierung zu tun hat, kommt durchaus in eine künstliche Konfliktsituation – er muss sich in der virtuellen Welt der Visualisation zurechtfinden. In dieser Welt gibt es strenge Regeln, die er kennen muss, um sich in der Visualisation zurechtzufinden. Wenn er die Regeln befolgt, kommt er zu einer gewissen Anzahl von Ergebnissen, die Erfolg oder Misserfolg der Suche bedeuten können. In diesen Zusammenhang passt auch die Definition von Bernhard Suits, der sagt:

“To play a game is to engage in activity directed towards bringing about a specific state of affairs, using only means permitted by rules, where the rules prohibit more efficient in favor of less efficient means, and where such rules are accepted just because they make possible such activity.”¹⁵³

Noch augenscheinlicher spielverdächtig werden Informationsvisualisierungssysteme, wenn man sie anhand der Kriterien für Computerspiele betrachtet. Jesper Juul¹⁵⁴ kritisiert den Spielbegriff von Caillois und stößt sich dabei besonders an den Punkten der Separiertheit und der Unproduktivität. So beschreibt er, dass es möglich ist, neben der Arbeit am Computer zu spielen oder dass sich manche Spiele über Monate und Jahre hinziehen und somit zum Alltag werden. Gleichzeitig merkt er an, dass die Computerspiele-Industrie durchaus kommerziell geworden ist, dass man z. B. auf den Ausgang von Computerspielen wetten kann oder dass mittlerweile sehr viele Leute ihr Geld mit dem Computerspielen verdienen.

Juul plädiert deshalb für eine neue Definition von Spiel mit sechs Punkten:¹⁵⁵

- 1) Regeln: Spiele basieren auf Regeln.
- 2) Variables, quantifizierbares Ergebnis.

¹⁵² Salen & Zimmerman, 2000, S. 96

¹⁵³ Suits, 1978, S. 34

¹⁵⁴ Vgl.: Copier, Raessens, 2003

¹⁵⁵ Vgl.: <http://www.jesperjuul.dk/text/gameplayerworld/>, 21.03.05

- 3) Mögliche Ergebnisse haben bestimmte Werte: Die unterschiedlichen Ergebnisse eines Spiels werden verschiedenen Werten zugeordnet und können positiv oder negativ sein.
- 4) Spieler-Aufwand: Der Spieler investiert Aufwand, um ein Ergebnis zu erzielen (z. B. Spiele sind eine Herausforderung).
- 5) Spieler identifizieren sich mit dem Ergebnis: Ein Spieler ist glücklich, wenn er gewinnt und unglücklich oder ärgerlich, wenn er verliert.
- 6) Übertragbare Konsequenzen: Dasselbe Spiel kann mit oder ohne Konsequenzen auf das wirkliche Leben gespielt werden.

Informationsvisualisierungssysteme haben Regeln, sie erzeugen je nach Suche verschiedene, quantifizierbare Ergebnisse, die dann je nach Brauchbarkeit für den User positiv oder negativ bewertet werden. Um zu diesen Ergebnissen zu gelangen, verlangt das System vom User einen gewissen Aufwand und macht ihn je nach Ergebnis glücklich oder unglücklich. Der User entscheidet, ob er das Ergebnis seiner Suche in die reale Welt überträgt oder nicht.

Bei genauerer Betrachtung muss man jedoch relativieren, ob man diese sechs Kriterien für die Definition als Spiel auch auf jedes herkömmliche, textbasierte Suchsystem übertragen kann. Die Frage, ob Spiel oder nicht Spiel ist also über Definitionen nicht befriedigend zu klären.

Meiner Meinung nach hängt es sehr stark von der Routine des Users im Umgang mit Informationsvisualisierungssystemen ab, ob das System als Spiel oder als Arbeitstool gesehen wird. Können bunte, dreidimensionale Bilderwelten den User beim ersten Kontakt noch begeistern und zum Spielen verführen, werden sie nach mehrmaligem Gebrauch zu wenig emotionsbehafteten Werkzeugen, die möglichst rational genutzt werden, um die tägliche Arbeit zu bewältigen. Trotzdem kann der spielerische Ansatz dazu beitragen, sich vor allem in neuen Umgebungen schneller vertraut zu fühlen.

Seit einiger Zeit werden Bewertungskriterien für Informationsvisualisierung entwickelt, die gute von schlechten Visualisierungsideen trennen sollen oder auch helfen, die Vorteile von einzelnen Visualisierungen besser herauszuarbeiten. Im nächsten Kapitel werden solche Bewertungssysteme vorgestellt.

4.5 Bewertung von Visualisierungssystemen

Informationsvisualisierungen sind nicht einfach schöne bunte Bilder, sie sind vielmehr Schnittstellen - User-Interfaces, die vor allem eines sein müssen: USABLE. Um herauszufinden, ob Visualisierungssysteme Benutzeranforderungen genügen können, wurden Bewertungskataloge für Informationsvisualisierungen entwickelt. Zwei Bewertungssysteme sollen im Folgenden dargestellt werden.

4.5.1 Bewertung von Informationsvisualisierung nach Barberena Najarro

Barberena Najarro entwickelt in ihrer Dissertation auf der Grundlage des Katalogs „Kriterien zur Reduzierung erzwungener Sequentialität“ von Keil-Slawik¹⁵⁶ Bewertungskriterien für Informationsvisualisierung.¹⁵⁷ Sie unterteilt ein Informationsvisualisierungssystem dazu in die drei Faktoren Benutzeroberfläche, Interaktion und Funktionalität.

A) Benutzeroberfläche

Hier sind Kriterien enthalten, die sich mit dem statischen Aufbau der Oberfläche befassen. Wichtig ist, dass der Benutzer die Befehle und ausführbaren Aktionen schnell erkennen kann und nicht aufwendig erlernen muss.

Strukturiertheit

Unter Strukturiertheit versteht Barberena, dass der User schnell einen Überblick über die Gesamtheit der Visualisierung erhält, Zusammenhänge verstehen und damit die Informationen effektiv erschließen kann. Das gilt nicht nur für Menüs und Dialoge sondern auch für die grafische Präsentation der Information selbst, wenn mit dieser direkt interagiert werden kann.

¹⁵⁶ Vgl. dazu auch: Keil-Slawik, 1990

¹⁵⁷ Vgl.: Barberena, Najarro, 2003, S. 19 ff.

Erkennbarkeit

Unter Erkennbarkeit werden folgende Fragen zusammengefasst:

- Wie sind die Elemente der Arbeitsoberfläche gestaltet, unterstützen oder beeinträchtigen sie die Wahrnehmung des Benutzers?
- Wie ist das Verhältnis der Objekte zueinander?
- Wie gut sind die Objekte auffindbar und selektierbar?
- Gibt die Visualisierung eine Rückmeldung, welches Objekt betrachtet bzw. dargestellt wird?

Interessant wäre in diesem Fall auch, ob bei Programmfehlern entsprechende Fehlermeldungen für den User klar erkennbar machen, welche Probleme aufgetreten sind und wie er weiter vorgehen soll.

Lokalität

Die Ausführung einer Aktion und die Wahrnehmung durch den Benutzer sollten immer möglichst eng gekoppelt sein. Deshalb ist es wichtig, dass die häufigsten Funktionen der Informationsvisualisierung, unabhängig von der Position des Betrachters im direkten Zugriff erreichbar bleiben. Ergebnisse von Aktionen sollten möglichst unmittelbar am Ort der Ausführung erfolgen, damit der Benutzer sie durch seine Position und Blickrichtung wahrnehmen kann. Das Kriterium der Lokalität ist besonders in komplexen, dreidimensionalen Räumen von besonderer Bedeutung.

Orientierung

Damit der Benutzer nicht die Orientierung verliert, sollten z. B. Zielzustände, ausführbare Operationen oder erreichbare Positionen möglichst vollständig visualisiert werden. Dabei muss vor allem der aktuelle Ort- oder Zeitpunkt im Verhältnis zum Ganzen dargestellt werden.

B) Interaktion

Interaktion beinhaltet die Mechanismen, mit denen der User das System nach seinen Wünschen verändern bzw. seine Suche verfeinern kann.

Wechselwirkung

Häufig auftretende Interaktionsmechanismen in Informationsvisualisierungen sind:

- Rotation der Ansicht (z. B. Sicht auf eine verdeckte Ebene zu erhalten).
- Veränderung des Kamerastandpunktes oder Kamerafahrt.
- Zoomen in ein interessantes Gebiet hinein für Details oder aus einem Gebiet heraus für bessere Übersicht.
- Auswählen von Elementen, um zusätzliche Informationen zu erlangen.

Ausführungsminimalität

Die Interaktionsmechanismen sollten es dem Benutzer erlauben, möglichst schnell ein gewünschtes Objekt zu erreichen oder in den Fokus zu bringen. Zu untersuchen ist, ob die Aktionen verständlich sind, sich eventuell gegenseitig bedingen, und ob sich mehrere Handlungssequenzen zu einer Aktion zusammenfassen lassen.

C) Funktionalität

Hier werden die Verfahren in Hinblick auf die gebotenen Möglichkeiten zur Untersuchung von Dokumentenmengen verglichen. Einerseits wird die grafische Darstellung des Informationsraums, andererseits die Techniken zur Bearbeitung der Elemente des Informationsraums betrachtet.

Darstellung

Die Visualisierungsverfahren werden hinsichtlich ihrer grafischen Darstellungsmöglichkeiten untersucht: Art der Darstellung (2D/3D), Freiheitsgrade bei der Navigation im Informationsraum, Einstellungsmöglichkeiten bezüglich der Art der Darstellung (verschiedenen Objekttypen etc.).

Datenreduktion

Bei großen Datenmengen kann ein Rechner noch immer an seine Grenzen stoßen. Daher ist es sinnvoll, die Ergebnisdatenmenge schon vor der grafischen Darstellung zu reduzieren, um die Ausgabegeschwindigkeit zu erhöhen. Ich würde das Argument der Datenreduktion jedoch eher Skalierung nennen, da zukünftige Rechner mit großen Datenmengen keine Probleme mehr haben werden und bei

manchen Daten auch eine Datenerweiterung zweckmäßig sein könnte, um einen besseren Überblick zu erhalten.

Erweiterbarkeit

Verschiedene Informationsvisualisierungen benötigen verschiedene Darstellungsformen, und auch unterschiedliche Benutzer haben unterschiedliche Darstellungspräferenzen. Deshalb sollten Visualisierungssysteme durch mehrere Visualisierungen, Filter und Ausgabeelemente erweiterbar sein.

Details

Ob ein Dokument wirklich interessant ist, sieht der Benutzer meist erst bei genauer Betrachtung des Dokuments. Welche Möglichkeiten die Informationsvisualisierung zur genauen Betrachtung von Dokumenten bietet, wird in diesem Kriterium bewertet.

Ein weiteres, sehr praxisorientiertes Bewertungssystem für Informationsvisualisierung hat Englberger erarbeitet.

4.5.2 Bewertung von Informationsvisualisierung nach Englberger und Hitzke

Englberger unterteilt ein Visualisierungssystem in die drei Bereiche: Information, Illustration und Interaktion.¹⁵⁸ Auch Hitzke betrachtet diese drei Faktoren, stellt aber zusätzlich noch Fragen, die das Visualisierungssystem allgemein betreffen.¹⁵⁹ Im Folgenden möchte ich aus beiden Bewertungssystemen die für mich wichtigen Kriterien anführen.

A) Allgemein

Abstraktion versus Spezifität

Hitzke beurteilt Visualisierungssysteme zuerst nach ihrem Grad der Abstraktion. Abstraktion enthält demnach zwei Dimensionen:

Einerseits ist es wichtig, inwieweit die Informationen selbst abstrahiert werden, also durch welche Symbole z. B. ein Dokument dargestellt wird. Die Abstraktion

¹⁵⁸ Vgl.: Englberger, 1995, S. 33 ff.

¹⁵⁹ Vgl.: Hitzke, 2000, S. 19 ff.

der Information bedeutet in diesem Zusammenhang die Trennung des Inhalts der Information von der Struktur.

Andererseits ist der Grad der Abstraktion zu beleuchten, der notwendig ist, damit das Visualisierungssystem auf verschiedene Retrieval-Systeme anwendbar ist.

Skalierbarkeit

Soll die Informationsvisualisierung auf verschiedene Systeme angewendet werden, ist die Skalierbarkeit ein wichtiger Faktor. Informationsmengen können unterschiedlich groß sein und variieren von einigen Knoten bis zu einigen tausend Knoten. Für Englberger ist auch die Dimension der Darstellung in diesem Zusammenhang interessant.

B) Information

Hier wird die der Visualisierung zugrunde liegende Ressource betrachtet, also die zu visualisierenden Daten selbst.

Struktur

Unter der Struktur versteht Englberger die Möglichkeiten der darzustellenden Datenstruktur, als linearer, hierarchischer, vernetzter oder beliebiger Aufbau. Hitzke unterteilt die Informations-Organisation zusätzlich noch in Gitterorganisation, Organisation als Datenbank, Hypertext oder virtuelle Organisation.

Englberger betrachtet auch die Struktur des darstellbaren Kontextes in der Visualisierung und unterscheidet minimal, lokal und global anzeigbare Umgebung.

Inhalt

Welcher Dateninhalt dargestellt werden kann, ist von Visualisierung zu Visualisierung unterschiedlich. Möglichkeiten sind hier laut Englberger aggregierte, explizite oder detaillierte Datenwerte.

Beim Inhalt ist es auch wichtig, ob, und wenn dann in welcher Form auf bestimmte Daten fokussiert werden kann.

Hitzke weist speziell auf die dargestellten Beziehungen der Informationen untereinander hin und hält ihre Wichtigkeit für eine gelungene Navigation des Benutzers durch die Datenstruktur fest.

C) Illustration

Die Illustration meint die Darstellung des Informationsraums auf dem Bildschirm und wird in folgende Bewertungskriterien unterteilt:

Strukturelle Konsistenz

Um die kognitive Last des Benutzers im Umgang mit dem System zu reduzieren, ist es laut Hitzke wichtig, dass die Informationsvisualisierung strukturell konsistent ist. Das heißt, dass die Visualisierung möglichst statisch und stabil sein soll und dass grundlegende Informationseinheiten immer bestehen bleiben, auch wenn einzelne Objekte verschoben oder gelöscht werden. Auch alphabetische Reihung von Objekten ist ein einfaches Beispiel für strukturelle Konsistenz. Ebenso wird Konsistenz durch den Gebrauch vertrauter Metaphern erzielt.

Selektion

Hier wird, ähnlich wie beim Argument der Reduktion bei Barberena Najarro, das Filtervermögen der Informationsvisualisierung bewertet. Der User soll schon vor der Visualisierung die darzustellenden Daten auf ein gewünschtes Ausmaß reduzieren können, um Rechnerressourcen zu schonen und einen besseren Überblick zu gewährleisten.

Globaler Kontext

Die Visualisierung des globalen Kontextes ist das wichtigste Mittel zur Vermeidung des Orientierungsverlustes im Informationsraum und sollte deshalb laut Hitzke immer sichtbar bleiben.

Lokales Detail

Lokale Details werden meist auf Kosten des globalen Kontextes angezeigt. Durch Techniken wie Fish-Eye oder Zoom-Funktionen können Details visualisiert werden.

Attribute

Attribut bedeutet Kennzeichnung. In Visualisierungssystemen werden Informationsobjekte zur besseren Unterscheidung und Orientierung gekennzeichnet. Möglichkeiten zur Kennzeichnung sieht Englberger beispielsweise in: Form, Farbe, Sättigung, Helligkeit, Beschriftung, Musterung, Beleuchtung, Transparenz, Blinkfrequenz, Icons und Sounds.

D) Interaktion

Unter Interaktion sind Dialogfunktionen zusammengefasst, die eine Visualisierungstechnik kennzeichnen können:

Konfiguration

Mittels Konfiguration wird eine Visualisierung an die perzeptiven Interessen des Benutzers angepasst. Durch Regulation bestimmter Parameter kann der User seinen Informationsraum individuell gestalten.

Kontinuierliches Feedback

Veränderungen in einer Visualisierung wie Perspektivenwechsel oder Zoom sollten nicht abrupt erfolgen sondern fließend. Hitzke führt hier an, dass eine langsame Veränderung der Ansicht im Gegensatz zu einem raschen Wechsel zu einer Reduktion der kognitiven Last bei der Neuorientierung führt.

Clustering

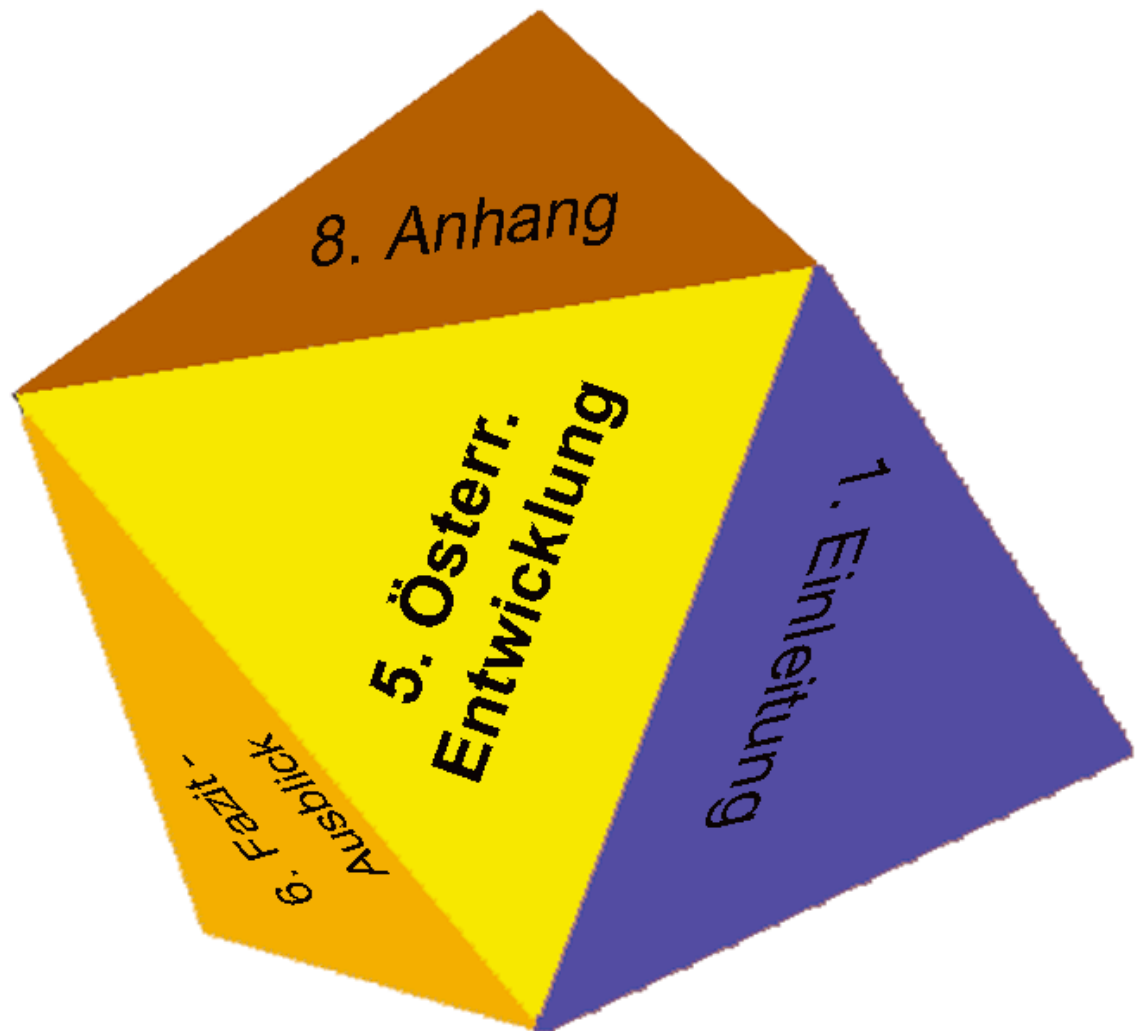
Clustering ist das Ersetzen von mehreren Informationseinheiten durch einen Platzhalter. Damit gewinnt man einen leichteren Überblick und kann trotzdem eine Vielzahl an Informationen darstellen. Um Informationseinheiten zu clustern, müssen Gemeinsamkeiten vorhanden sein, die eine Gruppierung erlauben.

Navigation

Durch Navigation lokalisiert der Benutzer Informationen innerhalb der Visualisierung. Dafür muss er laut Englberger zielgerichtet einen Punkt im Informationsraum ansteuern können. In der Praxis funktioniert das durch Zoomen oder virtuelle Immersion (Eintauchen in eine virtuelle Welt) von Clustern.

Die vorgestellten Bewertungssysteme können, im Idealfall miteinander kombiniert, einen guten Eindruck über die Brauchbarkeit eines Visualisierungssystems bieten. Allerdings kann damit nicht klar entschieden werden, ob das Visualisierungssystem auch nach lernpsychologischen Grundsätzen ausgerichtet ist und dem User seine Suche wirklich erleichtert.

Im nächsten Kapitel wird anhand des neuen APA Onlinemanagers eine derzeitige österreichische Entwicklung auf dem Sektor Informationsvisualisierungen dargestellt und bewertet.



Schlagworte

APA, Online Manager, Daten-Host, Österreich, Entwicklung,
Clustering, Visualisierung, Bewertung

5. Österreichische Entwicklung

Bis vor kurzem wurde die Entwicklung von Informationsvisualisierungen vor allem im angelsächsischen Raum vorangetrieben. Von den USA und England aus eroberte diese neue Technologie den Rest von Europa und weckte auch das Interesse österreichischer Visionäre. Mittlerweile kann Österreichische Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Informationsvisualisierung durchaus mit internationalen Entwicklungen mithalten. So forschen in Österreich unter anderem das Institut für Informatik und Wirtschaftsinformatik der TU Wien, das Know-Center in Graz, das Digital Research Enterprise Institute (DERI) in Innsbruck, Profactor in Steyr und die Semantic Webschool Wien im Bereich Informationsvisualisierung. Uma Technologie, Punkt.netServices oder auch die APA-IT entwickeln und verkaufen Software mit Informationsvisualisierungskomponenten.

Vor allem im Wissensmanagementbereich bekommt die Informationsvisualisierung einen neuen Stellenwert und wird im Zusammenhang mit der Entwicklung des „Semantic Web“ als Zukunft von Datenbank-Retrieval und Internet gesehen.

In dieser Arbeit möchte ich eine österreichische Informationsvisualisierungsentwicklung der APA IT beschreiben. Die APA-IT ist eine 100-prozentige Tochterfirma der APA-Austria Presseagentur und arbeitet gerade an einer neuen Version ihrer kommerziell sehr erfolgreichen Datenbanklösung APA Online Manager (AOM). Der neue AOM 6.0 wird erstmals eine umfangreiche Informationsvisualisierung beinhalten, die die Suchergebnisse der Datenbank auf mehrere Arten visualisieren kann.

Diese Lösung, die von einem Projektteam erstellt, das sich aus allen Bereichen der APA-Austria Presseagentur zusammensetzt, erstellt wird, ist deshalb so interessant, weil die Austria Presseagentur als eines der führenden Medienunternehmen des Landes hier eine Vorreiterrolle einnimmt und mithilft, ein Bewusstsein für den Nutzen von Informationsvisualisierung zu schaffen. Außerdem ist die Informationsvisualisierung des AOM 6.0 eine der wenigen Entwicklungen die das Potenzial hat, kommerziell sehr erfolgreich zu sein. Es muss zwar gesagt werden, dass der kommerzielle Erfolg des AOM nicht auf der

Informationsvisualisierung gründet. Vielmehr ist der AOM eine, seit langen Jahren, äußerst erfolgreiche Datenbanklösung, die in Zukunft eben zusätzlich den Benefit der Informationsvisualisierung bieten wird. Trotzdem kann anhand des AOM 6.0 sehr treffend beschrieben werden, wie Informationsvisualisierung sinnvoll und gewinnbringend eingesetzt werden kann.

5.1 Die APA als Datenbankhost

Die APA - Austria Presse Agentur ist Österreichs größter Nachrichtenproduzent. Neben der Versorgung der Märkte „Medien“, „Wirtschaft“ und „Politik“ mit Nachrichten und Informationen präsentiert sich die APA auch als Spezialist für kundenspezifische Informationslösungen und Informationstechnologie. In letztgenannter Funktion ist die APA der größte Datenbank- und Medien-Host in Österreich und einer der größten in Europa. Einige Zahlen sollen das verdeutlichen:

- 52 Millionen Dokumente in den APA-Datenbanken
- 7.500 Benutzer, 1.500 zur Spitzenzeit online
- Täglich 60.000 neue Dokumente in Real Time
- 14 Millionen Suchen pro Jahr
- 32 Millionen Dokumentenabrufe
- Mehr als 250 multimediale Quellen: Text, Bilder, Business Grafiken, Audios, Videos¹⁶⁰

In folgenden Quellen gesucht werden:¹⁶¹

- Agenturmeldungen: 7 Millionen Bild-, Grafik-, Audio- und Textmeldungen
- Rund 160 Zeitungen und Zeitschriften: alle österreichischen Tageszeitungen, alle relevanten Wochen und Monatszeitschriften sowie die wichtigsten ausländischen Zeitungen und Zeitschriften
- Business Info: 330.000 Firmeninformationen
- Termine: 160.000 Termininformationen, jeden Tag rund 150 Termine aus Politik, Wirtschaft, Sport, Kultur und Wissenschaft) im In- und Ausland
- Historisches, digitalisiertes Archiv des APA-Basisdienstes seit 1955

¹⁶⁰ Vgl.: Mitterholzer, Interne APA-IT Produktpräsentationen zum AOM

¹⁶¹ Vgl.: <http://www.apa-it.at/>

5.2. Der APA Online Manager AOM

Für ein zielgerichtetes und effizientes Retrieval in dieser Masse an Informationen wurde der APA AOM entwickelt.

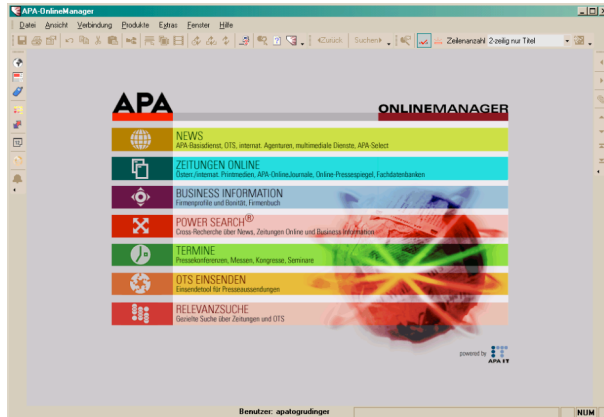


Abb. 19: Der APA Online Manager AOM (mit freundlicher Genehmigung von M. Mitterholzer, APA-IT, März 2005).

Der APA AOM bietet eine mächtige Volltextsuche in allen APA-Datenbanken und kann von Kunden auf zwei unterschiedliche Arten genutzt werden:

- Windows-Client: Der Kunde lädt den AOM von der APA-Website herunter und installiert das Programm auf seinem eigenen Rechner.
- Webbasierte HTML-Applikation: Der Kunde steigt über eine Weblösung in den AOM ein und nutzt das Programm online.

Folgende Zielgruppen nutzen den AOM für die Recherche:

- Journalisten
- Mitarbeiter von Organisationen (z. B. aus Politik, Wirtschaft, Kultur etc.)
- Wirtschaftstreibende

5.2.1 Suchen im AOM

Der Suchprozess im AOM kann als klassisches Information Retrieval bezeichnet werden. Der User gibt einen Suchbegriff ein oder verknüpft mehrere Suchbegriffe durch boole'sche Operatoren wie AND, OR oder NOT. In den bisherigen Versionen des AOM erhielt der User nach Abschicken der Suchanfrage eine Liste von Trefferdokumenten, die, je nach benutzerspezifischer Einstellung, nur die Überschriften der Meldung oder Überschriften plus die ersten Zeilen der

Meldungen beinhaltete. Bei der Suche in Bilddatenbanken wurden die Fotos oder Grafiken einfach aneinandergereiht angezeigt. Diese Funktionen bleiben auch im neuen AOM 6.0 erhalten, wurden jedoch um mächtige semantische Kontext- und Visualisierungsfunktionen erweitert.

5.2.2 Ausgangssituation für die Neuentwicklung des AOM

Weil marktübliche Dokumentenverwaltungsprogramme den hohen Ansprüchen der APA nicht mehr gerecht werden konnten, hat sich die APA-IT Anfang 2003 zu einer eigenständigen Neuentwicklung des AOM entschlossen. Die steigende Anzahl von Dokumenten und Quellen am APA-Datenbankhost hatte zu dem Problem geführt, dass AOM-Benutzer zunehmend Schwierigkeiten hatten, relevante Dokumente aufzufinden. Außerdem verursachte die Volltextsuche über Millionen von Dokumenten im alten System lange Antwortzeiten bei umfangreichen Recherchen. Benutzer sind an Response Zeiten der Internet-Suche gewöhnt und erwarteten ähnliche Antwortgeschwindigkeiten auch vom AOM. Ein weiteres Argument für die Neuentwicklung war der Anspruch, Methoden aus dem Bereich Wissensmanagement in den AOM einfließen zu lassen und damit eine Alternative zum langwierigen Blättern in flachen Ergebnislisten zu bieten. Die Suchergebnisse sollten eine effiziente Sortierung nach Chronologie und Relevanz zulassen und je nach Benutzerinteresse skalierbar sein.¹⁶²

5.2.3 Neue Funktionen

Die Anforderungen an den AOM führten zu folgenden Verbesserungen:

5.2.3.1 Themenclustering

Eine grundlegende Voraussetzung für die Visualisierung von Suchergebnissen ist das Themenclustering. Dafür wird das Suchergebnis in Themengruppen unterteilt. Diese Gruppen erhalten eine Beschreibung in Form eines oder mehrerer aussagekräftiger Schlagworte.

Die thematische Verwandtschaft der Dokumente wird im AOM 6.0 automatisch aus den Volltexten ermittelt. Dafür wird grob gesprochen jedes Dokument des Suchergebnisses mit allen anderen Dokumenten des Suchergebnisses im Volltext verglichen. Dieses Verfahren ergibt jedoch $(n \times n-1)/2$ Vergleiche und somit

¹⁶² Vgl.: Mitterholzer, Interne APA-IT Produktpräsentationen zum AOM

quadratischen Aufwand und erfordert unheimlich hohe Rechnerkapazitäten. Dies zieht entsprechend lange Antwortzeiten nach sich. Ein Suchergebnis von 2000 Dokumenten würde somit annähernd vier Millionen Vergleiche benötigen und viertausend Sekunden, also mehr als eine Stunde dauern.

Deshalb wird im AOM 6.0 schon vor dem Dokumentenvergleich durch einen groben Ähnlichkeitsvergleich festgestellt, ob es überhaupt Sinn macht, die Dokumente zu vergleichen. Dadurch lässt sich die Anzahl der zu vergleichenden Dokumente so senken, dass ein annähernd linearer Aufwand entsteht. 2000 Dokumente benötigen dadurch nur mehr etwa 2000 Vergleiche und somit zwei Sekunden an Antwortzeit. Die Antwortzeiten konnten durch dieses Verfahren enorm verbessert werden.

Die Themenüberbegriffe sind beim Clustering nicht vorgegeben, sondern ergeben sich aus der Häufigkeit der vorkommenden Begriffe und Ähnlichkeiten dieser Begriffe in den Texten der Dokumente. Bei der Suche nach dem Begriff WWF in Zeitungen des Jahres 2004 ergeben sich beispielsweise folgende Themencluster:

- IWC/Japan/Wale/Internationale Walfangkommission
- Tanker/Küste/Ölpest/Tonnen Öl
- Kyoto/Protokoll/Bonn/USA/Treibhausgase
- Elefanten/Elfenbein/Handel/CITES
- OKA/Kraftwerk Lambach/Kraftwerksgegner/Bürgerinitiative Traun
- Usw.

Dem Themenclustering des AOM 6.0 liegt kein vorgegebenes Kategorienschema zu Grunde, das das Suchergebnis beeinflussen könnte. Nach dem ersten Clustering kann der Benutzer in den einzelnen Themenclustern gezielt weitersuchen. Dafür ist es möglich, größere Cluster wiederum in Subcluster zu unterteilen.

5.2.3.2 Ähnlichkeitssuche

Die Ähnlichkeitsfunktion des AOM 6.0 findet durch Volltextsuche Dokumente, die zum aktuellen Dokument thematisch verwandt sind oder weiterführende Informationen enthalten. Dadurch wird die Formulierung von Suchbegriffen erleichtert, weil auch mit unscharfen oder falsch geschriebenen Suchbegriffen

gute Ergebnisse erzielt werden. Suchergebnisse werden anschließend nach Relevanz der Ähnlichkeit sortiert, die relevanten Wörter des Basisdokuments in den Treffern werden hervorgehoben.

5.2.3.3 Visualisierung

Der AOM 6.0 verfügt in seiner kommenden Version erstmals über Visualisierungsmöglichkeiten der Suchergebnisse. Die APA hat sich entschlossen, Informationsvisualisierung einzusetzen, weil damit Zusammenhänge von Suchergebnissen dargestellt werden können und den Benutzern die Möglichkeit geboten wird, sich besser in Suchergebnissen zu Recht zu finden. Im folgenden Kapitel wird die Visualisierungsfunktion des neuen AOM 6.0 ausführlich dargestellt.

5.2.4 Visualisierung im AOM

Der AOM 6.0 bietet eine Reihe von Visualisierungsmöglichkeiten, die Lösungen für unterschiedliche Anforderungen bieten. Es ist möglich, folgende Beziehungen zu visualisieren:

- **Ähnlichkeit von Dokumenten:** Textliche Beziehungen und Kontext der Dokumente werden sichtbar gemacht.
- **Ähnlichkeit von Themen Clustern:** Themencluster werden zueinander in Beziehung gesetzt visualisiert.
- **Zeitachse:** Die Häufigkeit der Präsenz von Themen in den Medien der APA-Datenbanken wird auf einer Zeitachse abgebildet.
- **Worthäufigkeiten:** Die Häufigkeit von Schlagworten in den Medien der APA-Datenbanken wird über eine Zeitachse visualisiert.
- **Quellenvergleich:** Die Verteilung von Suchbegriffen in den verschiedenen Medien der APA-Datenbanken wird dargestellt.

Diese Möglichkeiten wurden in verschiedenen Visualisierungen umgesetzt, die im nächsten Kapitel näher erläutert werden.

5.2.4.1 Darstellung eines Suchbegriffs über eine Timeline

Der APA AOM 6.0 kann die Häufigkeit eines Suchbegriffs in den Dokumenten der APA-Datenbanken über einen bestimmten Zeitraum visualisieren. Daran kann der Benutzer die Entwicklung von Themen auf einen Blick erkennen und Trends mitverfolgen. Ein interessantes Beispiel für diese Art der Darstellung ist der Begriff „Internet“, wie in Abb. 20 visualisiert.

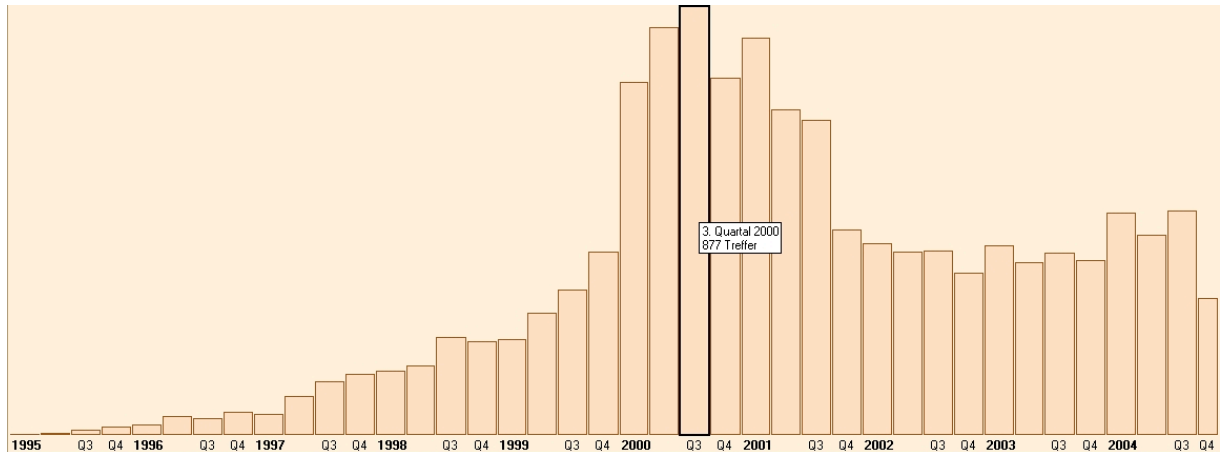


Abb. 20: Darstellung der Ergebnisse zum Suchbegriff „Internet“ aus allen Dokumenten des APA-Basisdienstes seit 1986 (Mit freundlicher Genehmigung von M. Mitterholzer, APA-IT, März 2005).

In diesem Fall kann man sehr genau mitverfolgen, dass der Begriff „Internet“ erst Mitte der 90er Jahre in den Medien zum Thema gemacht wurde. Der Internet-Hyperboom 2000 ist ebenso abzulesen wie ein Abflachen des Themas „Internet“ nach dem großen Boom.

5.2.4.2 Clustering Themenliste über eine Timeline

Diese Darstellung visualisiert die Häufigkeit der geclusterten Themen über einen bestimmten Zeitraum. Rechts sind die Schlagworte aufgelistet, aus denen sich ein Cluster zusammensetzt – hier wurde nach WWF gesucht. Links visualisiert ein Balkendiagramm die Häufigkeit des Vorkommens der nach diesem Suchbegriff gefundenen Themen in den Dokumenten der APA-Datenbanken über das Jahr 2004 dargestellt. Der Benutzer kann nun in den einzelnen Clustern weiter navigieren und so tiefer in einen bestimmten Themenbereich der Materie eindringen.

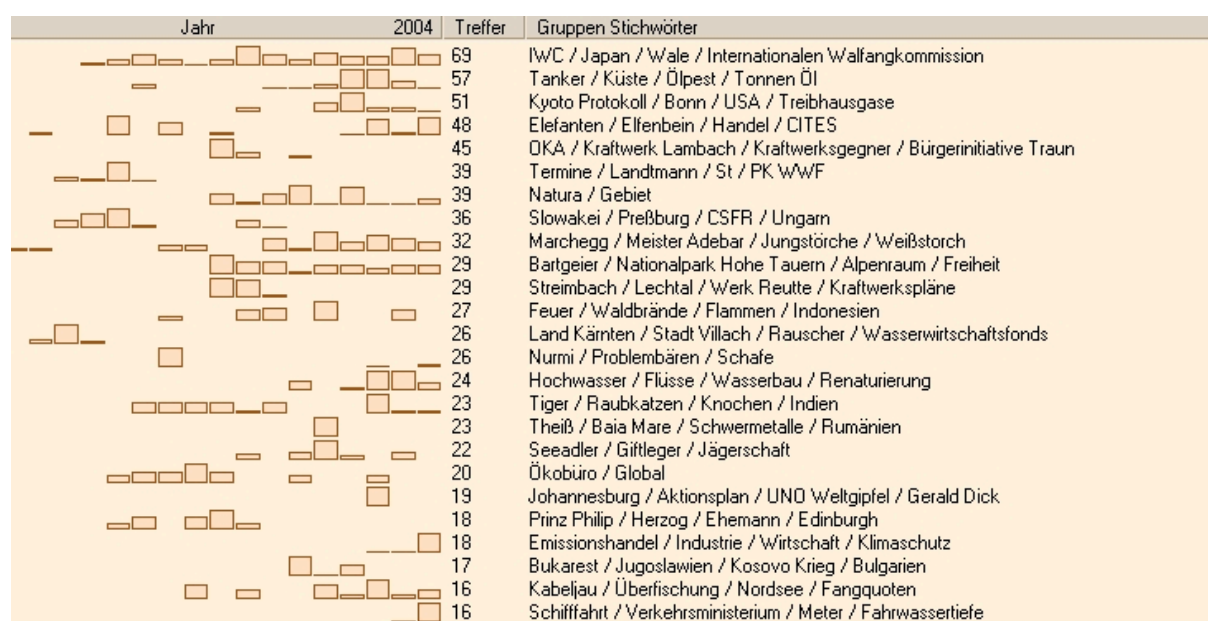


Abb. 21: Visualisierung der geclusterten Themenliste zum Thema WWF über das Jahr 2004 im neuen APA AOM (Mit freundlicher Genehmigung von M. Mitterholzer, APA-IT, März 2005).

5.2.4.3 2D-Hügel

Eine Möglichkeit der Ergebnisdarstellung im AOM 6.0 ist die 2D-Hügel-Darstellung. In dieser Visualisierung werden die Suchergebnisse zu Themen geclustert, die anschließend als zweidimensionale Hügel abgebildet werden (siehe Abb. 21). Bei Mouse-over wird eingeblendet, wie viele Suchergebnisse und welche Schlagworte sich hinter dem Hügel verbergen. Nach dem Anklicken eines Hügel werden die dahinter liegenden Dokumente als Liste angezeigt, in der dann wiederum navigiert werden kann.

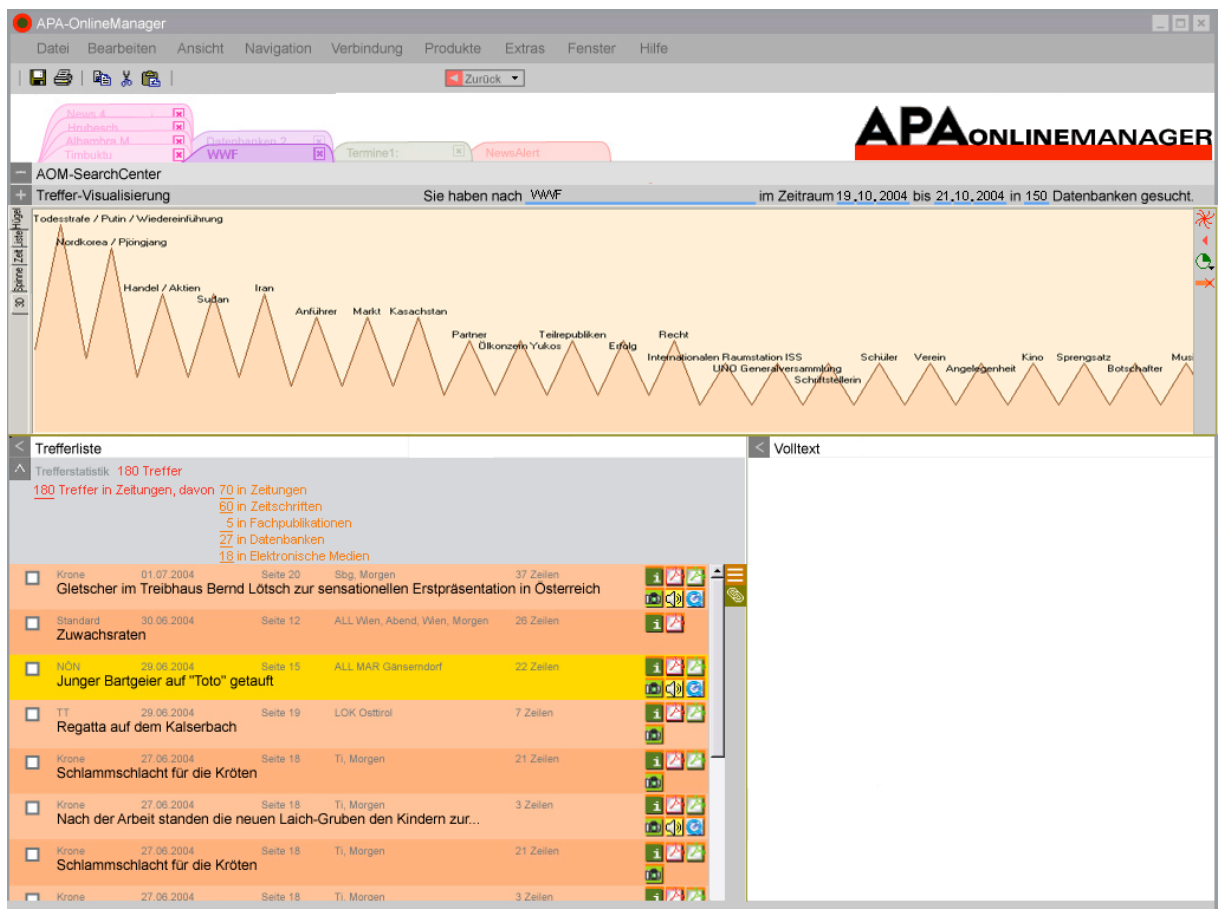


Abb. 22: 2D-Hügel- Visualisierung des neuen APA AOM zum Thema WWF (Mit freundlicher Genehmigung von M. Mitterholzer, APA-IT, März 2005).

5.2.4.4 Cluster-Spider

Die Cluster-Spider-Visualisierung ist eine andere Darstellungsform der 2D-Hügel. Hier wird in Form einer Mindmap der Suchbegriff mit den dafür gefundenen Themenclustern abgebildet. Bei Mouse-over erhält der Benutzer Informationen über die Schlagworte des Themenclusters und die Anzahl der dahinter liegenden

Dokumente. Klickt er den Cluster an, wird wiederum eine Liste von den Dokumenten, die zu diesem Thema gehören, generiert.

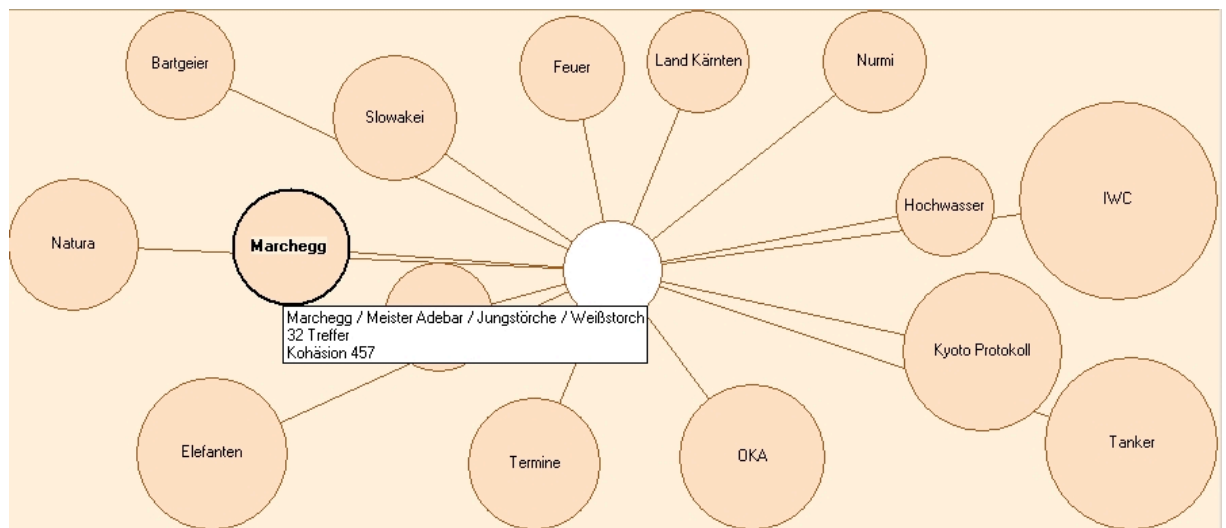


Abb. 23: Cluster-Spider-Visualisierung zum Suchbegriff „WWF“ im neuen APA AOM (Mit freundlicher Genehmigung von M. Mitterholzer, APA-IT, März 2005).

5.2.4.5 3D-Hügel

In dieser Visualisierung werden die Suchergebnisse ebenfalls zu Themen-Clustern zusammengefasst. Die Themencluster werden anschließend als dreidimensionale Hügel in einer Landschaft visualisiert. Diese Darstellung hat den Vorteil, dass der Benutzer durch die Lage der Hügel auf einen Blick ablesen kann, welche Themen näher zueinander in Beziehung stehen als andere.

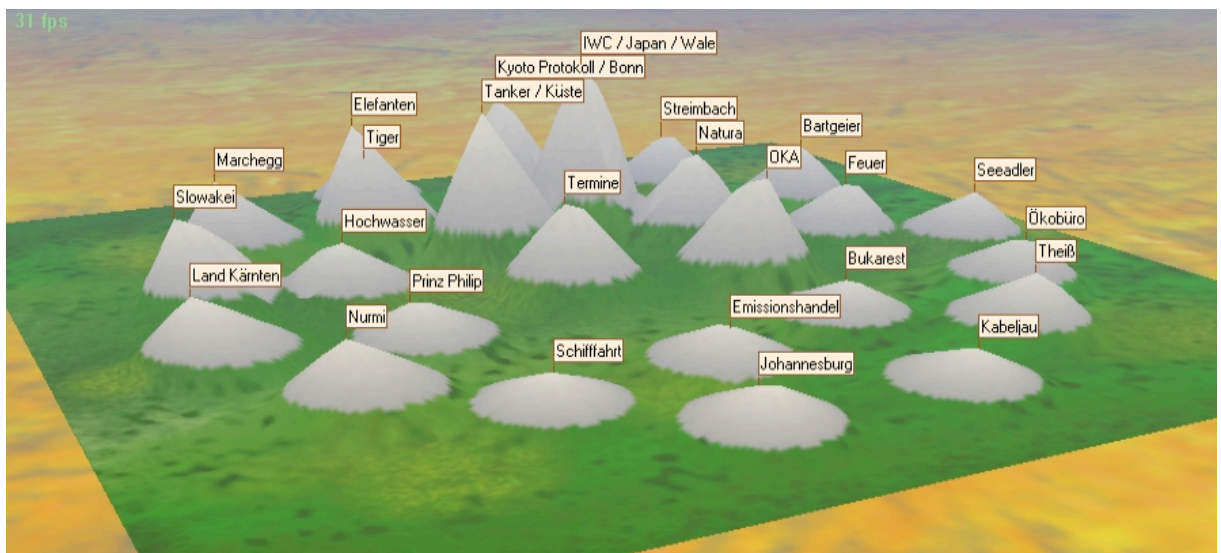


Abb. 23: 3D-Hügel-Visualisierung des neuen APA AOM zum Thema WWF (Mit freundlicher Genehmigung von M. Mitterholzer, APA-IT, März 2005).

Hohe Hügel beinhalten Themen mit hoher Relevanz für den Suchbegriff. Hügel, die nahe beieinander stehen, gehören thematisch enger zusammen, als Hügel, die weiter voneinander entfernt stehen. Die verwendete Landschaftsmetapher ist für den Benutzer vertraut und erlaubt eine intuitive Navigation in der Themenkarte.

Klickt der Benutzer nun einen Hügel an, erhält er wiederum die Ergebnisse „hinter“ diesem Hügel als Trefferliste mit einer überschaubaren Anzahl von Dokumenten, in denen er sich leicht zu Recht findet (siehe Abb. 24).



Abb. 24: 3D-Hügel-Visualisierung mit Trefferliste zum Thema WWF, Cluster „Bartgeier“ (Mit freundlicher Genehmigung von M. Mitterholzer, APA-IT, März 2005).

Der User kann in dieser Hügellandschaft seine Perspektive verändern und mit seiner Maus in der Hügellandschaft „umherwandern“. Eine Zoomfunktion, ebenfalls über die Maus, erlaubt den Detailblick auf Ausschnitte der Landkarte.

5.2.4.6 Quellenvergleiche

Bei dieser Art der Darstellung wird ein Begriff über einen bestimmten Zeitraum auf seine Häufigkeit in verschiedenen Medien hin betrachtet. Der in Abb. 25 visualisierte Begriff „Forschung“ lässt Rückschlüsse über die Blattlinie und die thematische Ausrichtung der Medien zu. Für Unternehmen kann dieses Feature im Hinblick auf wichtige Journalistenkontakte und gezielte Pressearbeit interessant sein. In dieser Darstellung ist auf einen Blick erkennbar, dass eine Meldung aus dem Bereich Research & Development besser im Standard oder Kurier aufgehoben ist, als beispielsweise in News oder der Krone.

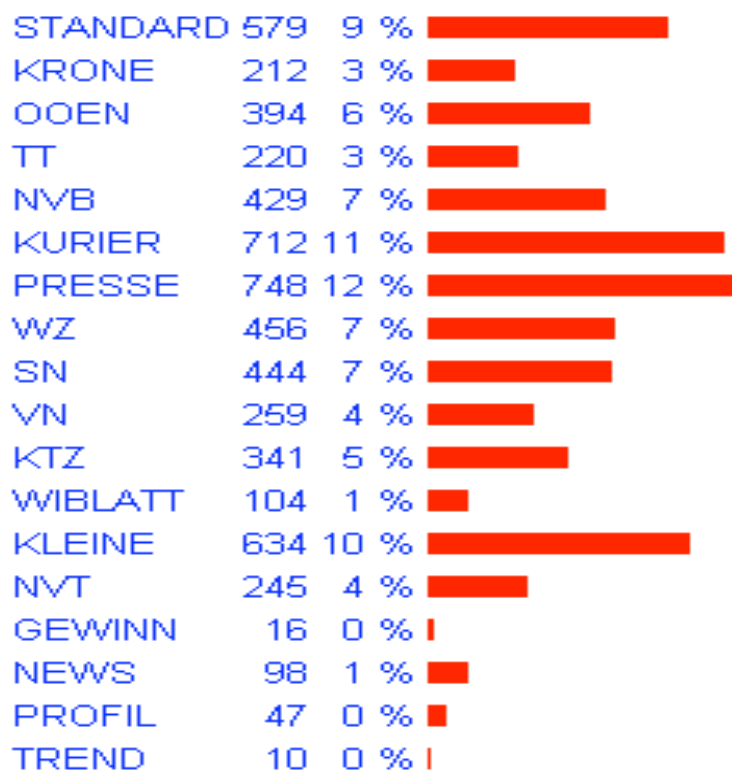


Abb. 25: Visualisierung Quellenvergleich zum Thema „Forschung“ im neuen APA AOM (Mit freundlicher Genehmigung von M. Mitterholzer, APA-IT, März 2005).

5.2.5 Bewertung der Visualisierungsmöglichkeiten im AOM 6.0

In diesem Kapitel möchte ich die Visualisierungsmöglichkeiten des neuen AOM nach Englberger und Hitzke bewerten, um Verbesserungspotenziale aufzuzeigen. Für eine übersichtliche Kategorisierung scheint mir das Bewertungssystem nach Englberger und Hitzke (Vgl. Kapitel 4.5.2) besonders geeignet.

5.2.5.1 Allgemein

Abstraktion versus Spezifität

Die Abstraktion der Information im Visualisierungssystem des AOM 6.0 ist unterschiedlich stark ausgeprägt. So abstrahieren die Balken- und Clusterspiderdiagramme stark, bleiben jedoch verständlich, weil traditionell gebräuchliche Infografik-Symbole verwendet werden. Zusätzliche textliche Beschreibungen erleichtern zudem den Umgang. Bei den Hügeldiagrammen geht die Abstraktion noch einen Schritt weiter. Die 2D-Hügeldarstellung ist eigentlich eine Abstraktion eines Balkendiagramms, die jedoch gerade durch diese Anlehnung wiederum verständlich ist. Die 3D-Hügeldarstellung geht weg von der Infografik hin zur Landschaftsmetapher. Die Landschaft verlangt einen neuen Zugang zur Information, der zwar durch den vertrauten Umgang mit Landkarten (und Computerspielen) vertraut wirkt, aber in vielen Fällen erst erlernt werden muss. Wichtig für eine geglückte Navigation sind hier ausdrucksstarke textliche Beschreibungen und ein längerfristiger Gewöhnungseffekt beim Benutzer.

Die Kompatibilität des gesamten Visualisierungssystems zu anderen Programmen als dem AOM 6.0 ist in diesem Fall nicht gegeben, jedoch wahrscheinlich auch nicht erwünscht.

Skalierbarkeit

Die Skalierung der Darstellung ist beim AOM 6.0 sehr gut gelöst. Durch das Clustering erhält der Benutzer zuerst einen guten Überblick über sein gesuchtes Thema. Anschließend kann er in direkter Interaktion tiefer in spezielle Bereiche der einzelnen Wissensgebiete eindringen.

5.2.5.2 Information

Struktur

Der Aufbau der APA-Daten ist beliebig. Grundsätzlich stehen alle Dokumente auf einer Ebene und sind gleich wichtig. Durch das Clustering wird eine vernetzte Begriffsstruktur aufgebaut, die je nach Subclustering mehrere Hierarchieebenen haben kann. Interessant ist, dass der AOM 6.0 auch eine chronologische Ordnung der Daten und eine Ordnung nach Quellen erlaubt. Diese beiden Darstellungsarten fehlen bei den meisten bisher betrachteten Systemen. Im Bereich der statistischen Auswertungen liegt für die Visualisierungen sicher noch großes Potenzial.

Die Struktur des darstellbaren Kontextes ist im neuen AOM so gelöst, dass der Schirm in eine Visualisierung und eine aus der Navigation des Benutzers folgende Textliste unterteilt ist. Dadurch bleiben Überblick und Detail gleichzeitig im Blickfeld. Außerdem bleibt der eingegebene Suchbegriff zur besseren Orientierung sichtbar.

Inhalt

Die Visualisierung des AOM 6.0 stellt Texte und Bilder gleichwertig als Dokumente dar. Die Fokussierung auf einzelne Dokumente funktioniert über Interaktion mit der Visualisierung. Durch Anklicken erhält der User eine Textliste, in der er wiederum ein spezielles Dokument anklicken und damit seinen Inhalt sichtbar machen kann.

Die Darstellung der Beziehungen der Dokumente untereinander ist im neuen AOM von Visualisierung zu Visualisierung unterschiedlich. Grundsätzlich ist sichtbar, welche Dokumente oder Themen größere Relevanz für einen Suchbegriff haben als andere. Bei Balkendiagrammen entscheidet die Höhe des Balkens über die Relevanz, beim Clusterspider die Größe der Kreise und bei den Hügeldiagrammen die Höhe der Hügel. Begriffliche Nähe und Ähnlichkeit von Dokumenten kann nur in der 3D-Hügeldarstellung abgelesen werden und wird durch räumliche Nähe der Hügel ausgedrückt.

5.2.5.3 Illustration

Strukturelle Konsistenz

Die strukturelle Konsistenz der Darstellungen des AOM 6.0 ist gegeben, weil die Informationsvisualisierung statisch bleibt. Beim Anklicken von einzelnen Themen wird eine Textliste generiert, die Visualisierung bleibt jedoch im selben Fenster erhalten. In der 3D-Hügel-Darstellung wird die vertraute Landschaftsmetapher verwendet, in der der Suchende räumlich navigieren kann, wie in einer interaktiven Landkarte. Hier ist durch Mausbewegung auch ein Perspektivenwechsel möglich, der jedoch fließend erfolgt und dem User-Auge die Anpassung erlaubt.

Selektion

Das Filtervermögen des neuen AOM ist sehr effektiv. Durch den Volltext-Ähnlichkeitsvergleich können sehr gute Trefferquoten erzeugt werden. Dafür wird in Millionen von Dokumenten eine allgemeine Ähnlichkeitssuche durchgeführt, die die Dokumente für den Vergleich filtert. In der daraus resultierenden Informationsmenge von einigen tausend Dokumenten wird anschließend jedes Dokument mit jedem verglichen. Das Clustering der Themen ermöglicht dem Benutzer anschließend eine selbstständige Filterung nach eigenem Ermessen.

Globaler Kontext

Der globale Kontext ist nach der effizienten Filterung und einem sinnvollen Clustering des AOM 6.0 nicht mehr so unüberschaubar wie in vielen anderen Systemen. Er bleibt auch bei tiefer gehender Navigation mit der Visualisierung erhalten.

Lokales Detail

Lokale Details in den Visualisierungen können nicht extra durch Fish-eye oder ähnliche Techniken hervorgehoben werden. Bei der 3D-Hügel-Darstellung ist ein Zoom mit der Maus innerhalb der Landschaft möglich.

Attribute

Die Attributierung der Visualisierungen ist zurzeit noch nicht endgültig abgeschlossen. Die 2D-Visualisierungen sind jedoch bewusst einfach gehalten und erlauben dadurch eine gute Orientierung. Meist kommen sie mit zwei oder

drei Farben aus, die als Kennzeichnung für die wichtigsten Merkmale dienen. In der 3D-Visualisierung wurden Farben verwendet, die auch in der natürlichen Landschaft vorkommen, um die Metapher noch besser verständlich zu machen. Die Beschriftung aller Visualisierungen im neuen AOM ist verständlich, es ist jedoch darauf zu achten, dass besonders bei langen Beschlagwortungen der Cluster, die Schrift nicht zu klein, überschneidend oder unleserlich wird.

5.2.5.4 Interaktion

Konfiguration

Der User kann im AOM 6.0, je nach persönlicher Vorliebe, zwischen verschiedenen Darstellungen wählen. Ob die einzelnen Darstellungen zusätzlich verändert werden können (z. B. andere Farbe etc.), steht zu diesem Zeitpunkt noch nicht fest.

Clustering

Das Clustering im neuen AOM ist sehr effizient und wurde weiter oben bereits ausführlich beschrieben.

Navigation

Die Navigation in den Visualisierungen erfolgt durch einfaches Anklicken der gewünschten Themen oder Dokumente. Nachdem der Informationsraum des AOM 6.0 durch effizientes Filtern und Clustern bereits überschaubar ist, können Zoom-Funktionen und Perspektivenwechsel entfallen.

5.2.6 Zusammenfassung

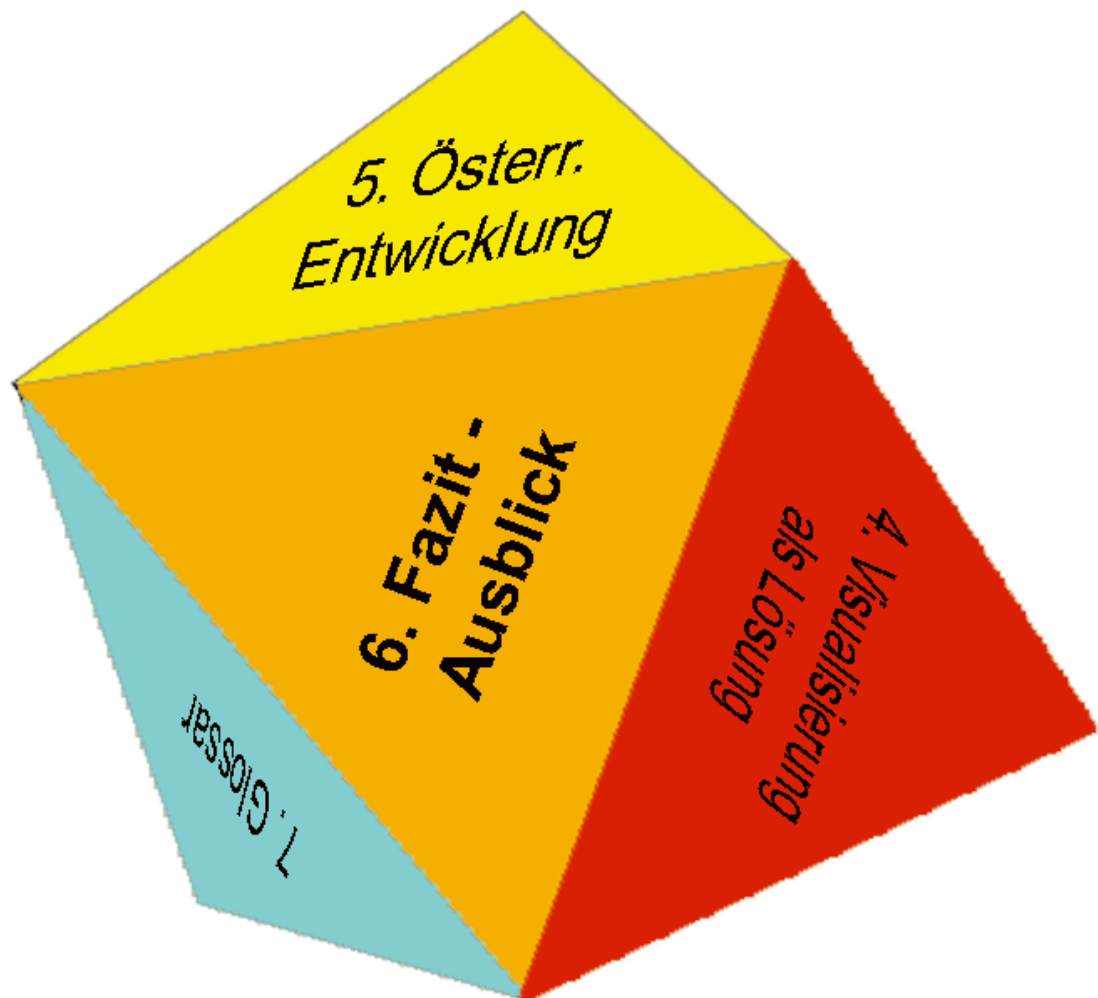
Nach diesem Bewertungssystem sind die Visualisierungen des neuen AOM durchdacht und gut gelöst. Allerdings beziehen sich viele Punkte der Bewertung auf komplexe 3D-Visualisierungssysteme. Die Visualisierungen des AOM 6.0 sind jedoch bis auf eine Ausnahme auf 2D-Darstellungen begrenzt. Mit der 3D-Hügeldarstellung ist den Entwicklern der APA-IT jedoch ebenfalls eine gute, weil einfache Lösung, gelungen. Einfachheit scheint überhaupt das Zauberwort einer guten Visualisierung zu sein. Die Möglichkeiten der Visualisierungstechnologie verleiten Entwickler natürlich zu farben- und formenfrohen Experimenten, die sich

in der Praxis jedoch oftmals als unbrauchbar herausstellen. Der APA-IT ist es gelungen, die Visualisierungen des AOM 6.0 als praktisch effizient nutzbare Werkzeuge zu gestalten, die den Benutzer in seinem täglichen Umgang mit Datenbanken unterstützen können, ohne ihn durch Komplexität und vollkommen neue „Bildsprachen“ zu überfordern.

Es macht Spaß sich über die Visualisierungen des AOM neue Informationen zu beschaffen. Die Darstellung ist einfach und leicht zu handhaben. Durch die Kontextvisualisierung ergeben sich neue Gedankenstränge, die den User in seiner Informationssuche auf völlig neue Aspekte eines Problems hinweisen und damit seinen Horizont erweitern.

Vor allem die Darstellung der zeitlichen Bezüge macht Zusammenhänge im Weltgeschehen sichtbar und damit verständlicher. Allerdings kann es manchmal passieren, dass man am Schluss seiner Suche erkennen muss, dass man viel gefunden hat, was man eigentlich gar nicht gesucht hat, einfach, weil es so spannend war, einen Gedanken zu verfolgen.

Es bleibt abzuwarten, wie die Benutzer die Möglichkeiten der Visualisierung im neuen AOM aufnehmen und in ihre Suchpraxis integrieren. Der AOM 6.0 macht ihnen den Schritt von der Textliste zum brauchbaren Bild auf jeden Fall leicht und könnte Maßstäbe für künftige Retrieval- und Visualisierungstechniken setzen.



Schlagworte

Zusammenfassung, Zukunft, Innovation, Neuentwicklung, Technologie

6. Fazit und Ausblick

6.1 Fazit

Nach einer allgemeinen Einleitung zum Thema in Kapitel eins wurden in dieser Arbeit im zweiten Kapitel lernpsychologische Grundlagen für den Wissenserwerb und das Lösen von Problemen dargestellt und das Lernen mit Bildern untersucht. Im dritten Kapitel wurde das Suchverhalten von Benutzern in Retrievalsystemen, das einen Problemlösungsprozess impliziert, beleuchtet. Auf Basis dieser Informationen wurden im vierten Kapitel Informationsvisualisierungssysteme präsentiert und auf ihre Eignung für sinnvollen Wissenserwerb und effiziente Problemlösung hin untersucht. Außerdem wurden Bewertungssysteme für Informationsvisualisierungen erläutert.

Kapitel fünf beschäftigt sich mit einer österreichischen Entwicklung auf dem Gebiet der Informationsvisualisierungssysteme, dem APA Onlinemanager. Das System wurde beschrieben und nach einem Kriterienkatalog aus Kapitel vier bewertet.

Im Zuge der Arbeit haben sich Antworten auf die im Kapitel eins gestellten Fragen ergeben. Folgende Fragen konnten beantwortet werden:

- Fördern Informationsvisualisierungssysteme den Wissenserwerb?
- Erleichtern Informationsvisualisierungssysteme das Finden von Informationen?
- Sind Informationsvisualisierungssysteme Spiele?
- Nach welchen Kriterien können Informationsvisualisierungssysteme bewertet werden?
- Wie ist der Stand der Entwicklung bei Informationsvisualisierungssystemen in Österreich?

Untersucht man Informationsvisualisierungssysteme auf ihre lernpsychologische Eignung zum Wissenserwerb und das Finden von Informationen hin, kommt man zu dem Schluss, dass sie auf jeden Fall einige Vorteile gegenüber klassischer Suchmaschinendarstellung in Listenform bringen:

- Ähnlichkeit der Informationsvisualisierung mit der semantischen Netzstruktur des Gehirns.
- Leichtes Einbauen des bildlichen Informationsraums in das mentale Modell des

Benutzers. Vertrautheit von Metaphern in Informationsvisualisierungssystemen.

- Unterstützung von Verräumlichungsstrategien im Gehirn durch Informationsvisualisierung. Leichtere Orientierung in der bildlichen wie auch kognitiven Landkarte anhand von Clustern.
- Schnelleres Verständnis von bildlichen Darstellungen gegenüber Text.
- Emotionalerer Zugang zu bildlicher Information und Auslösung von Aktivierungs-, Fokussierungs-, Korrektur-, Konstruktions- und Ersatzeffekten im Gehirn.
- Höhere Kapazität des Gehirns für bildliche Information.
- Begriffsbildung im Gehirn entspricht dem Clustering der Informationsvisualisierung.
- Kontextvisualisierung erleichtert das Verständnis.
- Entdeckendes Lernen fördert die Motivation.
- Das Wissen kann selbständig zusammengestellt und erweitert werden. Dieser konstruktivistische Wissenserwerb regt den Benutzer von innen heraus zum Lernen an.
- Informative Verstärker wie Spielcharakter und Hilfen zum Lösen von Suchproblemen wirken motivierend.

Als Nachteil der Informationsvisualisierung muss jedoch auch erwähnt werden, dass es fraglich ist, ob jeder Mensch einen Zugang zur neuen Technologie der Informationsvisualisierung findet und dass die komplexen Darstellungen auch zu einer Überforderung und damit einer psychologischen Abwehrhaltung des Users führen können.

Der spielerische Charakter von Informationsvisualisierungssystemen ist auf jeden Fall gegeben, nimmt jedoch wahrscheinlich mit zunehmender Vertrautheit des Benutzers mit dem System ab.

Es existieren bereits Bewertungssysteme für Informationsvisualisierungen, die sich, wie im Kapitel fünf angewendet, als praxistauglich für die Bewertung herausgestellt haben.

Österreichische Entwicklungen auf dem Sektor der Informationsvisualisierungen brauchen sich im internationalen Vergleich nicht zu verstecken und haben einen hohen Standard. Die APA Austria Presseagentur erweist sich als technologischer

Vorreiter auf dem Gebiet der Informationsvisualisierung. So bietet die Informationsvisualisierung des neuen APA Onlinemanagers AOM ein sehr effizientes, praxistaugliches Werkzeug zum Informationsretrieval in den APA-Datenbanken. Es bleibt abzuwarten, wie diese Suchmöglichkeit von den Benutzern angenommen wird.

6.2 Ausblick

Betrachtet man die bis dato mageren kommerziellen Erfolge von Informationsvisualisierungssystemen, dann scheint es, als wäre die Zeit noch nicht reif für flächendeckenden Einsatz dieser Technologie. Das liegt einerseits am völlig neuen Zugang zur Information, an den sich Menschen erst gewöhnen müssen, andererseits an notwendigen hohen Rechnerkapazitäten für Visualisierungsanwendungen. Vielen Unternehmen ist auch nicht leicht zu vermitteln, welchen Einfluss ein paar bunte Bilder auf ihren Return on Investment haben. Das nimmt nicht Wunder, ist es doch bisher weder wissenschaftlich noch praktisch erwiesen, ob und in welchem Kontext Informationsvisualisierung wirkliche Vorteile für den User bringt und wenn, welche Vorteile in dieser kapitalistischen Welt auch in barer Münze gemessen werden können. Trotzdem beginnen visionäre Entwickler Informationsvisualisierung in ihre Retrieval-Systeme einzubauen und auf diesem Weg einer breiteren Öffentlichkeit vorzustellen. Nach einigen finanziell gescheiterten Experimenten Ende der 90er Jahre sind sich Entwickler wie Investoren nun durchaus bewusst, dass diese Technologie zuerst Akzeptanz finden muss, bevor sie wirklich zum gewinnbringenden Verkaufsschlager werden kann.

Allerdings könnte die Informationsvisualisierung schon bald Schützenhilfe von einer Technologie erhalten, die ebenso gerade dabei ist, das Prototypenstadium hinter sich zu lassen – dem Semantic Web.

Das Konzept des Semantic Web beruht auf einem Vorschlag von WWW-Erfinder Tim Berners-Lee und wurde 1998 zum ersten Mal als Idee publik. Nach Berners-Lee *et. al.* Artikel im Scientific American¹⁶³, ist das Semantic Web eine Erweiterung des herkömmlichen Webs in der Informationen mit eindeutigen

¹⁶³ Berners-Lee, et. Al., 2001

Bedeutungen versehen werden, um die Arbeit zwischen Mensch und Maschine zu erleichtern. Informationen sollen zusätzlich zu der für Menschen lesbaren Form auch formal, in einer für Maschinen verarbeitbaren Form repräsentiert werden, damit Programme darauf operieren können.

Das Semantic Web ist eine Erweiterung des gegenwärtigen Webs, in dem Informationen eine klar definierte Bedeutung zugewiesen wird, um so die Zusammenarbeit zwischen Computern und Menschen zu verbessern. Basierend auf dieser Idee sollen künftig Maschinen die Bedeutung (Semantik) von Informationen im Web "verstehen". Themenbereiche werden in Ontologien (philosophisch: Lehre vom Sein hinter den Erscheinungen) zusammengefasst. Beispiel: Die Annotation der Webseite besagt, dass sie sich mit "Fußball" beschäftigt; aus der zugrunde liegenden Ontologie geht hervor, dass der Begriff "Fußball" eine "Sportart" darstellt; dementsprechend geht es auf der Website also auch um Sport, obwohl das nicht explizit direkt in den Metadaten auftaucht. Bei entsprechender Qualität/Feingranularität der Annotation lässt sich ein hoher Grad automatischer Verarbeitung erreichen, so wäre es z. B. denkbar, dass eine "Suchmaschine" im Semantischen Netz sogar Anfragen der Art "Wie viele Tore hat Fußballer X im Jahre 1998 geschossen?" direkt beantworten kann.¹⁶⁴

Die Technik beruht zum einen auf der Fähigkeit von XML, Inhalte mit Tags zu strukturieren, und zum anderen auf den URLs genannten Web-Adressen. Letztere werden von den ganz ähnlich funktionierenden Unified Resource Identifiers (URIs) ergänzt, die statt dem Ort einer Information ihre Bedeutung ermitteln. Auf dieser Basis könnte theoretisch das ganze Web mit URLs indiziert werden.

Das Konzept dafür wurde mit der Sprache Resource Description Framework (RDF) bereits geschaffen. Es definiert ähnlich wie Bibliothekssystematiken die Vorgehensweise bei der Verschlagwortung, mit der eine Metaebene über die Inhalte gelegt wird. Gefüllt wird diese Ebene mit Schlagworten, die von Fachleuten gewählt werden. Dabei werden die oben genannten Ontologien definiert, sprich: es werden eindeutige Definitionen aller zum Fachgebiet gehörenden Begriffe

¹⁶⁴ Vgl.: http://de.wikipedia.org/wiki/Semantic_Web, 22.03.05

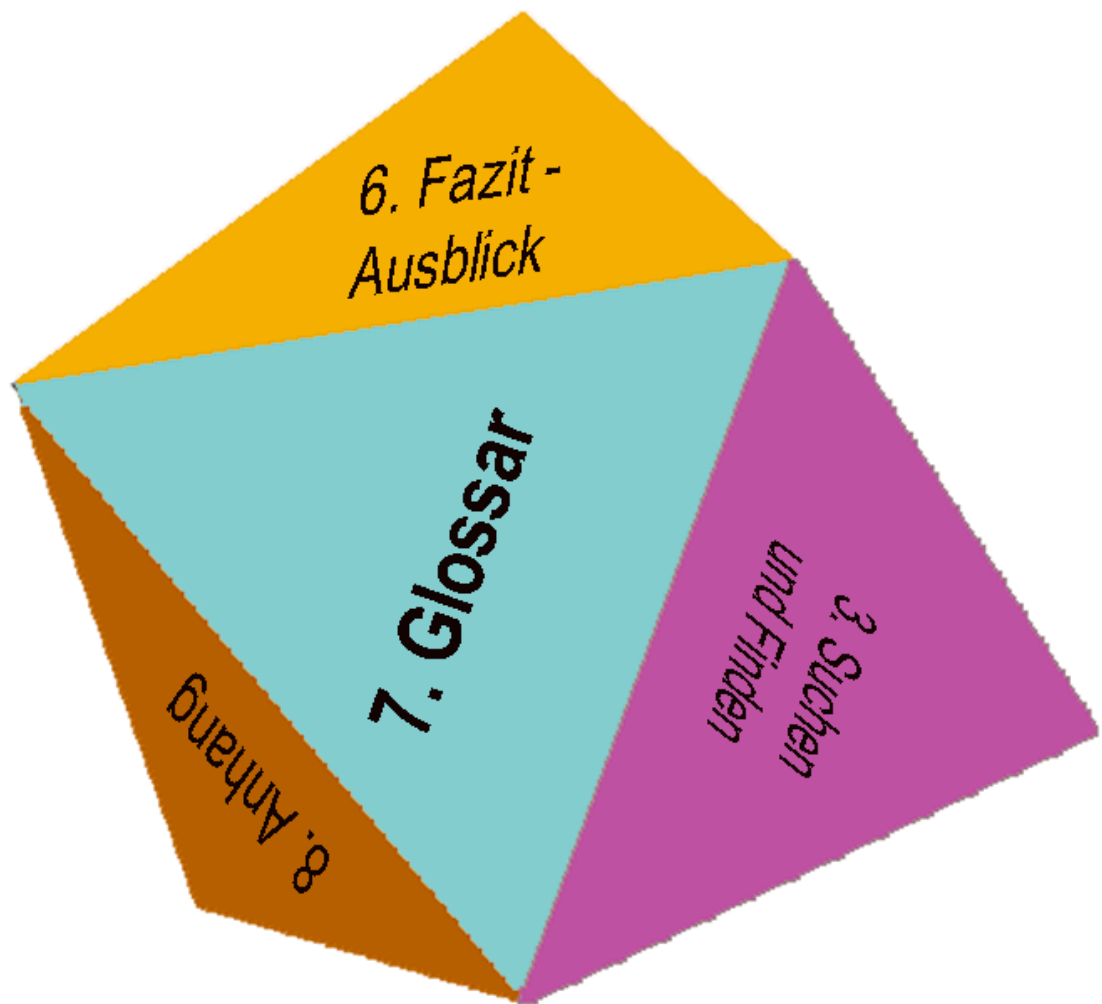
festgelegt. Hier liegt jedoch auch das Problem: Innerhalb kleinerer Einheiten, wie z. B. Unternehmens-Netzen ist es noch möglich, sich auf eindeutige Definitionen festlegen zu können, und aus kommerziellem Interesse zudem bereit zu sein, diese zu pflegen. Doch über weltweit gültige, allgemeine Begriffsdefinitionen wird schwer Konsens erzielt werden können. Daher wird sich der Einsatz von semantischen Webs weitgehend auf geschlossene Benutzergruppen beschränken - zumal sich der Aufwand für das gesamte Web nicht lohnt.¹⁶⁵

Trotzdem eröffnet das Konzept des Semantic Web völlig neue Möglichkeiten für den Umgang mit dem Internet und wird auch die Art der Darstellung von Suchergebnissen mitrevolutionieren. Die Visualisierung eines semantischen Netzes verlangt automatisch die Darstellung von Kontext und Beziehungen der Ergebnisse zueinander und damit Informationsvisualisierung. Damit sollte die Verbreitung des semantischen Webs auch zu einer Verbreitung und damit zu einer allgemeinen Akzeptanz von Informationsvisualisierung führen.

Es bleibt abzuwarten, wie die Entwicklung voranschreitet. Bis jetzt stecken Semantic Web und Informationsvisualisierung noch in den Kinderschuhen und sind nur in einer kleinen Gemeinschaft von Experten, vor allem im Bereich des Wissensmanagements, bekannt. Doch Entwicklungen wie die z. B. die Gründung einer „Semantic Web School“ in Wien, die bereits Schulungen im Bereich Semantic Web anbietet, deuten darauf hin, dass uns weitreichende Umwälzungen im Bereich der Informationsbeschaffung und -darstellung unmittelbar bevor stehen.

Technische Möglichkeiten die das Web über semantische Zusammenhänge in seiner kristallinen Form transparent machen, verlangen automatisch nach entsprechenden Darstellungsformen. Die kristalline Informationsvisualisierung steht bereit, sich in diese Entwicklung einzufügen.

¹⁶⁵ Vgl.: <http://www.zdnet.de/itmanager/tech/0,39023442,2138440,00.htm>, 22.03.05



Schlagworte

Glossar

7. Glossar

Browser:

sind Programme, welche Daten aus dem weltweiten Netz (von HTTP-Servern) abrufen und dann am Computer (Client) verarbeiten und anzeigen. Mit Hilfe der Querverweise im Hypertext-Format (HTML) werden die Dokumente im World Wide Web miteinander verknüpft. Neben Text beherrschen moderne Browser – zum Teil mit Hilfe so genannter PlugIns, AddOns oder Viewern - auch die Anzeige von Grafiken, Videoclips und weiteren Datenformaten. Oftmals unterstützen Browser auch FTP und Gopher, können E-Mails versenden und für Videokonferenzen und als Newsreader eingesetzt werden.

Clustering:

Clustering ist das Ersetzen von mehreren Informationseinheiten durch einen Platzhalter für eine übersichtlichere Darstellung. Um Informationseinheiten zu clustern, müssen Gemeinsamkeiten vorhanden sein, die eine Gruppierung erlauben. Jeder Cluster erhält als Bezeichnung ein oder mehrere Schlagworte, die die Informationseinheiten beschreiben, die der Cluster beinhaltet.

Data Mining:

bezeichnet Techniken zum Finden von interessanten und nützlichen Mustern und Regeln in großen Datenmengen. Data Mining beinhaltet eine Reihe von Technologien, mit deren Hilfe entscheidungsrelevante Informationen aus Datenbanken extrahiert und interpretiert werden können. Diese Technologien stammen hierbei aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz (künstliche neuronale Netze, lineare Regression, genetische Algorithmen, regelbasierte Systeme etc.), dem Knowledge-Management und statistischen Modellen. Sie ermöglichen die Analyse und Prognose von Verhaltensweisen und Trends.

Fokus+Kontext-Verfahren:

Als Fokus+Kontext-Verfahren bezeichnet man eine Klasse von Visualisierungskonzepten, die strukturierte Informationen so darstellen, dass eine möglichst große Menge relevanter Informationen gleichzeitig auf dem Bildschirm angezeigt werden kann. Dabei wird die Information im Fokusbereich in höchstmöglichem Detail gezeigt, während im Kontextbereich die restlichen Informationen verkleinert dargestellt werden.

Host:

Institution, die Fachdatenbanken auf einem Großrechnersystem verwaltet und gegen Entgelt online zur Nutzung bereitstellt.

Human Computer Interaction (Mensch-Maschine-Interaktion):

Die Interaktion von menschlichen Benutzern mit einem Rechnersystem bei gleichzeitigem Informationsaustausch.

Indexierung:

Prozess, mit dem man ein Dokument oder eine Anfrage in eine Form bringt, die sich zum Information Retrieval eignet.

Information Retrieval:

Information Retrieval bezeichnet die Technik des Wiedergewinnens von textuellen (oder in Texten enthaltenen bzw. in Textform wiedergegebenen) Informationen (im Gegensatz zur Faktenabfrage). Textuelle Informationen zeichnen sich dadurch aus, dass sie wenig exakt, also vage, und nicht vorher bestimmbar sind. Beim Retrieval wird jedes Dokument (als "Kurz-Abbild" einer Texteinheit, z.B. eines Artikels, oder 1:1) aus einer Menge von Dokumenten mit einer Suchanfrage "abgeglichen" (matching). Das Ziel dieses Abgleichs ist es, die Dokumente zu ermitteln, die der Suchanfrage entsprechen. Dokumente und Suchanfragen

müssen gleichermaßen "indexiert" werden, damit ein erfolgreicher Abgleich stattfinden kann.

Informationsgesellschaft:

soziale Struktur, in welcher das Herstellen, Verarbeiten und Verteilen von Informationen eine zentrale Stellung einnimmt. In einer Informationsgesellschaft ist die Mehrheit der Beschäftigten in überwiegend informationsorientierten Berufen tätig und erwirtschaftet damit mehr als die Hälfte des Bruttosozialproduktes.

Informationsvisualisierung:

Informationsvisualisierung umfasst Konzepte, Methoden und Werkzeuge zur visuellen Darstellung abstrakter Informationen, wie sie in Datenbanken auftreten. Die abstrakten Informationen haben bei der Visualisierung keine physikalische Datenbasis.

Interface:

ist jene Schicht eines Systems, über die der Mensch ("User") mit dem darunter liegenden System kommuniziert bzw. interagiert.

Internet:

Weltweit größtes Computernetzwerk, das aus miteinander verbundenen Netzwerken besteht. Das Internet unterstützt viele verschiedene Services. Die wichtigsten sind unter anderem: WWW für den Zugriff auf Informationssysteme in aller Welt, Telnet für den Aufruf von Programmen auf anderen Computern, FTP (File Transfer Protocol) für die Übertragung von Files auf andere Computer, Electronic Mail (elektronische Post), Usenet/Newsgroups (Veröffentlichungen in Diskussionsforen) und IRC (Internet Relay Chat) für den Austausch von Informationen mit anderen Computer-Benutzern.

Kognition:

Kognition bezeichnet die mentalen Prozesse eines Individuums wie Gedanken, Meinungen, Einstellungen, Wünsche, Absichten. Kognitionen können auch als Informationsverarbeitungsprozesse verstanden werden, in denen Neues gelernt und Wissen verarbeitet wird, siehe Denken und Problemlösen.

Kognitionspsychologie:

Teilgebiet der Psychologie, das sich mit kognitiven Prozessen, d. h. mit den Vorgängen der Wahrnehmung, des Gedächtnisses, der Aufmerksamkeit und des Denkens beschäftigt.

Konstruktivismus:

Lerntheorie, in der ein Lernender seinen Lernprozess selbst steuert. Das erlernte Wissen wird als individuelle Repräsentation der Welt verstanden, da jeder Lernende etwas Eigenes lernt und dies von der eigenen Erfahrung abhängt. Aufgrund der Tatsache, dass der Lernende das Wissen selbst konstruiert, kann davon ausgegangen werden, dass dieses Wissen dauerhaft beim Lernenden gespeichert wird und den Lernenden in die Lage versetzt, dieses Wissen auf andere Situationen anzuwenden und seine Erfahrungen adaptiv zu nutzen.

Kontext:

Zusammenhang oder Umfeld, beispielsweise eines Wortes oder einer Handlung. Im Falle eines Wortes bezieht sich der Kontext auf das sprachliche Umfeld wie den Text.

Mapping:

Zuweisung von Eigenschaften an geometrische Strukturen mit Hilfe von Rasterbildern. In der Informationsvisualisierung wird in der Mappingstufe die Abbildung des Informationsraums mit geeigneten Verfahren durchgeführt.

Mentale Modelle:

Lerntheorie, die davon ausgeht, dass bei Wahrnehmung und Verstehen von komplexen Vorgängen im Gehirn so genannte mentale Modelle geschaffen werden. Die Wahrnehmung variiert dabei durch die individuellen Gedächtnisinhalte, Stimmungen und Denkprozesse des Wahrnehmenden, die zum Aufbau der mentalen Modelle benutzt werden. Mentale Modelle werden benötigt um Informationen in einen Kontext einordnen zu können und somit verstehen und bewerten zu können.

Metapher:

Stilfigur der antiken Rhetorik. Metaphern sind sprachliche Bilder, die auf einer Ähnlichkeitsbeziehung zwischen zwei Gegenständen bzw. Begriffen beruhen, d. h. aufgrund gleicher oder ähnlicher Bedeutungsmerkmale findet eine Bezeichnungsübertragung statt.

Mindmap:

Eine Mindmap bzw. Mind-Map ist eine grafische Darstellung, die Beziehungen zwischen verschiedenen Begriffen aufzeigt. Mindmaps enthalten das zu bearbeitende Hauptthema möglichst knapp formuliert und/oder als Bild dargestellt in der Mitte des Blattes und nach außen hin verschiedene Hauptäste mit weiteren Unterästen, die die dazugehörenden Informationen ranggerecht darstellen. Bei der Erstellung sollten Farben und Bilder und stichwortartige Formulierungen benutzt werden, um der kreativen Arbeitsweise des Gehirns gerecht zu werden, und um die Mindmap schneller lesen und überblicken zu können.

Ontologie:

In der Informatik im Bereich der Wissensrepräsentation formal definiertes System von Dingen und/oder Konzepten und Relationen zwischen diesen Dingen. Zusätzlich enthalten Ontologien - zumindest implizit - Regeln.

Rendering:

Englische Bezeichnung für "Übersetzung" oder "Übertragung" - Im Grafikbereich versteht man unter Rendering die optische Aufwertung eines dreidimensionalen Modells oder eines zweidimensionalen Pixelbildes mittels computerunterstützter Prozesse / Algorithmen. In der Informationsvisualisierung übernimmt die Renderingstufe die Generierung und Anzeige der Visualisierung.

Semantik:

heißt Bedeutungslehre und ist ein Teilgebiet der Sprachwissenschaft (Linguistik), das sich mit Sinn und Bedeutung von Sprache beziehungsweise sprachlichen Zeichen befasst.

Semantik Web:

ist eine Erweiterung des gegenwärtigen Webs, in dem Informationen eine klar definierte Bedeutung zugewiesen wird, um so die Zusammenarbeit zwischen Computern und Menschen zu verbessern. Basierend auf dieser Idee sollen künftig Maschinen die Bedeutung (Semantik) von Informationen im Web "verstehen".

Semiotik:

Semiotik ist die allgemeine Lehre von den Zeichen, Zeichensystemen und Zeichenprozessen.

Skalierbarkeit:

Möglichkeit, die Anzahl der Anwender oder der Kapazitäten einer Softwarelösung zu erhöhen, ohne die Anwendungssoftware oder das System wesentlich neu zu konfigurieren.

Sythax:

Kombinatorik von Zeichen.

Thesaurus:

ist eine geordnete Zusammenstellung von Begriffen eines Fachgebiets mit ihren (natürlich sprachlichen) Beziehungen. In einem Thesaurus können hierarchische Strukturen durch Beziehungen erzeugt werden. Solche Beziehungen sind zum Beispiel: allgemeiner (Oberbegriff), spezieller (Unterbegriff), Synonym, verwandt, Gegensatz etc.

Usability:

ist die Eigenschaft einer Benutzeroberfläche, die angibt, mit welchen Vorkenntnissen bzw. Schulungsaufwand das darunter liegende System bedient bzw. gesteuert werden kann.

Benutzerfreundliche Oberflächen (Interfaces) zeichnen sich dadurch aus, dass der User rasch und intuitiv begreift, welche Bedienungselemente zu den gewünschten Effekten führen.

Virtuelle Immersion:

Das Eintauchen in eine virtuelle Welt wie z. B. ein Computerspiel oder eine 3D- Informationsvisualisierung.

Visualisierung:

die Darstellung eines abstrakten Sachverhaltes mit optischen Mitteln.

Wissen:

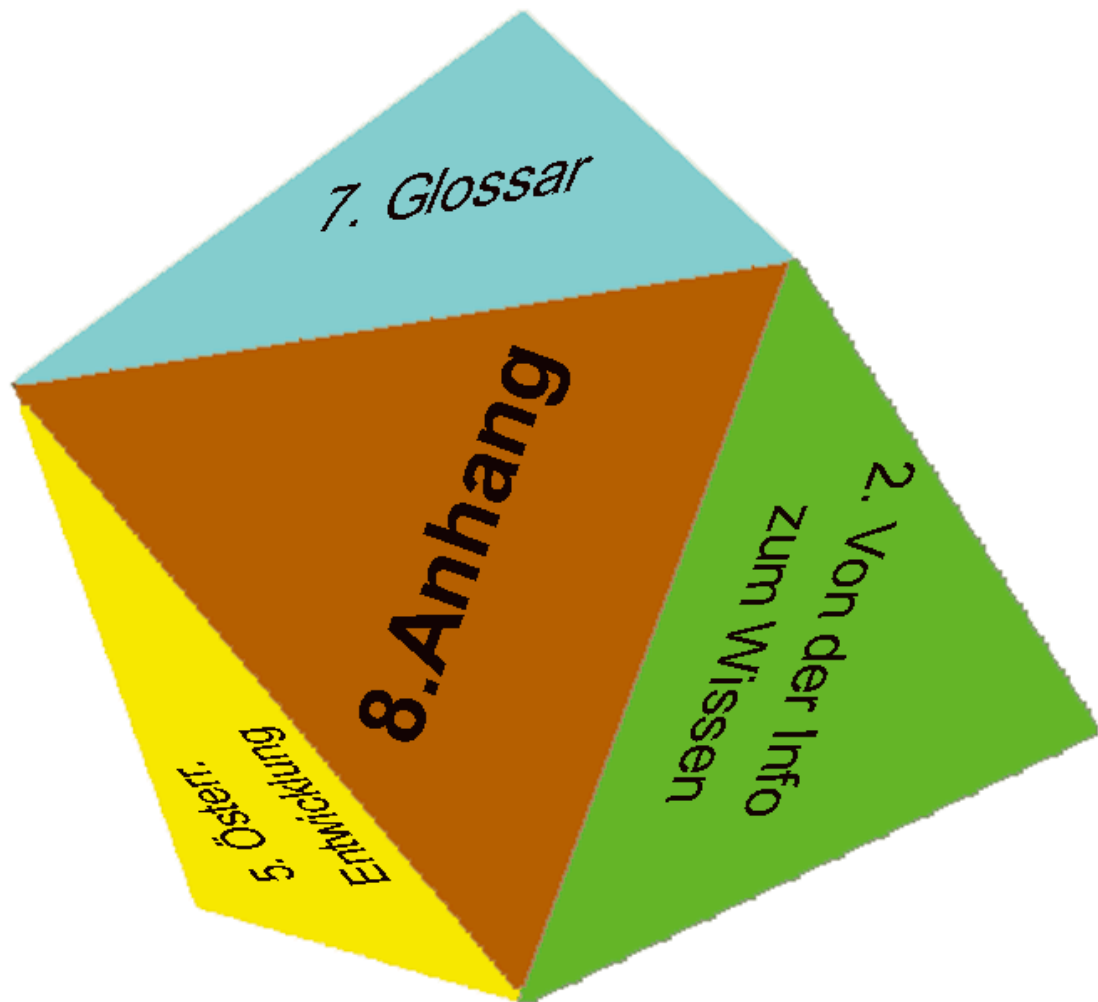
setzt sich aus der Summe an Regeln, Daten und Fakten zusammen, die zur Lösung eines Problems relevant sind.

Wissensmanagement:

Unter Wissensmanagement werden alle Maßnahmen, welche das Ziel haben, Wissen effizienter zu nutzen, subsumiert. Dazu zählen sowohl organisatorische, personelle wie auch technische Maßnahmen.

WWW:

Das World Wide Web ist ein weltweiter, verteilter und auf Hypertext basierter Informationsdienst im Internet. Im WWW wird das HTTP-Protokoll verwendet, das es ermöglicht, Informationen als HTML-Dokumente zu versenden. Im Rahmen der Gestaltung von HTML-Dokumenten können diese Dokumente besonders übersichtlich und häufig auch grafisch aufbereitet dargestellt werden. Das WWW kann als Teilnetz des Internet verstanden werden. Der Zugriff auf die Informationen erfolgt über WWW-Browser - Netscape, Mosaic oder Internet Explorer.



Schlagworte

Literatur, Links, Abbildungsverzeichnis, Danksagung

8. Anhang

Anhang A Quellen

Literatur

Aebli, H. (1978): *Von Piagets Entwicklungspsychologie zur Theorie der kognitiven Sozialisation*. In G. Steiner (Hrsg.), *Piaget und die Folgen*, Kindler-Verlag, Zürich.

Aebli, H. (1980/81): *Denken: Das Ordnen des Tuns*. 2 Bde. Klett-Verlag, Stuttgart.

Anderson, J.R. (2001): *Kognitive Psychologie*, 3. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg/Berlin.

Anderson, R.C. (1977): *The notion of schemata and the educational enterprise: general discussion of the conference*. In: Anderson, R.C. & Spiro, R.J. (Hrsg.) *Schooling and the acquisition of knowledge*, Erlbaum, Hillsdale, N.Y.

Atkinson, R.C. (1975): *Mnemonotechnics in second-language learning*. In: *American Psychologist*, 30, S. 821-828.

Ausubel, D. P. (1974): *Psychologie des Unterrichts*, 2 Bde., 1. Auflage, BeltzPVU, Weinheim.

Ausubel, D. P., Novak, J.D., Hanesian, H. (1980/81): *Psychologie des Unterrichts*. 2 Bde., 2. Auflage, BeltzPVU, Weinheim.

Belkin, N.J., Cool C., Stein, A., Thiel, U. (1994): *Cases, Scripts, and Information-Seeking Strategies: On the Design of Interactive Information Retrieval Systems*, New Brunswick, Darmstadt.

Belkin, N.J., Oddy, R.N., Brooks, H.M. (1982a): *ASK for Information Retrieval: Part 1. Background and theory*, in: *Journal of documentation*, Volume 38, Number 2, S. 61-71.

Belkin, N.J., Oddy, R.N., Brooks, H.M.: (1982b) *ASK for Information Retrieval: Part 2., Results of a design study*, in *Journal of documentation*, Volume 38, Number 3, S. 145-164.

Belkin, N., Croft, W.B. (1987): *Retrieval Techniques*. In: Williams, M.E. (Ed.): *Annual Review of Information Science and Technology (ARIST)*, Vol. 22, 1987, Elsevier Science Publishers: Amsterdam et al., S. 109-146.

Bernet PR (Hrsg.), Züricher Hochschule Winterthur (2002): *Journalisten im Internet*, ZHW Studie 2002, Zürich.

Bork, T. (1994): *Informationsüberlastung in der Unternehmung*. In: *Europäische Hochschulschriften*, Frankfurt, u.a.

- Bransford, J.D., Stein, B.S.** (1993): *The ideal problem solver: A guide für improving thinking, learning and creativity.* Freeman, New York.
- Bruner, J. S.** (1973): *Der Akt der Entscheidung.* In: Neber (Hrsg.) Entdeckendes Lernen, BeltzPVU, Weinheim.
- Buzan, T., Buzan, B.** (1997): *Das Mind-Map-Buch: Die beste Methode zur Steigerung Ihres geistigen Potentials.* Verlag moderne Industrie, Landsberg am Lech.
- Caillois, R.** (1961): *Man, play, and games.* The Free Press, Glencoe, New York, S. 10-11.
- Card, S., Mackinlay, J.D., Robertson, G.G.** (1991): *The Information Visualizer: An Information Workspace,* Palo Alto.
- Card, S., K., Pirolli, P.** (1995): *Information Foraging in Information Access Environments,* Palo Alto.
- Chalmers, M., Chitson, P.** (1992): *Bead: Explorations in Information Visualization.* In: Proc. Of SIGIR '92 Conf. ACM, S. 330-337, Juni 1992
- Chalmers, M.** (1993): *Using a Landscape Metaphor to Represent a Corpus of Documents.* In: Proc. European Conf. on Spatial Information Theory, Elba, September 1993, Cambridge.
- Chalmers, M.** (1994): *Information Environments.* In: MacDonald, L., Vince, J. (Hrsg.): *Interacting with Virtual Environments,* John Wiley & Sons-Verlag, Chichester, u.a., S 187-191.
- Chalmers, M.** (1995): *Design perspectives in visualising complex information.* In: Proc. IFIP 3rd Visual Databases Conference, Lausanne.
- Chalmers, M. , Rodden, K., Brodbeck, D.** (1998): *The Order of Things: Activity-Centred Information Access,* Zürich.
- Clarkson, M.A.** (1993): *Informationstheater.* In: c't, Heft 2, 1993, S. 50-55.
- Cohen, P.A., Ebeling, B.J.; Kulik, J.A.** (1981): *A meta-analysis of outcome studies of visual-based instruction.* In: Educational Communication and Instructional Journal 29, S. 26-36.
- Collins, A.M., Quillian, M.R.** (1969): *Retrieval time for semantic memory.* In: Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 8, S. 241-248.
- Dässler, R., Palm, H.** (1998): *Virtuelle Informationsräume mit VRML: Informationen recherchieren und präsentieren in 3D.* dpunkt-Verlag, Heidelberg.
- Dässler, R.** (1999): *Informationsvisualisierung: Stand, Kritik, Perspektiven.* In: *Methoden/Strategien der Visualisierung in Medien, Wissenschaft und Kunst.* Wissenschaftlicher Verlag, Trier.

DIN 44300 (1988): November 1988.

Dörr, G., Jüngst, K.L. (Hrsg) (1998): *Lernen mit Medien, Ergebnisse und Perspektiven zu medial vermittelten Lehr- und Lernprozessen*, Juventa-Verlag, München.

Dorsch, F., Häcker, H., Stapf, K.H. (Hrsg.) (1996): *Psychologisches Wörterbuch*, Hans Huber Verlag, Bern.

Dumais, S. T. Cutrell, E., Chen, H. (2001): *Bringing order to the web: Optimizing search by showing results in context*. In: *Proceedings of CHI'01, Human Factors in Computing Systems*, April 2001, pp. 277-283.

Dumais, S. T., Chen, H. (2000): *Hierarchical classification of web content*. In: *Proceedings of SIGIR'00*, August 2000, pp. 256-263.

Eco, U. (1972): *Einführung in die Semiotik*. Fink-Verlag, München.

Eco, U. (1991): *Semiotik – Entwurf einer Theorie der Zeichen*. 2. korrigierte Auflage, Fink-Verlag, München.

Edelmann, W. (2000): *Lernpsychologie*. 6. Vollst. überarb. Auflage, BeltzPVU, Weinheim.

Finke, R.A. (1986): *Bildhaftes Verstehen und visuelle Wahrnehmung*. In: *Spektrum der Wissenschaft*, 5, S. 78-86.

Fischer, A. (2003): *Das Sprachspiel*. Seminararbeit, Humboldt Universität zu Berlin.

Flusser, V. (1996): *Die Revolution der Bilder, der Flusser Reader zu Medien, Kommunikation und Design*. 2. Auflage, Bollmann-Verlag, Mannheim.

Flusser, V. (1989): *Die Schrift: hat Schreiben Zukunft?* 2., erg. Aufl., Immatrix Publications, Göttingen.

Gagné, R.M. (1969): *Die Bedingungen des menschlichen Lernens*. Schroedel, Hannover.

Gentner, D, Gentner D.R. (1983): *Flowing waters or teeming crowds: Mental models of electricity*. In: Gentner, D., Stevens, A.L. (Hrsg.): *Mental Models*. Erlbaum, Hillsdale N.Y., S. 99-129.

Goldstein, B.E. (1997): *Wahrnehmungspsychologie, Eine Einführung*. Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, Oxford.

Graf, R. (2004): *Media literacy – Otto Neuraths Zeichen-Utopie im Zeitalter der „usability“*. Unpublizierter Vortrag beim 9. Österreichisch-Ungarischen Semio-philosophischen Kolloquium „Mediensemiotik heute“, 30.-31. Oktober 2004, Dunabogdany/Ungarn, 2004.

- Hall, S.** (1989): *Encoding/decoding*. In: Centre for Contemporary Cultural Studies (Hg.). *Culture, Media, Language: Working Papers in Cultural Studies*. London: Hutchinson, 128-138.
- Hartmann, F., Bauer, E.K. (Hrsg.)** (2002): *Bildersprache: Otto Neurath – Visualisierungen*. WUV-Universitäts-Verlag, Wien.
- Hemmje, M., Schweickert, T.** (1996): *A Graphical User Interface to the Object-Oriented Database System VODAK on the Basis of the Generic Visualisation Toolkit Lyberworld*. In: *Interfaces to Databases (IDS-3): Proc. of the 3rd International Workshop on Interfaces to Databases*, Napier University, Edinburgh, 8-10 July 1996, ELECTRONIC WORKSHOPS IN COMPUTING, Springer-Verlag und British Society.
- Hemmje, M.** (1999): *Unterstützung von Information-Retrieval-Dialogen mit Informationssystemen durch interaktive Informationsvisualisierung*. Diss. TU Darmstadt.
- Hitzke, C.** (2000): *Knowledge Maps, Grundlagen zur Entwicklung einer graphischen Übersicht für digitale Lernsysteme*. Univ. Dipl. Arbeit Zürich, 2000.
- Hochberg, J, Brooks, V.** (1962): *Pictorial recognition as an unlearned ability: A study of one child's performance*. In: *American Journal of Psychology*, 75, S. 624-628.
- Hudson, W.** (1960): *Pictorial depth perception in sub-cultural groups in Africa*. *Journal of Social Psychology* 52, S. 183-208.
- Huizinga, J.** (1950): *Homo Ludens*. The Beacon Press, Boston.
- Issing, L.J., Klimsa, P. (Hrsg.)** (2002): *Information und Lernen mit Multimedia und Internet*. BeltzPVU, Weinheim.
- Johnson-Laird, P.N.** (1983): *Mental Models. Towards a cognitive science of language, inference and consciousness*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Juul, J.** (2003): *Level Up: Digital Games Research*. In: Copier, M., Raessens J. (Hrsg.): *Conference Proceedings*. Utrecht: Universität Utrecht, S. 30-45.
- Konrad-Zuse-Zentrum** (1996): *Wissenschaftliche Visualisierung*. Technischer Bericht 1996, S. 47, Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik, Berlin.
- Krampen, M.** (1986): *Geschichte und Struktur von Piktogrammsystemen*. In: Hartmut Espe (Hrsg.). *Visuelle Kommunikation. Empirische Analysen*. Hildesheim: Olms, 102-118.
- Krapp, A., Weidenmann, B. (Hrsg.)** (2001): *Pädagogische Psychologie*. 4. Vollst. überarb. Auflage, BeltzPVU, Weinheim.

- Kuhl, J., Heckhausen, H. (Hrsg.)** (1996): *Motivation, Volition und Handlung*. Enzyklopädie der Psychologie, Themenbereich, C, Bd. 4, Hogrefe, Göttingen.
- Kuhlen, R.** (1991): *Hypertext: Ein nichtlineares Medium zwischen Buch und Wissensbank*. Springer, Berlin.
- Kulig, C.C., Kulig J.A.** (1991): *Effectiveness of computer based instruction: An update analysis*. In: Computer in Human behavior, 7, S. 75-94.
- Lamping, J., Rao, R.** (1994): *Laying out and Visualizing Large Trees Using a Hyperbolic Space*. In: Proc. Of the UIST '94 Conference, Marina del Rey, S. 13-14, November 1994.
- Lamping, J., Rao, R., Pirolli, P. (Hrsg.)** (1995): *A focus+context technique based on hyperbolic geometry for visualizing large hierarchies*. In: Proc. Of CHI '95, Conference on Human Factors in Computing Systems, Denver, S. 401-408, May, 1995.
- Landow, G.P.** (1992): *Hypertext: the convergence of contemporary critical theory and technology*. The John Hopkins University Press, Baltimore.
- Langer, I., Schulz v. Thun, F., Tausch, R.** (1981): *Sich verständlich ausdrücken*. Reinhardt-Verlag, München.
- Larkin, J. H., Simon, H. A.** (1987): *Why is a diagram is (sometimes) Worth Ten Thousand Words?* In: Cognitive Science 11.
- Lefrancois, R. Guy** (1994): *Psychologie des Lernens*. 3. Auflage, Springer-Verlag, Berlin u.a.
- Levie, H.W.** (1978): *A prospectus for research of visual literacy*. In: Educational Communication and Technology Journal, 26, S. 25-36.
- Lewalter, D.** (1997): *Lernen mit Bildern und Animationen*. Studie zum Einfluss von Lernmerkmalen auf die Effektivität von Illustrationen. Waxmann-Verlag, Münster u.a.
- Mackinlay, D.D., Robertson, G.G., Card, S.K.,** (1991): *The perspective Wall: Detail and Context Smoothly integrated*. In: Proc. Of th SIGCHI '91, Conference on Human factors in Computer Systems, ACM Press: New York, S. 173-179 URL: <http://www2.parc.com/istl/projects/uir/publications/author/Card.html> 23.2.05
- Mackinlay, J.D., Rao, P., Card, S.K.** (1995): *An organic user interface for searching Citation Links*. Palo Alto.
- Mallot, H.A.** (1998): *Sehen und die Verarbeitung visueller Information, eine Einführung*. Vieweg-Verlag, Braunschweig [u.a.].
- Marchionini, G.** (1995): *Information seeking in electronic environments*. Cambridge University Press, Cambridge.

- Marmann, M.** (1993): *Datenmodellierungskonzepte für Hypermedia und ihre Abbildung in Datenbanken*. Diss., Fernuniversität Hagen.
- Meadows, J.** (2001): *Understanding Information*. Saur Verlag, München.
- McCormick, B., DeFanti, T., Brown, R. (Hrsg.)** (1987): *Visualization in scientific computing and computer graphics*. ACM SIGGRAPH, 21, 6, November 1987.
- Medosch, A.** (2002): *Isotype and WWW*. In: Hartmann, Frank, Bauer, Erwin, K. (Hrsg.): *Bildersprache: Otto Neurath – Visualisierungen*, WUV-Universitäts-Verlag, Wien.
- Morkes, J., Nielsen, J.** (1997): Concise, SCANNABLE, and Objective: How to Write for the Web. <http://www.useit.com/papers/webwriting/writing.html> (14.02.05)
- Najarro, Barberena, M.A.** (2000): *Darstellung von Suchergebnissen in 3D-Dimensionen*. Vortrag auf den Net.Objective Days, Erfurt.
- Najarro, Barberena, M.A.** (2003): *Visualisierung von Informationsräumen*. Diss., Ilmenau.
- Neisser, U.** (1979): *Kognition und Wirklichkeit*. Klett-Cotta, Stuttgart.
- Neurath, O.** (1933): *Bildstatistik nach Wiener Methode in der Schule*. Dt. Verl. f. Jugend u. Volk. Wien, Leipzig.
- Norman, K.** (1991): *The psychology of Menu Selection: Designing Cognitive Control at the Human/Computer Interface*. Ablex, Norwood, N.Y.
- Pavio, A.** (1979): *Imagery and verbal processes*. Erlbaum-Verlag, Hillsdale, N.Y.
- Powers, D.M.W., Pfitzner, D.** (2003): *The Magic Science of Visualization*. Adelaide.
- Robertson, G., Mackinlay, J.D., Card, S.K.** (1991): *Cone Trees: Animated 3D-Visualizations of hierarchical Information*. In: Proc. of the ACM SIGCHI '91, Conf. New Orleans, S. 189-194. URL: <http://www2.parc.com/istl/projects/uir/publications/author/Card.html> 23.02.05
- Robertson, G., Card, S., Mackinlay, J.D.** (1993): *Information Visualization Using 3D Interactive Animation*. In: Communications of the ACM, Vol. 36, No. 4, S. 57-71. URL: <http://www2.parc.com/istl/projects/uir/publications/author/Card.html> 22.02.05
- Robertson, G., Mackinlay, J., Card, S.** (1994): *Information Visualization Using 3D Interactive Animation*. URL: <ftp://ftp.cs.brown.edu/pub/papers/graphics/chi94/card-mackinlay-position.ascii> 22.02.05
- Rose, D.E., Levinson, D.** (2004): *Understanding User Goals in Web Search*. New York.

Sachs-Hombach, K., Rehkämper, K. (Hrsg.) (1998): *Bild - Bildwahrnehmung – Bildverarbeitung*. In: interdisziplinäre Beiträge zur Bildwissenschaft, Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden.

Salen, K., Zimmerman, E. (2000): *Rules of Play - Game Design Fundamentals*. MIT Press, Cambridge, S. 96.

Saracevic, T., Spink, A. (1998): *Human-Computer interaction in information retrieval: nature and manifestations of feedback*. In: *Interacting with Computers* 10, S. 249-267, Rutgers.

Saracevic, Tefko, Kantor, Paul, Chamis, Y. Alice, Trivison, Donna (1988): *A Study of Information Seeking and Retrieving. I. Background and Methodology*. In: *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 39(3), p.161-176.

Saracevic, Tefko, Kantor, Paul (1988): *A Study of Information Seeking and Retrieving. II. Users, Questions, and Effectiveness*. In: *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 39(3), p.177-196.

Saracevic, T., Kantor, P. (1988): *A Study of Information Seeking and Retrieving. III. Searchers, Searches, and Overlap*. In: *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 39(3), p. 197-216.

Search Engine Report (2000): *Survey Search Habits*. June 2000. URL: <http://searchenginewatch.com/sereport/article.php/2162681>

Schnotz, W. (1994): *Aufbau von Wissensstrukturen, Untersuchungen zu Kohärenzbildung beim Wissenserwerb mit Texten*. BeltzPVU, Weinheim.

Scholz, Oliver R. (2004): *Bild, Darstellung, Zeichen*. Frankfurt/M.: Vittorio Klostermann.

Sheikh, A.A. (1983): *Imagery. Current theory, research and applications*. Wiley, New York u.a.

Shepard, R.N., Podgorny, P. (1978): *Cognitive Processes that resemble perceptual processes*. In: Estes, W.K. (Hrsg.): *Handbook of learning and cognitive processes*. Vol. 5, Erlbaum, Hillsdale, N.Y., S. 189-238.

Shneiderman, B.; Byrd, D., Croft, W.B. (1997): *Clarifying Search. A User-Interface-Framework for Text Searches*. In: *D-lib Magazine*, January 97. URL: <http://www.dlib.org/dlib/january97/retrieval/01shneiderman.html> (14.02.05)

Shneiderman, B. (1998): *Designing the User Interface: Strategies for effective Human-Computer Interaction*. 3. überarb. Auflage, Addison-Wesley, Reading, u.a.

Steiner, G. (2001): *Lernen und Wissenserwerb*, in: Krapp A., Weidenmann, B. (Hrsg.): *Pädagogische Psychologie*, 4. Vollst. Überarb. Auflage, BeltzPVU, Weinheim.

- Stroop, J.R.** (1935): *Studies of interference in serial verbal reactions*. In: Journal of Experimental Psychology, 18, S. 643-662.
- Suits, B.** (1978): *The Grasshopper*. University of Toronto Press, Toronto, 1978, p. 34.
- Tergan, S.** (2002): *Hypertext und Hypermedia: Konzeption, Lernmöglichkeiten, Lernprobleme und Perspektiven*. In: issing, L.J., Klimsa, P.(Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia und Internet. BeltzPVU, Weinheim.
- Tolman, E.C.** (1948): *Cognitive maps in rats and men*. Psychological Review, 55(4), S. 189-208.
- Ulich, D.** (1995): *Das Gefühl*. 3. Auflage, Psychologie Verlags Union, Weinheim.
- Weidenmann, B.** (1988): *Psychische Prozesse beim Verstehen von Bildern*. Hans Huber Verlag, Bern.
- Weidenmann, B.** (Hrsg.) (1994) : *Wissenserwerb mit Bildern, instruktionale Bilder in Printmedien, Film, Video und Computerprogrammen*. 1. Aufl., Huber , Bern [u.a.].
- Wild, E., Hofer, M., Pekrun, R.** (2001): *Psychologie des Lernens*, in: Krapp, Andreas, Weidenmann, Bernd (Hrsg.): Pädagogische Psychologie, 4. Vollst. Überarb. Auflage, BeltzPVU, Weinheim.
- Wittgenstein** (2001): *Philosophische Untersuchungen*. In: L, Schulte, J (Hrsg.) *Kritisch-genetische Edition/Ludwig Wittgenstein*. 1. Aufl., Suhrkamp, Frankfurt am Main.

Links

- <http://www.answers.com/topic/imaging> 22.02.05
- <http://www.apa.at> 08.03.05
- <http://www.apa-it.at> 08.03.05
- http://www.devmag.net/projektpflege/usability_textlayout.htm 14.02.05
- <http://www.google.at>, 11.02.2005
- <http://www.jesperjuul.dk/text/gameplayerworld/>, 21.03.05
- <http://www.kartoo.com> 11.03.05
- <http://www.marumushi.com/apps/newsmap/newsmap.cfm> 24.02.05

<http://www.scientificamerican.com/article.cfm?articleID=00048144-10D2-1C70-84A9809EC588EF21&catID=2> 22.03.05

<http://www.scoreberlin.de/website-analyse/content-usability/#verstaendlichkeit> 12.02.05

<http://www.sun.com/980713/webwriting> 14.02.05

<http://www.wikipedia.org/wiki/semanticweb> 22.03.05

<http://de.wikipedia.org/wiki/Wissen> 15.02.05

<http://www.zdnet.de/itmanager/tech/0,39023442,2138440,00.htm> 22.03.05

Anhang B Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Oktaeder als Grundform für Kapitel-Visualisierung.....	13
Abb. 2: Der Begriff des Wissens nach Edelmann 2000, S. 164.	19
Abb. 3: Hypothetische Gedächtnisstruktur eines Semantischen Netzwerkes nach Collins & Quillian, 1969.....	22
Abb. 4: Das semantische Netz, bzw. Schema „Zeuge“, Steiner, 2001.....	28
Abb. 5: Klassifikation von Barrieretypen nach Dörner, 1979, S. 14.....	33
Abb. 6: Transformation des IST-Zustandes in den Soll-Zustand, Edelmann, 2000, S. 211.	34
Abb. 7: Anforderungen von Bildern an die Kognition, Levie 1978.....	42
Abb. 9: Perspective Wall, Mackinlay et. al., 1991 (mit freundlicher Genehmigung von S. Card, XEROX Parc, Palo Alto).....	72
Abb. 10: Cone Tree, Robertson et. al., 1991 (mit freundlicher Genehmigung von S. Card, XEROX Parc, Palo Alto).....	73
Abb. 11: Tree Map als Verzeichnisdarstellung auf einer News-Website, http://www.marumushi.com/apps/newsmap/newsmap.cfm	74
Abb. 12: BEAD, Darstellung der Informationsobjekte als Punktwolke (mit freundlicher Genehmigung von M. Chalmers, University of Glasgow).....	75
Abb. 13: BEAD, Darstellung der Informationsobjekte in einer Landkarte (mit freundlicher Genehmigung von M. Chalmers, University of Glasgow).....	76
Abb. 14: Hyperbolic Browser (mit freundlicher Genehmigung von P. Pirolli, Xerox PARC).....	77
Abb. 15: Ergebnisdarstellung mit SQUID (mit freundlicher Genehmigung von S. McCrickard, College of Computing, Georgia Institute of Technology, Atlanta).	78
Abb. 16: Navigationskegel als Visualisierung von Lyberworld, Hemmje & Schweikert, 1996.	79
Abb. 17: Relevanzkugel als Visualisierung von Lyberworld, Hemmje, 1999.....	80
Abb. 18: Visualisierung der Suchmaschine Kartoo, www.kartoo.com	81
Abb. 19: Der APA Online Manager AOM (mit freundlicher Genehmigung von M. Mitterholzer, APA-IT).	103
Abb. 20: Darstellung der Ergebnisse zum Suchbegriff „Internet“ aus allen Dokumenten des APA-Basisdienstes seit 1986 (Mit freundlicher Genehmigung von M. Mitterholzer, APA-IT).	107
Abb. 21: Visualisierung der geclusterten Themenliste zum Thema WWF über das Jahr 2004 im neuen APA AOM (Mit freundlicher Genehmigung von M. Mitterholzer, APA-IT).	108

Abb. 22: 2D-Hügel- Visualisierung des neuen APA AOM zum Thema WWF (Mit freundlicher Genehmigung von M. Mitterholzer, APA-IT).....	109
Abb. 23: Cluster-Spider-Visualisierung zum Suchbegriff „WWF“ im neuen APA AOM (Mit freundlicher Genehmigung von M. Mitterholzer, APA-IT).	110
Abb. 23: 3D-Hügel-Visualisierung des neuen APA AOM zum Thema WWF (Mit freundlicher Genehmigung von M. Mitterholzer, APA-IT).....	111
Abb. 24: 3D-Hügel-Visualisierung mit Trefferliste zum Thema WWF, Cluster „Bartgeier“ (Mit freundlicher Genehmigung von M. Mitterholzer, APA-IT)....	112
Abb. 25: Visualisierung Quellenvergleich zum Thema „Forschung“ im neuen APA AOM (Mit freundlicher Genehmigung von M. Mitterholzer, APA-IT).	113

Anhang C Danksagung

Diese Diplomarbeit wäre nicht in dieser Form entstanden, wenn mir nicht einige Personen mit geistiger und kreativer Anregung, Rat und Tat, sowie finanzieller Unterstützung zur Seite gestanden wären.

Ich möchte meiner Familie danken, die mich auf meinem Lebensweg unterstützt, auch wenn er manchmal nicht so linear und nachvollziehbar verläuft. Ohne ihre Unterstützung wäre es mir nicht möglich gewesen, dieses Studium überhaupt zu beginnen, geschweige denn, es zu einem Abschluss zu bringen.

Maßgeblich beteiligt an der Themenfindung war Christian Hart, der mit seiner unerschöpflichen Kreativität den Grundstein zu dieser Arbeit gelegt hat und auch in weiterer Folge immer wieder geholfen hat, Klarheit zu schaffen, wenn meine Verwirrung zu groß wurde.

Auf dem Weg zu dieser Diplomarbeit hat mich Julia Habersack begleitet, durch ihre Suchprobleme inspiriert und immer zur rechten Zeit mit kritischem Feedback zum Nachdenken gebracht.

Johannes Rossacher rettete mich im Kampf gegen den Photoshop.

Mein „Diplomarbeitscoach“ Wolfgang Pölz hat mich zur Visualisierung dieser Arbeit angeregt und stellte die richtigen Fragen zur richtigen Zeit.

