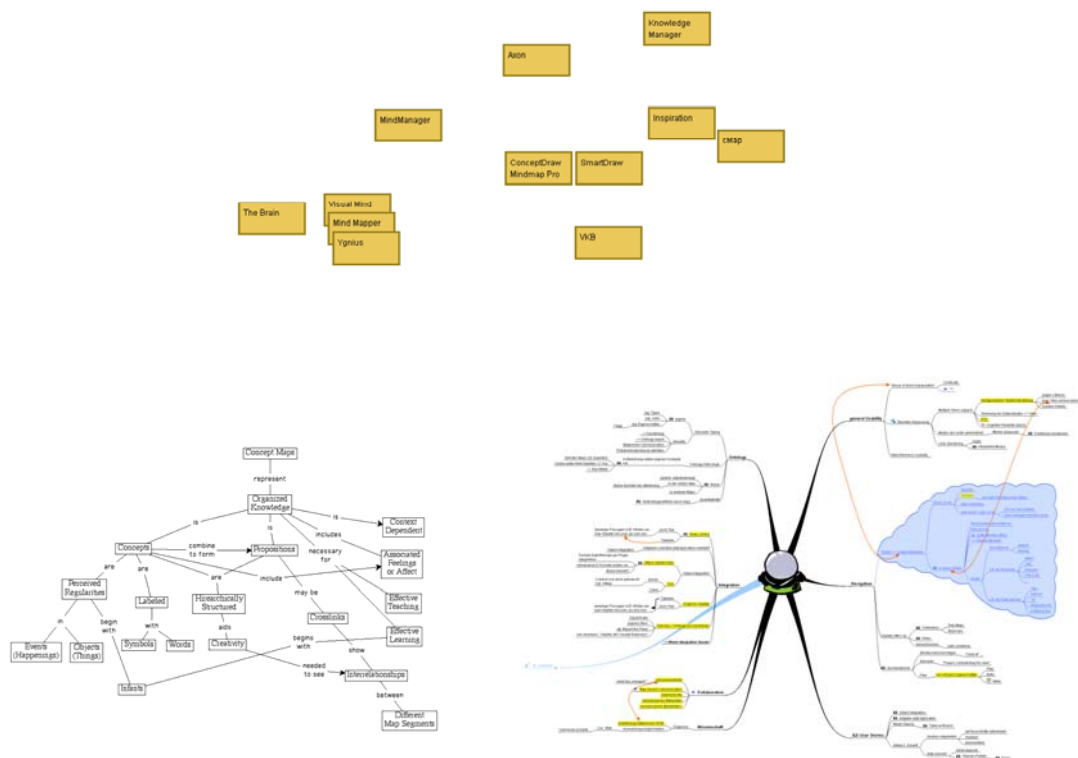


Diplomarbeit

Mappingverfahren zur Wissensorganisation

Steffen Heiko Matthias Haller



Erstgutachter: Prof. Dr. Ludwig J. Issing, CMR, FU-Berlin
Zweitgutachter: Prof. Dr. Friedrich W. Hesse, IWM, Tübingen
Betreut durch: Dr. Sigmar-Olaf Tergan, IWM, Tübingen

Eingereicht am 16. Dezember 2002

Ich erkläre an Eides Statt, dass ich diese Diplomarbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Mir ist bekannt: Bei Verwendung von Inhalten aus dem Internet habe ich diese zu kennzeichnen und mit Datum sowie der Internet-Adresse (URL) ins Literaturverzeichnis aufzunehmen.

Diese Arbeit hat keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen.

Ich bin mit der Einsichtnahme in der Bibliothek und auszugsweiser Kopie einverstanden. Alle übrigen Rechte behalte ich mir vor. Zitate sind nur mit vollständigen bibliographischen Angaben und dem Vermerk „unveröffentlichtes Manuskript einer Diplomarbeit“ zulässig.

Meinem Vater Hans Hinkelbein – einem heimlichen Mapping-Pionier,
und den mapa-Leuten, die das perfekte Mappingsystem entwickeln werden.

Mappingverfahren zur Wissensorganisation

Heiko Haller

post@heikohaller.de

<http://heikohaller.de>

Diese Arbeit steht unter der Creative Commons Lizenz ‚by-sa‘
(<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/de/>)
und ist im Internet zum Download verfügbar unter:

<http://heikohaller.de/literatur/diplomarbeit/>

Herzlicher Dank geht an alle, die mir bei der Erstellung dieser Arbeit durch Ideen, Korrekturen oder Lebensfreude geholfen haben, besonders an Sigmar-Olaf für die intensive Betreuung und an meinen Vater Hans, der mich während der Entstehung dieser Arbeit in vieler Hinsicht unterstützt hat.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Einleitung | 6 |
| 2 | Psychologische Grundlagen | 9 |
| 2.1 | Begriffsklärung | 9 |
| 2.2 | Überblick | 10 |
| 2.3 | Lernwirksamkeit von Mappingverfahren | 11 |
| 2.3.1 | Visualisierungseffekte | 11 |
| 2.3.2 | Nicht-visuelle Effekte | 13 |
| 2.3.3 | Forschung zur Lernwirksamkeit von Mappingverfahren | 14 |
| 2.4 | Weitere Anwendungsmöglichkeiten | 15 |
| 3 | Anforderungen an Mappingverfahren und -Programme | 18 |
| 3.1 | Intendierter Anwendungsbereich | 18 |
| 3.1.1 | Maps als Navigationshilfe | 18 |
| 3.1.2 | Selbstgesteuertes Lernen | 18 |
| 3.1.3 | Wissensmanagement | 22 |
| 3.1.4 | Zusammenfassung des intendierten Anwendungsbereichs | 23 |
| 3.2 | Anforderungen an das Verfahren | 24 |
| 3.2.1 | Freies Platzieren | 24 |
| 3.2.2 | Freie Relationen | 25 |
| 3.2.3 | Annotationen | 26 |
| 3.2.4 | Übersichtlichkeit | 27 |
| 3.3 | Anforderungen an das Computerprogramm | 30 |
| 3.3.1 | Papier oder Computer? | 30 |
| 3.3.2 | Hyperlinks | 32 |
| 3.3.3 | Einfaches Editieren | 33 |
| 3.3.4 | Integration von Detail und Kontext | 33 |
| 4 | Verschiedene Mappingverfahren | 37 |
| 4.1 | Vorbemerkung | 37 |
| 4.2 | Mind-Mapping | 38 |
| 4.2.1 | Geschichte und Ziele | 38 |
| 4.2.2 | Das Verfahren | 39 |
| 4.2.3 | Forschung | 39 |
| 4.2.4 | Exemplarisches Tool: MINDMANAGER | 40 |
| 4.2.5 | Weitere Tools | 43 |
| 4.2.6 | Fazit | 44 |
| 4.3 | Concept Mapping | 44 |
| 4.3.1 | Geschichte und Ziele | 44 |
| 4.3.2 | Das Verfahren | 45 |
| 4.3.3 | Formalisierte Verfahren | 46 |
| 4.3.4 | Forschung | 47 |
| 4.3.5 | Exemplarisches Tool: INSPIRATION | 50 |
| 4.3.6 | Weitere Concept-Mapping-Tools | 52 |
| 4.3.7 | Fazit | 56 |

| | | |
|--------------------|--|-----------|
| 4.4 | Spatial Hypertext..... | 57 |
| 4.4.1 | Geschichte und Ziele..... | 57 |
| 4.4.2 | Das Verfahren..... | 57 |
| 4.4.3 | Forschung..... | 58 |
| 4.4.4 | Exemplarisches Tool: VISUAL KNOWLEDGE BUILDER..... | 59 |
| 4.4.5 | Weitere Tools..... | 61 |
| 4.4.6 | Fazit..... | 63 |
| 4.5 | Weitere Mappingverfahren..... | 64 |
| 4.5.1 | INSTRUCTURE..... | 64 |
| 4.5.2 | THE BRAIN..... | 65 |
| 5 | Vergleiche der Verfahren und Tools untereinander..... | 66 |
| 5.1 | Vergleich der Verfahren..... | 66 |
| 5.1.1 | Vergleich nach Erfüllung der Anforderungen..... | 67 |
| 5.1.2 | Fazit..... | 68 |
| 5.2 | Vergleich der Tools..... | 69 |
| 5.2.1 | Freies Platzieren..... | 69 |
| 5.2.2 | Freie Relationen..... | 69 |
| 5.2.3 | Annotationen..... | 70 |
| 5.2.4 | Übersichtlichkeit..... | 70 |
| 5.2.5 | Hyperlinks..... | 71 |
| 5.2.6 | Einfaches Editieren..... | 71 |
| 5.2.7 | Integration von Detail und Kontext..... | 72 |
| 5.2.8 | Tool-Tabelle..... | 73 |
| 5.2.9 | Fazit..... | 73 |
| 6 | Desiderata..... | 75 |
| 6.1 | Entwicklungsbedarf..... | 75 |
| 6.1.1 | Kombinieren der Ansätze..... | 75 |
| 6.1.2 | Formalisierbarkeit..... | 76 |
| 6.1.3 | Vergleichen von Maps..... | 77 |
| 6.1.4 | Logging..... | 77 |
| 6.1.5 | Navigation..... | 78 |
| 6.1.6 | Offenheit..... | 78 |
| 6.1.7 | Neue Visualisierungsformen..... | 80 |
| 6.1.8 | Mobilität..... | 82 |
| 6.2 | Zukünftige Anwendung..... | 82 |
| 6.2.1 | Einsatzfelder..... | 82 |
| 6.2.2 | Kompetenzentwicklung..... | 82 |
| 6.2.3 | Ressourcenmanagement..... | 83 |
| 6.2.4 | Map-basierte Kommunikation..... | 83 |
| 6.3 | Forschungsbedarf..... | 83 |
| 6.3.1 | Usability..... | 83 |
| 6.3.2 | Neue Verfahren..... | 84 |
| 6.3.3 | Kognitionspsychologie..... | 84 |
| 6.3.4 | Kollaboratives Mapping..... | 86 |
| 7 | Ausblick..... | 87 |
| Anhang..... | | 92 |
| A | Verzeichnis der getesteten Mappingtools..... | 92 |
| B | Literaturverzeichnis..... | 93 |

1 Einleitung

In der Pädagogik hat ein Paradigmenwechsel stattgefunden, vom herkömmlichen Lehren (Frontalunterricht) zum selbstgesteuerten, konstruktivistischen und ressourcenbasierten Lernen, bei dem der Lernende¹ nicht als passiver Rezipient sondern als aktiver Lerner gesehen wird (Friedrich, 1999).

Tergan (2002a) schreibt dazu:

„Ein Umdenken erweist sich nicht zuletzt deshalb als erforderlich, weil es für Lernende angesichts der zunehmend kürzer werdenden Verfallszeiten von Wissen in Zukunft weniger darauf ankommt, einen definierten Wissenskorpus zu erwerben und für bestimmte Anwendungszwecke im Gedächtnis verfügbar zu halten. Vielmehr kommt es darauf an, interne (mentale) und externe Formen der Wissensrepräsentation zu entwickeln, die eine kognitiv ökonomische Speicherung und einen flexiblen, anforderungsspezifischen Zugriff auf Information und Wissen unterstützen.“

Und (Tergan, im Druck):

„Kompetenz zum Wissensmanagement wird dabei zu einem wesentlichen Aspekt kognitiver Kompetenz, den es für die Zukunft zu entwickeln gilt.“

Vom heutigen Lerner werden also zunehmend Kompetenzen des Wissensmanagements gefordert. Andererseits gewinnt dort, wo der Begriff „Wissensmanagement“ geprägt wurde, nämlich im betriebswirtschaftlichen Management, der Aspekt des Lernens zunehmend an Bedeutung (Reinmann-Rothmeier, 2001)

Ein Problem des herkömmlichen „Wissens“-Management-Ansatzes ist, dass es sich hierbei bisher meistens nur um *Ressourcen*²- bzw. *Informationsmanagement* gehandelt hat. Der psychologische Aspekt, der den Unterschied zwischen Information und Wissen ausmacht, wurde vernachlässigt (Maurer, 1999). Probst, Deussen Eppler & Raub (2000) zitieren eine Fülle von Untersuchungen, die zeigen, dass die meisten Manager an chronischem „Information Overload“ leiden. Laut

¹ Der besseren Lesbarkeit halber wird in dieser Arbeit die formal männliche Form verwandt („Lerner“, „Benutzer“...) – gemeint sind selbstverständlich Menschen aller Geschlechter.

² Mit „*Ressourcen*“ (respektive Lern- oder Wissensressourcen) sind hier alle möglichen externen Informationsressourcen gemeint – ähnlich der Definition von Lernressourcen nach Russel (1990, S. 440). Eine Ressource kann z.B. ein Buch, ein Text, eine Website oder ein Bild sein, aber auch eine persönliche Mitteilung, eine Bibliothek oder eine Person.

Reuters (1997) glauben z.B. mehr als die Hälfte der befragten 1000 Manager, trotz vorhandener Informationen schlechte Entscheidungen zu fällen. Die Schwierigkeit scheint demnach nicht im Beschaffen von Informationen zu liegen, sondern in der persönlichen Organisation von Wissen.

Für das in unserer Zeit zunehmend wichtige vernetzte Denken (Vester, 2002), sowie für das Lösen komplexer Probleme im Allgemeinen, müssen Informationen im Kontext verstanden werden: sowohl im Sinne des Anwendungsbezuges (Wozu ist diese Information nützlich), als auch im Sinne der Beziehung einer Informationseinheit³ zu anderen Informationseinheiten (Worauf bezieht sich diese Aussage, welche anderen Informationseinheiten unterstützen sie, welche widersprechen ihr u.ä.).

Um diesen Zusammenhang herstellen zu können, ist es notwendig, relevante Informationseinheiten zu erinnern (vorhandenes Wissen reaktivieren), die Beziehungen zwischen den Informationseinheiten zu verstehen, und die neuen Informationen oder Gedanken mit bereits vorhandenen in Beziehung zu setzen.

Ein gutes System zur Unterstützung von Lernen und Wissensorganisation sollte seine Inhalte auf eine Weise darstellen, die der mentalen Repräsentation dieser Inhalte entgegenkommt. Diese Hoffnung wurde beim Aufkommen der entsprechenden Technologie in die Hypertextsysteme gesetzt, da bei ihnen die Inhalte in vernetzter Struktur abgelegt und dargeboten werden. Die Hypertextforschung hat jedoch gezeigt, dass die hypertextuelle Darstellung allein nicht ausreicht, um Lernprozesse zu begünstigen (Tergan 2002a). Häufig kommt es zu Orientierungsproblemen (HyperDisc – Tergan, Harms, Lechner, & Wedekind, 1998; zu HyperDisc s.a. Tergan, Lechner & Hesse, 1999), und dem Benutzer fällt es schwer, die Beziehungen zwischen den Informationseinheiten zu verstehen.

Dieser Verstehensprozess muss auf einer Metaebene stattfinden, die ein In-Beziehung-Setzen der Informationseinheiten ermöglicht; das System sollte also die Möglichkeit bieten, auf dieser Metaebene zu arbeiten, und zwar so, dass der Lerner die Beziehungen der Informationseinheiten untereinander für sich selbst elaborieren kann – sei es, indem er die Einheiten explizit in Beziehung setzt, sie gruppiert, oder ihnen eine Annotation (= Notiz) anhängt.

³ Der Begriff *Informationseinheit* wird hier ganz allgemein gebraucht, er bezeichnet einen eigenen Gedanken eben so, wie ein einfaches Argument, eine Annotation oder einen Verweis auf eine externe Ressource.

Eine Map kann diese Metaebene bereitstellen und als Basis für die Elaboration auf dieser Ebene dienen. Bei Mappingverfahren werden Informationen (Sachverhalte, Gedanken) räumlich-visuell dargestellt. Auf diese Weise kann sich der Benutzer seine Fähigkeiten zur räumlichen Orientierung und Bildung kognitiver Landkarten (*cognitive maps*) (Tolman, 1948; Dillon, McKnight & Richardson, 1993) für die Orientierung im „Wissensraum“ zunutze machen.

Die meisten Mappingverfahren wurden ursprünglich zur Visualisierung von Sachverhalten und zur Unterstützung von bedeutungsvollem Lernen (Novak, n.d.) bzw. als Kreativitätstechnik, zum Ordnen von Gedanken und als Brainstormingmethode (Buzan & Buzan, 1996) entwickelt. Daher eignen sich manche gut dazu, eigene Ideen und Notizen unkompliziert aufzunehmen und zu organisieren, andere dazu, komplexe Sachverhalte übersichtlich darzustellen oder das Verstehen von Argumentationsstrukturen zu verbessern (Shum, MacLean, Bellotti & Hammond, 1997). Auch zur Evaluation von Wissen können Mappingverfahren eingesetzt werden (Mandl & Fischer, 2000a).

Viele der neuen computerbasierten Mappingtools bieten darüber hinaus die Möglichkeit, Hyperlinks auf lokale Dateien oder ins Internet einzusetzen, womit sie den Zugriff auf externe Wissensressourcen ermöglichen. Dies eröffnet ein neues Anwendungsfeld für Mappingverfahren: Externe Ressourcen wie eigene Gedanken können in ein und demselben System repräsentiert und strukturiert werden. Der Nutzer kann sich einen Überblick über die Struktur der dargestellten Inhalte verschaffen, und sie von der erwähnten Metaebene aus in persönlich bedeutsamer Weise organisieren.

Die verschiedenen existierenden Mappingverfahren wurden unter verschiedenen Gesichtspunkten und mit verschiedenen Zielen entwickelt, jedoch ist ein integrativer Ansatz, der die Möglichkeiten dieser verschiedenen Ansätze vereint, noch zu vermissen.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit im Fach Medienpsychologie sollen daher

- die psychologischen Grundlagen und Möglichkeiten von Mappingverfahren aufgezeigt werden
- ausgehend von Anforderungssituationen Kriterien aufgestellt werden, die aus psychologischer Sicht von einem guten Mappingssystem erfüllt werden sollten
- verschiedene Mappingverfahren und -Tools vorgestellt werden
- diese anhand der aufgestellten Kriterien verglichen werden, um Stärken und Schwächen der verschiedenen Ansätze zu verdeutlichen.

- Zum Schluss soll ein integrativer, offener Ansatz vorgeschlagen und auf Entwicklungs-, Integrations- und Forschungsbedarf eingegangen werden.

Ein gutes mapping-basiertes Programm zur persönlichen Wissensorganisation könnte nicht nur als Schnittstelle zwischen dem eigenen Gedächtnis und externen Wissensressourcen dienen, sondern das eigene kognitive System unterstützen und um externalisierte, nicht verblässende Wissensrepräsentationen und -Ressourcen ergänzen, und zwar zu einem umfassenden Wissensorganisationssystem, mit höherer Kapazität und der Fähigkeit zu komplexeren Gedankengängen.

2 Psychologische Grundlagen

2.1 Begriffsklärung

Wenn im Folgenden der Begriff „Map“ gebraucht wird, sind immer strukturierte, räumliche (meist zweidimensionale) Anordnungen von Wissensseinheiten gemeint. Der Begriff Map (engl. für „Landkarte“) ist in seiner Bedeutung eigentlich umfassender als er hier gebraucht wird; da aber passendere Bezeichnungen wie „Knowledge Map“, „Cognitive Map“ u. ä. bereits anderweitig belegt sind und zudem von verschiedenen Autoren teilweise uneinheitlich verwendet werden (s. a. [4.1 Vorbemerkung](#)), werden in dieser Arbeit die Begriffe „Map“ bzw. „Mapping“ (für den Prozess der Erstellung einer Map) verwendet.

Der Begriff „Cognitive Map“ wird in seinem ursprünglich von [E. C. Tolman \(1948\)](#) geprägten und so auch weiter verbreiteten Sinne verwendet, und nicht im Sinne einer Mappingtechnik, wie etwa in [Jonassen, Beissner & Yacci \(1993\)](#).

Die Informationseinheiten, welche die Elemente der Maps darstellen, werden bei den verschiedenen Ansätzen unterschiedlich bezeichnet („Konzepte“, „Äste“, ...). Um sie in ihrer allgemeinen Form zu benennen, wird in dieser Arbeit der Begriff „Knoten“⁴ verwandt. Verbindungen zwischen diesen Knoten werden hier als „Links“ bezeichnet, die zu unterscheiden sind von „Hyperlinks“, welche navigationsbezogene Verweise sind, die meistens auf externe Ressourcen verweisen.

⁴ Der Begriff „Knoten“ stammt aus der Terminologie von Netzwerken. Netzwerke bestehen aus Knoten, die durch „Kanten“ miteinander verbunden sind. Bei einem Hypertext z.B. sind die Links die Kanten, die Seiten sind die Knoten.

Der Begriff „Wissensorganisation“ wird in einem psychologischen Sinne gebraucht, nicht so, wie er von der „International Society for Knowledge Organization“ (ISKO) belegt ist, welche einen eher technisch und lexikalisch geprägten Aspekt der Wissensorganisation verfolgt (vgl. z.B. Gödert, Jaenecke & Schmitz-Esser, 1992). In dieser Arbeit hingegen soll der metakognitive Aspekt des Umgangs mit dem eigenen Wissen im Vordergrund stehen.

2.2 Überblick

Maps sind strukturierte Visualisierungen von Wissensinhalten. Ihr Einsatzbereich wurde bisher hauptsächlich in der Verwendung als Unterstützung im Lehr-/Lernkontext gesehen:

- 1) **Lehren:** als Technik zur *Vermittlung* von strukturiertem Wissen
- 2) **Lernen:** zur Unterstützung des Lerners in Form eines *Kognitiven Werkzeuges* im Sinne von Jonassen (1992) – hauptsächlich beim Bearbeiten von Texten
- 3) **Prüfen:** a) zur Diagnose von Vorwissen
b) zur Evaluation von Lernerfolg

Einen guten Überblick über 23 Mapping- und andere Verfahren bietet mit Hinblick auf diese drei Bereiche das Buch „Structural Knowledge“ (Jonassen, Beissner & Yacci, 1993). Es enthält sowohl die theoretischen Hintergründe der Verfahren als auch Beispiele und Forschungsergebnisse.

Jüngst & Strittmatter (1995) fassen dieses Buch in einem kurzen deutschsprachigen Artikel zusammen und versuchen, die Verfahren in eine tabellarische Rahmenstruktur einzuordnen.

Die Dissertationsschrift von Frank Fischer (1998) gibt in ihrem Theorieteil einen guten Überblick über Geschichte, Hintergründe und Forschung zu gebräuchlichen Mappingverfahren – allerdings leider ohne Abbildungen.

Abbildungen und knappe Beschreibungen zu 12 verschiedenen (z. T. eher in der Betriebswirtschaft gebräuchlichen) Mappingverfahren finden sich in dem Buch „Kompetenz-Management“ von Probst, Deussen, Eppler & Raub (2000).

Das Buch „Wissen sichtbar machen“ (Mandl & Fischer, 2000a) schließlich beinhaltet eine Reihe neuerer empirischer Untersuchungen, die das Forschungsfeld für Mappingverfahren auch ein wenig erweitern, z.B. auf den vorher kaum untersuchten Bereich der kollaborativen Anwendung.

2.3 Lernwirksamkeit von Mappingverfahren

Da Mappingverfahren bisher hauptsächlich in der Rolle als Lehr-/Lernhilfen theoretisch beschrieben und untersucht wurden, werden im Folgenden die theoretische Annahmen vorgestellt, auf die sich die Einschätzung der Lernwirksamkeit von Mappingverfahren gründet.

2.3.1 Visualisierungseffekte

Da Maps Visualisierungen von Wissensinhalten sind, ist bei ihrer Verwendung stets auch das visuelle System beteiligt, und zwar über das zum Text Lesen übliche Maß hinaus, denn die Map beinhaltet eine räumliche Repräsentation der Struktur der dargestellten Inhalte.

Neben „dual-coding“-Effekten (Paivio, 1971), die generell nahelegen, dass graphische Darstellungen reichhaltigere Gedächtnisspuren hinterlassen als Texte, sind strukturelle Vorteile zu erwarten: Gegenüber einem Text hat eine graphische Zusammenfassung von Informationen nach Schnotz (1992) den Vorteil, dass sie sparsamer ist, weil jedes Konzept nur *einmal* eingeführt zu werden braucht, während es in einem Text meist mehrfach erwähnt werden muss, um alle Zusammenhänge zu bezeichnen. Zudem lässt eine Map gegenüber einem linearen Text ihrem Betrachter mehr Freiheit in der Reihenfolge ihrer Exploration (vgl. z. T. Fischer, 1998).

Auch eine Erleichterung bei der Bildung mentaler Modelle ist durch Maps zu erwarten:

Mentale Modelle

Schnotz (2002) beschreibt zwei Wege, wie aus visuell wahrgenommenem Material mentale Modelle gebildet werden (vgl. Abbildung 1).

1) Textuelle Information ist von *beschreibender* Symbolik (sog. „deskriptionale“ Repräsentation des Inhalts) und wird nach subsemantischer und semantischer Verarbeitung zunächst *propositional* d.h. in Form einzelner, die Sache beschreibender, Aussagen repräsentiert. Aus dieser propositionalen Repräsentation wird erst nach und nach durch Modellbildungsprozesse ein mentales Modell konstruiert.

2) Bilder und Diagramme hingegen haben *abbildenden* Symbolcharakter (sog. „depiktionale“ Repräsentation). Ihre Struktur korrespondiert mit der Struktur der abgebildeten Sache. Daher werden sie direkter (ohne den Umweg über propositionale Repräsentationen) zu mentalen Modellen verarbeitet. Aus den mentalen Modellen können jedoch durch Prozesse der Modellinspektion auch Propositionen generiert werden.

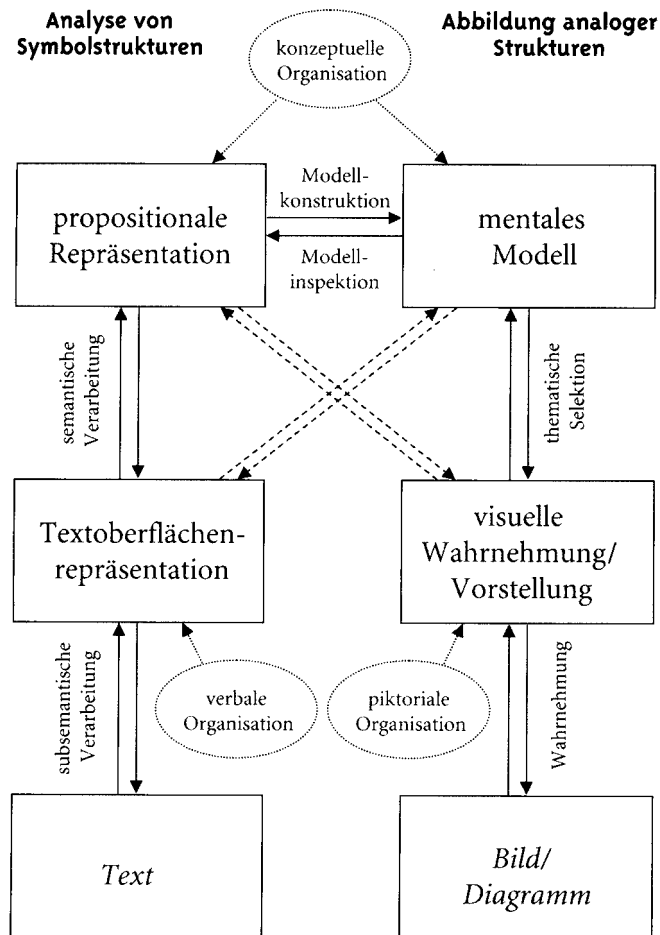


Abbildung 1: Unterschiedliche Verarbeitungswege für textuelle und bildliche Information. Aus [Schnotz \(2002\)](#).

Da Concept Maps explizite Propositionen enthalten, müssen diese nicht mehr eigens aus einem Text extrahiert werden. Andererseits wird die Struktur des dargestellten Inhalts durch die räumliche Konfiguration der Concept Map repräsentiert. Eine Concept Map bietet also Informationen für *beide* Wege zur Modellbildung in *einer* Darstellung an. Zusätzlicher kognitiver Aufwand zur Integration von Text und Bild scheint deshalb nicht nötig (vgl. Split-Attention Effekte, z.B. [Chandler & Sweller, 1992](#)).

Speziell Concept Maps und verwandte Verfahren müssten demnach die Bildung mentaler Modelle besonders fördern.

Die Forschung der letzten 12 Jahre zu „Knowledge Maps“ ([O'Donnell Dansereau & Hall, 2002](#)), einem Concept-Map-ähnlichen Verfahren, hat gezeigt, dass beim Lernen mit Knowledge Maps (im Vergleich zum Text) tatsächlich mehr zentrale Gedanken des dargestellten Themas behalten werden. Und dies besonders

- a) von Lernern mit geringeren verbalen Fähigkeiten, denen also das Extrahieren von Propositionen aus dem Text schwerer fällt, und
- b) von Lernern mit geringem Vorwissen, die also noch kein mentales Modell zum Thema besitzen.

Orientierung

Da Maps strukturanaloge Abbildungen sind (s.o.), kann man ihnen – je nach Gestaltung und verwendetem Verfahren – auch ihre übergeordnete Gliederung, ihre „Makrostruktur“ unmittelbar ansehen. Der Betrachter kann sich buchstäblich „auf einen Blick“ eine Übersicht verschaffen, und dürfte so mit geringerem Aufwand in der Lage sein, sich eine erste Rahmenstruktur anzueignen, die als Grundlage für die Orientierung in der Map und damit auch der Orientierung in den dargestellten Inhalten dient. Diese Eigenschaft könnte vor allem bei der Bearbeitung großer oder komplexer Themengebiete nützlich sein.

Da die Knoten in einer Map feste Plätze haben, und sich die Gesamtstruktur der Map nicht ohne das Zutun des Benutzers ändert, ist davon auszugehen, dass der Benutzer einer Map schon bald intern eine kognitive Landkarte („cognitive map“, Tolman, 1948) der externen Map ausbildet.

Das Generieren einer kognitiven Landkarte, das sich eigentlich auf die Orientierung in realen Umgebungen (z.B. einer Stadt) bezieht, verläuft in drei Phasen (vgl. z.B. Dillon et al., 1993 oder Chen & Czerwinski, 1998):

- 1) Landmarks: Die Orientierung beschränkt sich zunächst auf die Kenntnis einiger markanter Punkte.
- 2) Route Knowledge: Hinzu kommt die Kenntnis von Routen, die diese Landmarks verbinden – abseits einer solchen Route ist noch keine Orientierung möglich.
- 3) Survey Knowledge: Schließlich wird Übersichtswissen erlangt – die Routen und Landmarks sind in eine übergeordnete Struktur integriert. Erst nach dieser letzten Phase wird von einer kognitiven Landkarte gesprochen.

Dieser Prozess könnte bei der Benutzung von Maps beschleunigt ablaufen, da von vornherein die Gesamtstruktur der Map sichtbar ist, und das Übersichtswissen daher schon von Anfang an gebildet werden kann.

Durch die Bildung von kognitiven Landkarten, welche ohnehin unwillkürlich abläuft, macht sich der Benutzer von Mappingverfahren seine bereits vorhandenen, (wahrscheinlich sogar angeborenen) Fähigkeiten zur räumlichen Orientierung für die Orientierung im „Wissensraum“ zunutze.

2.3.2 Nicht-visuelle Effekte

Weitere Lerneffekte, die nicht direkt mit der visuellen Natur von Maps begründet werden, werden von verschiedenen Autoren erwartet (vgl. z.B. Fischer, 1998 und Jonassen et al. 1993):

Aufgrund der vernetzten Repräsentation (v. a. bei Concept Maps u. ä.) wird mit Blick auf Netzwerkmodelle des Gedächtnisses die Hypothese vertreten, dass solche Verfahren besonders lernwirksam sind, da sie gewissermaßen „kognitiv adäquat“ sind.

Als Evaluationsmethode eingesetzt, verspricht man sich von Concept Maps, dass sie besser als andere, klassische Prüfungsverfahren das Wissen über Zusammenhänge abbilden können, da sich gerade die Beziehungen *zwischen* den Elementen bezeichnen lassen.

Ein weiterer Vorteil könnte dadurch entstehen, dass der Lerner, um die Lerninhalte in einer Map externalisieren zu können, gezwungen ist, sich über diese Inhalte klar zu werden. Diffuses Wissen könnte auf diese Weise „entlarvt“ und Klärungsbedarf entdeckt werden. Außerdem erfordert das Mapping komplexer Informationen vom Benutzer meist eine Reduktion der Komplexität (Fischer 1998), wofür eine vertiefte kognitive Verarbeitung nötig ist, was sich wiederum positiv auf die Speicherung der Inhalte im Gedächtnis auswirken dürfte (Craik & Lockhardt, 1972).

Metakognition

Mappingverfahren sind geeignet, um metakognitive Prozesse zu unterstützen: Der Benutzer konzentriert sich zunächst bei der Erstellung einer Map auf das Thema und schafft eine externe Repräsentation seiner kognitiven Inhalte. Danach kann er (oder ein Tutor) in der Betrachtung dieses „kognitiven Substrats“ Aufschlüsse über seine Denkweise bekommen. Auch von dieser „reflexiven Eigenaktivität“ werden positive Lerneffekte erwartet (Fischer, 1998).

Genauso ist es für einen Novizen möglich, die Herangehensweise eines Experten an ein Problem eher nachzuvollziehen, oder sich auf diese Weise, im Sinne von Modelllernen, sonstige Aspekte seines kognitiven Stils zu eigen machen.

Mit der gleichen Begründung können Maps natürlich auch zur Wissensdiagnose (Prüfung) herangezogen werden. Die vom Prüfling erstellte Map kann dann nach formalen Kriterien bewertet werden (Korrektheit von Propositionen, Vernetztheitsgrad, ...) oder z.B. mit der Map eines Experten verglichen werden. Eine Übersicht map-basierter Verfahren zur Wissensdiagnose und Studien dazu finden sich in Mandl & Fischer (2000a).

2.3.3 Forschung zur Lernwirksamkeit von Mappingverfahren

Den zahlreichen Hypothesen zur Lernwirksamkeit von Mappingverfahren stehen zahlreiche Studien gegenüber, welche zwar die Lernwirksamkeit deutlich belegen, aber meist weniger Aufschluss darüber

geben, *welche* der vermuteten Gründe für den Erfolg letztlich verantwortlich sind.

Der größte Teil der Forschung zu Mappingverfahren hat sich bisher auf den Einsatz von Concept Mapping und ähnlichen Verfahren beschränkt.

Einen Überblick über die Forschung geben, wie bereits erwähnt, [Jonassen et al. \(1993\)](#) sowie [Fischer \(1998\)](#). Auf die Ergebnisse wird später, im Kapitel [4 Verschiedene Mappingverfahren](#), in den Abschnitten der jeweiligen Verfahren näher eingegangen.

2.4 Weitere Anwendungsmöglichkeiten

Sowohl die Theorie als auch die Forschung zu Mappingverfahren war in der Vergangenheit hauptsächlich auf deren Anwendung im Lehr-/Lernkontext beschränkt.

Als weitere Anwendungsmöglichkeiten wird im Folgenden zunächst auf problemlösendes Denken eingegangen. Anschließend wird, ausgehend von der Anwendung als kognitives Werkzeug zum selbstgesteuerten Lernen, der ausgedehnte Einsatz zum persönlichen Wissensmanagement vorgeschlagen.

Komplexes Problemlösen

Komplexes Problemlösen wird in der heutigen Zeit immer wichtiger (s. z.B. [Vester, 2002](#)). Auch die aktuelle politische Situation in Deutschland zeigt uns deutlich, wie wichtig und zugleich wie schwierig es ist, komplexe Probleme zu durchschauen und zu lösen. Zum Durchdringen komplexer Sachverhalte ist es zweifellos nötig, viele Informationseinheiten und auch deren Bezüge zueinander gleichzeitig im Arbeitsgedächtnis aktiv zu halten. Da dieses aber bekanntlich limitiert ist, könnte es eine große Hilfe sein, die relevanten Einheiten in ihrem Gefüge external visuell zu repräsentieren, so dass man sie, wenn auch nicht alle gleichzeitig im Arbeitsgedächtnis, so doch „auf einen Blick“ mit all ihren Querverbindungen verfügbar hat.

Aus diesem Grund arbeitet auch die „ZEG Banden“, eine auf Bandenkriminalität spezialisierte Gruppe der deutschen Polizei, mit einem Mappingverfahren, um die Beziehungen zwischen verschiedenen Akteuren und Straftaten zu visualisieren. Auf diese Weise werden manchmal Zusammenhänge sichtbar, die zur Überführung der Beteiligten führen können ([Wetzel, 2002](#)).

[Jonassen et al. \(1993\)](#) berichten von einer Reihe von Studien, welche das Vorhandensein von *strukturellem* Wissen als besonders starken Einflussfaktor auf die Fähigkeit, Probleme zu lösen, belegen.

Eine andere Studie belegt auch den positiven Einfluss der Anwendung von Concept Mapping auf die Bewältigung von Problemlöseaufgaben im medizinischen Bereich (Beissner, 1992).

Werkzeug zum selbstgesteuerten Lernen

Friedrich (1999) teilt die zum selbstgesteuerten Lernen nötigen kognitiven Anforderungen in die drei Gruppen Enkodier-, Erhaltungs-, und Abrufstrategien. Für alle drei Bereiche scheinen Mappingverfahren gut geeignet:

- 1) **Enkodierstrategien:** Mappingverfahren eignen sich gut zur Elaboration der gelernten Inhalte. Vielfach ist betont worden, wie wichtig für den Lernerfolg die Aktivierung von Vorwissen, und das Verknüpfen des Gelernten mit diesem Vorwissen ist (Ausubel, Novak & Hanesian, 1980; Reigeluth, 1983; Friedrich & Mandl, 1997). Eine sinnvolle Lernstrategie wäre es beispielsweise, zunächst sein Vorwissen zu einem Thema zu mappen, um dann das Gelernte dazu in Beziehung zu setzen. Hat der Lerner auf diese Weise bereits relevante Wissensgebiete externalisiert, so kann künftig direkt daran angeknüpft werden.
- 2) **Erhaltungsstrategien:** Um zu verhindern, dass bereits gelerntes Wissen wieder zerfällt, lässt sich dieses durch das bloße Betrachten der entsprechenden Map wieder auffrischen. Denn die Map des Gelernten enthält Cues (Hinweisreize), welche die mit ihnen verknüpften Gedanken reaktivieren und so ihrem Vergessen entgegenwirken können. Wenn ein Bereich bereits zu weit verblasst ist, kann dies dem Lerner hierbei auffallen und er kann ihn anhand der Map erneut durcharbeiten. (Zukünftige Forschung könnte hier Richtlinien liefern, wie lange, wie detailliert und wie oft dieser Prozess stattfinden muss, um mit möglichst geringem Aufwand gelerntes Wissen zu erhalten.)
- 3) **Abrufstrategien:** Da Informationen in Maps im Kontext abgelegt werden können, und aufgrund der o.g. Eigenschaft als Cues, sollten sich Maps auch zur Unterstützung des Abrufs gezielter Inhalte aus dem Gedächtnis eignen.

Persönliche Wissensorganisation

Wird ein Mappingsystem auf diese Weise in größerem Umfang zur Repräsentation und Organisation des eigenen Wissens eingesetzt, dann entsteht mit der Zeit eine umfangreiche persönliche „Wissensdatenbank“.

Heutige Mappingprogramme gestatten es, auch externe Wissensressourcen mit den Knoten der Maps zu verknüpfen. Dies können kurze Notizen ebenso sein, wie Internetseiten, eigene Dokumente,

Literaturangaben oder eMail-Adressen, um nur einige zu nennen. Auf diese Weise wird es möglich, interne (mentale) durch externe (s. o.) Wissensressourcen anzureichern.

Tergan (2002b) schlägt dazu folgendes Modell vor (s. Abbildung 2): Das Mappingsystem repräsentiert interne Konzepte (Kognitive Ebene) und bietet gleichzeitig Zugriff auf externe Ressourcen (Content-/Ressourcen-Ebene) aus einer Lernumgebung, von der Festplatte oder aus dem Internet, die mit den Konzepten verknüpft werden können. Außerdem können sowohl Konzepte als auch Ressourcen annotiert werden.

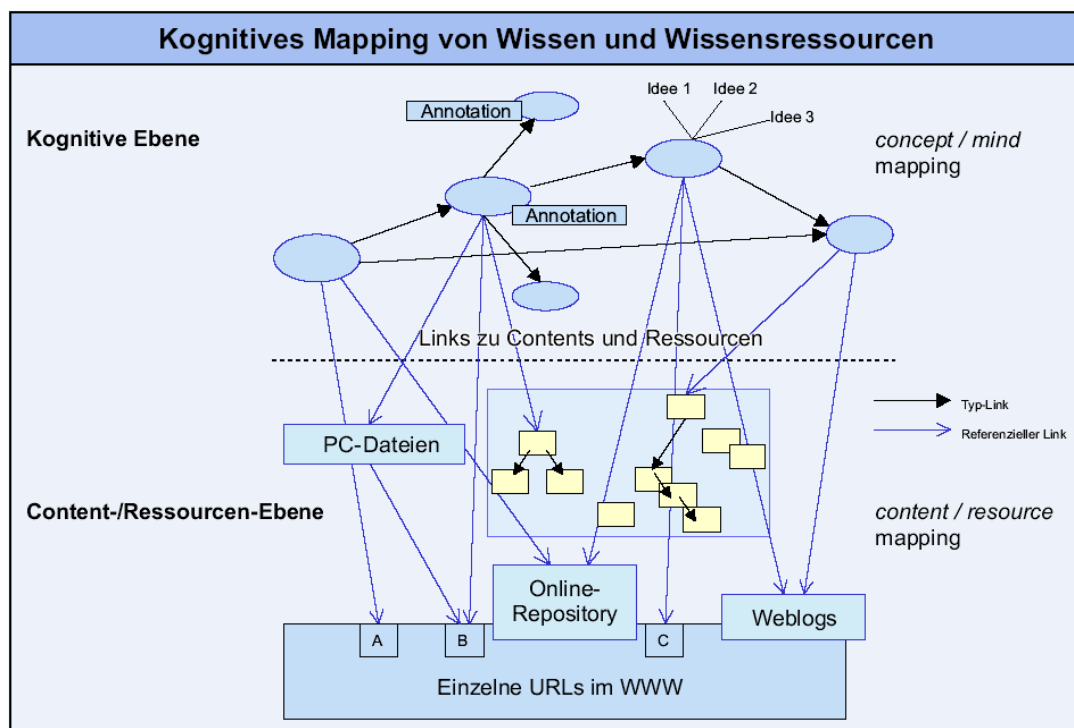


Abbildung 2: Schema einer Wissensorganisation. Aus einem Poster über ein Kooperationsprojekt am Institut für Wissensmedien (Tergan, 2002b).

Es ist zu erwarten, dass jene Knoten, die auf externe Ressourcen verweisen, oder auch der bloße Anblick eines bestimmten Ausschnittes einer Map, als visuelle Hinweisreize („Cues“) fungieren können, die dazu dienen, die Erinnerung an die entsprechenden Inhalte (auch die externen) zu reaktivieren. Dies kann allerdings nur funktionieren, wenn diese Cues vorher *zusammen* mit den verknüpften Inhalten kogniziert worden sind. Auch aus der Sicht der Ressourcenorganisation scheint es daher sinnvoll, zur Unterstützung selbstgesteuerten Lernens und zum persönlichen Wissensmanagement, Mappingsysteme sowohl für das Festhalten und Strukturieren *eigener* Gedanken einzusetzen, als auch für das Verknüpfen, Einbinden und Annotieren *externer* Ressourcen.

3 Anforderungen an Mappingverfahren und -Programme

3.1 Intendierter Anwendungsbereich

Mappingverfahren können überall dort hilfreich sein, wo das Strukturieren eines Themenbereiches vonnöten ist, und wo Informationen miteinander in Beziehung gesetzt werden müssen. Dies ist besonders bei der Orientierung in komplexen Informationsumgebungen der Fall (z.B. [Thüring, Hannemann & Haake, 1995](#)), sowie bei dem immer aktueller werdenden selbstgesteuerten Lernen ([Friedrich, 1999](#)) und nicht zuletzt im Betrieblichen Wissensmanagement ([Maurer, 1999](#)).

3.1.1 Maps als Navigationshilfe

Da in einer Map die Struktur des dargestellten Inhalts visuell repräsentiert ist, kann man sich auf einen Blick eine Übersicht über das Dargestellte verschaffen (vgl. Abschnitt „Orientierung“ in [2.3.1 Visualisierungseffekte](#)).

Daher werden Maps immer häufiger auch als Orientierungshilfe für die Navigation in Hypertexten verwendet. Auf vielen der größeren Websites findet man Sitemaps, und auch in hypermedialen Lernumgebungen werden map-basierte Navigationsfunktionen integriert, wie etwa bei SEPIA ([Thüring et al., 1995](#)) oder KNOWLEDGESEA ([Brusilowsky & Rizzo, 2002](#)).

Da es sich bei diesen Ansätzen der map-basierten Navigation aber hauptsächlich um bloße (passive) *Präsentation* von Maps handelt (im Gegensatz zur interaktiven Bearbeitung), werden sie in dieser Arbeit weitgehend ausgeklammert werden.

Erwähnenswert ist allerdings ein Feature des von [Gaines & Shaw \(1995\)](#) vorgestellten Programms KMAP: Beim Internetsurfen mit dem regulären Browser (Netscape) wird von KMAP eine Map aller besuchten Seiten erstellt. Eingezeichnet werden dabei nur jene Links zwischen den Seiten, die der Benutzer auch verfolgt hat. Es kommt also eine Map zustande, welche die Struktur des gelesenen Hypertextes genau so repräsentiert, wie sie sich für den Benutzer in diesem individuellen Fall dargestellt hat (s. Abbildung 3).

3.1.2 Selbstgesteuertes Lernen

Mappingverfahren sind natürlich nicht nur beim selbstgesteuerten Lernen hilfreich, sie wurden auch besonders in herkömmlichen Unterrichtssituationen erfolgreich eingesetzt. Aber Mappingverfahren erscheinen gerade für jene Anforderungen besonders hilfreich, welche beim selbstgesteuerten Lernen auftreten.

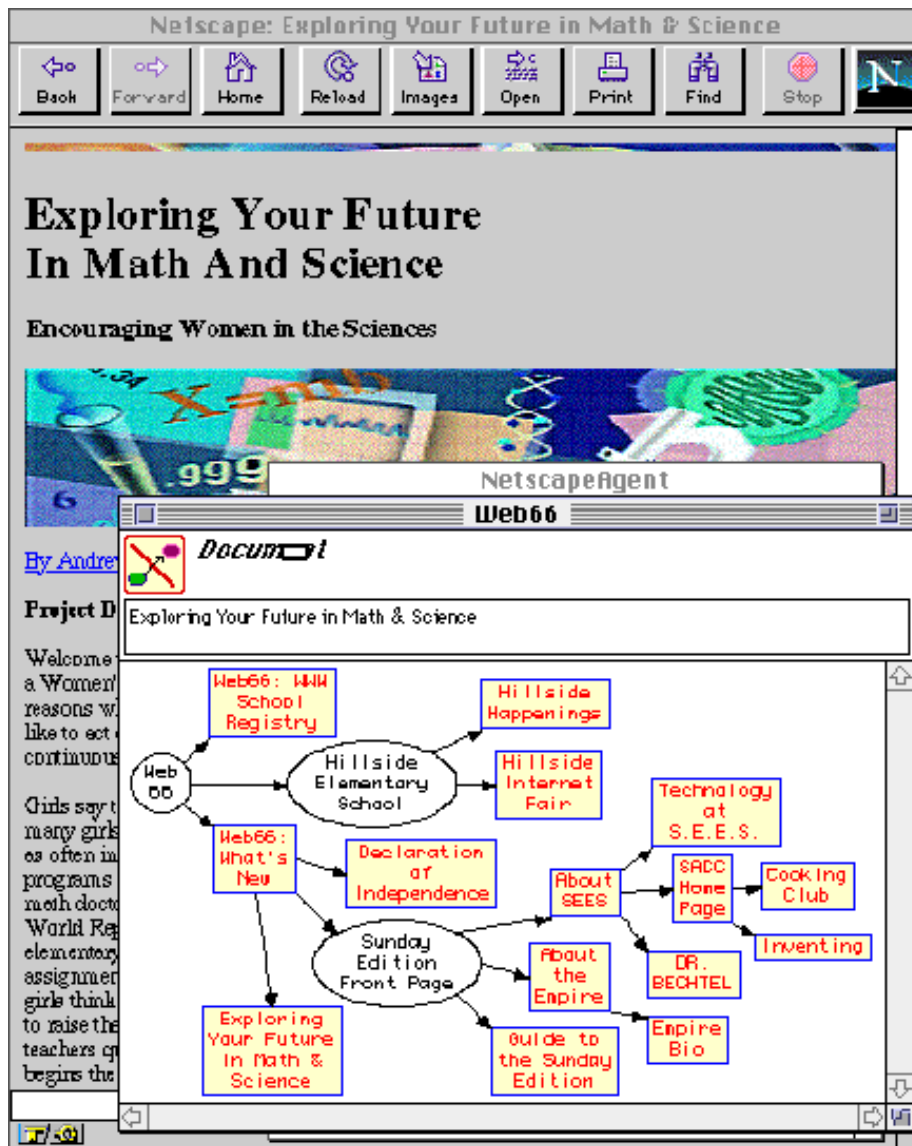


Abbildung 3: Concept Map Generierung durch Browsen. Die Concept Map rechts unten entspricht der Link-Struktur der mit Netscape besuchten Internetseiten. Es sind nur die Links zu sehen, die der Benutzer tatsächlich verfolgt hat. Aus [Gaines & Shaw \(1995\)](#).

[Friedrich \(1999\)](#) teilt die Anforderungen selbstgesteuerten Lernens in vier Komponenten: Kognition, Motivation, Ressourcennutzung und soziale Interaktion. Zumindest für die Komponenten *Kognition* und *Ressourcennutzung* können Mappingverfahren wertvolle Unterstützung bieten (und damit u. U. auch noch die Komponente *Motivation* positiv beeinflussen):

Kognition:

Hier können die im Abschnitt [2.4 Weitere Anwendungsmöglichkeiten](#) behandelten Enkodierstrategien, Erhaltungsstrategien und Abrufstrategien zum Einsatz kommen.

- Der Lerner kann die Lerninhalte in Maps strukturieren und sich einen Überblick über sie verschaffen.

- Er kann sie mit bereits vorhandenem Wissen verknüpfen, sofern dieses schon in Mapform vorliegt, und so Querbezüge schaffen, um das neue Wissen möglichst fest zu verankern.
- Er kann vorhandene Maps als Grundlage nehmen, um sein bestehendes Wissen zu elaborieren, zu korrigieren, zu erweitern und zu verfeinern.
- Er kann die Map als Grundlage zu metakognitiver Reflexion heranziehen.

Die so erstellten Maps können weiterhin Verwendung finden, etwa zum Auffrischen des Gelernten oder als Gedächtnisstütze, um bereits verblasste Lerninhalte wieder abzurufen.

Ressourcenorganisation

Die zweite Komponente selbstgesteuerten Lernens, bei der Mappingverfahren hilfreich sein können, ist die Organisation von (Lern-)Ressourcen.

Es gibt empirische Belege, dass Ressourcenbasiertes Lernen (Lavery, 2001) dem Lernen aus monolithischen Lehrbüchern vorzuziehen ist – z.B. in Form einer hypertextuellen Präsentation verschiedener Quellen: (Wiley & Voss, 1999).

Was aber kann gegen die bekannten Orientierungsschwierigkeiten beim hypertextuellen Lernen (Conklin, 1987; Tergan, 2002a) getan werden?

Neben einem map-basierten Zugriff auf die Ressourcen (s. 3.1.1 Maps als Navigationshilfe) auf Seiten des Mediums, haben sich bestimmte Lernstrategien auf der Seite des Lerners als erfolgreich erwiesen:

Rouet & Britt (2001) fanden heraus, dass effiziente Lerner und Experten gegenüber Novizen bzw. ineffizienten Lernern zusätzlich zum Inhalt der Quellen folgende Informationen verarbeiteten:

- Informationen *über* die Quellen
- Beziehungen *zwischen* den Quellen
- Beziehungen zwischen Quelle und *Inhalt*

Mappingverfahren zur Organisation der Ressourcen einzusetzen, erscheint daher vielversprechend: Die Ressourcen können durch einzelne Knoten repräsentiert werden. Die Beziehungen *zwischen* den Quellen können direkt in der Struktur der Map repräsentiert werden, oder durch benannte Verbindungslinien zwischen den entsprechenden Knoten expliziert werden (z.B. „unterstützt“, „basiert auf“ oder „widerspricht“). Die Informationen *über* die Quellen können entweder auch gemappt werden oder in Annotationen zu den Knoten Platz finden (s. Abbildung 4).

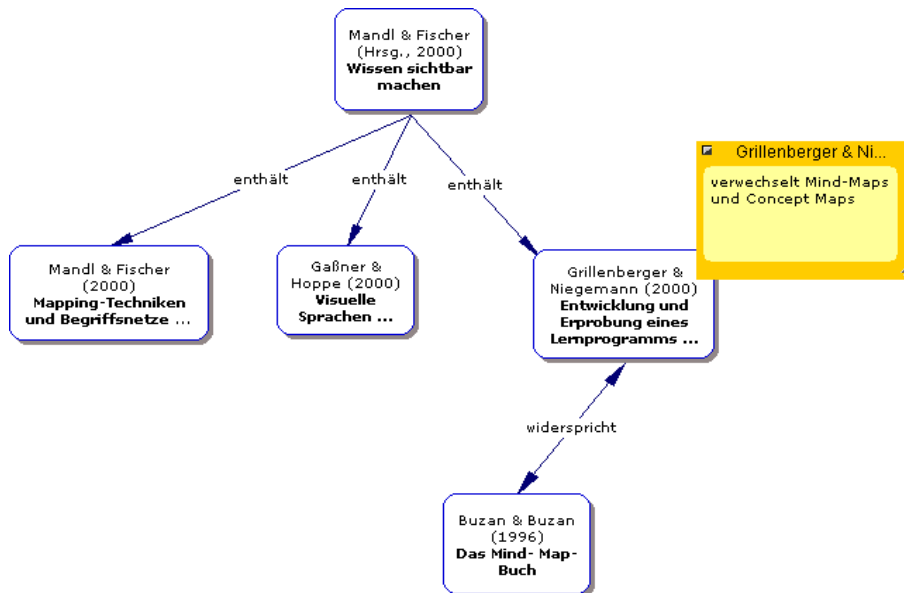


Abbildung 4. Ressourcenorganisation per Concept Map. Die Beziehungen zwischen den Literaturquellen sind durch benannte Pfeile dargestellt.

Mappingverfahren ermöglichen dem Lerner, seine Lernressourcen (Aufschriebe, Literatur, Lernprogramme, Internetseiten) in *einer* gemeinsamen Ordnungsstruktur zu organisieren. Diese Idee ist nicht neu:

Schon 1945 beschrieb **Vannevar Bush** in seinem visionären Artikel „As we may think“ eine Maschine namens MEMEX, die (auf der damals neuesten Technik beruhend) der Organisation persönlicher Wissensressourcen dienen sollte. Auf Mikrofilm sollte sie eine ganze Bibliothek enthalten können, die jederzeit durch weitere Dokumente (auch Zeichnungen oder handschriftliche Notizen) angereichert werden können sollte. Von jeder einzelnen Seite aus sollte auf jede beliebige andere verwiesen können werden.

So revolutionär die Idee des MEMEX vor gut 50 Jahren auch erscheinen musste, sie bot im Gegensatz zu den heutigen Mappingverfahren keine Möglichkeit der *räumlichen* Orientierung oder der *Gesamtübersicht* über die enthaltenen Ressourcen.

Die Notwendigkeit gedächtnisgerechter Ressourcenorganisation beschrieb **Bush (1949)** u.a. mit den Worten:

„Presumably man's spirit should be elevated if he can better review his shady past and analyze more completely and objectively his present problems. He has built a civilization so complex that he needs to mechanize his records more fully if he is to push his experiment to its logical conclusion and not merely become bogged down part way there by overtaxing his limited memory.“

3.1.3 Wissensmanagement

Bisher war hauptsächlich die Rede davon, wie Mappingtechniken das Lernen begünstigen können, und dass für das selbstgesteuerte Lernen zunehmend Fähigkeiten des Wissensmanagements gefordert sind. Doch auch andersherum spielt im betrieblichen Wissensmanagement das Lernen eine immer größere Rolle (Reinmann-Rothmeier, 2001; Back, 2001; Tergan, im Druck) – die „Lernende Organisation“ ist ein wichtiger Aspekt moderner Unternehmensführungstheorien (s. z.B. Schreyögg, 1999).

Probst, Raub & Romhardt (1999) beschreiben sechs (plus zwei) allgemeine Prozesskategorien des Wissensmanagements, die von Tergan (im Druck) aus psychologischer Sicht angepasst wurden:

- **Wissensidentifikation**
Über welches zielrelevante Wissen verfüge ich?
- **Wissensbewertung / -diagnose**
Ist mein Wissen ausreichend?
- **Lokalisation von Lernressourcen**
Wie komme ich an das benötigte Wissen ?
- **Wissenskonstruktion**
Wissensaneignung
- **Wissensrepräsentation / -organisation**
Kontextbezogene Externalisierung des erworbenen Wissens
- **Wissensnutzung**
Anwendung des erworbenen Wissens
- **Wissens(ver)teilung**
Wie kommt das Wissen zu denen, die es benötigen?

Die drei Kategorien Wissenskonstruktion, -Repräsentation und -Nutzung hängen eng zusammen, denn das Wissen sollte schon bei der Konstruktion so (anwendungsbezogen) repräsentiert werden, dass es später nutzbar ist. Die Repräsentation und Organisation von Wissen spielt also im Rahmen des betrieblichen Wissensmanagements eine zentrale Rolle.

Bisher waren Wissensmanagementsysteme eher *technologisch* orientiert. Die technische Speicherung und Beschaffung von Informationen stand im Vordergrund, der *psychologische* Aspekt aber, der den Unterschied zwischen Information und Wissen ausmacht, wurde vernachlässigt (Zur Unterscheidung von Information und Wissen sowie zum Verhältnis von menschlichem Wissen und computer-gespeichertem Wissen siehe z.B. Maurer, 1999). Es gilt, Wissensmanagementsysteme nicht nur als technische Informationsspeicher zu

sehen, sondern auch den kognitiven Aspekt von Wissen zu berücksichtigen.

Da man es beim Wissensmanagement mit komplexen Informationsumgebungen zu tun hat (Maurer, 2000), sind auch dort Orientierungshilfen gefragt (Kategorie Wissensorganisation). Wie in Abschnitt 3.1.1 [Maps als Navigationshilfe](#) besprochen, können Mappingverfahren dafür eingesetzt werden. Sie können die übergeordnete Struktur des Informationsraumes verdeutlichen (vgl. Thüring et al., 1995) und eine Metaebene bereitstellen, auf der externe Ressourcen kontextbezogen organisiert und in Beziehung gesetzt werden können. Was in Abschnitt 3.1.2 [Selbstgesteuertes Lernen](#) gesagt wurde, gilt auch hier: zum Einen, was die Ressourcenorganisation angeht, die ja schon bisher das zentrale Thema des Wissensmanagements war; zum Anderen ist selbstgesteuertes Lernen an sich wesentlicher Bestandteil betrieblichen Wissensmanagements (Reinmann-Rothmeier, 2001; Back, 2001), denn damit sich die organisierten Informationen in Wissen verwandeln, müssen sie zuerst von Menschen verstanden werden (Kategorie Wissenskonstruktion).

Hauptziel des gesamten Wissensmanagementprozesses ist die Kategorie Wissensnutzung. Mappingverfahren können die anwendungsbezogene Nutzung von Wissen erleichtern: Um komplexe Entscheidungs- und Problemlöseprozesse (wie sie in Wirtschaft und Politik zu bewältigen sind) zu begünstigen, sollten nicht nur Informationen bereit gestellt werden, sondern auch kognitive Prozesse unterstützt werden, wie vernetztes Denken oder Clustern und Strukturieren von Informationseinheiten.

Da Mappingverfahren metakognitive Prozesse erleichtern (s. Abschnitt 2.3.2 [Nicht-visuelle Effekte](#)), könnten sie sich nicht nur zum Entlocken und Modellieren von Expertenwissen eignen, sondern auch um bestehende Problemlöse- und Entscheidungsprozesse zu analysieren, um sie anschließend zu optimieren (Kategorie Wissensbewertung).

Erst wenn neben dem Ressourcenmanagement die kognitiven und metakognitiven Perspektiven ausreichend berücksichtigt werden, ist es eigentlich gerechtfertigt, von *Wissensmanagement* zu sprechen.

3.1.4 Zusammenfassung

Zusammenfassend lassen sich für den hier behandelten Kontext folgende zwei Hauptaufgaben eines Mappingsystems zur persönlichen Wissensorganisation feststellen:

- 1) Externale Repräsentation von Informationseinheiten zur Unterstützung / Entlastung des eigenen Gedächtnisses (und dadurch

u.a. Ermöglichung der Konstruktion und Elaboration komplexer Gedankengebäude)

- 2) Organisation externer Wissensressourcen in eben diesem Repräsentationssystem.

Ein solches Mappingsystem könnte einerseits als eigenständiges System zur persönlichen Wissensorganisation eingesetzt werden, andererseits zur Unterstützung von selbstgesteuertem Lernen in modernen Lernsettings oder als Komponente in betrieblichen Wissensmanagementsystemen.

Die Zielvorstellung ist eine Erweiterung des eigenen kognitiven Apparates zu einem umfangreichen, Wissen verarbeitenden Gesamtsystem hoher Kapazität – ein MEMEX gleichsam, auf Mapping-Basis.

3.2 Anforderungen an das Verfahren

Es soll nun erörtert werden, welchen Anforderungen ein Mappingssystem genügen sollte, um in den genannten Bereichen sinnvoll zur Anwendung zu kommen. Dabei wird zwischen Anforderungen an das Mappingverfahren und Anforderungen an das Computerprogramm unterschieden. Im Abschnitt [5 Vergleiche der Verfahren und Tools untereinander](#) werden die Verfahren und die Tools anhand der im Folgenden aufgestellten Kriterien verglichen. Auf welche Weise diese Kriterien erfüllt werden, wird beim einen oder anderen Kriterium vielleicht bei diesem Vergleich noch deutlicher.

Anmerkung: Auch wenn das eine oder andere Kriterium selbstverständlich scheint – kein Kriterium der folgenden Aufstellung wird von allen geprüften Tools erfüllt; genauso erfüllt auch keines der untersuchten Tools alle Kriterien dieser Liste (siehe Abschnitt [5.2 Vergleich der Tools](#)).

3.2.1 Freies Platzieren

Der Hauptvorteil von Mappingverfahren ist die Möglichkeit, Information *räumlich* zu organisieren, gemäß einer Cognitive Map des Benutzers ([Chen & Czerwinski, 1998](#); [Dillon et al., 1993](#)). Es ist daher unverzichtbar, die Knoten frei positionieren zu können, damit der Benutzer die Map seinem internalen räumlichen Modell anpassen kann. Die Knoten sollen ihre Position (zumindest relativ zu ihrer Umgebung) auch beibehalten, wenn die Map verändert wird; sonst ist die Orientierung im „Informationsraum“ anhand von Cognitive Maps kaum möglich.

3.2.2 Freie Relationen

Wie wichtig es für das Lernen ist, Informationen in Beziehung zu setzen und miteinander zu verknüpfen, ist vielfach betont worden (Ausubel et al., 1980; Reigeluth & Stein, 1983).

Das Verbinden beliebiger Knoten untereinander mit Links sollte in mehrfacher Hinsicht frei sein – alle vier folgenden Möglichkeiten sollten gegeben sein:

- 1) **Freie Knoten** – Für ein ungestörtes Brainstorming kann es hilfreich sein, Knoten ohne explizite Verbindung „einfach so hin zu werfen“, ohne sie gleich mit Vorhandenem verknüpfen zu müssen. So besteht zum einen die Möglichkeit, die Beziehung zwischen den Knoten durch deren bloße räumliche Anordnung auszudrücken (Näheres dazu siehe Abschnitt [4.4 Spatial Hypertext](#)), zum anderen kann die Vernetzung der neuen Knoten in einem zweiten, gesonderten Arbeitsschritt vorgenommen werden.
- 2) **Unbezeichnete Links** – Es sollte dem Nutzer freigestellt sein, ob er den Link beschriften will. Manchmal sollen einfach nur Wirkungsrichtungen dargestellt werden, und eine explizite Beschriftung würde nur den kognitiven Verarbeitungsaufwand erhöhen und die Übersichtlichkeit verringern. Vermutlich liegt die weite Verbreitung der Mind-Mapping-Methode auch an der einfachen Handhabung eben dieser, nicht weiter spezifizierten, Verknüpfungen. Zudem haben [Wiegmann, Dansereau, McCagg, Rewey & Pitre \(1992\)](#) herausgefunden, dass Lerner mit geringeren verbalen Fähigkeiten mit unbenannten Links besser lernen.
- 3) **Bezeichnete Links** sind das Charakteristikum von Concept Maps. Es sollte möglich sein, die Beziehung zwischen Knoten explizit zu benennen, nicht zuletzt, um z.B. die Beziehungen zwischen Ressourcen abbilden zu können. Zu den weiteren Vorteilen siehe Abschnitt [4.3 Concept Mapping](#).

Beispiele für 1) - 3) sind in [Abbildung 5](#) zu sehen.

- 4) **Formalisierte Links** – Damit sind Verknüpfungstypen eines standardisierten Satzes von Relationen gemeint, wie etwa die von [Jüngst \(1998\)](#), oder die beim sog. „Knowledge Mapping“ erfolgreich verwendeten ([O'Donnell et al., 2002](#)). Für eine Beschreibung dieser Verfahren und ihrer Vorteile siehe Abschnitt [4.3.3 Formalisierte Verfahren](#) sowie [6.1.2 Formalisierbar](#). Erst die Verwendung standardisierter Links ermöglicht die Erstellung semantischer Netze oder die Verwendung von Metadaten ([Meder, n.d.](#)), die von einem Computersystem gewissermaßen „verstanden“ werden können. Dies wiederum ist die Voraussetzung für die Integration des Mappingsystems in ein Wissensmanagementsystem oder für den Austausch mit anderen

semantischen Netzen, wie sie in naher Zukunft wahrscheinlich Verbreitung finden werden ([Semantic Web, 2002](#)).

Andererseits bedeutet die Verwendung formalisierter Maps immer eine Einschränkung der Ausdrucksmöglichkeiten, und es hat sich gezeigt, dass die Benutzer sich oft nicht streng an die Bedeutungen der genau vordefinierten Verbindungstypen halten, sondern diese wie freie Verbindungen (s.o.) behandeln ([Gaines & Shaw, 1995](#)). Die jeweils benutzte „visuelle Sprache“ ([Gaßner & Hoppe, 2000](#)) muss also vorher genügend gelernt werden. Dieser Lernaufwand wiederum steigt – so hat sich gezeigt – mit der Zahl der verwendeten Relationen stark an ([Fischer, 1998](#)).

Daraus ergibt sich:

- Das Programm sollte die Verwendung selbst definierter visueller Sprachen ermöglichen, die der Aufgabenstellung angepasst sind.
- Das Programm sollte die Verwendung dieser visuellen Sprachen unterstützen, indem in solchen Maps nur die vordefinierten Links verwendet werden können; Abweichungen sollen vom Benutzer explizit bestätigt werden.
- Die Verwendung formalisierter visueller Sprachen muss optional sein, so dass der zusätzliche Aufwand und die Einschränkungen nur da in Kauf genommen werden müssen, wo unbedingt nötig.

3.2.3 Annotationen

„[The] presence of a usable notetaking device is a critical feature in online document based learning environments.“ ([Beaufils, 2000](#)).

Annotationen sind Notizen, die in der Map selbst in der Regel nicht sichtbar sind und nur „auf Abruf“ angezeigt werden. Sie enthalten zusätzliche Informationen wie Erläuterungen und persönliche Anmerkungen, oder auch Detailinformationen zu einzelnen Knoten, die nicht direkt in die Map selbst gehören, z.B. aus Gründen der Übersichtlichkeit, oder weil sie in der dargestellten Struktur störend auffallen würden.

Die Nützlichkeit elaborierender Verarbeitung für effektives Lernen wurde vielfach betont (z.B. [Reigeluth, 1983](#); [Friedrich, 1999](#)). Die Elaboration von Maps kann durch das Hinzufügen neuer Knoten geschehen, oder durch die weitere Verlinkung bestehender Knoten. Beides erhöht allerdings gleichzeitig die Komplexität der Map. Annotationen hingegen erlauben es, einem Knoten Informationen hinzuzufügen, ohne die eigentliche Map zu verändern.

Es hat sich außerdem gezeigt, dass aus Knowledge Maps besser gelernt wird, wenn diese vom Lerner annotiert werden (O'Donnell et al., 2002).

Laut Marshall (2001) werden Kurznotizen oft schon nach weniger als einer Woche von ihrem eigenen Autor nicht mehr verstanden – ausführlichere Notizen sind also u. U. ratsam und sollten nicht dadurch behindert werden, dass sie zuviel zusätzlichen Platz in der Map wegnehmen.

Bei den meisten Programmen werden Annotationen in einem Extrafenster, einem eigenen Bereich der Arbeitsfläche angezeigt. Diese Lösung hat drei Nachteile:

- 1) Der „kostbare“ Platz wird verschwendet, wenn gerade keine Annotation angezeigt wird.
- 2) Es kann immer nur eine Annotation auf einmal angezeigt werden, da ja nur ein Fenster für alle Annotationen vorhanden ist.
- 3) Es ist ein zusätzlicher Integrationsaufwand erforderlich, um die Annotation dem Knoten zuzuordnen, auf den sie sich bezieht.

Überträgt man die Ergebnisse der Split-Attention-Forschung (Chandler & Sweller, 1992) auf dieses Problem, dann müsste die Kohärenzbildung zwischen der Annotation und dem Knoten, zu dem sie gehört, leichter fallen, wenn sie auch in unmittelbarer Nachbarschaft zum entsprechenden Knoten angezeigt würde, wie in Abbildung 5 zu sehen.

Wird eine Annotation gerade nicht angezeigt (=Normalzustand), dann sollte aber durch ein kleines Symbol auf ihre Existenz hingewiesen werden, sonst könnte sie schnell in Vergessenheit geraten.

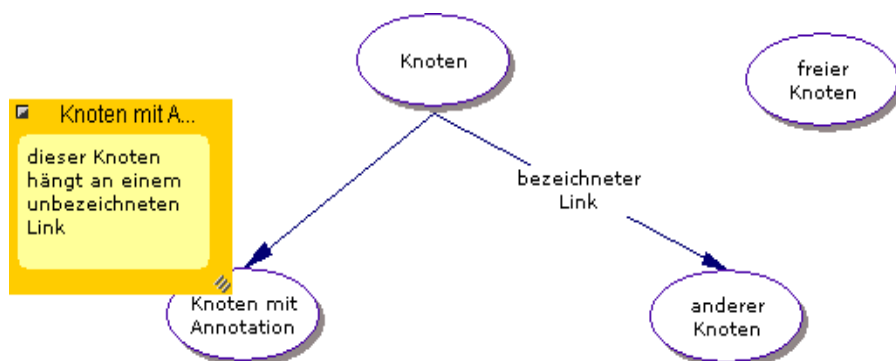


Abbildung 5: Links und Annotation. Dargestellt sind verschiedene Link Typen. Das gelbe Viereck links im Bild ist eine Annotation zu dem Knoten links unten.

3.2.4 Übersichtlichkeit

Spätestens wenn Maps intensiv zur persönlichen Wissensrepräsentation eingesetzt werden, gewinnt der Aspekt der Übersichtlichkeit an

Bedeutung. Das Mappingverfahren sollte also auf begrenztem Raum (Bildschirm) möglichst viele Informationseinheiten darstellen können, und dies so, dass zumindest die Makrostruktur der Inhalte deutlich sichtbar ist.

Um dies zu erreichen, muss das Verfahren zum einen sparsam den vorhandenen Platz ausnutzen, und zum anderen Möglichkeiten beinhalten, nicht nur die Feinstruktur (Beziehung zwischen einzelnen Knoten) abzubilden, sondern auch die übergeordnete Struktur zu repräsentieren. Dazu gehört die Möglichkeit zur Modularisierung der Inhalte und zur Einbindung von Sub-Maps.

Modularisierung

Bei der Verwendung größerer, komplexer Maps sind Möglichkeiten gefordert, die Map in eine übergeordnete Struktur zu gliedern. Aus der Gedächtnispsychologie ist die Technik des *Chunking* als eine gute Möglichkeit bekannt, um eine zu große Anzahl von Informationseinheiten für das Arbeitsgedächtnis handhabbar zu machen (Miller, 1956). Auf Mappingverfahren übertragen bedeutet dies, dass es möglich sein sollte, mehrere Knoten zu einem Cluster zusammen zu fassen.

Dies kann entweder rein optisch durch die räumliche Aufteilung nach bestimmten Gestaltgesetzen erfolgen, oder explizit in der Weise, dass mehrere einzelne Knoten zu einer Gruppe zusammen gefasst werden. Diese Gruppe ist dann selbst *ein* Knoten, so dass sie von einer übergeordneten Perspektive aus als Einheit behandelt werden kann. Naheliegend ist dafür eine Darstellungsform wie sie u.a. aus der Mengenlehre oder von *Venn-Diagrammen* bekannt ist (s. Abbildung 7):

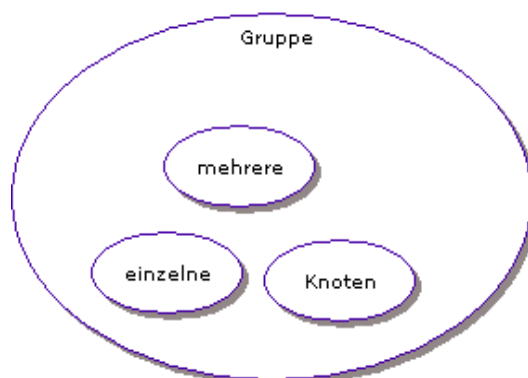


Abbildung 6: Modularisierung. Ein übergeordneter Knoten schließt mehrere andere zu einer Gruppe zusammen.

Außerdem ist es so möglich, einzelne Links oder Annotationen zu machen, die sich auf mehrere (zusammengefasste) Knoten beziehen, deren Mitglieder von einzelnen Knoten repräsentiert werden, oder z.B. auf einen kompletten, mit mehreren Knoten repräsentierten Prozess (s. Abbildung 7).

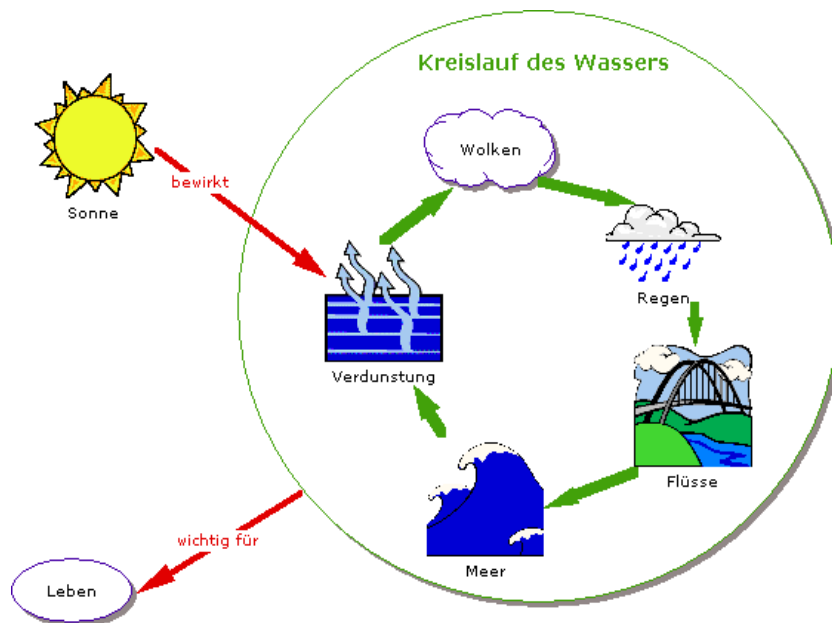


Abbildung 7: Modularisierung. Der Prozess des Wasserkreislaufs, mit fünf Knoten repräsentiert, ist auch als ganzes referenzierbar. Verweise sind sowohl auf *einzelne* Knoten möglich (Sonne → Verdunstung) als auch vom *ganzen* Verbund (Wasserkreislauf → Leben).

Sub-Maps

Genauso sollte es möglich sein, ganze Maps, die für sich eine Einheit bilden, in andere Maps einzubinden (s. Abbildung 8). Dies bedeutet im Prinzip nichts Anderes, als das eben Beschriebene, ist aber von einem anderen Blickwinkel gesehen, nämlich dem, dass sich map-basierte Ressourcenorganisation nicht nur auf andere externe Ressourcen, sondern auch auf die Organisation verschiedener Maps beziehen sollte.

Anstatt in einer übergeordneten Map bloße Hyperlinks auf die zu organisierenden Maps zu setzen, sollten diese besser selbst in diese Meta-Map eingebunden werden können, und zwar aus drei Gründen:

- 1) Sie können so schon an ihrer Struktur visuell erkannt werden, was vermutlich in vielen Fällen effizienter ist, als sie durch irgend ein Zeichen oder Wort zu symbolisieren.
- 2) Es ist es auf diese Weise möglich, nicht nur Beziehungen zwischen ganzen Maps, sondern auch Querverbindungen zu einzelnen Knoten über verschiedene Maps hinweg zu repräsentieren.
- 3) Man kann von der Gesamtübersicht kommend, in einzelne detailliertere Unterbereiche (Sub-Maps) hinein und wieder heraus zoomen, um sie konzeptuell mit ihrem übergeordneten Kontext zu verknüpfen, ganz im Sinne von [Reigeluths \(1987\)](#) Zoom-Metapher (vgl. auch Abschnitt [3.3.4 Integration von Detail und Kontext](#)).

Es sollte allerdings möglich sein, die einzelnen Sub-Maps auch (weiterhin) als eigenständige Maps zu bearbeiten, um keine unnötig

komplexen Maps vor sich zu haben. Außerdem haben [Wiegmann et. al \(1992\)](#) herausgefunden, dass Lerner mit hohen räumlichen Fähigkeiten („high spatial ability“) besser mit einzeln präsentierten *Sub-Maps* auskommen, als mit *einer* großen zusammenhängenden Map, während andersherum die umfassenden Maps bei Lernern mit geringen räumlichen Fähigkeiten zu besserer Leistung führten.

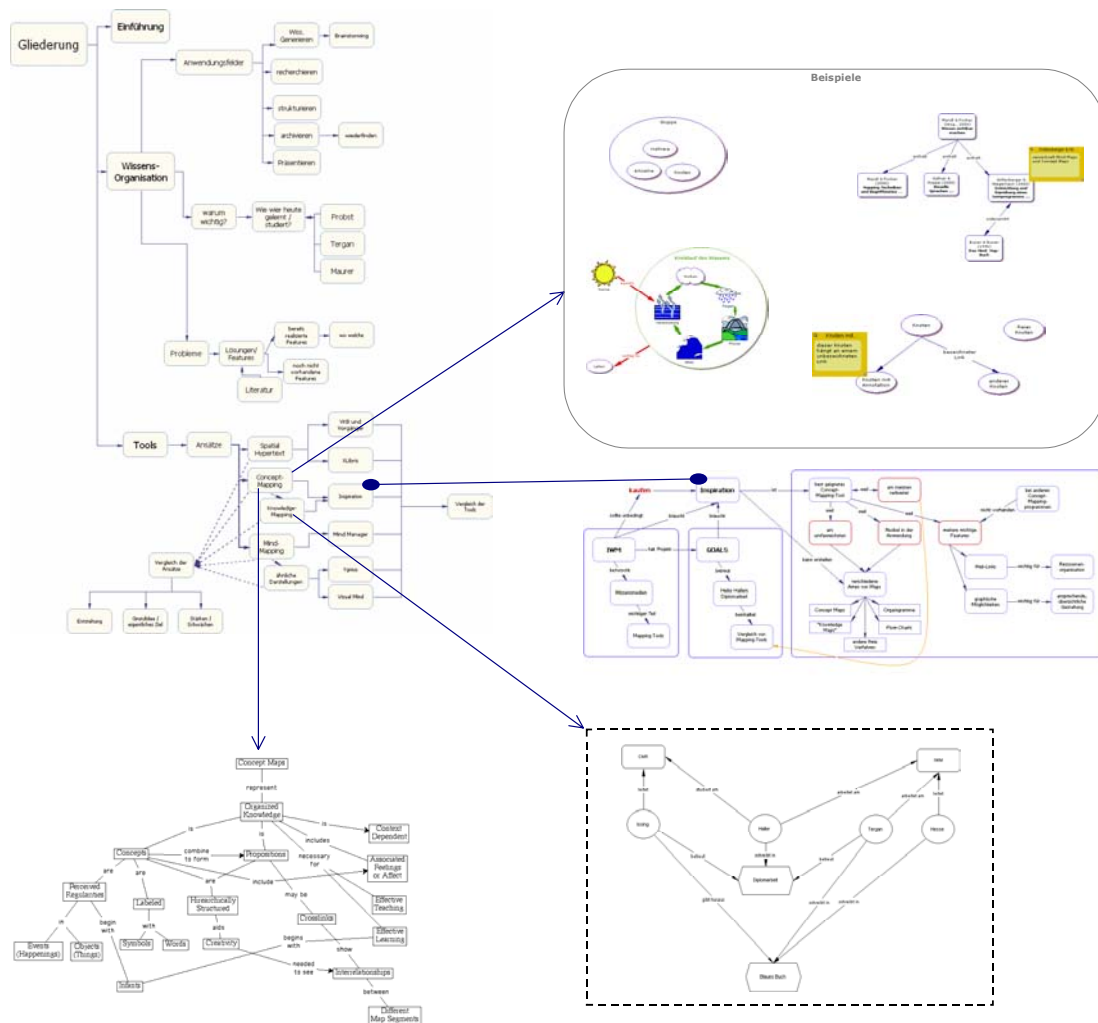


Abbildung 8: Sub-Maps. Eine Übergeordnete Map beinhaltet und verknüpft mehrere eigenständige Maps.

3.3 Anforderungen an das Computerprogramm

3.3.1 Papier oder Computer?

Gelegentlich wird gefragt, warum Mapping überhaupt am Computer stattfinden sollte, wo doch die Verwendung von Papier und Bleistift viel einfacher sei; deshalb soll im Folgenden kurz auf die Vor- und Nachteile beider Möglichkeiten eingegangen werden.

Vorteile von Papier und Bleistift

Wer beides kennt, weiß um die Vorteile des Papiers. Schnell ist eine kleine Map zu Papier gebracht, schnell eine neue Art Pfeil erfunden, schnell ein Bereich umkringelt, um ihn hervorzuheben.

Es scheint plausibel, dass von Hand gezeichnete Maps die ursprünglichen Gedankengänge besser wieder hervorrufen: Die Papier-Map ist individueller, sie unterscheidet sich nicht nur durch die explizite Struktur von anderen Maps, sondern auch durch ihre kleinen Zeichenfehler oder bewussten Nuancen. Diese Feinheiten sind einzigartig und steigern daher die Diskriminierbarkeit der jeweiligen Map von anderen Maps, aber auch die Diskriminierbarkeit der Knoten untereinander. Außerdem bieten die Knoten durch die höhere Detaildichte vielfältigere Anknüpfungspunkte für Assoziationen zu den repräsentierten mentalen Konzepten.

Dazu kommt die höhere Verfügbarkeit von Papier gegenüber Computern mit Mappingprogrammen und – last but not least – die leichtere Erlernbarkeit a) dadurch, dass nicht unbedingt ein bestehendes Verfahren gelernt werden muss (jeder, der mit einem Stift umgehen kann, kann seine eigenen Maps zeichnen), und b) weil die Bedienung des Computerprogramms nicht extra gelernt werden muss.

Vorteile Computergestützter Mappingverfahren

Andererseits bietet der Computer Vorteile beim Mapping, die man nicht missen will, wenn man sie kennt: Die Map soll dem (fortschreitenden) Wissensrepräsentationsprozess des Benutzers folgen können, sie soll elaborierbar sein, d.h. man sollte sie erweitern, verändern und verfeinern können. Diese Flexibilität kann nur ein computergestütztes Mappingverfahren erreichen. Obwohl für die älteren Verfahren (Concept Mapping, Mind-Mapping), die in den 70er Jahren für die Anwendung mit Stift und Papier entwickelt worden sind, die folgenden Möglichkeiten noch nicht angedacht waren, bieten die meisten der aktuellen Computertools sie aber dennoch an:

Man kann nicht nur

- Arbeitsschritte rückgängig machen
- vorhandene Objekte verändern oder löschen
(„Good maps usually undergo three to many revisions.“, [Novak, n.d.](#))
- Maps auf einfache Weise kopieren, archivieren, versenden
- und vieles mehr,

sondern vor allem

- Hyperlinks zu anderen Maps, Dokumenten oder sonstigen beliebigen elektronischen Ressourcen einfügen und verfolgen
- beliebig große Maps erstellen

- Informationen (z.B. Annotationen) hinzufügen, die erst bei Bedarf sichtbar werden
- Teile der Übersichtlichkeit halber ausblenden.

Eine Papier-Map wird diese Vorteile einer Computer-Map nie bieten können, während sich indessen die Computertechnik ständig weiter entwickelt. Neue Technologien wie hochauflösende Displays, flache Touchscreens mit (optionaler) Stift-Eingabe und neue Benutzeroberflächen mit natürlicheren Interaktionsformen, wie sie z.B. am „Institut Integrierte Publikations- und Informationssysteme“ (IPSI) der Fraunhofergesellschaft in Darmstadt entwickelt werden, lassen Hoffnung aufkommen, dass uns bald auch computerbasierte Mappingsysteme die Vorteile handgezeichneter Maps bieten und noch übertreffen können – ganz im Sinne von [Nakakoji & Yamamoto \(2001, S. 1\)](#):

„Our approach is to make computer systems ‘invisible’; users must be able to feel that they are interacting with ‘representations’ not with ‘computers’ in using such systems.“

Da ein Großteil der geforderten Kriterien computerbasiertes Mapping voraussetzt, wird im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter auf papierbasiertes Mapping eingegangen.

Im Folgenden werden die Anforderungen an das Mappingprogramm besprochen. Sie zielen hauptsächlich darauf ab, aufgabenfremde kognitive Anforderungen (Cognitive Overhead⁵) zu vermeiden, so dass sich der Benutzer besser auf die eigentlichen Inhalte konzentrieren kann. Die Programme sollten den Benutzer – vor allem bei den häufig ausgeführten Aufgaben – so wenig wie möglich mit zusätzlichem Aufwand behelligen. Dies bedeutet, die folgenden Handlungen sollten nicht mehr Interaktion erfordern, als das theoretische Minimum.

3.3.2 Hyperlinks

Wird das Mappingprogramm zum Ressourcenmanagement eingesetzt, sollten die externen Ressourcen nicht nur in der Map repräsentiert sein; es sollte auch gleich direkt aus der Map (und damit aus dem Kontext heraus) auf die repräsentierten Ressourcen zugegriffen werden können (sofern diese elektronisch verfügbar sind). Andernfalls müsste für den Zugriff ein anderes Programm (z.B. ein Dateimanager)

⁵ Conklin (1987, S. 40) charakterisiert „cognitive overhead“ im Zusammenhang mit Orientierungsproblemen in Hypertexten als „the additional effort and concentration necessary to maintain several tasks or trails at one time“.

verwendet werden, wobei Split-Attention-Effekte (Chandler & Sweller, 1992) zu erwarten wären.

Folgende verschiedene Arten von Hyperlinks kommen in Frage und sollten unterstützt werden:

- 1) Hyperlinks zu Internet-Ressourcen
- 2) Hyperlinks zu eMail-Adressen
- 3) Lokale Hyperlinks auf Programme und Dateien auf der eigenen Festplatte.

3.3.3 Einfaches Editieren

Damit der Benutzer sich voll auf den Inhalt der Maps konzentrieren kann, sollte ihm das Programm möglichst alle Aufgaben abnehmen können, die nicht inhaltlicher Art sind. Die Arbeit mit dem Programm sollte im Allgemeinen nicht mehr Interaktionsschritte erfordern, als theoretisch nötig:

Brainstorming

Zum schnellen Festhalten von Gedanken sollte es möglich sein, mit maximal einem Mausklick (oder Doppelklick) bzw. einem Tastenanschlag einen neuen Knoten hinzuzufügen. Die Eingabe des Namens sollte dann direkt möglich sein, d.h. ohne weitere Zwischenschritte. Mehrere Stichworte (oder Sätze) sollen nacheinander eingegeben werden können, lediglich getrennt durch einen einzelnen Tastenanschlag (z.B. die Eingabetaste) oder Mausklick. Die Stichworte sollten dabei vom Programm als einzelne Knoten der Map hinzugefügt werden.

Erweitern von Maps

Um bestehende Maps elaborativ zu erweitern, sollte es möglich sein, neue Knoten an einer bestimmten Stelle einer bestehenden Map einzufügen, ohne erst vorher Platz schaffen zu müssen, indem man andere Knoten „zur Seite räumt“. Ist an der gewünschten Stelle kein Platz, dann sollte das Programm automatisch Platz schaffen, indem die vorhandenen Knoten verschoben werden, und zwar so, dass dabei trotzdem ihre relative räumliche Beziehung zueinander erhalten bleibt, damit sie weiterhin der Cognitive Map des Benutzers entsprechen.

3.3.4 Integration von Detail und Kontext

Die Elaborationstheorie (Reigeluth, 1983) betont, wie wichtig es ist, sich einem Lerninhalt zunächst vom übergeordneten Kontext her zu nähern, bevor die Details behandelt werden, und wie wichtig es ist, den neu gelernten Stoff mit seinem Kontext in Beziehung zu setzen.

Diese Orientierung, die Integration von Detail und Kontext, ist vor allem bei der Arbeit mit allen Arten großer Dokumente ein Problem (Furnas, 1986; Thüring et al., 1995; Chimera & Shneiderman, 1994). Für Mapping heißt dies: Wie kann man sicher stellen, dass der Benutzer den größeren Kontext nicht vergisst, wenn er an einem Detail einer Map arbeitet, die zu groß ist, um in lesbarer Weise auf dem Bildschirm *ganz* dargestellt zu werden?

Zoom

Die einfachste Maßnahme hierzu ist eine „sanfte“ Zoomfunktion – sanft soll hier bedeuten: kontinuierlich, gleichmäßig, ohne Ruckeln: so wie „im echten Leben“, wo wir einen Schritt zurücktreten können, und damit mehr von der Umgebung wahrnehmen und eine Sache im Kontext sehen können. Das gleiche gilt für die Verschiebung des Bildausschnitts („scrolling“, „panning“). Die Bewegung im Wissensraum soll derjenigen in natürlichen Umgebungen möglichst ähnlich sein, denn nur automatisierte Prozesse (wie die Detail-Kontext-Integration beim Bewegen in natürlichen Umgebungen) interferieren nicht mit bewussten Prozessen (Shiffrin & Schneider, 1977). Eine Zoomfunktion sollte in keinem Mappingprogramm fehlen.

Gesamtübersicht

Allerdings geht beim Hineinzoomen in einen Bereich der Kontext visuell wieder verloren. Um zur Übersicht zu kommen, ist also wieder Navigationsaufwand erforderlich. Deshalb sollte eine Möglichkeit vorhanden sein, mit geringem Aufwand (also mit nur *einer* Tastenkombination oder Mausklick) schnell in jenen Zoomzustand zu springen, der die ganze Map auf einmal sichtbar macht.

Levels of Detail

In einer Studie, in der von Probanden große Inhaltsverzeichnisse nach bestimmten Stellen durchsucht werden sollten, fanden Chimera & Shneiderman (1994) heraus, dass sich von den drei Darstellungsweisen der hierarchischen Verzeichnisse jene Version am wenigsten eignete, in der das gesamte Verzeichnis komplett und zusammenhängend dargeboten wurde, so dass man jede Stelle nur durch bloßes Scrollen erreichen konnte. Besser geeignet war eine Darstellungsweise, bei der zunächst nur die Überschriften erster Ordnung sichtbar waren; der Benutzer musste die untergeordneten Ebenen sukzessive „ausklappen“ (ähnlich wie im Baumdiagramm der gängigen Dateimanager). Der Vorteil einer solchen Darstellungsweise liegt darin, dass zunächst der ganze übergeordnete Kontext (die Überschriften erster Ordnung) auf einmal sichtbar ist; die untergeordneten Informationen werden nur bei Bedarf angezeigt.

Diese Methode lässt sich auf Mappingverfahren übertragen. Man kann die Übersichtlichkeit erhöhen, indem der Benutzer den Detailliertheitsgrad („Level-of-Detail“) einzelner Bereiche gezielt anpassen kann und

so beispielsweise nur die zentralen Elemente eines Bereichs sichtbar macht, indem die weiteren Feinheiten ausblendet werden.

Ein Nachteil dieser Methode ist, dass die Navigation weniger flüssig ablaufen kann, weil der Benutzer ständig damit beschäftigt ist, – im übertragenen Sinn – Türen und Schubläden auf und zu machen, oder Landkarten auseinander und wieder zusammen zu falten.

Fish-Eye Views

Um dies zu verhindern, wurde eine ganze Reihe von Darstellungstechniken entwickelt, die unter dem Begriff „Fish-Eye Views“ (FEV) zusammengefasst werden (Furnas, 1986; Robertson & Mackinlay, 1993; Sarkar & Brown, 1992). Sie regeln den Detaillierungsgrad verschiedener Bereiche automatisch. Bei Fish-Eye Views wird – analog zum Fish-Eye Objektiv in der Photographie – ein zentraler Bereich detailliert gezeigt, während weiter entfernte Bereiche weniger detailliert, d.h. kleiner, unvollständig oder verzerrt dargestellt werden. Auf diese Weise bleibt die Umgebung stets präsent, ohne zu viel Platz zu verbrauchen, während der gerade bearbeitete Bereich gleichzeitig ein Détail sichtbar ist (s. Abbildung 9 / Abbildung 10). Wird in der FEV navigiert, verschiebt sich der Fokus automatisch, und die Darstellung wird angepasst.

Welche Knoten dabei wie detailliert dargestellt werden, entscheidet eine sog. „degree-of-interest“-Funktion, die anhand verschiedener Parameter (z.B. Entfernung vom aktivierten Knoten) für jeden Knoten den Degree of Interest (DOI), also den „Interessantheitsgrad“ berechnet.

Leider ist kein öffentlich verfügbares Mappingprogramm bekannt, das solche FEVs beinhaltet – es wäre auch noch zu prüfen, welches FEV-Verfahren sich für Mapping am besten bewährt.

Es gibt noch weitere Ansätze zur Integration von Detail und Kontext (s. z.B. Simpson, 2001, S. 6), die aber auch meist noch im Forschungs- oder Erprobungsstadium sind. Wenigstens die Methode der Levels of Detail sollte jedoch von einem guten Mappingtool unterstützt werden.

Viewer-/Browser-Integration

Die Integration von Detail und Kontext spielt noch an anderer Stelle eine Rolle:

Wird im Mappingprogramm ein Hyperlink (beispielsweise ins Internet) aktiviert, so öffnet sich in der Regel das entsprechende Programm (z.B. ein Internet Browser) und verdeckt die Map. Will der Benutzer beispielsweise die externen Inhalte in der Map annotieren, muss er die Map wieder in den Vordergrund rufen, die dann aber wiederum den zu annotierenden Inhalt verdeckt. Dadurch werden

vom Benutzer aufgabenfremde Orientierungsleistungen (= Cognitive Overhead) verlangt. Das Mappingtool sollte es daher ermöglichen, Map und externe Ressource gleichzeitig zu sehen, z.B. nebeneinander. Denkbar ist auch eine Methode der Überlagerung durchscheinender Ebenen.

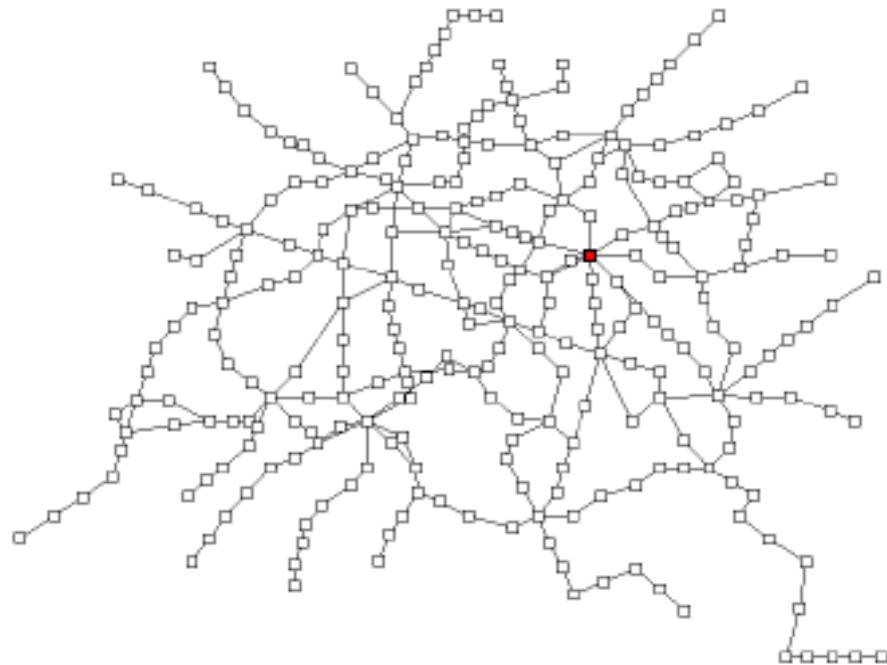


Abbildung 9: Fish-Eye Views. Eine unverzerrte Graphen-Ansicht des Pariser Métro-Netzes (ohne FEV). Rot markiert ist die Haltestelle, welche in der folgenden Abbildung fokussiert ist.

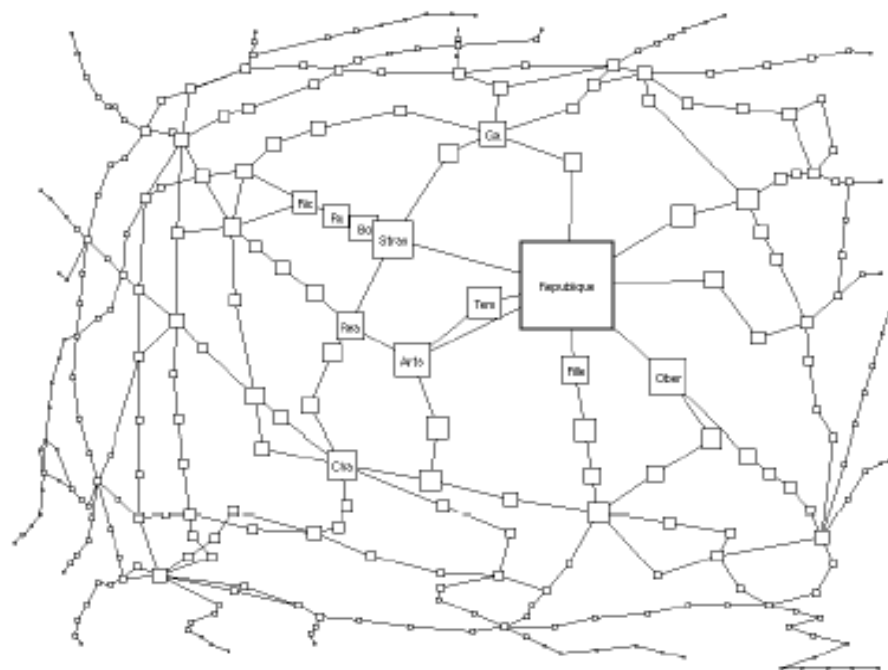


Abbildung 10: Fish-Eye Views. FEV des Graphen aus Abbildung 9a: Die nähere Umgebung des markierten Knotens ist größer dargestellt als der restliche Graph; die entferntere Umgebung wird an den Rand gedrängt. So bleibt der Gesamtkontext immer erhalten. Beide aus [Sarkar & Brown \(1992\)](#).

4 Verschiedene Mappingverfahren

4.1 Vorbemerkung

Es gibt viele verschiedene Mappingverfahren, die zu verschiedenen Zwecken und teilweise isoliert voneinander entwickelt worden sind. Die Heterogenität der Entwicklergemeinde hat eine uneinheitliche Terminologie zur Folge. Die Begriffe

- „Cognitive Map“ (Tolman, 1948),
- „Mind-Map“ (Buzan, & Buzan, 1996),
- „Concept Map“ (Novak & Gowin, 1984),
- „Knowledge Map“ (O'Donnell, Dansereau & Hall, 2002),
- „Spatial Hypertext“ (Shipman & Marshall, 1999)

werden alle von verschiedenen Autoren auch entgegen ihrer jeweiligen ursprünglichen Bedeutung gebraucht.

Besonders bei dem Begriff „Mind-Map“ wird häufig übersehen, dass es sich nicht um einen allgemeinen Begriff für Maps aller Art handelt, sondern um ein auf Tony Buzan eingetragenes Markenzeichen, das sich nur auf den von ihm eingehend beschriebenen Ansatz bezieht.

Selbst in Mandl & Fischer (2000a) findet sich ein Kapitel (Grillenberger & Niegemann, 2000), in dem ein Lernprogramm zu einem Mappingverfahren beschrieben wird. Während im Text des Kapitels nur der Begriff „Concept Maps“ gebraucht wird, ist auf allen Screenshots des Programms von „Mind-Mapping“ die Rede. Die gezeigten Beispiele jedoch sind oft weder das eine noch das andere (z.B. ein Bus-Linienplan, S. 60). Zudem findet man auf einem der Screenshots folgenden eindeutig falschen Satz: „Die Mind-Map entsteht aus Begriffen und Relationen“ (S. 61). Ein zentrales Charakteristikum der Mind-Map ist jedoch gerade, dass sie *keine* Relationen zwischen den Begriffen benennt. Das genannte Beispiel zeigt, wie weit die Begriffskonfusion verbreitet ist.

Noch schwieriger wird es bei der Klassifikation von hybriden Verfahren, etwa dem, welches in der Übersicht von Probst et al. (2000) „Clustering“ genannt wird, einem Verfahren mit der Logik des Mind-Mapping und der Darstellungsform von Concept Maps.

Die meisten der Verfahren lassen sich aber dennoch einem der folgenden drei übergeordneten Ansätze zuordnen:

- **Mind-Mapping:** hierarchisch, spinnenartig, zentrales Thema in der Mitte, Knoten sind beschriftete Zweige.

- **Concept Mapping und ähnliche:** Knoten sind Ellipsen oder Kästchen, verbunden durch gerichtete, bezeichnete Links.
- **Spatial Hypertext:** Räumlich angeordnete Knoten (Kästchen), ohne explizite Verbindungen untereinander.

Diese drei Ansätze werden wir im Folgenden näher betrachten.

Für jedes Verfahren werden einige Tools vorgestellt, von denen eines exemplarisch genauer dargestellt wird. Die Auswahl der vorgestellten Tools unterlag keinen harten Kriterien – es sind die Tools, auf welche in der Literatur, auf einschlägigen Seiten im Internet und von Google verwiesen wird, die auf Windows-Rechnern laufen, und von denen Probeversionen im Internet zur Verfügung stehen.

Die Beschreibungen der Tools finden sich in den Kapiteln des jeweiligen Mappingverfahrens; nähere Angaben wie Ausstattung etc. werden im Abschnitt [5.2 Vergleich der Tools](#) gegeben.

4.2 Mind-Mapping

4.2.1 Geschichte und Ziele

Wie viele andere Mappingverfahren auch, hat das Mind-Mapping seine Wurzeln in der *Spidermap*, einer Technik, die von [M. B. Hanf 1971](#) im *Journal of reading* unter dem Titel „Mapping: A technique for translating reading into thinking“ beschrieben wurde. Hanf, der im Mapping eine Hilfstechik zum Lesen sah, beschreibt ein Verfahren, das Gelesene hierarchisch zu gliedern, indem (von einem zentralen Begriff her nach außen vorgehend) Linien gezogen werden, auf denen kurze Stichworte notiert sind, und von denen wiederum weitere solche beschriftete Linien seitlich abzweigen.

Tony Buzan, der als Begründer des Mind-Mapping gilt, hat dieses Verfahren verallgemeinert, wobei er auf die hierarchische Organisation der Map großen Wert legt. Er beruft sich dabei hauptsächlich auf eine Gedächtnisstudie von [Bower, Clarc, Lesgold & Winzenz \(1969\)](#), in der gezeigt werden konnte, dass Listen von Wörtern besser erinnert werden, wenn sie hierarchisch organisiert dargeboten werden. Das Verfahren wurde zunächst unter dem Namen „Brain Patterns“ entwickelt ([Buzan, 1974](#)), meistens jedoch mit dem Ausdruck „Pattern Notes“ bezeichnet (vgl. [Jonassen et al., 1993](#)) und erst später unter dem Namen „Mind-Mapping“ verbreitet ([Buzan & Buzan, 1996](#)).

In ihrem Standardwerk „Das Mind-Map-Buch. Die beste Methode zur Steigerung Ihres geistigen Potentials“ beschreiben [Buzan & Buzan \(1996\)](#) die Mind-Map Methode und preisen ihre Vorzüge, wie die „Gehirngerechtigkeit“, die sie allerdings nicht viel weiter vertiefen, als

ein paar Unterschiede zwischen rechter und linker Gehirnhälfte zu nennen.

Als Ziele der Mind-Map-Methode führt Buzan in erster Linie Förderung der Kreativität an, aber auch das Ordnen von Gedanken, das Fördern von Interesse, Gedächtnisleistung, Freude und Klarheit. Außerdem verspricht er Zeitersparnis, sowie Anregung und Ausnutzung des Gehirns.

Mind-Mapping ist das wohl bekannteste Mappingverfahren. Nach eigener Beobachtung ist von den einschlägigen Begriffen bei Fachfremden am ehesten der Begriff „Mind-Map“ bekannt, und von den hier vorgestellten Verfahren ist es auch das einzige, das eine gewisse Verbreitung gefunden hat – sei es im betriebswirtschaftlichen Management (Dueck, 2002; Mento, Martinelli & Jones 1999), als Review-Methode für eine Studie zur Bodenfruchtbarkeit (Patzel, Sticher & Karlen 2000) bis hin zur Darstellung der Kapitelübersichten in der dritten Auflage des Buches „Information und Lernen mit Multimedia und Internet“ (Issing & Klimsa, 2002).

4.2.2 Das Verfahren

Beim Erstellen einer Mind-Map beginnt man in der Mitte mit dem zentralen Thema, das durch ein Wort, ein Bild oder Symbol repräsentiert sein kann. Von der Mitte aus werden in alle Richtungen Äste gemalt, an welche die sog. Primär Ideen geschrieben werden. Diese Hauptäste verzweigen dann immer tiefer, und die Unteräste werden mit den Sekundär- und Tertiär-Ideen beschriftet und so weiter.

Beim Mind-Mapping stehen immer Stichwörter oder kurze Halbsätze an den Ästen. (s. Abbildung 11). Statt Wörtern können auch kleine Bilder oder Symbole verwendet werden.

Zusätzliche Querverbindungen („Assoziationen“) zwischen Zweigen können durch Pfeile dargestellt werden (Buzan & Buzan, 1996).

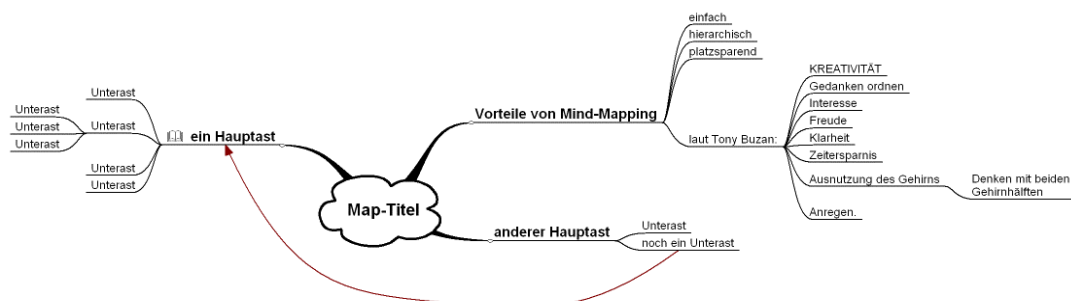


Abbildung 11: Mind-Map. Einfache Mind-Map mit Querverweis.

4.2.3 Forschung

Trotz seiner Verbreitung gibt es bisher kaum Forschung zum Mind-Mapping.

Jonassen (1992) beschreibt eine Studie, in der die Struktur von Pattern Notes mit Assoziationen einer freien Wort-Assoziations-Aufgabe verglichen wurden. Es stellte sich heraus, dass sie nahezu identisch waren. Es scheint also, dass sich schon in Mind-Maps semantische Nähe räumlich recht gut ausdrücken lässt.

Farrand, Hussain & Hennessy (2002) konnten zeigen, dass mit Mind-Mapping als Lesetechnik das von einem Text behaltene Wissen nach einer Woche mehr war, als mit anderen, von den Lernern frei wählbaren Techniken, und dies, obwohl in der Mind-Mapping Gruppe die Motivation (aufgrund der vorgeschriebenen Methode) geringer war.

Und für das *Schreiben* von Aufsätzen haben Torrance, Thomas & Robinson (2000) in einer explorativen Analyse herausgefunden, dass Studenten, die Mind-Mapping zur Planung des Aufsatzes benutzen, bessere Aufsätze produzierten.

In einem Projekt zum selbstgesteuerten Lernen im Chemieunterricht konnte sich die Mind-Mapping-Methode bewähren (Neumann, 2002): Die Lehrkraft benutzte zur Darstellung Experten-Maps zum Thema, und die Schüler benutzten selbstständig Mind-Maps zur Strukturierung des Gebiets, zur Externalisierung ihres Vorwissens und teilweise auch zum Festhalten des neu erworbenen Wissens.

4.2.4 Exemplarisches Tool: MINDMANAGER

Als exemplarisches Tool wird hier der MINDMANAGER der Firma MindJet vorgestellt, da dieser das am weitesten verbreitete Mind-Mapping Tool ist und von Tony Buzan offiziell empfohlen wird.

Die Hauptäste sind beim MINDMANAGER frei platzierbar. Dies geschieht per Doppelklick an einer beliebigen freien Stelle der Map. Alternativ können neue Äste per Eingabetaste hinzugefügt werden – das Programm platziert sie dann dort, wo Platz ist.

Ein spezieller Brainstormingmodus macht diesen Vorgang besonders effizient. Es können hintereinander Stichworte eingegeben werden, die nur durch Drücken der Eingabetaste voneinander getrennt werden müssen und alle als Unteräste des aktuellen Astes eingefügt werden. Das Hinzufügen neuer Zweige durch Brainstorming ist also mit minimalem Aufwand und sehr schnell möglich.

Die Unteräste eines Haupt- oder anderen Unterastes stehen beim MINDMANAGER alle in einer Reihe untereinander, und können nur in ihrer Reihenfolge (oben-unten), aber nicht in ihrer sonstigen räumlichen Position verändert werden. Außerdem sind alle Äste waagrecht.

Die Gestaltungsfreiheit ist also etwas eingeschränkt, aber man hat den Vorteil, dass es keine Platzprobleme gibt, wenn weitere Unteräste hinzukommen, da der MINDMANAGER die umliegenden Äste (je nach

Voreinstellung auch die Hauptäste) in ihrer vertikalen Position so verschiebt, dass keine Überlagerungen von Ästen zustande kommen.

Die Gratwanderung zwischen Computereingriff in die räumliche Aufteilung der Inhalte (auf Kosten der freien Platzierbarkeit) und Gestaltungsfreiheit (auf Kosten der unkomplizierten Erweiterbarkeit) ist beim MINDMANAGER gut geglückt: Eine Mind-Map lässt sich problemlos bearbeiten (erweitern oder anderweitig verändern), ohne dass man sich als Nutzer selbst um die räumliche Platzaufteilung kümmern müsste. Trotzdem bleibt die räumliche Struktur immer erhalten. Was rechts oben war, bleibt rechts oben, auch wenn es ggf. ein bisschen weiter hoch rutscht.

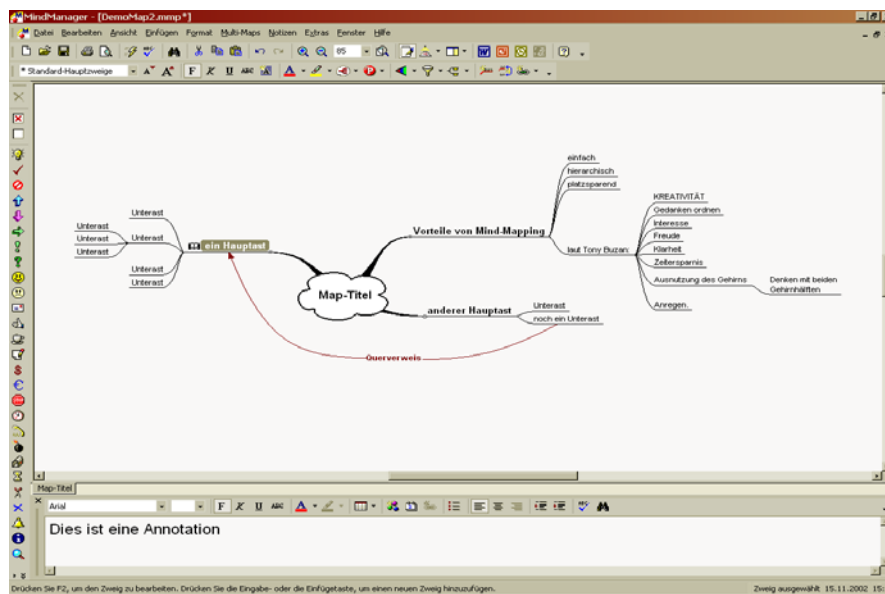


Abbildung 12: MINDMANAGER. Mind-Map mit beschrifteter Querverbindung und Annotation.

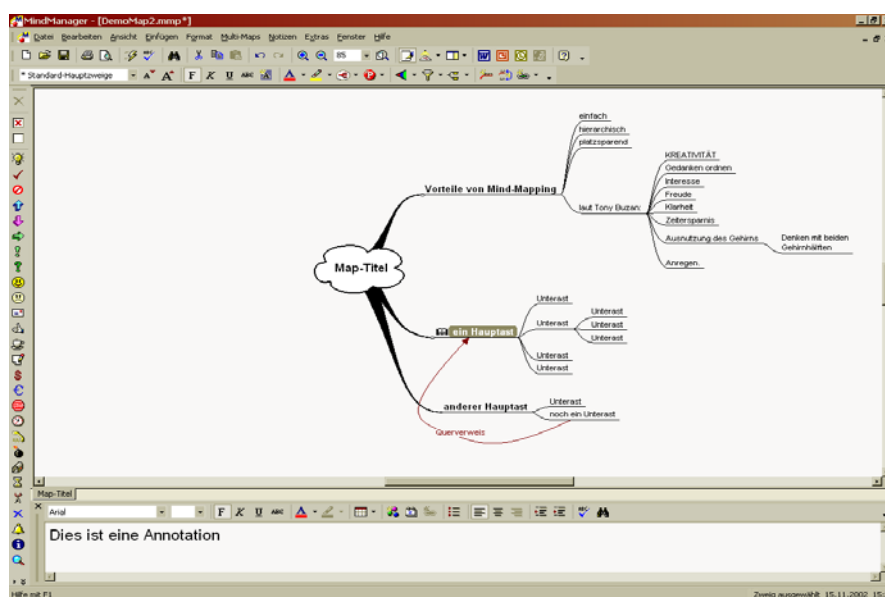


Abbildung 13: MINDMANAGER. Der vormals linke Ast wurde zwischen die beiden anderen Äste geschoben; diese wurden dafür automatisch nach oben und unten verschoben.

Obwohl die Möglichkeit bei **Buzan & Buzan (1996)** nicht erwähnt wird, erlaubt es der MINDMANAGER, den Querverbindungen (wie bei einer Concept Map) Bezeichnungen hinzuzufügen (s. Abbildung 12).

Der MINDMANAGER unterstützt auch Hyperlinks: Man kann jeden Ast zu einem Hyperlink machen – einem Hyperlink ins WWW, zu einer eMail-Adresse, zu einer anderen Mind-Map, oder einer beliebigen lokalen Datei. Damit kann man den MINDMANAGER auch zum Ressourcenmanagement einsetzen und Internet-Lesezeichen und Dokumente ordnen.

Außerdem kann man jedem Ast noch eine (auch formatierbare) Annotation hinzufügen, und damit auch längere Textstücke schreiben oder verwalten, ohne dass diese in der Mind-Map selbst Platz verbrauchen. Die Annotationen sind in einem Extrafenster zu sehen und zu bearbeiten, welches allerdings entweder den unteren Teil des Hauptfensters in Anspruch nimmt (s. Abbildung 12 / Abbildung 13) oder in einem frei flottierenden Extrafenster einen Teil der Map verdeckt.

Benutzt man den MINDMANAGER als Gliederungshilfe beim Erstellen eigener Texte, kann man den Inhalt der Map als Textgliederung (ähnlich einem Inhaltsverzeichnis) exportieren.

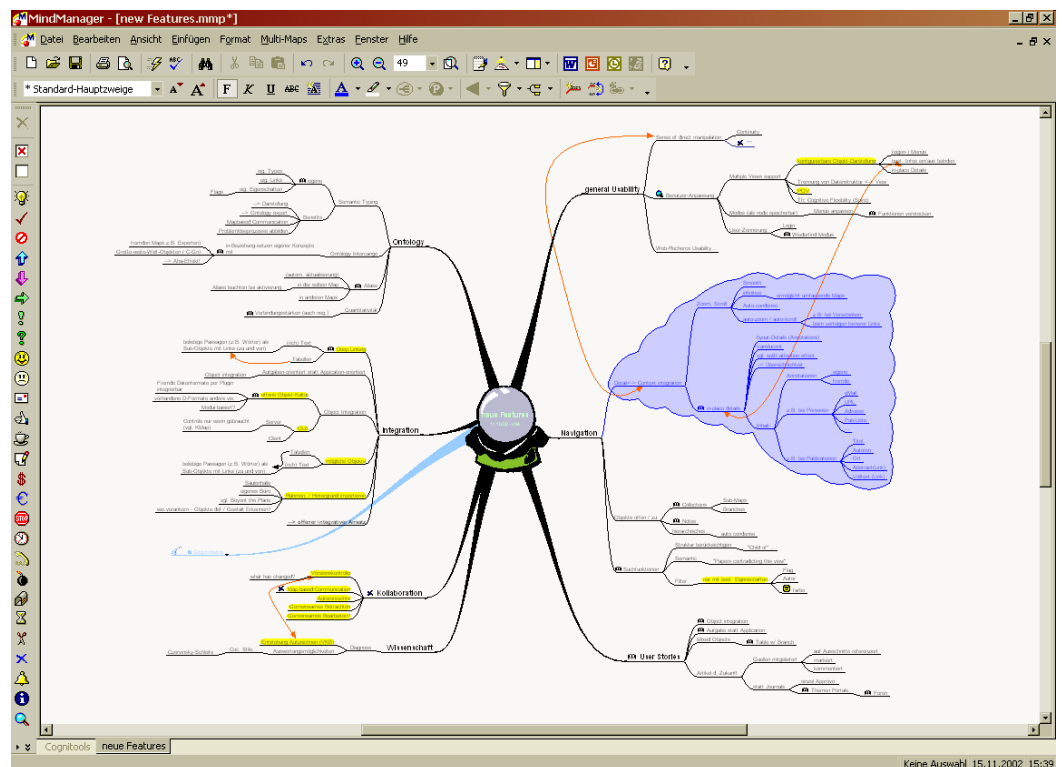


Abbildung 14: MINDMANAGER. Eine große Map in der Gesamtübersicht. Die Details sind zu klein, um lesbar zu sein.

Beim Umgang mit großen Maps (s. Abbildung 14) ist die Funktion „Fokussieren“ nützlich: Wird ein Zweig fokussiert, dann werden vom MINDMANAGER alle anderen Äste sozusagen eingeklappt, d.h. alle Unteräste verschwinden, und nur die Übergeordneten Äste bleiben

sichtbar (s. Abbildung 15). So bleibt der übergeordnete Kontext erhalten, ohne zu viel Platz zu verbrauchen.

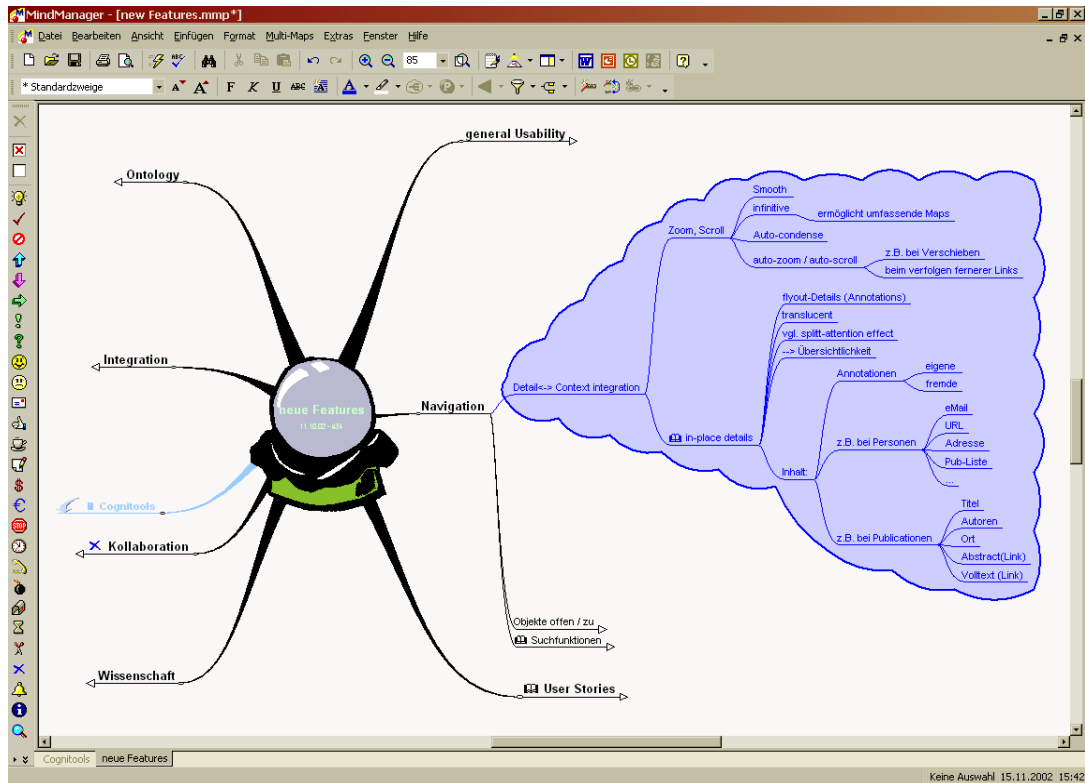


Abbildung 15: MINDMANAGER. Die selbe Map wie in Abbildung 14, nur der Unterast in der blauen Wolke ist „fokussiert“: Alle übrigen Details sind ausgeblendet um unnötige Komplexität zu reduzieren. Der fokussierte Ast ist lesbar und komplett sichtbar, während die Unteräste von allen anderen Ästen ausgeblendet sind.

Der MINDMANAGER bietet noch eine ganze Reihe weiterer nützlicher Features. Trotz des großen Funktionsumfangs ist er nicht kompliziert zu bedienen. Auch an den aufgestellten Kriterien gemessen, ist er das beste der getesteten Mind-Mapping Tools.

4.2.5 Weitere Tools

Mind-Mapping

Drei weitere untersuchte Mind-Mapping Programme sind MIND-MAPPER, VISUAL MIND und YGNUIS. Sie bieten zwar eine Reihe nützlicher Funktionen, wie z.B. eine zusätzliche Navigationshilfe in Form eines Baumdiagramms, wie man sie u. a. aus den gängigen Dateimanagern kennt (z.B. Windows Explorer), doch sie haben alle drei einen großen Nachteil: Die räumliche Organisation wird so weitgehend von den Programmen übernommen (vergl. Anforderung 3.3.3 Einfaches Editieren), dass der Benutzer keinen Einfluss auf die Positionierung der Knoten hat. Er bestimmt nur die logische, nicht die räumliche Position. Die Knoten werden dann vom Programm räumlich angeordnet. Kommen allerdings neue Äste hinzu, werden vorhandene verschoben. Dabei kommt es oft vor, dass ein Ast, der

zuletzt etwa links unten war, auf einmal rechts oben lokalisiert ist. Dies garantiert zwar eine immer recht aufgeräumt erscheinende Darstellung, hat aber den Nachteil, dass man die Äste nicht (räumlich) da findet, wo man sie abgelegt hat. Man kann sich nur noch an der logischen, jedoch nicht mehr an der räumlichen Struktur der Äste orientieren, womit einer der grundlegenden Vorteile von Mappingverfahren (s. [3.2.1 Freies Platzieren](#)) wegfällt.

Hybride

Es existiert noch eine Reihe weiterer Tools, die neben anderen Verfahren das Erstellen von Mind-Maps erlauben. Dazu gehört das graphisch orientierte Programm CONCEPTDRAW PROFESSIONAL MINDMAP, sowie der funktional orientierte AXON IDEA PROCESSOR. Diese Tools werden im Abschnitt [4.3.6 Weitere Tools](#) bei den Concept Mapping Tools genauer beschrieben.

4.2.6 Fazit

Mind-Mapping eignet sich recht gut für seine primären Anwendungsbereiche Brainstorming und Gliedern von Informationseinheiten. Es ist einfach und deshalb leicht und schnell zu erlernen. Seine größte Einschränkung besteht in der Beschränkung auf *ein* zentrales Thema. Dadurch verwehrt es sich einer Reihe von Anwendungen, wie z.B. zum Darstellen etwa einer Synthese, oder einer Gegenüberstellung, wozu eben zwei oder mehr getrennte Schwerpunkte möglich sein müssten.

4.3 Concept Mapping

4.3.1 Geschichte und Ziele

Unter dem Einfluss von [Ausubels \(1968\)](#) Kognitiver Lerntheorie und sicher auch in Anlehnung an die in der Kognitionspsychologie in den 70er Jahren aufgekommenen propositionalen Netze (z.B. [Collins & Loftus, 1975](#)), entwickelte [Joseph D. Novak \(1977\)](#) das Verfahren des Concept Mapping als neue Lerntechnik, die vor allem Kreativität und bedeutungsvolles Lernen bzw. Verstehen fördern sollte ([Novak, n.d.](#)).

Während der Begriff „Concept Map“ inzwischen inflationär für viele (teils sehr verschiedene) Arten von Maps gebraucht wird (z.B. bei [Concept Systems Incorporated, 2001](#)), haben die Concept Maps sensu Novak eine ganz bestimmte Syntax⁶.

⁶ Die Syntax einer Map besteht aus Regeln z.B. darüber, welche Objekte in der Map vorkommen können, welche Beziehungen wie ausgedrückt werden können, und welche Eigenschaften der Map oder der Objekte semantisch zu interpretieren sind.

Darauf basierend gibt es inzwischen eine Menge verschiedener Mappingverfahren, die für verschiedene Anwendungen entwickelt wurden. Näheres dazu siehe [4.3.3 Formalisierte Verfahren](#) in diesem Abschnitt.

4.3.2 Das Verfahren

Concept Maps bestehen nach [Novak \(n.d.\)](#) aus zwei Arten von Elementen: aus Konzepten (= Knoten) und Relationen.

Den Begriff des Konzepts definiert er als „perceived regularities in events or objects [...], designated by a label“. Die Konzepte werden meist als Kästchen oder Ellipsen mit einem oder wenigen Wörtern dargestellt, es kann aber auch ein Symbol sein.

Die Relationen, welche die Konzepte miteinander verbinden und in Beziehung setzen, werden durch Linien oder Pfeile zwischen den Knoten repräsentiert. Worte auf diesen Linien spezifizieren die Art der Beziehung.

Zwei oder mehr Konzepte, die durch benannte Relationen verbunden sind, formen eine Proposition.

Concept Maps werden hierarchisch von oben nach unten aufgebaut, wobei der zentrale Begriff ganz oben steht, und die anderen hierarchisch absteigend darunter gegliedert werden. Diese Hierarchie muss allerdings nicht streng eingehalten werden; ein Konzept kann auch zwei (oder mehr) verschiedenen Konzepten untergeordnet sein (wie z.B. das Konzept „Hierarchically Structured“ in der Mitte von [Abbildung 16](#)).

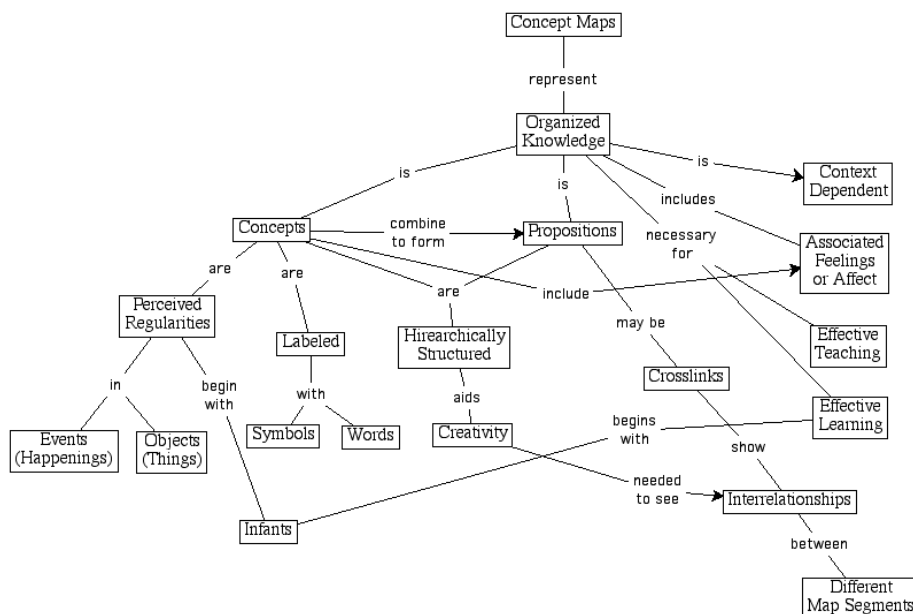


Abbildung 16: Concept Map zum Thema Concept Maps aus [Novak \(n.d.\)](#).

Relationen, die nicht benachbarte Konzepte verbinden, sondern weiter in einen anderen Teil der Map führen und so das Verhältnis

verschiedener Gebiete der Map zu einander beschreiben, nennt Novak Querverbindungen („cross-links“). Neben der hierarchischen Organisation sieht er in der Möglichkeit, solche Querverbindungen zu ziehen, eine wesentliche Hilfe zu kreativem Denken Novak (n.d.).

4.3.3 Formalisierte Verfahren

Gaines & Shaw (1995) definieren den Begriff „Concept Map“ weiter und schließen eine Menge von Verfahren mit ein, die mit dem klassischen Concept-Mapping-Ansatz verwandt sind, aber teilweise über die Regeln von Novak hinausgehen.

Im Modell von Gaines & Shaw ist es auch möglich, dass ein Knoten mehrere andere umschließt, so dass ein einzelner Link ganze Gruppen von Knoten verbinden kann.

Gaines & Shaw (1995) unterscheiden zudem zwischen Concept Maps mit und ohne formaler Semantik. Während die klassischen Concept Maps sensu Novak keine formalisierte Semantik besitzen (d.h. der Benutzer kann die Konzepte und Relationen frei benennen), gibt es Ansätze, die z.B. nur einen vordefinierten Satz von Relationen zulassen.

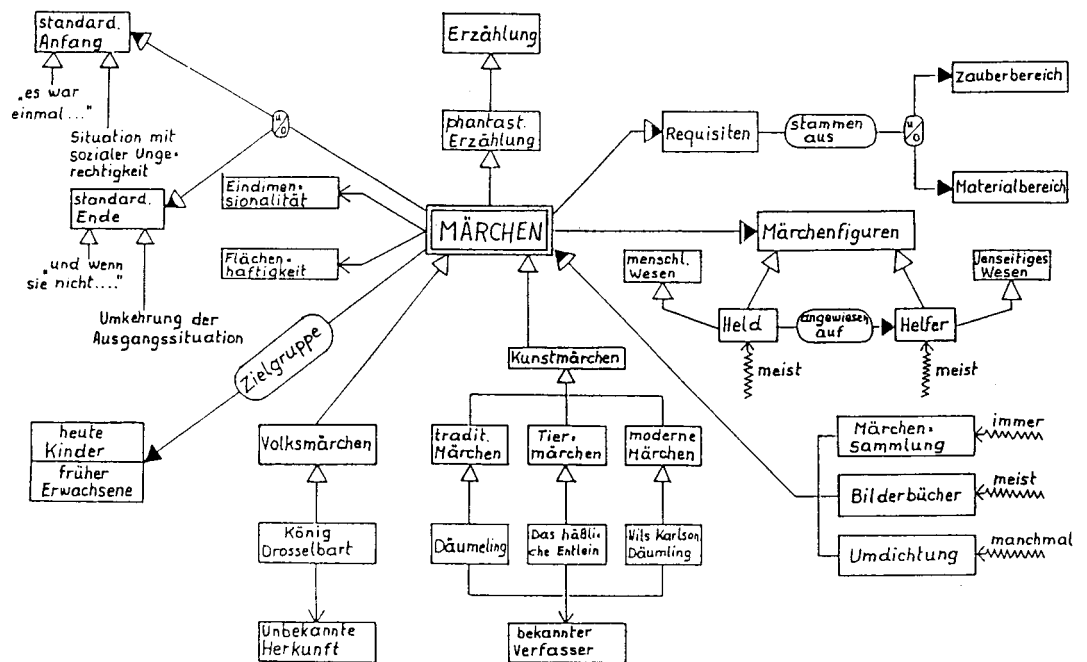
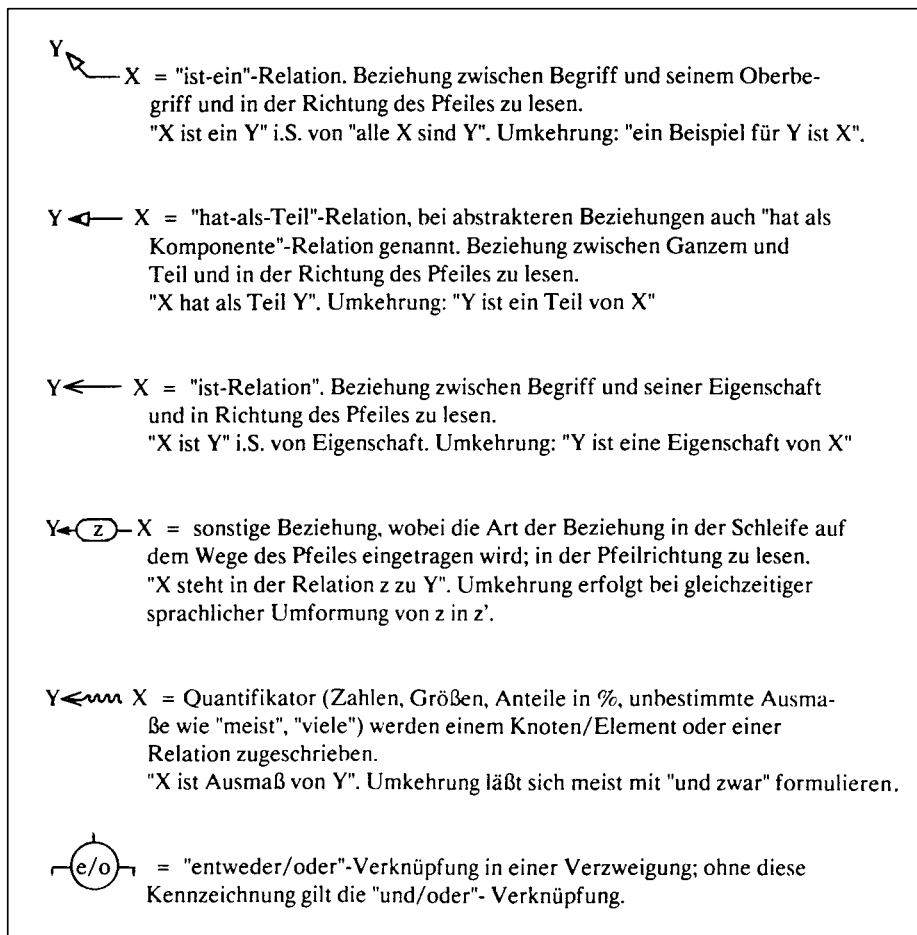


Abbildung 17: „Concept Map“ nach dem Verfahren von Jüngst — Legende s. u.. Aus Jüngst (1998).

Ein solcher Ansatz ist der von Jüngst. Jüngst (1998) stellt ein weitgehend formalisiertes Verfahren vor, das gleichsam als eine visuelle Sprache gesehen werden kann. Er unterscheidet u. a. zwischen Relationen verschiedener Dimensionen (Abstraktion vs. Komplexion) und führt einen Satz von Pfeilen und Pfeilspitzen ein, die jeweils eine bestimmte semantische Bedeutung haben, z.B. „ist ein“, „hat als Teil“ (s. Abbildung 17). Die Pfeile für solche grundlegenden und häufig



gebrauchten Relationen müssen dann nicht mehr mit Worten bezeichnet werden, was die Maps übersichtlicher macht.

Concept Mapping Syntax nach Jüngst (1998).

Während Jüngst seinem Ansatz keinen eigenen Namen gegeben hat und einfach weiterhin von „Concept Maps“ redet, verwenden Autoren um Donald F. Dansereau für formalisierte Concept Maps die Bezeichnung „Knowledge Map“ (O'Donnell, Dansereau & Hall, 2002).

Auf ein weiteres formalisiertes Mappingverfahren soll an dieser Stelle noch hingewiesen werden: Es verwendet verschiedene Verbindungsstärken und ist im Abschnitt 4.5.1 INSTRUCTURE näher beschrieben.

4.3.4 Forschung

Concept Maps

Der größte Teil der Concept-Map-Forschung bezieht sich, wie bereits erwähnt, auf den Bereich Lernen.

Jonassen et al. (1993) fassen mehrere Studien zusammen, in denen Lerner, meist beim selbstgesteuerten Lernen, Concept Mapping einsetzten und damit in verschiedener Hinsicht ihren Lernerfolg steigern konnten:

- Als Unterstützung zum Durcharbeiten von Textpassagen führte es zu besserem Verständnis des Gelesenen.

- In einem Kurs, in welchem Concept Mapping über mehrere Wochen angewandt wurde, schnitten die Probanden besser ab, als die Kontrollgruppe.
- Concept Mapping führte sowohl kurz- als auch langfristig zu besseren Behaltensleistungen

Aber nicht nur Lernerfolg im Sinne vermittelten deklarativen Wissens wurde positiv beeinflusst:

- In einer Studie verbesserten sich nicht nur die Testwerte für Textverständnis durch den Einsatz von Concept Mapping, sondern auch die für schriftliche Kommunikation und – besonders stark – die Qualität der von den Schülern geschriebenen Aufsätze.
- In einer Studie zeigte sich, dass Concept Mapping nicht nur die Behaltensleistung verbesserte, sondern auch die Effizienz des Lernprozesses, gemessen an der zum Lernen benötigten Zeit.
- Des weiteren führte der Einsatz von Concept Mapping bei ihren Benutzern in einer Studie zu deutlich niedrigeren Angstwerten („anxiety scores“) in Bezug auf das Lernen eines bestimmten Themenbereiches.
- Wie bereits erwähnt, konnten auch Problemlöseaufgaben im medizinischen Bereich mit Hilfe von der Concept-Mapping-Technik besser bewältigt werden.

Wenn auch diese Ergebnisse nicht in *allen* Studien signifikant waren⁷, so zeigte sich doch stets mindestens in der Tendenz der Vorteil der Mapping-Gruppen.

Zum Einsatz von Concept Maps in herkömmlichen Unterrichtssituationen (im Gegensatz zum selbstgesteuerten Lernen) fand [Jüngst \(1994\)](#) heraus, dass das bloße Präsentieren von Concept Maps anstelle von Texten nicht automatisch den Lernerfolg erhöht. Die Stärke der Concept Maps gegenüber reiner Textdarstellung trat erst bei elaborierender Vertiefung anhand der jeweiligen Darstellung zu Tage ([Jüngst, 1995](#)). Diesem Ergebnis stehen allerdings einige der folgenden Befunde der Knowledge-Map-Forschung entgegen.

Knowledge Maps

Die Forschung der letzten 12 Jahre zu den weiter oben beschriebenen Knowledge Maps wird von [O'Donnell et al. \(2002\)](#) zusammengefasst. Bei der Analyse der zugrundeliegenden Studien haben sich vor allem folgende Punkte als konsistent erwiesen:

⁷ Zur Problematik des statistischen Signifikanzbegriffes siehe z.B. [Gigerenzers \(1998\)](#) Antwort auf [Chow \(1998\)](#) oder [Haller & Krauss \(2002\)](#).

- Lerner behalten mehr zentrale Inhalte, wenn sie anstelle von Lehrtexten Knowledge Maps als Grundlage erhalten.
- Besonders Lerner mit geringen verbalen Fähigkeiten und Lerner mit geringem Vorwissen profitieren von der Darbietung des Lernstoffes in Form von Knowledge Maps.
- Lerner lernen in kooperativen Lernsettings effektiver, wenn sie für die Interaktionen Knowledge Maps als Unterstützung benutzen.
- Inhalte werden besser erinnert, wenn sie in Maps präsentiert wurden, die gemäß bestimmter gestaltpsychologischer Prinzipien formatiert sind.

Während in der Concept-Map-Forschung der Schwerpunkt auf Szenarien liegt, bei denen die Lerner selbst Maps erstellen, beschäftigt sich die Forschung zu Knowledge Maps anscheinend hauptsächlich mit vorgefertigten Maps. Doch auch dafür hat sich herausgestellt, dass aktive Verarbeitungsstrategien wie das Zusammenfassen oder das Annotieren von Maps die Lerneffekte verstärkt (O'Donnell et al., 2002).

Speziell für den Umgang mit formalisierten Verfahren wie Knowledge Maps darf nicht vergessen werden, dass sich der Lernaufwand, der nötig ist, um das entsprechende Mappingverfahren zu beherrschen, mit der Zahl der verwendeten Relationen stark ansteigt (Fischer, 1998). Andererseits gab es auch Fälle, in denen sich die Benutzer (vor allem Experten) durch den zu kleinen Satz an erlaubten Relationen eingeschränkt fühlten (Schemann, 1995).

Weitere Forschung könnte Aufschluss darüber geben, in welchen Fällen sich die Verwendung formalisierter Maps besser eignet, und wann freiere Verfahren, wie Concept Mapping sensu Novak angemessener sind.

Concept Maps als kognitive Strukturen

Ein faszinierender Aspekt von Concept Maps ist die Vorstellung, eine Concept Map könnte mit ihrer vernetzten Struktur ein direktes Abbild der kognitiven Struktur ihres Autoren liefern. Welcher Psychologe wünscht sich nicht manchmal, die kognitive Struktur seines Gegenübers würde lesbar vor ihm liegen?

Leider müssen wir davon ausgehen, dass es sich in diesem Sinne in den meisten Fällen nur um ein sehr unvollständiges Abbild handeln kann. Was ist mit verdrängten Bedeutungen oder vagen Ahnungen, die während des Externalisierens, bei dem wohl zunächst die dominanteren Assoziationen Vorrang haben, unter den Tisch fallen könnten? Was ist mit irrationalem Glauben, widersprüchlichen Propositionen oder anderen Schemata, die dem Autor nicht sozial erwünscht scheinen? Die tatsächlichen internen Strukturen sind

vermutlich weitaus komplexer, als das, was letztlich auf dem Papier (bzw. im Computer) landet. Bei Studien, in denen Wortassoziationen multidimensional skaliert wurden, kam man laut [Jonassen \(1992\)](#) oft auf sechs- bis siebendimensionale Lösungen. Eine zweidimensionale Map wird also wahrscheinlich in den meisten Fällen Vereinfachungen enthalten – und dies ist auch gut so, denn die Orientierung in mehr als dreidimensionalen Informationsräumen dürfte, abgesehen von der Darstellbarkeit, einige Probleme bereiten.

Vielleicht führt ja auch gerade dieser Prozess der Komplexitätsreduktion zu einer lerneffektiven strukturellen Verarbeitung der gemappten Inhalte.

Andererseits: Wenn schon Pattern Notes (wie in [4.2.3 Forschung](#) erwähnt) die kognitive Struktur so gut wiedergeben wie ein freies Assoziationsverfahren ([Jonassen, 1992](#)), müsste dies für Concept Maps erst recht gelten, da sie mit ihrem vernetzten Ansatz der mentalen Repräsentationsform vermutlich noch besser gerecht werden.

[Jonassen \(1992, S. 21\)](#) schließt:

„Semantic nets and concept maps are representations of cognitive structure, perhaps crude and simplistic albeit effective in helping learners describe and analyse their knowledge structures. Reflecting on what one knows necessarily stabilises that knowledge, which makes it more useful to the learner.“

4.3.5 Exemplarisches Tool: INSPIRATION

Als Beispiel eines Concept Mapping Programms wurde „INSPIRATION“ gewählt, da es von den getesteten die meisten Kriterien erfüllt und trotzdem in der Handhabung verhältnismäßig einfach zu erlernen ist.

Wie die meisten Concept-Mapping-Tools ist es recht flexibel in der Anwendung und unterstützt auch das Erstellen anderer Arten von Maps wie z.B. Flowcharts oder Organigramme.

Es bietet eine große Auswahl von Bildern und Symbolen für die Knoten.

Das Hinzufügen neuer Knoten in die Map ist einfach. Es gibt mehrere Möglichkeiten, einem Knoten einen neuen, mit ihm verknüpften Knoten mittels nur einem Mausklick oder Tastendruck hinzuzufügen, oder freie Knoten an beliebiger Position zu erstellen. Ein Brainstormingmodus (wie der bereits in [4.2.4 Exemplarisches Tool: MINDMANAGER](#) beschriebene) macht auch bei INSPIRATION diese Vorgänge besonders effizient.

Allerdings verschiebt INSPIRATION keine vorhandenen Knoten, um für neu eingefügte Knoten Platz zu schaffen. Das Erweitern bestehender

Maps kann deswegen – besonders bei großen oder komplexen Maps – mühsames Verschieben bestehender Teile nötig machen.

Bei den Annotationen hebt sich INSPIRATION positiv von allen anderen getesteten Mappingprogrammen ab: Die Textnotizen erscheinen nicht für alle Knoten an der selben Stelle (bei anderen Programmen meist im unteren Abschnitt des Fensters), sondern direkt neben dem Knoten, zu dem sie gehören; sie können aber zusätzlich noch frei platziert werden. Weil sie nicht alle an der selben Stelle erscheinen, können auch mehrere Annotationen gleichzeitig geöffnet (=sichtbar) sein (s. Abbildung 18). Zudem sind seit Version 7.0 die Annotationsfensterchen (die in Form und Farbe an die bekannten Post-it™-Zettel erinnern) ein wenig durchscheinend, so dass man auch den von der Annotation verdeckten Teil der Map noch erkennen kann.

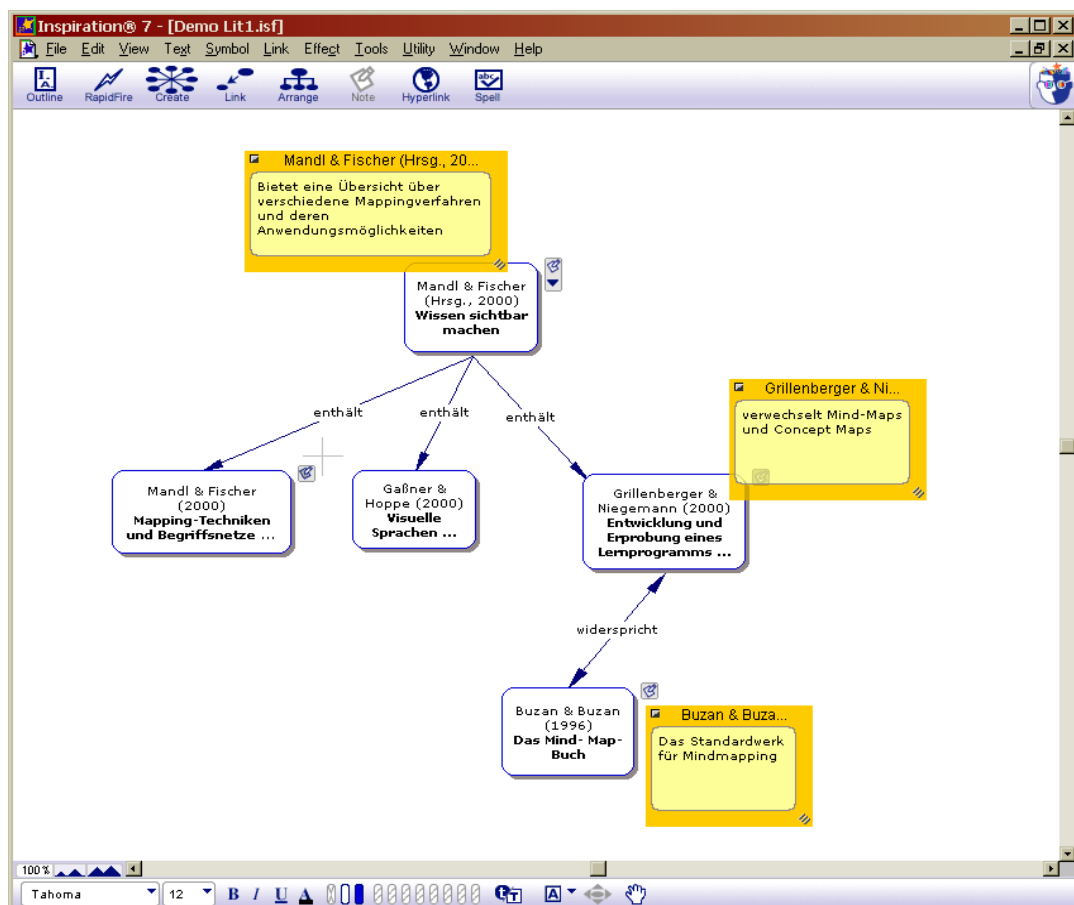


Abbildung 18: INSPIRATION. Die Annotationen zu drei verschiedenen Knoten sind sichtbar. Das Symbol an der Ecke des ganz linken Knotens signalisiert, dass auch dieser eine Annotation hat, die gerade nicht angezeigt wird.

Auch INSPIRATION ermöglicht es, die Inhalte der Map als Textgliederung anzuzeigen. Es ist sogar möglich, in dieser Ansicht inhaltliche Änderungen vorzunehmen, die dann auch in der Map-Ansicht entsprechend umgesetzt werden.

Zur Detail-Kontext-Integration bei komplexen Maps bietet INSPIRATION außer einer Zoomfunktion nicht viel. Zwar lassen sich von einem

Knoten aus alle untergeordneten Knoten (auf Wunsch auch erst ab einer bestimmten Tiefe von z.B. drei Knoten) ausblenden. *Welcher* Knoten *welchem* untergeordnet ist, ist aber nicht so eindeutig, wie bei den hierarchischen Mind-Maps. INSPIRATION interpretiert immer *den* Knoten als einem anderen untergeordnet, auf den von jenem anderen aus ein Pfeil zeigt.

Dies bedeutet, dass man Teile der Map, die nicht als dem gerade bearbeiteten Knoten untergeordnet interpretiert werden, auch nicht ohne weiteres ausblenden oder weniger detailliert darstellen kann. Zudem erscheint der Hinweis auf versteckte Knoten nur, wenn der noch sichtbare übergeordnete Knoten gerade aktiviert (d.h. markiert) ist; man sieht einer Map also nicht ohne weiteres an, ob sie noch weitere, ausgeblendete Teile enthält. Es kann deshalb leicht geschehen, dass Teile der Map in Vergessenheit geraten, da im Normalzustand nichts auf die Existenz ausgeblendeter Knoten hindeutet.

Alles in allem ist INSPIRATION ein vielseitiges, nicht schwer zu bedienendes Tool, welches von den getesteten Tools für Concept Mapping das beste ist, obwohl es den einen oder anderen Wunsch offen lässt.

4.3.6 Weitere Tools

Folgende weiteren Concept Mapping Tools wurden untersucht:

SMART IDEAS

Das Concept-Mapping-Tool SMART IDEAS der Firma SMART Technologies (dem Hersteller der vielleicht bekannten SMART Boards) ist in vielen Punkten ähnlich wie INSPIRATION. Trotz schwer wiegender Nachteile hat es auch einige deutliche Vorteile:

Es bietet die Möglichkeit, zu jedem beliebigen Knoten eine Sub-Map zu erstellen, und diese auch beliebig tief zu verschachteln. Dies allein ist noch nichts besonderes, denn mit Hilfe von Hyperlinks auf andere Maps lässt sich dies mit dem meisten Tools bewerkstelligen; SMART IDEAS zeigt aber auf Wunsch in dem verweisenden Knoten der übergeordneten Map ein Miniatur-Abbild der verknüpften Sub-Map (s. Abbildung 19). Außerdem zeigt es innerhalb der Sub-Maps Hyperlinks zu allen übergeordneten Maps in Form eines hierarchischen Pfades an (s. Abbildung 20, links oben). Obwohl diese Lösung noch nicht dem aufgestellten Kriterium entspricht (s. [3.2.4 Übersichtlichkeit](#)) (da die Sub-Map nur optisch integriert ist, aber von der übergeordneten Map nicht auf einzelne Knoten der Sub-Map zugegriffen oder verwiesen werden kann), erleichtern diese beiden Features die Integration von Detail und Kontext: Von der übergeordneten Ebene aus ist der Inhalt der Sub-Maps sichtbar (wenigstens von der Struktur her); von der Sub-Map aus wird der übergeordnete Kontext angezeigt (wenigstens als hierarchischer Pfad in Text-Form).

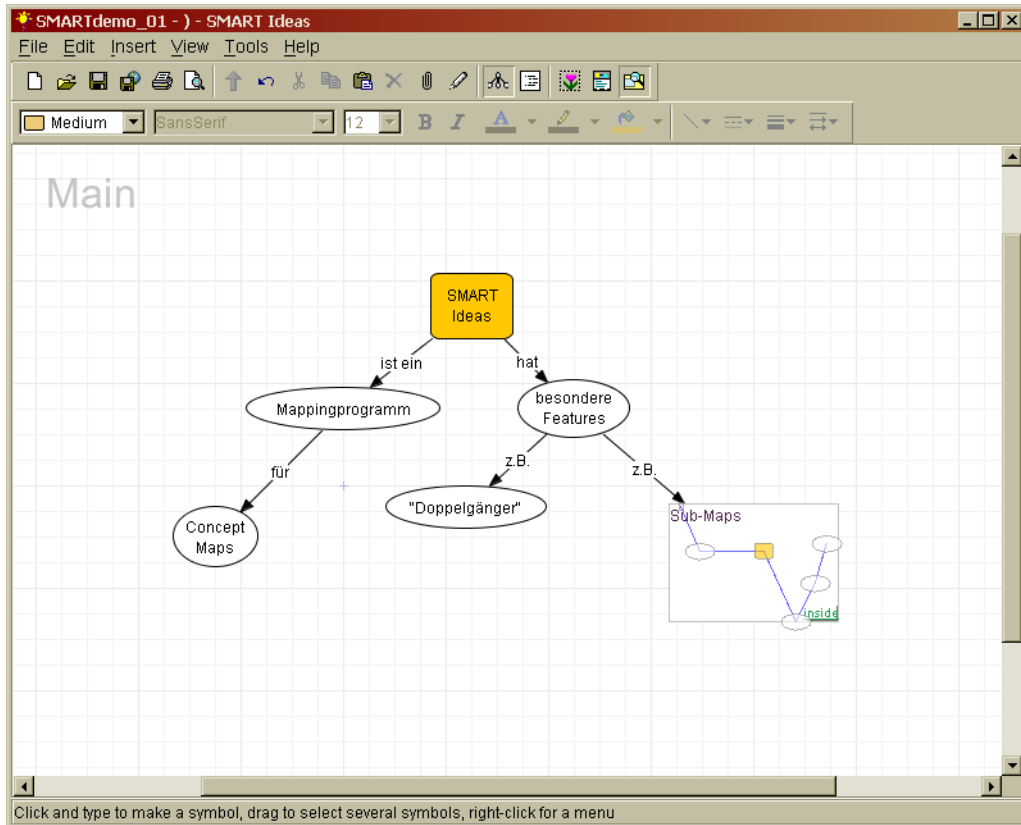


Abbildung 19: SMART IDEAS. Der Knoten „Sub-Maps“ enthält eine Sub-Map, deren Miniatur im Knoten zu sehen ist. Der Knoten „SMART Ideas“ hat einen Doppelgänger in der Sub-Map, der automatisch die gleiche Form und Farbe angenommen hat.

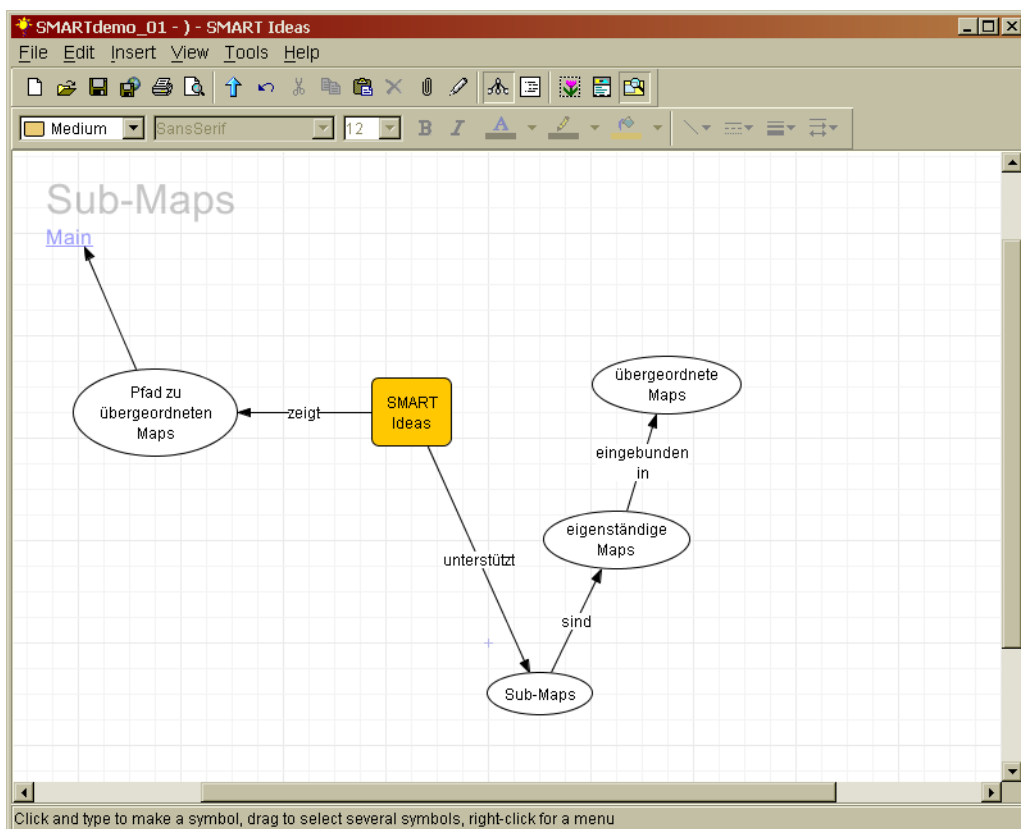


Abbildung 20: SMART IDEAS. Die oben erwähnte Sub-Map. Der hierarchische Pfad besteht in dieser Darstellung aus nur *einem* Link, da die gezeigte Sub-Map nicht tiefer in andere Sub-Maps verschachtelt ist.

Als einziges Tool ermöglicht SMART IDEAS die Verwendung von „Doppelgängern“; dies bedeutet, dass ein Knoten an mehreren Stellen der Map gleichzeitig verortet sein kann, z.B. im übergeordneten Kontext, und noch einmal tief in einer Sub-Map. Wird der Inhalt oder das Aussehen eines Knotens verändert, so ändert sich automatisch auch sein Doppelgänger. Für weitere Überlegungen dazu siehe „Doppelgänger“ in Abschnitt [6.1.6 Offenheit](#).

Ein bisher einzigartiges Feature von SMART IDEAS ist der Stift-Modus. Verwendet man statt der Maus zur Eingabe ein Graphiktablett oder ein SMART Board, kann die Bearbeitung der Map fast wie bei einer Papierzeichnung erfolgen. Beispielsweise können Knoten mit Freihandzeichnungen versehen oder handschriftlich beschriftet werden – auf Wunsch wird das Handgeschriebene per Handschrift-erkennung in Maschinenschrift umgewandelt. Bei der Arbeit im Stift-Modus entfällt das Hin-und-Her zwischen Maus (zum Positionieren) und Tastatur (zur Texteingabe), was sich unter Split-Attention-Gesichtspunkten als positiv erweisen könnte.

Leider lässt SMART IDEAS zwei wichtige Features vermissen: Es unterstützt keine Annotationen und bietet keinen Zoom. Lediglich ein kleines Übersichtsfenster bietet auf Wunsch eine Orientierungshilfe in großen Maps.

CMAP TOOLS

Das kostenlos erhältliche Programm CMAP TOOLS ist gegenüber anderen Programmen recht spärlich ausgestattet, bietet aber die grundlegende Funktionalität fürs Concept Mapping.

Seine Besonderheit liegt darin, dass es internetbasiert ist. Man kann auf eine Fülle vorhandener Maps zugreifen, die auf einem öffentlichen Server abgelegt sind, und man kann auch seine eigenen Maps öffentlich oder geschützt dort speichern. Kooperatives Mapping wird damit erleichtert.

Es muss allerdings leider angemerkt werden, dass CMAP TOOLS manchmal extrem langsam ist. So dauert das bloße Öffnen einer kleinen Map oder etwa einer Hilfeseite gelegentlich mehrere Minuten. Diese Verzögerungen können die Arbeit mit CMAP TOOLS praktisch unmöglich machen. Es bleibt zu hoffen, dass sich dies in Zukunft noch ändern wird.

KNOWLEDGE MANAGER

Der KNOWLEDGE MANAGER eignet sich vor allem zum Erstellen von Maps mit formalisierter Semantik. Jedem Knoten muss ein Typ zugewiesen werden, der u.a. bestimmte optische Merkmale aufweisen kann. Wird nachträglich das Aussehen für einen Typ von Knoten geändert, passen sich alle Knoten dieses Typs automatisch an. Die Verwendung standardisierter Linktypen wird dadurch erleichtert,

dass bei der Benennung eines Links immer eine Liste bereits verwendeter Bezeichnungen angeboten wird. Abgesehen von AXON (s. u.) ist der KNOWLEDGE MANAGER das einzige der untersuchten Tools, das ansatzweise in der Lage ist, die repräsentierten Inhalte semantisch zu verarbeiten. Er bestimmt z.B. auf Wunsch sog. „Semantische Pfade“ von einem Knoten zu einem beliebigen anderen. Das heißt, er zeigt die Wege an, über welche die beiden Knoten indirekt (über andere Knoten und Verbindungen) in Beziehung stehen. Abbildung 22 zeigt sechs semantische Pfade zwischen den beiden oberen Knoten der Map in Abbildung 21 (von „CMR“ zu „IWM“).

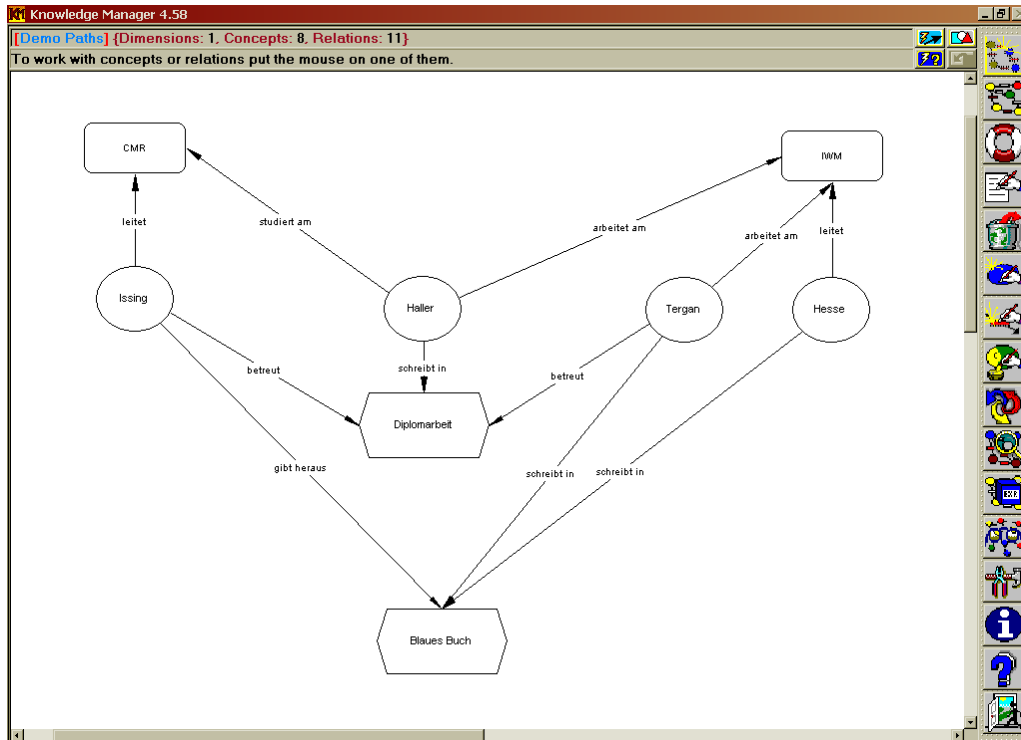


Abbildung 21: KNOWLEDGE MANAGER. Eine Knowledge Map mit typisierten Knoten und formalisierten Links einer selbst definierten visuellen Sprache mit den Elementen Person (Kreis), Institution (Rechteck), Literatur (Sechseck) und den Relationen „leitet“, „studiert an“, „angestellt an“, „schreibt in“, „betreut“ und „gibt heraus“.

Automatic path finding

Starting concept: CMR Restart

Ending concept: IWM Stop

Maximal length allowed: 6

Automatic length increment, if the search fails:

Concepts in the shortest path: 3 Concepts in the longest path: 5 Paths found: 6

| | incept | Relation type | concept | Relation type | Concept 3 | Relation type | concept | Relation type | ncept |
|------|--------|-----------------|---------|---------------|--------------|-----------------|---------|---------------|-------|
| 1(3) | CMR | studiert am(←-) | Haller | arbeitet am | IWM | | | | |
| 2(5) | CMR | leitet(←-) | Issing | betreut | Diplomarbeit | schreibt in(←-) | Haller | arbeitet am | IWM |
| 3(5) | CMR | leitet(←-) | Issing | gibt heraus | Blaues Buch | schreibt in(←-) | Tergan | arbeitet am | IWM |
| 4(5) | CMR | leitet(←-) | Issing | gibt heraus | Blaues Buch | schreibt in(←-) | Hesse | leitet | IWM |
| 5(5) | CMR | studiert am(←-) | Haller | schreibt in | Diplomarbeit | betreut(←-) | Tergan | arbeitet am | IWM |
| 6(5) | CMR | leitet(←-) | Issing | betreut | Diplomarbeit | betreut(←-) | Tergan | arbeitet am | IWM |

Output tree Save the path Save list to text Close Help

Abbildung 22: KNOWLEDGE MANAGER. Vom Programm automatisch gefundene „Semantische Pfade“ zwischen den Knoten „CMR“ und „IWM“.

Leider ist der KNOWLEDGE MANAGER in der Handhabung recht ungewohnt, da er sich nicht an die gängigen Standards hält (keine Menüs, Fenster lässt sich nicht mit dem X-Button rechts oben schließen, u.s.w.). Außerdem ist die Bedienung oft umständlich; auch häufig auftretende Arbeitsschritte erfordern deutlich mehr einzelne Interaktionen als nötig. Der Text für einen Knoten kann nicht direkt in den Knoten geschrieben werden, sondern muss in ein gesondertes Textfenster eingetippt werden; dadurch wird der Eindruck gemindert, mit den externen Repräsentationen direkt zu interagieren.

SMARTDRAW und CONCEPTDRAW PROFESSIONAL MINDMAPPING

Diese beiden eher graphisch orientierten Programme ermöglichen mehrere Mappingverfahren, unter anderem Concept Mapping (und SMARTDRAW auch Mind-Mapping). Sie bieten vielfältige Möglichkeiten für die graphische Gestaltung der Maps – mehr als die reinen Mappingtools. Da sie aber vom Schwerpunkt her (wie bereits die Namen verraten) als Zeichenprogramme konzipiert sind und nicht als Wissensorganisations-Tools (Einzelheiten s. Abschnitt [5.2 Vergleich der Tools](#)), eignen sie sich zwar zur Erstellung von optisch ansprechenden Maps, etwa für Präsentationen; die Bedienung erfordert aber auch mehr kognitiven Aufwand im Bereich der optischen Darstellung. Sie eignen sich also weniger für das einfache, schnelle Erstellen (Brainstorming) oder Erweitern von Maps, wie es beim Gebrauch zur persönlichen Wissensorganisation nötig wäre.

AXON

Es bleibt noch ein interessantes Tool zu erwähnen: Der AXON IDEA PROCESSOR. Dieses auf der Programmiersprache PROLOG basierende Programm unterstützt viele Elemente verschiedener Mapping-techniken – u.a. Mind- und Concept Mapping. Der Bezeichnung „Processor“ wird AXON durch die Fähigkeit gerecht, die Struktur der Maps logisch zu interpretieren und beispielsweise als Grundlage für selbst geschriebene kleine Programme zu verwenden. Die Maps können mit Funktionalität angereichert werden, so dass animierte Maps oder kleine Simulationen erstellt werden können. Die Bedienung dieses komplexen Programms ist allerdings nicht einfach und erfordert eine gewisse Gewöhnung.

4.3.7 Fazit

Concept Mapping hat seine Nützlichkeit nicht nur als Lerntechnik bewiesen, sondern auch auf vielen weiteren Gebieten. Es eignet sich gut, um Prozesse und komplexe Sachverhalte übersichtlich darzustellen. In seiner ursprünglichen Form mit frei bezeichnenbaren Links ist es leicht zu erlernen, und die Maps sind leicht zu lesen.

Verwandte Verfahren mit formaler Semantik (wie das Knowledge Mapping) erfordern mehr Lernaufwand, der aber durch die genannten Vorteile durchaus ausgeglichen werden kann.

Zum Brainstorming oder übersichtlichen Ordnen von Informationseinheiten eignet es sich nur bedingt; erstens, weil das obligate Ziehen expliziter Links u.U. unnötigen Aufwand erfordert, und zweitens, weil die übliche Darstellung mit Ellipsen und Pfeilen dazwischen weitaus mehr Platz benötigt als etwa in einer Mind-Map oder einem Spatial Hypertext.

4.4 Spatial Hypertext

4.4.1 Geschichte und Ziele

Der dritte hier vorgestellte Ansatz ist relativ neu und von der Idee her recht einfach. Er wurde Anfang der 90er Jahre entwickelt (Marshall & Shipman, 1993). Spatial Hypertext leitet sich nicht von anderen Mappingverfahren ab, sondern vom klassischen Hypertext. Während man beim Hypertext für gewöhnlich von Knoten zu Knoten springt („surft“) und diese so nur „von innen“ zu sehen bekommt, bietet der Spatial Hypertext eine Metaebene, auf der die Knoten in räumlicher Anordnung repräsentiert sind. Der Benutzer soll sich einen Überblick über den gesamten Hypertext verschaffen können und die Knoten in persönlich bedeutsamer Weise anordnen. Seine Anwendung wird hauptsächlich im Ressourcenmanagement gesehen.

4.4.2 Das Verfahren

Was den Spatial Hypertext von allen anderen Mappingverfahren abhebt, ist, dass er bewusst auf explizite Links verzichtet (Shipman & Marshall 1999). Damit grenzt er sich sowohl vom klassischen Hypertext ab, bei dem zwei Knoten (Hypertextseiten) ja eindeutig entweder verlinkt sind oder eben nicht, als auch von anderen Mappingverfahren, bei denen die Knoten in expliziten Relationen zueinander stehen (Mind-Mapping, Concept Mapping). Die Beziehungen zwischen den Knoten, die meist externe Ressourcen / Hypertextseiten repräsentieren, werden nur durch ihre räumliche Anordnung sowie durch optische Merkmale wie Form und Farbe repräsentiert.

Die Verfechter des Spatial Hypertext sehen in diesem nicht-expliziten In-Beziehung-Setzen den Vorteil der sog. „constructive ambiguity“ (Shipman & Marshall, 1999). Damit ist gemeint, dass der Benutzer eine Erleichterung erfährt, indem er nicht gezwungen ist, sich in der Klassifikation oder der Einschätzung eines Knotens ganz festzulegen; er kann vielmehr auch feine graduelle Unterschiede ausdrücken wie partielle Zugehörigkeit, oder entfernte Ähnlichkeit.

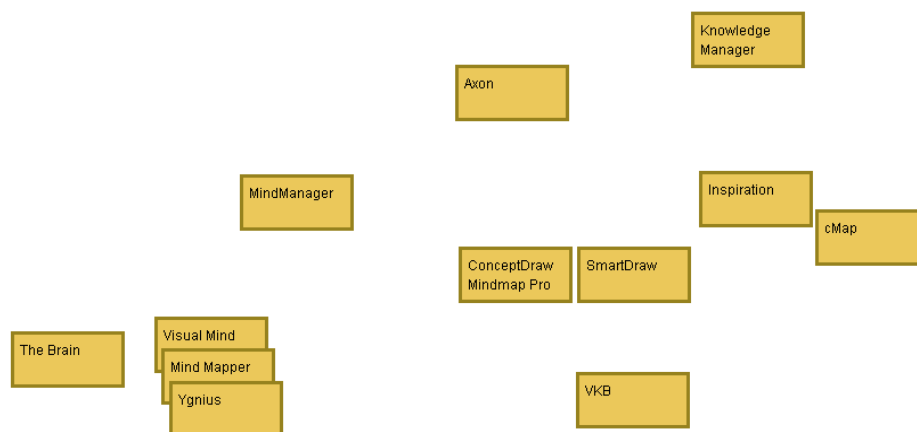


Abbildung 23: Spatial Hypertext. Die getesteten Tools, nach Ähnlichkeit räumlich angeordnet.

Beispielsweise könnte man eine Hand voll zusammengehöriger Knoten in einer Reihe untereinander anordnen und einen weiteren Knoten leicht schräg darunter platzieren, weil er mit dem selben Thema zu tun hat, aber doch nicht wirklich gleichwertig zur Gruppe dieser Knoten dazugehört.

Kolb (2001, Absch. 3) schreibt:

„It would seem that linguistically labeled typed links and paths-patterns could carry more kinds of connections than spatial arrangements, if link types could be conveniently indicated. This may be so, but spatial arrangements can accommodate n-ary relations and gradations of meaning relations that are difficult to put into link type labels.“

Spatial Hypertext erlaubt das Organisieren von Dokumenten (Ressourcen) auf eine gewissermaßen natürliche Art und Weise, die dem entspricht, wie viele Menschen physisch vorhandene Ressourcen (Bücher, Briefe, Zeitschriften, Artikel, ...) organisieren – in Stapeln, Haufen, Reihen, Grüppchen, oder Schachteln. Auch das Ablegen und Verwalten von Notizen ist auf diese Weise ähnlich wie mit einer Pinnwand bequem möglich und profitiert von den genannten Vorteilen.

4.4.3 Forschung

Shipman (2001) hat zwar einen umfassenden Forschungsrahmenplan aufgestellt, der sich auch auf die Forschung zu Mappingverfahren im Allgemeinen übertragen lässt. Bisher liegen aber für diesen jungen Ansatz kaum Forschungsergebnisse vor.

4.4.4 Exemplarisches Tool: VISUAL KNOWLEDGE BUILDER

Der kostenlos erhältliche VISUAL KNOWLEDGE BUILDER (kurz: „VKB“) ist von Frank M. Shipman, dem Mitbegründer des Spatial Hypertext, entwickelt worden und der Nachfolger des bislang wahrscheinlich meistzitierten Spatial-Hypertext-Programmes VIKI.

Die Knoten bestehen beim VKB aus Rechtecken, die in Größe und Farbe variabel sind und Text oder ein Bild enthalten können. Diese Rechtecke können frei in der Ebene platziert werden.

Da Spatial Hypertext sich als Technik zum Ressourcenmanagement versteht, ist es selbstverständlich, dass auch im VKB jedem Knoten Links hinzugefügt werden können. Dies geht u. a. ganz einfach per drag-and-drop: z.B. für lokale Dateien aus einem Dateimanager (wie Windows-Explorer), oder für Web-Links aus der Adresszeile des Internetbrowsers.

Bestimmte räumliche Anordnungen kann der VKB erkennen, und er erleichtert damit das gleichzeitige Markieren und Bearbeiten ganzer Gruppen von zusammengehörenden Knoten. Zu den vom VKB erkannten Anordnungen gehören senkrechte und waagerechte Reihen sowie Stapel (aufeinander liegende, überlappende Knoten). Diese Erkennung der Zusammengehörigkeit durch Nähe und / oder Geschlossenheit unterstützt das räumliche Anordnen der Knoten nach Gestaltgesetzen (vgl. [Wertheimer, 1938](#)), was nach [Wiegmann et al. \(1992\)](#) die Verarbeitung bzw. das Lernen mit Maps begünstigt.

Als einziges der verglichenen Tools bietet der VKB die Möglichkeit, Knoten nicht nur visuell zu gruppieren, sondern sie explizit in sog. „Collections“ abzulegen. Eine solche Collection kann zwei Zustände haben: im „geschlossenen“ Zustand (Abbildung 24) ist durch ein eigenes Rechteck repräsentiert, in welchem ein Teil ihres Inhaltes zu sehen ist. Die Größe des Rechtecks ist im geschlossenen Zustand variabel: Sie kann so angepasst werden, dass der gesamte Inhalt der Collection sichtbar ist, und die Collection optisch auf diese Weise einfach nur einen Rahmen um ihren Inhalt darstellt. Im „geöffneten“ Zustand (Abbildung 25) nimmt die Collection die ganze Arbeitsfläche ein, so dass ihr Inhalt wie eine eigenständige Map behandelt werden kann. Die Collections sind außerdem beliebig tief ineinander verschachtelbar.

Ein zukunftsweisendes Feature, welches im VKB als einzigem aus den untersuchten Programmen bereits angelegt ist, ist, dass die Knoten selbst definierten Typen zugeordnet werden können (z.B. Person, Literaturquelle, Webseite), so dass beispielsweise alle Knoten eines Typs ein einheitliches visuelles Erscheinungsbild bekommen und so optisch differenzierbar sind. Des Weiteren können jedem Knoten frei definierte Attribute zugeordnet werden, die später für Such- und

Filteroperationen genutzt werden können. Auch um Metadaten zu verwalten (Meder, n.d.) und um (zukünftige) semantische Verarbeitung zu ermöglichen, ist diese Möglichkeit zur formalisierten Speicherung von Zusatzinformationen grundlegend wichtig. Leider ist in der untersuchten Version (1.00 beta) dieses Feature noch nicht ganz ausgereift.

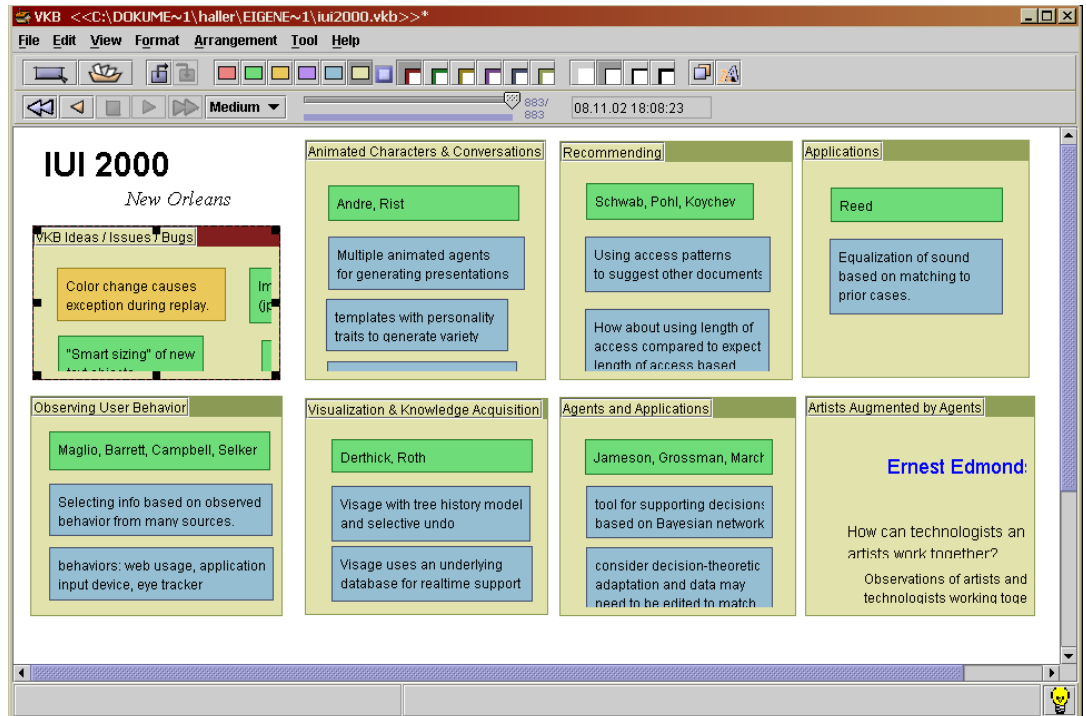


Abbildung 24: VISUAL KNOWLEDGE BUILDER. Zu sehen sind acht Collections im „geschlossenen“ Zustand und jeweils ein Teil ihres Inhalts.

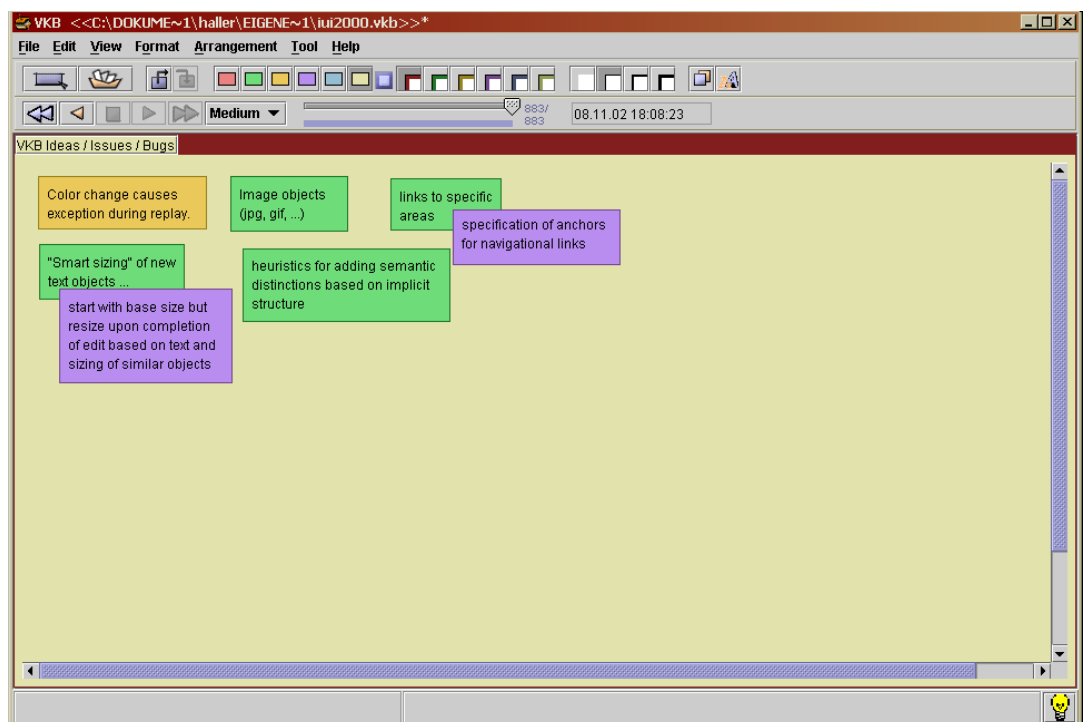


Abbildung 25: VKB. Die Collection, die im vorigen Bild links oben war, ist jetzt geöffnet, und Ihr ganzer Inhalt sichtbar.

Noch ein drittes Feature ist nur beim VKB zu finden: Die gesamten Arbeitsschritte von der Erstellung der Map bis zum aktuellen Zustand sind gespeichert. Auf diese Weise können beliebig viele Arbeitsschritte rückgängig gemacht werden (unbegrenzte „Undo“-Funktion). Außerdem kann man zu jedem beliebigen Punkt in der Entwicklungsgeschichte der Map springen und sie sich von dort aus im Zeitraffer (oder auch Schritt für Schritt) noch einmal ansehen. Diese Funktion erleichtert die metakognitive Analyse der Vorgehensweise beim Mapping, was vor allem für die weitere Mappingforschung interessant sein dürfte.

Was trotz all der guten Ansätze die Arbeit mit dem VKB erschwert, ist die etwas holperige Handhabung. Um beispielsweise den Hyperlink eines Knoten zu aktivieren oder um die Eigenschaften des Knotens zu bearbeiten, muss ein Rechtsklick bzw. Doppelklick auf den *Rand* des Knotens erfolgen. Dies ist zum einen ungewohnt, da es unüblich ist, zum anderen unpraktisch, da der Rand eine sehr kleine Trefferfläche abgibt und somit mit der Maus sehr genau gezielt werden muss. Kleinere kosmetische Fehler sind im VKB noch zu finden, und einige Funktionen sind noch nicht ausgereift; aber da es sich bei der getesteten Version um eine Betaversion handelt, kann man noch Verbesserungen erwarten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass dem VKB mit den Möglichkeiten zur Modularisierung, der Unterstützung formalisierter semantischer Daten, der Speicherung der kompletten Entwicklungsgeschichte sowie mit der Interpretation von gestaltpsychologisch relevanten räumlichen Konfigurationen ein zukunftsweisende Rolle zukommt, wenngleich er technisch noch nicht ausgereift ist und sich mit dem Weglassen expliziter Links einer unnötigen Einschränkung unterwirft.

4.4.5 Weitere Tools

Es sind außer VKB keine weiteren frei verfügbaren Spatial Hypertext-Tools bekannt. Aber auch die meisten Concept Mapping-Tools, bei denen die Links nicht zwingend sind, eignen sich mehr oder weniger gut zur Erstellung von Spatial Hypertexts.

Im Folgenden werden vier Computerprogramme vorgestellt, in denen der Spatial-Hypertext-Ansatz Anwendung gefunden hat. Leider sind alle vier Programme Forschungsarbeiten und daher nicht frei erhältlich, weshalb sie auch beim Vergleich nicht aufgeführt werden.

XLIBRIS

XLIBRIS (Golovchinsky, 2001) ist ein System, zum Dokumentenmanagement nach den Prinzipien des Spatial Hypertext. Es ist dafür gedacht, verschiedene Dokumente und Ausschnitte aus Dokumenten zu sammeln, zu annotieren, zu ergänzen und anzuordnen.

Die Dokumente können in Abschnitte gegliedert werden, auf die einzeln verwiesen werden kann.

Da diese Software auf speziellen Computern läuft, welche Stifteingabe ermöglichen, können die Textabschnitte mittels einer Art digitalem Stift mit Freihandzeichnungen und handschriftlichen Annotationen versehen werden.

Die Knoten des Spatial Hypertext werden durch eine Miniaturdarstellung (Thumbnail) des entsprechenden Dokuments repräsentiert und können beliebig angeordnet und kombiniert werden.

ART

Das von [Nakakoji & Yamamoto \(2001\)](#) beschriebene Programm ART-01 benutzt die Spatial Hypertext -Technik, um eine Methode collagenhaften Schreibens („collage style writing“) zu unterstützen. Einzelne Textelemente können dabei auf einer Fläche angeordnet werden, während gleichzeitig in einer anderen Fensterhälfte der so zusammengesetzte Gesamttext zu sehen ist.

ART-03 ([ebenfalls Nakakoji & Yamamoto, 2001](#)), welches auch als „Time-ART“ bekannt ist, ermöglicht die gleiche collageartige Arbeitsweise, aber mit Multimediaelementen wie Filmausschnitten, die u.a. einzeln annotiert werden können).

Pathfinder Netzwerke

[Chen & Czerwinski \(1998\)](#) beschreiben ein Verfahren zur Darstellung großer Mengen von Wissensressourcen (in diesem Falle Literaturquellen). Dabei wird nach einem bestimmten Algorithmus⁸ zunächst die „semantische Nähe“ jedes Dokuments zu jedem anderen bestimmt. Mit Hilfe eines weiteren Algorithmus⁹ werden einzelne Punkte, welche die einzelnen Dokumente repräsentieren, auf einer Fläche verteilt dargestellt. Dieser zweite Algorithmus („Pathfinder Networks“) ist verwandt mit dem aus der psychologischen Methodenlehre bekannten Verfahren der multidimensionalen Skalierung (MDS).

Auf diese Weise bekommt man ein Bild, welches eine anschauliche Übersicht über mehrere hundert Wissensressourcen liefert (s. Abbildung 26).

⁸ Der verwendete Algorithmus nennt sich „Latent Semantic Indexing“ und wird in [Chen & Czerwinski \(1998\)](#) genauer beschrieben. Er berücksichtigt u.a. auch Synonyme, so dass Dokumente auch dann noch als „inhaltlich ähnlich“ erkannt werden, wenn sie ein gemeinsames Thema mit unterschiedlichen Begriffen beschreiben.

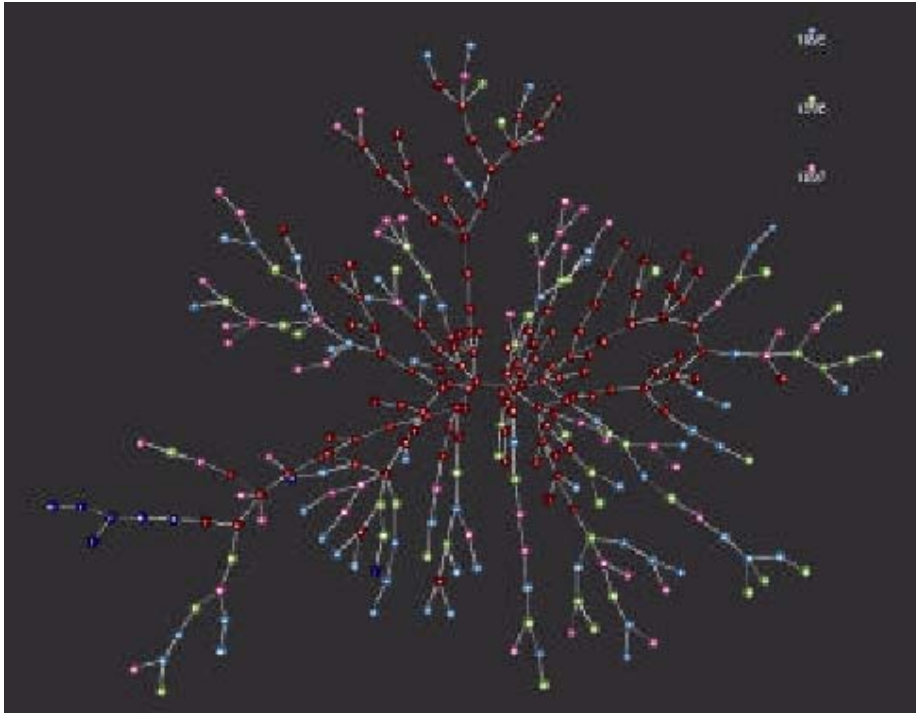


Abbildung 26: Pathfinder Netzwerk. Jeder der Punkte repräsentiert ein Dokument. Zu sehen sind 304 Beiträge von drei verschiedenen Tagungen in einem gemeinsamen „semantischen Raum“ dargestellt. Die Farbe der Punkte korrespondiert mit der Quelle (welche Tagung) aus [Chen & Czerwinski \(1998\)](#).

Auch wenn hier der Benutzer die räumliche Konfiguration der Knoten nicht selbst festlegt, ist dies eine nützliche Anwendung des Spatial-Hypertext-Paradigmas, denn die räumliche Nähe oder Entfernung zwischen zwei Knoten kann direkt als semantische Nähe interpretiert werden, im Sinne der Ähnlichkeit der behandelten Inhalte.

4.4.6 Fazit

Der vom Ressourcenmanagement her kommende Spatial-Hypertext-Ansatz ist das schlichteste der hier besprochenen Verfahren. Er verzichtet auf Links und stützt sich auf die bewusste Nutzung räumlicher Konfigurationen.

Spatial Hypertext wird von denen, die sich mit ihm beschäftigen, weniger als dogmatischer, durchdefinierter Ansatz gesehen, sondern eher als Anregung aufgenommen. Dies wird deutlich, wenn man die bereits heute ziemlich heterogenen Anwendungsformen des noch jungen Ansatzes betrachtet (s. z.B. die oben beschriebenen Tools).

Auch die zentrale Einschränkung des Ansatzes, der Verzicht auf explizite Links, wird erfreulicher Weise von den Softwareentwicklern nicht immer übernommen (z.B. [Chen & Czerwinski, 1998](#); [Simpson, 2001](#)).

4.5 Weitere Mappingverfahren

Es gibt noch viele weitere Mappingverfahren, und nicht alle lassen sich einem der drei vorgestellten Ansätze zuordnen. Eine Reihe von Mappingverfahren wird bei Probst et al. (2000) mit Abbildungen anschaulich vorgestellt, Fischer (1998) gibt u. a. einen Überblick über die Geschichte von Mappingverfahren, und in Mandl & Fischer (2000a) sind mehrere aktuelle Verfahren und ihre Anwendung beschrieben.

Zuletzt sollen hier noch zwei weitere Tools und die ihnen zugrundeliegenden Verfahren kurz angesprochen werden: Das INSTRUCTURE Tool von Frank Fischer sowie THE BRAIN.

4.5.1 INSTRUCTURE

Das von Fischer (1998) entwickelte INSTRUCTURE Tool unterstützt Mediziner beim Diagnoseprozess, indem es ermöglicht, die Beziehungen zwischen den aufgetretenen Symptomen und möglichen Diagnosen durch verschieden dicke Linien darzustellen: Je mehr ein Symptom für eine bestimmte Diagnose spricht, desto dicker die Linie; spricht es gegen eine bestimmte Diagnose, wird dies hier mit einer gestrichelten Linie dargestellt (s. Abbildung 27).

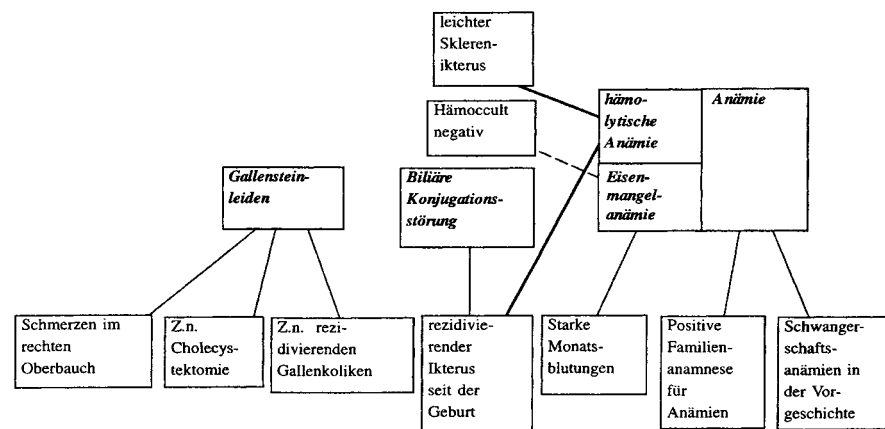


Abbildung 27: INSTRUCTURE Tool. Map zur Unterstützung des Diagnoseprozesses in der Medizin. Die fett und kursiv bezeichneten Knoten sind mögliche Diagnosen, die anderen sind die Symptome. Aus Fischer (1998).

Der Diagnostiker kann so, während er nach und nach mehr Informationen einholt (z.B. Labor-/Spezialuntersuchungen), den Überblick behalten und verhindern, dass aufgrund der steigenden Komplexität das eine oder andere Symptom wieder in Vergessenheit gerät.

Was dieses Verfahren von anderen unterscheidet, ist, dass es statt mit bezeichneten Links mit Verbindungsstärken arbeitet.

Fischer, Gräsel, Kittel, & Mandl (1995) setzten dieses Verfahren in einem Szenario zum problemorientierten Lernen bei Mediziner ein und stellten fest, dass neben dem Vorwissen auch die Anwendung dieses Mappingverfahrens die Exaktheit der Diagnose, sowie die

Kohärenz der verwendeten Konzepte steigern konnte. (Kohärenz wurde durch die Zahl der Verbindungen zwischen den Konzepten gemessen.) Des Weiteren war ein Wechselwirkungseffekt zwischen Vorwissen und Anwendung des Mappingverfahrens zu beobachten. Dies bedeutet, dass die Mappingtechnik besonders die Anwendung *bestehenden* Wissens auf das Problem fördert.

4.5.2 THE BRAIN

Dieses Tool soll als Beispiel für gelungenes Platzmanagement zwischen Mappingtool und Browser dienen, wie in [3.3.4 Integration von Detail und Kontext](#) gefordert. THE BRAIN ist das einzige der getesteten Tools, welches einen Modus bietet, in welchem es einen Teil des Bildschirms so reserviert, dass es von keinem anderen Fenster verdeckt werden kann, und auch selbst kein anderes verdeckt.

Das bei THE BRAIN zugrundeliegende Verfahren unterscheidet sich grundlegend von den bisher besprochenen. Während bei den meisten Mappingverfahren die Knoten einen festen Platz im Raum haben, werden sie bei THE BRAIN immer neu angeordnet. Für die Anordnung der Knoten sind lediglich die Verbindungen zwischen den Knoten ausschlaggebend. Wird ein Knoten ausgewählt („aktiviert“), dann ordnet THE BRAIN alle mit ihm direkt verknüpften Knoten um ihn herum an (s. Abbildung 28). Knoten, die nicht mit dem gerade aktiven Knoten verbunden sind, bleiben unsichtbar.

Da dieses Verfahren das Kriterium der freien Platzierbarkeit ([3.2.1 Freies Platzieren](#)) nicht erfüllt, wird es in dieser Arbeit nicht weiter verfolgt werden.

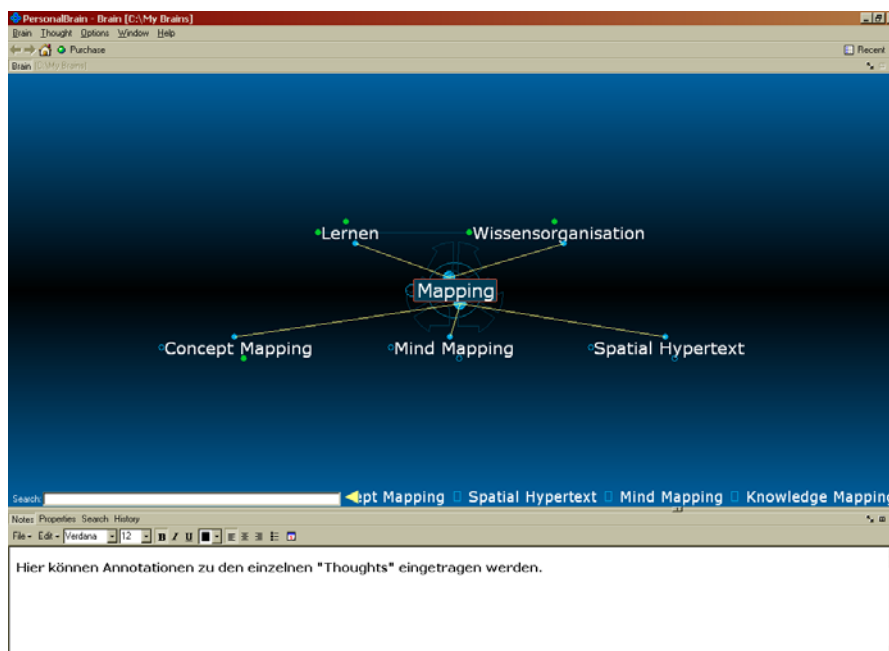


Abbildung 28: THE BRAIN. Der Begriff „Mapping“ ist aktiviert, zu sehen sind außerdem übergeordnete und untergeordnete Knoten. Im unteren (weißen) Bereich ist Platz für Annotationen; direkt darüber ermöglicht eine History-Zeile den direkten Zugriff auf die zuletzt aktivierten Knoten.

5 Vergleiche der Verfahren und Tools untereinander

5.1 Vergleich der Verfahren

Die drei besprochenen Ansätze unterscheiden sich in der zugrundeliegenden Struktur: Mind-Maps sind von Grund auf hierarchisch organisiert, Concept Maps assoziativ vernetzt und Spatial Hypertext ist keines von beidem.

Freilich ermöglichen die Querverweise bei der Mind-Map auch, vereinzelt Beziehungen darzustellen, die über die hierarchische Ordnung hinaus gehen, aber die Grundstruktur ist hierarchisch. Andersherum ist es bei der Concept Map. Auch sie sollte zwar (nach [Novak, n.d.](#)) einer hierarchischen Ordnung folgen, aber das ist mehr ein Rat als ein Zwang des Verfahrens – das Grundprinzip der Concept Map ist die Vernetzung.

Spatial Hypertext ist an sich weder hierarchisch noch vernetzt, auch wenn die Benutzung verschachtelbarer Gruppen beim VKB eine hierarchische Organisation ermöglicht.

Es fällt auf, dass alle Verfahren eine irgendwie geartete Hierarchisierung der Inhalte ermöglichen, auch jene, deren Grundstruktur nicht hierarchisch ist.

Tabelle 1 zeigt den Vergleich der drei besprochenen Mappingverfahren nach ihrer Grundstruktur und in den drei semiotischen Kategorien Syntax, Semantik und Pragmatik⁹. Die Bedeutung dieser drei Kategorien lässt sich vereinfacht so beschreiben:

Syntax: *Wie* werden Relationen dargestellt?

Semantik: *Was für* Relationen können (inhaltlich) dargestellt werden?

Pragmatik: *Wozu* wird diese Darstellung benutzt?

Je nachdem, welches Gedächtnismodell man zugrunde legt, ein hierarchisches ([Ausubel, 1968](#)) oder ein vernetztes ([Quilian, 1968](#)), mag das eine oder andere Verfahren kognitiv adäquater erscheinen. Für die tatsächliche Angemessenheit dürfte allerdings die zu bewältigende Aufgabe eine ebenso maßgebliche Rolle spielen. Denn während sich Kategorienwissen und hierarchische Gliederungen naturgemäß gut mit dem hierarchisch organisierten und einfach zu erlernenden Mind-Map-Verfahren repräsentieren lassen, ist für die

⁹ Laut [Morris \(1938\)](#) beschreibt Syntax die Beziehungen zwischen Symbolen selbst, die Semantik die Beziehung zwischen Symbol und Inhalt und die Pragmatik die Beziehung zwischen Symbol und Anwender.

Modellierung beispielsweise von Zusammenhangswissen ein vernetztes Format wie das der Concept Maps nötig.

| | Grundstruktur | Syntax (wie?) | Semantik (was?) | Pragmatik (wozu?) |
|--------------------------|----------------------|---|--|--|
| Mind-Mapping | Hierarchie | Zweige eines hierarchischen Baumes, Querverweise möglich | nur folgende Beziehungen: – übergeordnet – untergeordnet – querverbunden | Einfaches, kreatives Ordnen von Gedanken oder Ressourcen; Brainstorming |
| Concept Mapping | Vernetzung | explizit benannte Beziehung zwischen den Knoten, Makrostruktur hierarchisch*. *) wird von den abgeleiteten Ansätzen oft nicht übernommen | beliebige* Propositionen (= Aussagen) *) bei formalisierten Verfahren u.U. nur bestimmte vordefinierte Relationen | Darstellen von Zusammenhängen und Sachverhalten zum bedeutungsvollen Lernen. |
| Spatial Hypertext | räumliche Anordnung | räumliche Relationen, Nähe, Gruppierungen (Stapel, Listen, u.ä.) | Inhaltliche Nähe, Zusammengehörigkeit | Übersicht über Ressourcenlandschaft |

Tabelle 1: Kategorialer Vergleich der drei Ansätze

5.1.1 Vergleich nach Erfüllung der Anforderungen

Im Folgenden wird untersucht, in wie weit die drei besprochenen Mappingverfahren den im Abschnitt [3.2 Anforderungen an das Verfahren](#) besprochenen Anforderungen genügen.

Freies Platzieren

Alle drei Mappingansätze haben dieses Kriterium grundlegend verankert: die Knoten können und sollen frei platziert werden. Leider setzen nicht alle Programme diesen Grundsatz um (siehe [5.2 Vergleich der Tools](#)).

Freie Relationen

Hier unterscheiden sich die Ansätze grundlegend: Während beim Spatial Hypertext *nur* freie Knoten möglich sind (= ohne explizite Links), ist diese Möglichkeit beim Mind-Mapping und Concept Mapping nicht vorgesehen; dort müssen alle Knoten mit der restlichen Map verbunden sein.

Da bei Mind-Maps nicht explizit zwischen Knoten und Links unterschieden wird (die Äste sind ja gewissermaßen Knoten und Link in einem), sind beim Mind-Mapping keine beliebigen Relationen abbildbar. Concept Maps erlauben sowohl beschriftete als auch unspezifische Links.

Standardisierte Links im Sinne einer visuellen Sprache sind ursprünglich in keinem der drei Verfahren vorgesehen, es gibt aber Concept Mapping Ansätze wie den von Jüngst (1998), oder das mit dem Concept Mapping verwandte Knowledge Mapping, wo solche vordefinierten Linktypen zur Anwendung kommen.

| | Spatial Hypertext | Mind-Map | Concept Map | Knowledge Map |
|-----------------------|-------------------|----------|-------------|---------------|
| Freie Knoten | x | | | |
| Unspezifische Links | | x | x | |
| Frei benennbare Links | | | x | |
| Standardisierte Links | | | (x) | x |

Tabelle 2: Welche Arten von Links sind in welchem Verfahren möglich?

Annotationen

Über Benutzung von Annotationen war in den Beschreibungen der Ansätze von den Autoren nichts Explizites zu finden.

Spatial Hypertext macht zwar keine Vorgaben über den Inhalt der Knoten, und da selbst in den offiziellen Beispielmappen (Shipman et al., 2002) Knoten mit Notizen zu sehen sind, ist davon auszugehen, dass dieses Annotieren durchaus vorgesehen ist.

Beim Mind- und Concept-Mapping hingegen wird der Mapper dazu angehalten, keine längeren Textstücke zu verfassen, sondern die Informationseinheiten möglichst klein zu halten und damit die Map feiner zu strukturieren (Buzan & Buzan, 1996; Novak & Gowin, 1984). Annotationen sind dort also anscheinend ursprünglich nicht vorgesehen.

Übersichtlichkeit

Auch über Modularisierung wird in den Beschreibungen der Verfahren nichts gesagt.

Dass beim VKB, der ja von Shipman selbst (mit)entwickelt wurde, diese Möglichkeit zentral integriert ist, zeigt, dass im Bereich Spatial Hypertext die Notwendigkeit der Modularisierung erkannt worden ist. Allerdings sind auch beim VKB diese Gruppen nur hierarchisch verschachtelbar; sie können sich nicht gegenseitig überlappen.

Weder beim Mind-Mapping noch bei den Concept Maps konnten Beispiele der Modularisierung gefunden werden, die über die grundsätzlich hierarchische Organisation hinausgehen.

5.1.2 Fazit

Es ist hoffentlich deutlich geworden, dass jedes der Verfahren, seinem Schwerpunkt entsprechend, Vorteile gegenüber den anderen

Verfahren hat, aber auch entsprechende Einschränkungen, so dass sie zusammen eine Pareto-optimale Menge bilden – d.h. keines der Verfahren wird von einem anderen in allen relevanten Punkten übertroffen.

5.2 Vergleich der Tools

Da die Tools nicht immer alle Anforderungen und auch nicht alle Einschränkungen des zugrundeliegenden Mappingverfahrens umsetzen, werden die Tools im Folgenden nach beiden Gruppen von Kriterien verglichen: denen, die als Anforderungen an das Verfahren aufgestellt wurden, und denen, die sich nur auf die Tools beziehen. Dabei wird zunächst auf die einzelnen Kriterien eingegangen, wie sie im Kapitel 3 [Anforderungen](#) beschrieben wurden. Es werden dabei jeweils nur besonders zu erwähnende Tools herausgehoben. Ein vollständiger Vergleich aller untersuchten Tools nach allen aufgestellten Kategorien erfolgt danach in Form einer umfangreichen Tabelle.

5.2.1 Freies Platzieren

Von den Concept Mapping- und den Graphik-Tools erlauben alle das freie Positionieren der Knoten auf der Arbeitsfläche; von den Mind-Mapping-Tools erstaunlicher Weise nur der MINDMANAGER, der optional die räumliche Organisation auch teilweise selbst übernimmt. MINDMAPPER, YGNIUS, VISUAL MIND und das einem eigenen Ansatz folgende THE BRAIN lassen keinen Einfluss auf die räumliche Positionierung der Knoten zu.

5.2.2 Freie Relationen

Unverbundene Knoten, die beim VKB die einzig möglichen sind, können in keinem der Mind-Mapping-Tools erstellt werden. Jeder Ast muss auch irgendwo „angewachsen“ sein. Obwohl auch im Concept-Mapping-Paradigma keine freien Knoten vorgesehen sind, werden sie von allen Concept-Map-fähigen Tools ermöglicht.

Alle Concept-Mapping-Tools und auch der MINDMANAGER lassen Links zwischen beliebigen Knoten zu, und außer bei CMAP TOOLS und KNOWLEDGE MANAGER können diese auch unbeschriftet bleiben.

AXON bietet eine Liste vordefinierter standardisierter Links, die allerdings vom Benutzer nicht ohne weiteres eingeschränkt oder erweitert werden kann. Zum Erstellen und Benutzen eigener Sets von typisierten Links eignet sich nur der KNOWLEDGE MANAGER.

5.2.3 Annotationen

Annotationen können den Knoten in allen Programmen hinzugefügt werden, außer in CMAP TOOLS und SMARTDRAW. Während die Annotationen bei fast allen Programmen in einem Extrafenster (oft unter der Arbeitsfläche angesiedelt) erscheinen, können die Annotationen bei INSPIRATION als einzigem Kandidaten frei positioniert und unabhängig voneinander geöffnet und geschlossen werden, so dass auch mehrere „Annotationszettelchen“ gleichzeitig sichtbar sein können.

5.2.4 Übersichtlichkeit

Zum Thema Übersichtlichkeit ist neben den an dieser Stelle besprochen Kriterien *Modularisierung* und *Sub-Maps* noch der Abschnitt [5.2.7 Integration von Detail und Kontext](#) relevant.

Modularisierung

Das Bilden von Gruppen in dem Sinne wie im Abschnitt [3.2.4 Übersichtlichkeit](#) beschrieben, ist mit den meisten Programmen leider nicht möglich. Lediglich der VKB bietet mit seinen Collections eine solche Funktionalität. In einigen Tools (s. [5.2.8 Tool-Tabelle](#)) gibt es die Möglichkeit, Knoten zumindest optisch zu einer Gruppe zusammenzufassen, indem man z.B. einen Kreis um sie zeichnet. (Diese Gruppierung wird von den Programmen aber nicht inhaltlich repräsentiert; ändert sich z.B. der Inhalt oder die Position der Knoten, passt sich solch ein Kreis diesen Änderungen nicht an.) Bei den Mind-Mapping-Programmen können diese graphischen Gruppenmarkierungen zudem nur auf ganze Äste oder Unteräste angewandt werden, nicht auf einzelne Knoten eines Astes oder gar Knoten verschiedener Äste.

Was die Integration von **Sub-Maps** angeht, bieten einige Programme eigene Ansätze, allerdings meistens nicht ganz in dem gewünschten Sinne.

Beim MINDMANAGER kann eine externe Map als Ast importiert, oder ein Ast als externe Map ausgelagert werden; allerdings geht dabei jeweils die räumliche Anordnung verloren. Die vormals eigenständige Map ist damit keine Sub-Map, sondern nur noch ein weiterer Ast.

SMART IDEAS, AXON und KNOWLEDGE MANAGER bieten mehrere sog. Ebenen an: Zu jedem Knoten kann eine neue (leere) Arbeitsfläche für die Sub-Map eröffnet werden; es ist aber immer nur entweder die Sub-Map *oder* die übergeordnete sichtbar — eine integrierte Darstellung ist nicht möglich (mit Ausnahme der Miniaturdarstellung bei SMART IDEAS, die trotzdem keine Bearbeitung der Sub-Map zulässt).

Auch die Collections des VKB könnte man als Sub-Maps betrachten, doch auch dort sind in der übergeordneten Ansicht, wenn die Collection also gerade nicht im Vordergrund ist, die Inhalte der

Collection nicht mehr sichtbar.

Nur die beiden Graphikprogramme SMARTDRAW und CONCEPTDRAW ermöglichen wirklich mehrere unabhängige vollständig sichtbare Maps auf einer gemeinsamen Arbeitsfläche.

Was diesen Tools außerdem noch fehlt, ist die Möglichkeit, diese Sub-Maps in eigenständige Dateien zu exportieren – z.B. um sie Anderen zur Verfügung zu stellen.

5.2.5 Hyperlinks

Bei allen getesteten Programme außer bei CMAP TOOLS können die Knoten mit Hyperlinks versehen werden. Außer bei YGNIUS können sich diese sowohl auf lokale Dateien als auch auf Webseiten oder eMail-Adressen beziehen.

Fast alle der Tools sind damit grundsätzlich zum Ressourcenmanagement tauglich. Für eine etwas genauere Aufstellung der einzelnen dafür hilfreichen Features, ob es z.B. möglich ist, einen URL aus dem Browser per Drag-and-Drop direkt in die Map zu übernehmen, siehe auch [Haller \(2002\)](#). Zusätzlich ist besonders fürs Ressourcenmanagement der Abschnitt [Viewer-/Browser-Integration in 5.2.7 Integration von Detail und Kontext](#) interessant.

5.2.6 Einfaches Editieren

Eine objektive Bewertung, wie einfach die Bedienung eines Programms ist, ist nicht leicht. Neben den messbaren, objektivierbaren Kriterien spielen subjektive Eindrücke eine Rolle, die schwer zu greifen sind. Um den Rahmen nicht zu sprengen, wurden für die beiden folgenden Kriterien einfache Operationalisierungen gewählt, die der Sache sicher nicht vollständig gerecht werden, aber doch zentrale Anhaltspunkte sind.

Brainstorming

In der beschriebenen Art wird dieses Kriterium von den drei exemplarisch vorgestellten Tools sowie von den drei weiteren Mind-Mapping Programmen und AXON erfüllt.

Erweitern von Maps

Keines der getesteten Tools unterstützte das einfache Einfügen von Knoten an beliebiger Position so, wie im Abschnitt [3.3.3 Einfaches Editieren](#) gewünscht. Um dennoch zwischen den Tools zu differenzieren, wurde untersucht, ob die Tools wenigstens beim Verschieben eines existierenden Knotens an eine beliebige Stelle das nötige Platzmanagement übernehmen.

Außer von MINDMANAGER und SMARTDRAW wird dies von keinem der Programme geleistet. Die drei weiteren Mind-Mapping-Tools

sowie THE BRAIN übernehmen zwar auch das Platzmanagement, lassen dem Benutzer aber keinerlei Freiheit beim Positionieren der Knoten.

5.2.7 Integration von Detail und Kontext

Zoom

Alle Programme außer KNOWLEDGE MANAGER und CMAP TOOLS beinhalten eine Zoomfunktion. Allerdings ist in der getesteten (Beta)-Version des VKB im herausgezoomten Zustand keine Bearbeitung des Inhalts möglich, und bei THE BRAIN ist trotz Zoomfunktion, bedingt durch das angewandte Mappingverfahren, nie die gesamte Map sichtbar, sondern immer nur die Knoten der näheren Umgebung.

Gesamtübersicht

MINDMANAGER, INSPIRATION, die Graphik-Tools sowie die weiteren drei Mind-Mapping Tools erlauben das „Herauszoomen auf einen Schlag“.

Levels of Detail

Der Detailliertheitsgrad der Darstellung lässt sich bei den meisten Tools in irgendeiner Form anpassen. Nur KNOWLEDGE MANAGER, CMAP TOOLS und die beiden Graphikprogramme können dies nicht, und bei AXON geht es nur über gewisse Umwege. Die beste Lösung bietet hier der MINDMANAGER¹⁰: Man kann von jedem Ast oder Unterast aus alle untergeordneten Zweige komplett oder ab einer gewünschten Tiefe ausblenden. Außerdem kann jeder Knoten „fokussiert“ werden, d.h. dass alle anderen Äste bis auf die Hauptäste ausgeblendet werden, während nur der gewählte Ast detailliert dargestellt wird. Hilfreich ist auch, dass an den Ansatzpunkten ausgeblendeter Äste diese trotzdem noch durch ein kleines Dreieck signalisiert werden (s. [Abbildung 15](#)). Bei anderen Programmen ist dies nicht der Fall, wodurch Knoten „verloren“ gehen könnten, weil man sie nicht mehr sieht.

Fokussieren — Einige Programme bieten an, einen bestimmten Knoten zu „fokussieren“. Das bedeutet, dass die Levels of Detail der verschiedenen Bereiche der Map automatisch so angepasst werden, dass nur jene Knoten sichtbar sind, die dem aktuellen Knoten untergeordnet sind. Vom Rest der Map sind dann allenfalls die Knoten der obersten Ebene sichtbar (vgl. [Abbildung 14](#) / [Abbildung 15](#)).

¹⁰ Andere Tools bieten ähnliche Features, meistens aber nicht zufriedenstellend. Oft ist z.B. kein Hinweis mehr auf die ausgeblendeten Teile zu sehen.

Viewer-/Browser-Integration

Von den untersuchten Tools ist THE BRAIN das einzige, das einen Modus hat, in welchem es sich den Bildschirm mit dem Browser oder anderen Programmen teilt und so sicher stellt, dass die Map nicht verdeckt wird.

Lediglich MINDMANAGER und YGNUIS öffnen wenigstens jeden Web-Link im selben Browserfenster, so dass man die Fenster der beiden Programme (Mapping-Tool und Browser) von Hand so nebeneinander anordnen kann, dass immer beide sichtbar bleiben.

5.2.8 Tool-Tabelle

Die folgende Tabelle (s. nächste Seite) zeigt eine Liste aller getesteten Tools, verglichen nach den oben besprochenen Kriterien.

Eine noch umfangreichere Version dieser Tabelle, die auch in Zukunft aktuell gehalten werden soll und u. a. auch subjektive Bewertungen enthält, findet sich auf der Website des Autors ([Haller, 2002](#)).

Von manchen Tools, die in dieser Arbeit angesprochen werden, wird nur in der Forschungsliteratur berichtet; sie sind nicht frei verfügbar, und konnten in dieser Arbeit nicht untersucht werden. Deshalb sind sie auch nicht in der Tabelle enthalten.

Diese sind:

KMAP ([Gaines & Shaw, 1995](#))

SEPIA ([Thüring et al., 1995](#))

KNOWLEDGESEA ([Brusilowsky & Rizzo, 2002](#))

INSTRUCTURE ([Fischer, 1998](#))

XLIBRIS ([Golovchinsky, 2001](#))

ART-01, ART-03 (Time-ART) ([Nakakoji & Yamamoto, 2001](#))

Pathfinder Netzwerke ([Chen & Czerwinski, 1998](#))

Auch THINKTOOLS (erwähnt in [6.1.2 Formalisierbarkeit](#)), ist nicht enthalten. Es ist zwar frei käuflich, aber da es primär der Entscheidungsfindung dient und nicht dem Mapping, ist es hier nicht untersucht worden.

Eine Liste der Internetadressen, unter denen Probeversionen der getesteten Tools heruntergeladen werden können, befindet sich im Anhang [A Verzeichnis der getesteten Mappingtools](#).

5.2.9 Fazit

Wie der Vergleich gezeigt hat, werden die meisten Anforderungen an Mappingsysteme für mappingbasiertes Lernen und persönliche Wissensrepräsentation bereits von dem einen oder anderen Tool abgedeckt. Es ist jedoch kein Tool vorhanden, das alle grundlegend wichtigen Funktionen beinhaltet.

| | MINDMANAGER 2002 | INSPIRATION 7 | VISUAL KNOWLEDGE BUILDER 1.00 BETA | SMART IDEAS 3.01 | KNOWLEDGE MANAGER 4.58 | AXON 2003 | CMAP TOOLS V2.9.1 | SMARTDRAW 6.08 | CONCEPTDRAW MINDMAP PROF. 1.2 | MINDMAPPER 3.4 | VISUAL MIND 5.0 | YGNUIS 1.42 | THE BRAIN 2.0 |
|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------------------|--|------------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|--|
| Typ | Mind Map | Concept Map | Spacial Hypertext | Concept Map | Concept Map | „Idea processor“ | Concept Map | Graphik | Graphik | Mind Map | Mind Map | Mind Map | Assoziationen |
| Freies Platzieren | nur in der Hierarchie | X | X | X | X | X | X | X | X | . | . | . | . |
| Knoten ohne Links möglich | . | X | X | X | X | X | X | X | X | . | . | . | . |
| unbeschriftete Links | zusätzlich zur Hierarchie | X | . | X | . | X | . | X | X | zusätzlich zur Hierarchie | nur in der Hierarchie | zusätzlich zur Hierarchie | X |
| Links beschriftbar | nur die zusätzlichen Links | X | . | X | X | X | X | X | X | nur die zusätzlichen Links | . | nur die zusätzlichen Links | . |
| typisierte Links | . | . | . | . | X | hat festen Satz typisierter Links | . | . | . | . | . | . | . |
| Annotationen | X | frei platzierbar! | nur direkt im Knoten | . | X | X | . | nur direkt im Knoten | X | X | X | X | X |
| Modularisierung (Gruppen) | nur graphisch, nur ganze Äste | nur graphisch | X | . | . | nur graphisch | . | X | . | . | nur graphisch, nur ganze Äste | . | . |
| Sub-Maps | X | . | X | X | X | X | . | X | X | . | . | . | . |
| Hyperlinks | X | X | X | X | X | X | . | X | X | X | X | nur lokale Dateien | X |
| einfaches Brainstorming | X | X | X | X | . | X | . | . | X | X | X | X | . |
| einfaches Eingliedern | X | . | . | . | . | X | . | X | . | X | X | X | X |
| Zoom | X | X | nicht editierbar wenn gezoomt | . | . | X | . | X | X | X | X | X | X |
| Gesamtübersicht | X | X | . | nur Mini-Übersichtsfenster | . | . | . | X | X | X | X | X | . |
| Levels Of Detail | X | X | Collections auf / zu | X | . | X | . | . | . | X | X | X | X |
| fokussieren | X | X | . | . | . | . | . | . | . | X | automatisch | X | automatisch – Bestandteil des Verfahrens |
| andere Detail-Kontext-Hilfen | Meta-Map über verknüpfte Maps | . | . | Mini-Sub-Maps, hierarchischer Pfad in Sub-M. | . | . | Übersichtsfenster | . | . | Baumdiagramm zusätzlich | . | Baumdiagramm zusätzlich | . |
| Platzkoordination mit Viewer | immer selbes Fenster | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | immer selbes Fenster | X |

Tabelle 3: Tool-Vergleich. Vergleich aller Tools anhand der besprochenen Kriterien. Eine umfangreichere und regelmäßig aktualisierte Version dieser Tabelle findet sich im Internet unter www.heikohaller.de/toolvergleich/

Legende:

X vorhanden

x vorhanden, aber nicht voll zufriedenstellend

. nicht vorhanden

Kommentare beschreiben i.d.R. Einschränkungen

Fett gedruckte Kommentare beschreiben besonders gute Lösungen – entspricht **X**

6 Desiderata

Dieses Kapitel ist in drei Abschnitte gegliedert: im ersten wird ein integratives, offenes Mappingsystem vorgeschlagen, im zweiten werden neue Einsatzbereiche für Mappingverfahren besprochen und im dritten wird auf offene Forschungsfragen hingewiesen. Dazu ist anzumerken, dass natürlich auch die Vorschläge der ersten beiden Abschnitte durch Evaluations- und Akzeptanzforschung überprüft werden sollten.

6.1 Entwicklungsbedarf

Hier ist von „*Mappingsystem*“ und nicht mehr von „*-Tool*“ die Rede, um deutlich zu machen, dass ein umfassenderes Programm gemeint ist, das mehrere Mappingverfahren beherrscht, das erweiterbar ist und sich auch in übergeordnete Systeme integrieren lässt.

6.1.1 Kombinieren der Ansätze

Es ist zu vermuten, dass das benutzte Mappingverfahren bzw. die Map als kognitives Artefakt sich auf die Sicht der bearbeiteten Aufgabe auswirkt, da sie gewissermaßen als Werkzeug zwischen dem Menschen und der Aufgabe steht. Demnach ist ein möglichst flexibler Ansatz wünschenswert, der es gestattet, je nach vorliegender Problemstellung das geeignetste Verfahren zu verwenden, um die Problemlöseprozesse nicht unnötig einzuschränken.

Wie im Abschnitt [5.1 Vergleich der Verfahren](#) deutlich wurde, hat jedes der Mappingverfahren Vorzüge, die in einem umfassenden System zur Unterstützung von Lernen und persönlicher Wissensorganisation nicht fehlen sollten. Nun könnte man ja – je nach Aufgabenstellung – das gerade geeignetste Tool verwenden. Aber damit wäre es nicht möglich, die Inhalte verschiedener Maps miteinander zu verknüpfen – sei es, um sie in Beziehung zu setzen, oder einige Punkte aus verschiedenen Kontexten herauszugreifen, um sie unter einem neuen Blickwinkel zu betrachten. Auch eine Gesamtübersicht, welche Maps verschiedener Art enthält, wäre so nicht möglich. Gefragt ist also *ein* System, welches die verschiedenen Ansätze unterstützt und auch erlaubt, Querverweise zwischen Maps verschiedener Art zu ziehen (s. Abbildung 29). Je nach Aufgabe kann dann das adäquate Verfahren angewandt werden – beispielsweise so, dass eine zunächst schnell und unkompliziert erstellte Map nachträglich elaboriert, verfeinert und damit „veredelt“ wird.

auf andere Entscheidungsprozesse übertragen. Mit dem Tool AXON ist es bereits möglich, Maps für solche Szenarien zu programmieren, und THINKTOOLS ist ein Programm, das darauf spezialisiert ist, komplexe Entscheidungssituationen, wie sie in Politik und Wirtschaft vorkommen, zu modellieren, transparent zu machen, und diese Entscheidungen so zu erleichtern. Auch dort werden die quantitativen Daten anhand von Maps und Charts visualisiert.

Dass man sich mit quantitativen Verbindungsstärken und quantitativen Knoten dem Gebiet der neuronalen Netze nähert, sei hier nur am Rande angemerkt.

Außerdem ist für einige der im Folgenden Abschnitt angesprochenen Funktionen (wie Vergleich von Maps, Integrierbarkeit von und in externe Systemen) eine zumindest teilweise formalisierte Datenbasis notwendig.

6.1.3 Vergleichen von Maps

Schon Novak schlug Mapping als Methode zur Diagnose von Wissen vor (Novak & Gowin, 1984), und in Mandl & Fischer (2000a) findet sich eine Reihe erfolgreich angewandter Verfahren hierzu. Es wäre also wünschenswert, wenn ein Mappingprogramm die Maps in verschiedener Hinsicht quantitativ bewerten (Maßzahlen wie Vernetzungsgrad etc.) und auch qualitative Vergleiche leisten könnte, wie das Aufzeigen von Gemeinsamkeiten und Differenzen zwischen verschiedenen Maps – etwa zum Vergleich einer Lernermap mit der eines Experten.

Solche Vergleiche sind nicht nur zur Evaluation im Sinne einer Leistungsbewertung sinnvoll: Es ist ein starker Lerneffekt zu erwarten, wenn ein Lerner eine Map erstellt, um sie mit der eines Experten zu vergleichen: Zur Externalisierung muss das Vorwissen gründlich aktiviert werden, und es erfolgt ein expliziter Abgleich mit dem Referenzwissen, indem der Lerner die beiden Maps in Beziehung setzt. Das Programm könnte den Lerner dabei unterstützen, die beiden Maps miteinander zu verschmelzen, und so die Korrekturen durch die Referenzmap in den persönlichen (externalen und internalen) Wissensbestand einzuarbeiten.

6.1.4 Logging

Um das Mappingsystem auch für die weitere Forschung im Bereich Mappingverfahren nutzbar zu machen, sollte es (ähnlich wie bei VKB, SMART IDEAS, oder dem von Fischer et al. (1995) benutzten INSTRUCTURE Tool bereits der Fall) auf Wunsch alle Aktionen des Benutzers mit einem Zeitstempel speichern, um exakte Auswertungen über die Benutzung des Systems zu ermöglichen.

Eine Replay-Funktion (in VKB und SMART IDEAS bereits enthalten), ermöglicht es, die komplette Entstehungsgeschichte einer Map Schritt für

Schritt nach zu vollziehen – eine Funktion, die dem Mapping-Forscher Aufschluss darüber gewähren kann, wie ein Mappingverfahren vom Benutzer angewandt wird.

6.1.5 Navigation

Wie bereits erwähnt, stellt die Übersichtlichkeit beim Bearbeiten und Lesen komplexer Maps ein zentrales Problem dar. Da in der Vergangenheit Mappingverfahren hauptsächlich für kleine, abgegrenzte Aufgabenstellungen verwendet wurden, fiel dies nicht weiter ins Gewicht. Doch solange die Mappingprogramme keine wirksamen Verfahren zur Integration von Detail und Kontext beinhalten, sind sie für die Arbeit mit umfassenden Maps in der Art eines persönlichen Wissensdepots schlecht geeignet. Gefragt sind hier z.B. Fish-Eye Views (vgl. Abschnitt [3.3.4 Integration von Detail und Kontext](#)); weitere Verfahren werden bei [Simpson \(2001\)](#) angesprochen.

Über die heute übliche reine Volltextsuche hinaus wären bei der Informationssuche (vor allem in größeren, weniger überschaubaren Maps) auch Such- und Filterfunktionen hilfreich, mit denen z.B. nach semantischen Beziehungen, Metadaten oder (wie beim MINDMANAGER bereits möglich) nach optischen Attributen gesucht und gefiltert werden kann.

Um die räumliche Orientierung im Wissensraum durch ein bereits bekanntes „Gerüst“ zu unterstützen, könnte es hilfreich sein, eine Map mit dem Bild (oder einem 3D Modell) einer bekannten Umgebung (eigenes Büro, Garten, U-Bahn-Plan) zu unterlegen. Um sich bestimmte Dinge einzuprägen, für eine Rede oder eine Prüfung, kann man auf diese Weise leicht eine der ältesten bekannten und gut bewährten Mnemotechniken anwenden: die Methode der Orte¹¹. Dabei stellt man sich eine vertraute Umgebung vor, etwa das eigene Wohnzimmer oder den Weg zur Arbeit. Dann assoziiert man die zu merkenden Stichpunkte mit markanten Orten (vgl. Landmarks) in der vorgestellten Umgebung und merkt sie sich, indem man sie an den entsprechenden Orten visualisiert. Um die gemerkten Punkte wieder abzurufen, macht man einen vorgestellten Spaziergang durch die Umgebung, um die assoziierten Stichpunkte wieder zu erinnern.

6.1.6 Offenheit

Mit Offenheit ist eine Offenheit in verschiedene Richtungen gemeint: zum einen die Erweiterbarkeit des Systems durch die Integration neuer Module, die weitere Darstellungsweisen oder Mappingverfahren ermöglichen, zum anderen die Integrierbarkeit des Mappingsystems selbst, in übergeordnete Systeme.

¹¹ Die Methode der Orte (auch als „Methode der Loci“ bekannt) soll schon im Altertum angewandt worden sein, um beispielsweise die Stichworte für eine Rede zu memorieren.

Erweiterbarkeit durch zusätzliche Module

Es hat sich gezeigt, dass die meisten Hypertextsysteme nicht lange bestanden haben. Sie wurden von anderen überholt und abgelöst (Bernstein, 2001). Oft waren die darin gespeicherten Daten damit verloren. Dies lässt sich sicherlich auf Mappingprogramme übertragen. Wer möchte ein altes, eingeschränktes System benutzen, wenn es neue gibt, die ihren Zweck besser erfüllen?

Man kann nicht davon ausgehen, dass sich ein einzelnes Mappingverfahren für alle inhaltlichen Bereiche durchsetzen wird: Fischer (1998, S. 50) äußert „aufgrund jüngerer Entwicklungen in der Expertiseforschung und der Kognitionspsychologie“ Bedenken, „dass *ein* (Hervorhebung durch den Autor) Mappingverfahren gleichermaßen für verschiedene Inhaltsbereiche verwendet werden kann, da in den verschiedenen Domänen unterschiedlich mit Information umgegangen wird“.

Wenn ein umfassendes, Mappingsystem Bestand haben soll, welches auch für interdisziplinäre Arbeit oder zumindest für unterschiedliche Aufgaben verwendbar sein soll, muss es also erweiterbar sein, um weitere bereits bestehende und auch zukünftige Mappingverfahren, integrieren zu können.

Außer den in dieser Arbeit besprochenen existiert – für die verschiedensten Anwendungsbereiche – noch eine Menge weiterer Mappingverfahren, meist für spezielle, eingeschränkte Aufgabenbereiche. Dazu gehören z.B. Bond Graphs, Petri Nets und die davon abgeleiteten Dialekte (Kristensen, Christensen & Jensen, 1998; Colored Petri Nets, n.d.; Bond Graphs, n.d.) für die Darstellung physikalischer Systeme. Soll das Mappingsystem zum Lernen bzw. zur Wissensrepräsentation auf verschiedenen Fachgebieten eingesetzt werden können, dann sollte es sinnvollerweise die dort jeweils üblichen Mappingverfahren integrieren können (vgl. Gaines & Shaw, 1995; Simpson, 2001).

Für den Einsatz zur betrieblichen Wissensorganisation könnten beispielsweise Mappingverfahren zur Projektplanung wie GANTT-, PERT- oder CPA-Charts (Modell, 1996) eine sinnvolle Ergänzung sein. Das Tool MINDMAPPER bietet bereits einen Modus zur Projektplanung mit paralleler Darstellung der Mind-Map und einer GANTT-Chart, in welcher die selben Aufgaben, die in der Mind-Map repräsentiert sind, auf einem Zeitstrahl angeordnet werden können. Aufgaben auf hierarchisch untergeordneten Zweigen werden dabei auch in der GANTT Chart als untergeordnete Arbeitsschritte interpretiert.

Andere Module könnten die Anbindung an externe Wissensdatenbanken (wie an Lexika, Enzyklopädien, Semantische Netze, Wirtschaftsdatenbanken oder einen semantischen Thesaurus von Bildungsangeboten (vgl. hierzu Gouveia & Borges Gouveia, 2002; Meder, n.d.) realisieren. Der Metadatenstandard „Resource Description Framework“ kurz „RDF“ (Lassila & Swick, 1999) ist für solche Zwecke vorgesehen.

Integrierbarkeit in Übergeordnete Systeme

Nicht nur die Möglichkeit, externe Module einzubinden, ist wichtig, sondern auch die Einbindbarkeit des Mappingsystems in übergeordnete Systeme wie Browser, Lernplattformen und Wissensmanagementsysteme, wie sie in Unternehmen, zunehmend auch in Universitäten und zukünftig sicherlich auch in Schulen Anwendung finden werden. Dies ist wichtig, damit die dort angebotenen Ressourcen gleich in das eigene Repräsentationssystem aufgenommen werden können.

Außerdem wird sowohl von professionellen Wissensmanagementsystemen als auch von Lernportalen Funktionalität gefordert, die nicht in den Bereich eines Mappingsystems fallen, etwa die Benutzerverwaltung und die Verwaltung der von Maurer, (2000) so genannten „digitalen Hintergrundbibliothek“. Es ist daher sinnvoll, diese Aufgaben den übergeordneten Systemen zu überlassen und das Mappingsystem an den Stellen zu integrieren, wo es gebraucht wird.

“Support of a general concept mapping component is appropriate in the architecture of any hypermedia system.” (Gaines & Shaw 1995, Absch. 1)

6.1.7 Neue Visualisierungsformen

Die Visualisierung von Informationen aller Art ist ein Gebiet, auf dem gegenwärtig viel geforscht und entwickelt wird (s. z.B. Chen, 1999; Geronimenko & Chen, 2002). Es wird sich zeigen, welche neuen, effizienteren, kognitiv adäquaten Visualisierungsformen sich als geeignet erweisen werden.

Ein Modul, welches für Lernanwendungen und erst recht für Zwecke der Ressourcenorganisation hilfreich wäre, könnte z.B. die Ergebnisse von Literatur- oder Internetrecherchen als Map darstellen (vgl. Abschnitt [Pathfinder Netzwerke](#) in [4.4.5 Weitere Tools](#)). Möglicherweise lässt sich der Ansatz von Chen & Czerwinski (1998) sogar dahingehend erweitern, dass die räumliche Aufteilung dieser externen Knoten mit jener korrespondiert, die sich in einer individuellen Map des Benutzers zu dem entsprechenden Thema ergeben hat. Denn wenn ein Benutzer bereits eine eigene Map zu einem Thema erstellt hat, dann besitzt er damit ja schon eine räumliche Repräsentation dieses Themas. Die computergenerierte Darstellung der bis dahin unbekanntem Inhalte müsste dazu die semantische Nähe nicht nur zwischen den neu darzustellenden Inhalten berücksichtigen, sondern auch die semantische Nähe zu den in der Map bereits enthaltenen. So kann sie sich am bereits vorhandenen „Themen-Raum“ des Benutzers orientieren (Beispiel s. [7 Ausblick](#)).

Ergänzung bestehender Verfahren

Ungeachtet neuer Mappingverfahren, kann es auch sinnvoll sein, bereits existierende Verfahren zu ergänzen und damit flexibler oder für ein

bestimmtes Problem angemessener zu machen. Es folgen zwei Vorschläge in diesem Sinne:

Überschneidungsfähige Gruppen – Wenn bestimmte Knoten mehreren logischen Gruppen angehören, dann ist dies mit den besprochenen Verfahren schwer darstellbar. Eine Möglichkeit solche Konstellationen übersichtlich darzustellen sind hier Containerobjekte wie die im Abschnitt 3.2.4 **Übersichtlichkeit** besprochenen Gruppen, die sich (anders als z.B. beim VKB der Fall) auch überschneiden können. *Ein* Knoten kann dann gleichzeitig in *mehreren* übergeordneten Gruppen enthalten sein, wie in Abbildung 30 gezeigt.

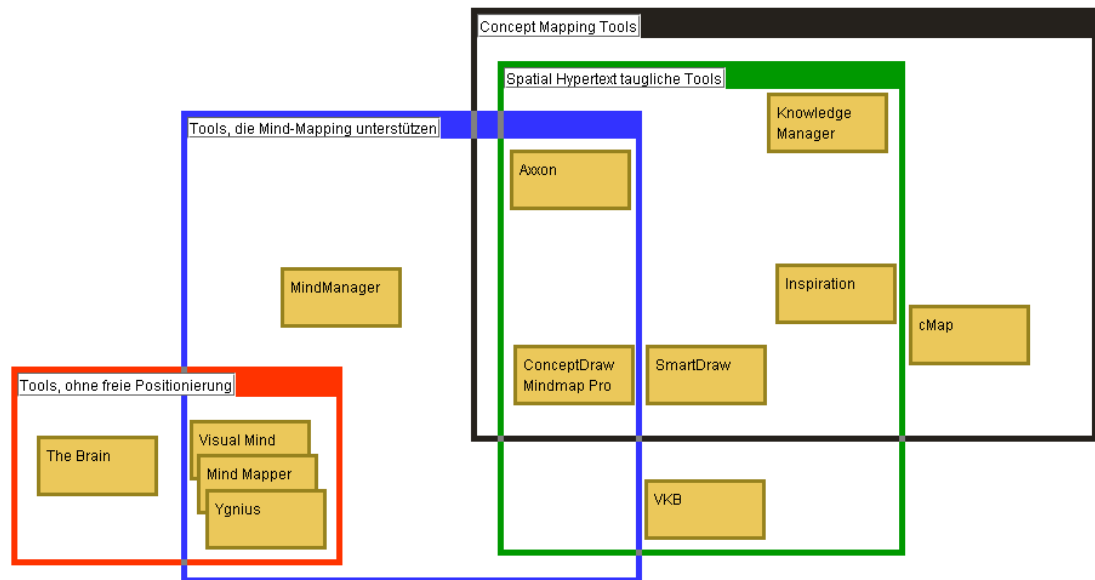


Abbildung 30: Überlappende Gruppen. Die zwölf Tools als Spatial Hypertext, aber in mehrere überlappende Gruppen zusammengefasst.

Doppelgänger – Wenn Knoten in verschiedenen übergeordneten Kontexten eingebunden sein sollen, und mehrere dieser Kontexte an verschiedenen Stellen einer Map repräsentiert sind, dann kann dies in komplexeren Maps zu einem unüberschaubaren Gewirr von Verbindungslinien für Querverbindungen führen, welches der Übersichtlichkeit nicht gerade zuträglich ist.

Abhilfe können da eine Art von „Doppelgängen“ schaffen (vgl. Abschnitt SMART IDEAS in 4.3.6 Weitere Tools): Ein Knoten kann Doppelgänger an verschiedenen Stellen der Map haben, d.h. ein und derselbe Knoten hat dann in dieser Map mehrfache visuelle Repräsentationen, so dass er in den verschiedenen Kontexten lokal eingebunden sein kann.

Um daraus entstehende Schwierigkeiten bei der Kohärenzbildung zu vermeiden, (vgl. Split-Attention Effekte, z.B. Chandler & Sweller, 1992), sollte das Mappingprogramm die Bedeutungsäquivalenz zwischen einem Knoten und seinen Doppelgängern sichtbar machen. Dies kann z.B. so geschehen, dass, wenn ein solcher Knoten aktiviert wird, (oder wenn mit der Maus darauf gezeigt wird), die Doppelgänger dieses Knotens an den anderen

Stellen der Map aufleuchten, um daran zu erinnern, an welchen anderen Stellen dieser Knoten noch auftaucht.

6.1.8 Mobilität

Nicht nur im Sinne des situierten Lernens ist es wünschenswert, sein Mappingsystem überall dort bereit zu haben, wo es Informationen zu sammeln und anzuwenden gilt. Man sollte auf sein persönliches Wissensarchiv also auch von unterwegs zugreifen können. Zum einen sollte ein gutes Mappingsystem deshalb auch per Browser aus dem Internet bedient werden können, zum anderen ist eine PDA¹²-Version des Programmes wünschenswert, die auf kleinen Taschencomputern läuft. Vom MIND-MANAGER ist bereits eine solche Version verfügbar. Die erhöhte Mobilität dürfte nicht nur den Wissenstransfer begünstigen, da das „erweiterte Gedächtnis“ so in vielen Anwendungssituationen dabei sein kann, sondern auch das kontextbezogene Notieren von Ideen und Geistesblitzen – es werden bekanntlich nicht alle guten Ideen am Schreibtisch geboren...

6.2 Zukünftige Anwendung

6.2.1 Einsatzfelder

Damit Mappingverfahren sinnvoll genutzt werden können, sollten sie in den entsprechenden Kontexten integriert werden:

- in die Wissensmanagementsysteme der Unternehmen
- in die Lernplattformen von Schulen und Hochschulen
- überall dort, wo Wissen gesammelt, verarbeitet und gebraucht wird, und wo selbstgesteuertes Lernen stattfindet.

6.2.2 Kompetenzentwicklung

Der Umgang mit Mappingverfahren, vor allem mit formalisierten, muss gelernt werden. Mappingtechniken sollten also schon in den Schulen vermittelt werden, wo ohnehin der grundlegende Umgang mit Wissensinhalten gelernt wird.

Mapping ist dabei als Schlüsselkompetenz zu verstehen, die viele andere kognitive Prozesse erleichtert und deshalb sinnvollerweise schon früh in die Bildungslaufbahn des „Wissensarbeiters“ (vgl. knowledge worker) integriert werden sollte.

¹² PDA = „Personal Digital Assistant“, auch „Palm-Tops“ genannt: kleine hand-große Taschencomputer.

„Wenn Wissen schnell veraltet, dann ist es eine wichtige Aufgabe der Schule, auch für die Entwicklung solcher Fähigkeiten und Fertigkeiten Sorge zu tragen, die weiteres Lernen ermöglichen.“
(Friedrich, 1999, S. 2)

6.2.3 Ressourcenmanagement

Mappingverfahren sind bisher meistens nur zum Abbilden interner Konzepte verwendet worden. Die Möglichkeiten der Tools, auch externe Ressourcen zu organisieren, (wie im Model von Tergan, 2002b) werden noch selten genutzt. Es gilt, diese Möglichkeit der Verbindung externer Ressourcen mit den entsprechenden internen Konzepten fortan besser zu erschließen (vgl. „Ressourcenorganisation“ in den Abschnitten 2.4 Weitere Anwendungsmöglichkeiten und 3.1.2 Selbstgesteuertes Lernen).

6.2.4 Map-basierte Kommunikation

Einige Mappingtools ermöglichen bereits das Abhalten von Mappingkonferenzen (MINDMANAGER, SMART IDEAS,), bei denen Benutzer von verschiedenen Computern aus, verbunden über das Internet, gemeinsam an ein und derselben Map arbeiten können.

In Mandl & Fischer (2000a) werden bereits erste Erfahrungen mit kooperativem Mapping berichtet. Wenn die Mappingprogramme vermehrt kooperatives Mapping und Map-basierte Kommunikation unterstützen, und wenn diese Möglichkeiten weiter genutzt werden, könnte sich so etwas wie eine „Mapping-Gemeinde“ entwickeln.

Wenn die Mapping-Gemeinde wächst, wird auch die Verbesserung bestehender sowie die Entwicklung neuer Tools und Verfahren begünstigt.

6.3 Forschungsbedarf

Das weite Gebiet der Mappingverfahren ist in seiner Vielfalt noch wenig erforscht. Die meiste Forschung bezieht sich auf Concept Mapping und damit verwandte Verfahren. Es wäre zu prüfen, ob und welche der Forschungsergebnisse sich auf andere Mappingverfahren übertragen lassen, und ob sie auch für die neueren Anwendungsformen gelten, wie etwa

- die Ressourcenorganisation
- die intensive Nutzung als externe Gedächtniserweiterung
- die daraus resultierenden veränderten Umstände z.B. bezüglich Größe und Komplexität der Maps.

6.3.1 Usability

Ausgiebige Usabilityforschung ist nötig, um den Cognitive Overhead so weit wie möglich zu reduzieren, vor allem wenn Mappingverfahren intensiv als kognitive Werkzeuge genutzt werden.

Stellt das Angebot zu vieler Möglichkeiten eine Überlastung dar? Ist ein allmähliches, am Bedarf orientiertes Zur-Verfügung-Stellen der Funktionen sinnvoller?

Wie wird das Mappingsystem von der Zielgruppe genutzt?

Wovon hängt die Akzeptanz des Mappingsystems ab?

[Zeiliger, Reggers & Peeters \(1996\)](#) stellten in einer Studie mit einem durch eine Concept-Mapping-Funktion erweiterten Lernprogramm fest, dass nur 23 % der Lerner die Mappingfunktion überhaupt benutzt hatten. Eine wichtige Frage ist also, wie die Hemmschwellen zur Benutzung des Systems gesenkt werden können.

Ein anderes interessantes Feld ist die Frage, die bereits in den Abschnitten [3.3.3 Einfaches Editieren](#) und [4.2.4 Exemplarisches Tool: MINDMANAGER](#) angesprochen wurde: Welche Gestaltungsfreiheiten sollten dem Benutzer gelassen werden, und welche gestalterischen Aufgaben sollte ihm der Computer besser abnehmen (z.B. die Platzaufteilung)?

Weiterhin ist von Interesse, wodurch die Orientierung in größeren, komplexeren Maps beeinträchtigt wird, und wie sie gefördert werden kann.

6.3.2 Neue Verfahren

Wie gehen Nutzer beim Mapping genau vor? Lässt sich das Verfahren optimieren?

[Marshall \(2001\)](#) stellte fest, dass persönliche Notizen, die zu einem gelesenen Text gemacht wurden, oft schon nach weniger als einer Woche von ihrem Autor nicht mehr richtig interpretiert werden konnten.

Wie verhält es sich mit Maps? Wie mit ihren Annotationen?

Visuelle Sprachen

Können visuelle Sprachen (im Sinne formalisierter Semantik) entworfen werden, die leichter erlernbar sind?

Können auch größere Sätze von formalisierten Links mit geringem Aufwand gelernt und benutzt werden, wenn diese Relationen unabhängig vom Mappingverfahren bereits im bereichsspezifischen Wissen des Anwenders über das Themengebiet vorhanden sind?

Welche Symbole (Pfeile, Pfeilspitzen, etc.) werden intuitiv mit welcher Bedeutung belegt?

6.3.3 Kognitionspsychologie

Welche Mappingverfahren begünstigen oder behindern welche Arten von Kognition, welche Arten von Lernen und Verstehen?

Wie können Mappingverfahren komplexes Problemlösen erleichtern?

In der Studie von [Jüngst \(1995\)](#) hatte die Concept-Mapping-Gruppe bei bloßer Präsentation der Inhalte zwar eine bessere Behaltensleistung, aber

kein besseres Verständnis der dargebotenen Inhalte als die Text-Gruppe. Aufgrund der strukturierten Darstellung gerade von Zusammenhängen, wäre jedoch in der Concept-Mapping-Gruppe auch ein besseres *Verständnis* der Inhalte zu erwarten gewesen. Besseres Verständnis zeigte sich allerdings erst, als die Inhalte mit den Schülern durchgearbeitet worden waren.

- Wie ist dies zu erklären? Ist fürs Verstehen ein aktives Verknüpfen der propositionalen Informationen mit dem Strukturmodell wichtig?
- Welchen Einfluss hat die Makrostruktur der Map auf das Verstehen übergeordneter Zusammenhänge?

Wiegmann et al. (1992) stellten fest, dass Probanden mit schwächeren räumlichen Fähigkeiten besser mit einer großen Map auskamen, als mit mehreren (logisch zusammenhängenden) kleinen. Bei Probanden mit stärkeren räumlichen Fähigkeiten war es genau umgekehrt. Lerner mit starken verbalen Fähigkeiten wiederum zeigten bessere Leistungen mit beschrifteten Links, während sich für Lerner mit geringeren verbalen Fähigkeiten unspezifizierte Links besser eigneten. Verschiedene Mappingstrukturen sind also für verschiedene Menschen besser oder schlechter geeignet.

Fischer (1998) weist darauf hin, dass die Befundlage bezüglich Lernvoraussetzungen heterogen ist: In einigen Studien konnten gerade Lerner mit geringeren Voraussetzungen besser von der Mappingtechnik profitieren; in anderen Studien war es umgekehrt: Die zusätzlichen kognitiven Belastungen durch das Mappingverfahren schienen den Lernprozess eher zu erschweren. Weitere Forschung sollte klären, in welchen Fällen die Verwendung von Mappingverfahren eher störend, und in welchen sie angemessen ist. Wahrscheinlich ist mit einem zeitweise erhöhten Lernaufwand zu rechnen, bis der Lerner das entsprechende Verfahren beherrscht und von dessen Vorteilen profitieren kann.

Welche Maps und welche Strukturierungen sind für welche Lernertypen geeignet? Profitieren überhaupt alle Menschen von Mappingverfahren? Für welche Aufgaben und für welche Menschen sollten besser andere Darstellungsformen benutzt werden?

Können zu konsistente Darstellungen Lerneffekte erschweren, weil sie keine Anregung zur eigenständigen Elaboration enthalten? Wenn ja: können Lerninhalte so dargestellt werden, dass die Map korrekt ist und alle relevanten Informationen enthält, und *trotzdem* zur Elaboration anregt oder gar zwingt?

Weiterhin dürfte für die Grundlagenforschung interessant sein, inwieweit die externalisierten Maps mit den internen kognitiven Strukturen übereinstimmen, welche Strukturmerkmale übertragen werden können und welche nicht, welche Bedeutungen in der Map Ausdruck finden und welche nicht.

Degree-of-Interest-Funktionen

Für die Arbeit mit sehr großen Maps werden Fish-Eye Views in Zukunft vermutlich eine wichtige Rolle spielen (s. [Fish-Eye Views](#) in [3.3.4 Integration von Detail und Kontext](#)). Ein kritischer Faktor bei Fish-Eye Views ist die jeweils verwendete Degree-of-Interest-Funktion; denn sie bestimmt letztlich, welche Teile wie detailliert angezeigt werden. Damit eine DOI-Funktion kognitiv adäquate Resultate liefert, ist ein kognitionswissenschaftlich fundiertes Modell gefragt, aus welchem sich die DOI-Funktion ableiten lassen sollte.

Wie gut sich welche DOI-Funktion für welche Aufgabe (und möglicher Weise für welchen Benutzer) eignet, muss durch empirische Forschung geklärt werden.

Technikfolgenabschätzung

Eine ernste Aufgabe der Mappingforschung ist auch die Abschätzung der Folgen, wenn solche Mappingverfahren vermehrt zur Anwendung kommen sollten.

Kann die Anwendung komplexer Maps z.B. in Lernsituationen zu Überlastungen führen?

Welche Auswirkungen hat die massive Verwendung bestimmter Mappingverfahren auf die Verarbeitung kognitiver Inhalte ohne Maps? Machen Mappingverfahren abhängig oder begünstigen sie strukturiertes Denken auch ohne Maps? Welche Verfahren begünstigen die „map-lose“ Orientierung im Wissensraum? [O'Donnell et al. \(2002\)](#) berichten zumindest von einer Studie, bei der die Mapping-Gruppe nachher bessere Behaltensleistung zeigte, auch ohne die Maps vorliegen zu haben.

6.3.4 Kollaboratives Mapping

Für die Entwicklung einer Mapping-Community ist der Austausch von Maps, die Map-basierte Kommunikation wichtig.

Welche Schwierigkeiten stellen sich bei der Kommunikation mit Maps? Wie kann man sie reduzieren? Wie explizit müssen die Maps „formuliert“ sein, damit sie von anderen ausreichend verstanden werden?

Welche Herausforderungen bringt die *synchrone* kollaborative Erstellung und Bearbeitung von Maps mit sich? Was passiert, wenn viele Autoren auf einmal an der selben Map arbeiten?

7 Ausblick / Vision

Inspiziert durch den visionären Text „Beyond the Plane“ von [Rosemary M. Simpson \(1997\)](#), soll zum Abschluss ein Vision beschrieben werden, wie verschiedene Szenarien mappingbasierter Wissensorganisation in wenigen Jahren aussehen könnten:

Die Stimmung war gespannt, das Institut in der Krise. Anna loggte ihr Notepad¹³ in den Präsentationskanal des Sitzungssaales ein. In den letzten Wochen war der Eindruck entstanden, dass einige ihrer Mitarbeiter Sinn und Aufgabe des Institutes für Altersforschung anders sehen, als sie und andere Vorgesetzte. Als Vorsitzende projizierte sie projizierte ihre Sicht der Aufgaben, Stärken, und Einflussbereiche des Instituts in Form einer Map an die Leinwand des Sitzungssaals. Es ging ein Murmeln durch die Reihen; offenbar war diese Sicht den Mitarbeitern so noch nicht kommuniziert worden. Anna schlug ein MapMatching¹⁴ vor, und bald darauf hatten sich mehrere kleine Grüppchen um ihre Notepads versammelt um *ihre* Sicht des Institutes in Maps zu fassen. Als alle Maps an den Server übertragen waren, schob sie das Ergebnis auf die Leinwand. Die MatchMap¹⁵ offenbarte, dass sich alle Anwesenden durchaus einig waren, was die drei inhaltlichen Grundsäulen des Institutes anging, dass es aber bei der Interpretation der konkreten Kompetenzen deutliche Differenzen gab. Als die sie eine PeopleView¹⁶ des Szenarios generieren ließ, zeigte sich, dass die Anwesenden sich in drei Konsens-Gruppen einteilen ließen, die im Großen und Ganzen mit der Zugehörigkeit zu den Abteilungen des Institutes korrespondierte. (...)

Nach dem Mittagessen ging Anna wieder in ihr Büro, um, wie sie es Donnerstag nachmittags zu tun pflegte, die Angelegenheiten der letzten Zeit vor sich Revue passieren zu lassen. Diesmal erweiterte sie jedoch die Revue-

¹³ Mit „Notepad“ ist hier ein tragbarer Computer gemeint, ähnlich den heute verbreiteten Notebooks, aber ohne Tastatur. Die Eingabe erfolgt per Touchscreen. Erste Geräte dieser Art kommen zur Zeit auf den Markt und werden teilweise auch als „Webpads“ bezeichnet.

¹⁴ Mit MapMatching ist hier ein automatischer Vergleich von Maps gemeint, so, wie in [6.1.3 Vergleichen von Maps](#) besprochen.

¹⁵ MatchMap = Ergebnisdarstellung des MapMatching. Sie zeigt Gemeinsamkeiten und Differenzen der analysierten Maps in einer Map an.

¹⁶ Mit PeopleView ist eine Map-Darstellung gemeint, in welcher die Autoren der einzelnen beim MapMatching analysierten Maps als Knoten repräsentiert werden, und zwar räumlich gruppiert nach der Ähnlichkeit ihrer Maps. Autoren, deren Maps wenig Unterschiede aufweisen, werden nebeneinander dargestellt (vgl. Abschnitt [Pathfinder Netzwerke](#) in [4.4.5 Weitere Tools](#))

Basis¹⁷: sie ließ ihr ganzes BackgroundRepository¹⁸ einbinden. Als das MapSys¹⁹ die Revue²⁰ auf dem Panoramaschirm²¹ begann, lehnte sich Anna zurück und entspannte sich. Es begann eine automatische Reise durch Tausende von Annas Knoten. Sie liebte es, ihre Wissensbasis vor sich vorbeiziehen zu lassen; denn in diesem Zustand kamen ihr manchmal die besten Gedanken. Sie musste lächeln, als sie sich daran erinnerte, wie ihr letztes Jahr bei einer Revue die Lösung zu einem schwierigen Problem gekommen war. Damals hatte es sich allerdings um eine MergeMap²² gehandelt, die zustande gekommen war, indem sie ihr Archiv mit denen zweier Mitarbeiter gemerged hatte. Gelegentlich griff Anna in die Revue ein, und hakte den einen oder anderen Knoten ab, der noch zu unrecht das Zeichen für unerledigte Aufgaben trug.

Auf einmal fiel ihr in der Revue eine Sub-Map auf (sie erkannte sie schon an ihrer Form, bevor die Knoten lesbar waren), die sie an eine Idee erinnerte, welche sie im vergangenen Jahr weitgehend aus den Augen verloren hatte. Anna hielt die Revue an und öffnete die Sub-Map.

Um zu sehen, was sich auf dem Sektor inzwischen getan hatte, ließ Anna die 238 Fachzeitschriften nach neuen Artikeln durchsuchen, die das Themengebiet behandeln oder streifen. Die 319 Treffer dieser Suche ließ sie in einer durchsichtigen Ebene anordnen²³. Unter dieser Ebene lag ihre eigene Literatur-Map, an der sich die räumliche Verteilung der Suchergebnisse orientierte²⁴. Dabei fiel ihr links oben eine größere Ansammlung von Punkten auf, die sich dort gruppiert hatte, wo sie vor einem Jahr zwei Artikel zum Thema ökonomische Argumente von Wohnprojekten, in denen alte und junge Menschen in Wahlfamilien zusammenleben abgelegt hatte. Erfreut zoomte sie in diese Ecke, denn das bedeutete, dass sich inzwischen mehr Menschen mit diesem Thema befasst hatten. Sie ließ sich die Citation Indices

¹⁷ Die Revue-Basis ist die Menge der Maps und Sub-Maps, die im (nachfolgend erklärten) Revue-Modus durchwandert werden.

¹⁸ Das BackgroundRepository ist das persönliche Archiv, aller gespeicherten Maps, es enthält auch jene, die zur Zeit nicht aktiv genutzt werden.

¹⁹ MapSys = Name des verwendeten fiktiven Mappingsystems

²⁰ Der Revue-Modus: Ein automatisierter Streifzug durch umfangreiche Maps. Teile werden herangezoomt, Sub-Maps werden geöffnet etc.. Er dient z.B. zum Wiederauffrischen älterer Gedanken, um diese am Verblässen zu hindern.

²¹ Einer großen, konkav gekrümmten Leinwand, die das Gesichtsfeld weitgehend abdeckt.

²² MergeMap = Eine aus mehreren anderen zusammengefügte Map. Beim MapMerging werden gleichbedeutende Knoten der ursprünglich verschiedenen Maps miteinander verschmolzen, um Redundanz zu vermeiden und die vorher einzeln vorhandenen Darstellungen um neue Aspekte zu erweitern. Die räumliche Anordnung der Originalmaps geht dabei teilweise verloren.

²³ Vgl. Abschnitt [Pathfinder Netzwerke](#) in [4.4.5 Weitere Tools](#).

²⁴ Vgl. Abschnitt [6.1.7 Neue Visualisierungsformen](#).

der Veröffentlichungen als Nadeln einblenden²⁵ – so fand sie sofort die drei offenbar zentralen Artikel, die am meisten zitiert wurden. Als sie sich statt den Citation Scores die einzelnen Referenz-Pfeile²⁶ dieser drei Artikel einblenden ließ, um zu sehen, wo denn diese Arbeiten zitiert würden, war sie erstaunt, festzustellen, dass ein dichtes Bündel dieser Pfeile aus dem Bereich außerhalb der Map kamen. Das bedeutete, dass viele Stellen, an denen diese drei Artikel zitiert wurden, außerhalb der dargestellten 319 Publikationen lagen. Neugierig sah sie nach, auf was für Zeitschriften und Protokollsammlungen sich diese Pfeile bezogen und stellte fest, dass das Thema inzwischen auch in der Politik diskutiert wurde.

Anna browszte durch die Gebiete, die ihr interessant erschienen und ließ sich einige Abstracts einblenden, um sie zu überfliegen. Fünf der Artikel die sie behalten wollte nahm sie in ihre eigene Literatur-Map auf. Sie exzerpierte sie und kommentierte die wichtigen Passagen mit eigenen Annotationen. Dann setzte sie die neuen Artikel zu den bereits in ihrer Literatur-Map vorhandenen in Beziehung. Dabei stellte sie fest, dass eine neuere Studie eine interessante These in Frage stellte, die sie vor einem Jahr gelesen hatte. Um zu erfahren, wie diese ältere These inzwischen von Anderen eingeschätzt wurde, ließ sie eine Anfrage über das mapaN²⁷ laufen, welches ihr 56 öffentliche Annotationen zu dieser Studie ausspuckte. Das waren zu viele. Also filterte sie die Annotationen und beschränkte die Anzeige auf jene, deren Metadaten²⁸ sie als Zusammenfassungen auswies. Da noch immer 23 Annotationen übrig waren, verfeinerte sie den Filter und ließ nur noch solche durch, die von Personen stammten, welche als anerkannte Fachleute eingestuft waren. Die sieben verbleibenden Annotationen ergaben einen differenzierten Querschnitt durch die unterschiedlichen Sichtweisen auf das Problem. Als sie sie gelesen hatte, fügte Anna diese fremden Annotationen ihrer Map hinzu und grupperte sie als Thumbnails²⁹ um den Knoten herum, auf den sie sich bezogen.

Angeregt durch die neuen Sichtweisen auf die besagte These, machte sich Anna daran, das Thema aus ihrer eigenen Sicht zu mappen. Sie ließ ihre

²⁵ In der 3-dimensionalen Darstellung der Rechercheergebnisse erhält jeder Knoten eine senkrechte Nadel, deren Länge anzeigt, wie oft das entsprechende Dokument von zitiert wird. Vgl. [Chen & Czerwinski \(1998\)](#).

²⁶ Gemeint sind Pfeile zwischen den Literatur-Knoten, die anzeigen, welche Arbeit von welcher zitiert wird.

²⁷ Das mapaN ist eine Technologie auf „peer-to-peer“-Basis, die sich gegenwärtig noch im Planungsstadium befindet. Mit ihr soll es u.A. möglich sein, auf freigegebene Inhalte und Maps fremder Computer zuzugreifen. Bestehende vielleicht bekannte peer-to-peer-Systeme sind z.B. Napster und Gnutella.

²⁸ Die Metadaten einer Annotation enthalten Informationen wie Autor oder Art der Annotation.

²⁹ Thumbnails sind Miniaturdarstellungen.

Literatur-Map und die Rechercheergebnisse vom Schirm verschwinden, legte ihre MetaMap³⁰ in den Hintergrund und eröffnete eine neue Ebene³¹.

Sie begann die neue Map zunächst mit wenigen zentralen Knoten. Ein OccurrenceCheck³², zeigte ihr, dass mehrere Knoten mit den selben Bezeichnungen bereits in Sub-Maps verschiedener Kontexte vorhanden waren. Sie leuchteten als kleine Punkte an den verschiedenen Stellen der MetaMap auf. Daraufhin spezifizierte Anna einige Äquivalenzen, d.h. sie teilte dem System mit, mit welchen bereits vorhandenen Knoten die Knoten der neuen Map gleichbedeutend waren – damit waren die meisten Knoten der neuen Map zu Doppelgängern vorhandener Knoten geworden. Nun ließ sie aus der MetaMap alle Knoten ausblenden, die mehr als drei Links weit von den Doppelgängern der Knoten in der neuen Map entfernt waren. Was dadurch von der großen MetaMap übrig blieb, waren wenige Inseln³³. Diese Inseln repräsentierten die näheren Umgebungen in den verschiedenen Kontexten der Knoten, mit denen Anna die neue Map begonnen hatte. Aus diesen Inseln wählte Anna diejenigen Knoten aus, die sie in die neue Map übernehmen wollte, und hob sie gleichsam aus der im Hintergrund liegenden MetaMap auf die darüberliegende Ebene, auf der die neue Map entstand.

Das Material, das sie so aus ihrem bestehenden Wissensdepot zusammengetragen hatte, gruppierete Anna in der entstehenden Map neu, stellte Querbezüge her und reicherte es durch ihre neuen Gedanken an. Kritische Stellen untermauerte sie durch Verweise auf entsprechende Studien, die das jeweilige Argument stützten. Die Map enthielt jetzt eine umfassende Analyse des Problems, unter Berücksichtigung verschiedener Sichtweisen, die in den bisherigen Veröffentlichungen zum Thema nicht vereint worden waren.

Nachdem sie die fertige Map noch mit einigen Annotationen versehen hatte, um späteren Missverständnissen vor zu beugen, gab Anna die Map zum öffentlichen Zugriff über das mapaNNet frei. Dann heftete sie im mapaNNet Hinweis-Links an die öffentlichen Knoten einiger Literaturquellen, die das gleiche Thema behandelten, und an den Knoten eines Diskussionsforums, in welchem ähnliche Themen diskutiert wurden. Sie war gespannt, welche Kommentare in den kommenden Monaten zu Ihrer Map im mapaNNet auftauchen würden.

³⁰ Die MetaMap ist eine Übergeordnete Map, in welche sämtliche eigenen Maps als Sub-Maps integriert sind.

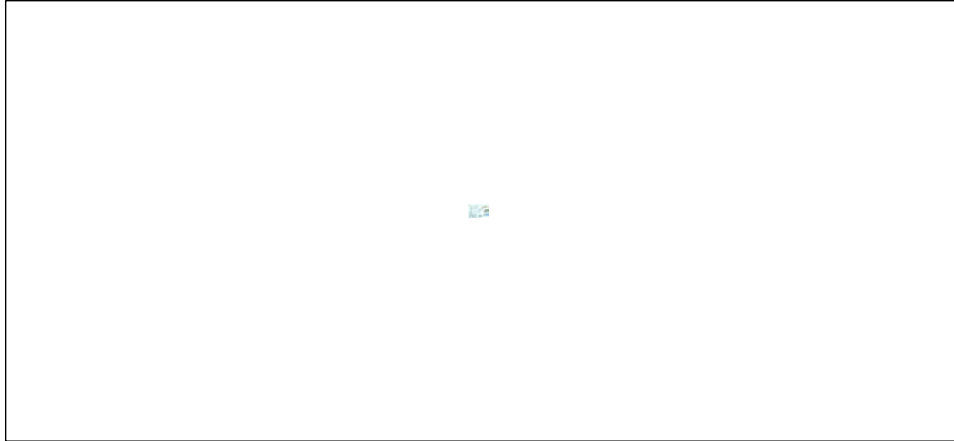
³¹ Gemeint ist hier eine leere Arbeitsfläche, auf der eine neue Map erstellt werden kann. Diese Arbeitsflächen können auch durchscheinend sein.

³² Der OccurrenceCheck überprüft, ob und wo gleichnamige Knoten bereits vorhanden sind.

³³ Vgl. [Levels of Detail](#) in [3.3.4 Integration von Detail und Kontext](#).

Zu guter Letzt hob Anna den Filter über der MetaMap auf, damit diese wieder vollständig sichtbar würde, verkleinerte die neue Map und fügte sie an einer geeigneten Stelle in die MetaMap ein.

Sie zoomte langsam aus der MetaMap heraus, bis sie sie als Ganzes vor sich sah. Sie hielt die Zoomtaste gedrückt – die MetaMap wurde immer kleiner und verschwand schließlich in der Mitte des Schirms als einzelner Punkt.



Anhang

A Verzeichnis der getesteten Mappingtools

| Tool | Version | Firma | URL |
|----------------------------------|-----------|---|--|
| MindManager | 2002 | Mindjet | www.mindjet.de |
| Inspiration | 7 | Inspiration Software inc. | www.inspiration.com |
| Visual Knowledge Builder (VKB) | 1.00 beta | Center for the Study of Digital Libraries, Texas A&M University | www.csdl.tamu.edu/VKB/ |
| SMART Ideas | 3.01 | SMART Technologies inc. | www.smarttech.com/smartideas/ |
| Knowledge Manager | 4.58 | Hypersoft | www.knowledgemanager.it |
| Axon | 2003 | Axon Research | web.singnet.com.sg/~axon2000 |
| cMap Tools | 2.9.1 | Institute for Human and Machine Cognition, University of West Florida | cmap.coginst.uwf.edu |
| SmartDraw | 6.08 | SmartDraw.com | www.smartdraw.com |
| ConceptDraw Mindmap Professional | 1.2 | Computer Systems Odessa | www.conceptdraw.com |
| MindMapper | 3.4 | SimTech USA Corp. | www.mindmapper.com |
| Visual Mind | 5.0 | Norcan Data AS | www.visual-mind.com |
| Ygnius | 1.42 | Gael Ltd | www.ygnius.com |
| The Brain | 2.0 | TheBrain Technologies Corp. | www.thebrain.com |

B Literaturverzeichnis

Hinweis: Alle Inhalte, die aus dem Internet abgerufen wurden, sind dadurch gekennzeichnet, dass ihnen der URL beigefügt ist.

- Alsdorf, C. & Bannwart, E. (2002). Virtuelle Realität: erfahrbare Informationen im Cyberspace. In L. J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.). *Information und Lernen mit Multimedia und Internet* (3., vollständig Überarbeitete Auflage). Weinheim: Belz, PVU.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehardt and Winston.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D. & Hanesian, H. (1980). *Psychologie des Unterrichts*.
- Back, A. (2001) E-Learning und Wissensmanagement zusammenführen. In Hohenstein, A., Wilbers, K. (Hrsg.), *Handbuch E-Learning: Expertenwissen aus Wissenschaft und Praxis*. Köln: Deutscher Wirtschaftsdienst.
- Beaufils, A. (2000). Tools and Strategies to help in the search for information in hypermedia environments. *Journal of Computer-Assisted Learning*, 16,(2), (S. 114 ff).
- Beissner, K. L. (1992). Use of concept mapping to improve problem solving. *Journal of Physical Therapy Education*, 6, 22-27.
- Bernstein, M. (2001). *Notes on the Vitality of Hypertext Systems*. Position Paper presented on Spatial Hypertext Workshop of the ACM Conference on Hypertext and Hypermedia, Aarhus. Verfügbar unter: <http://www.csdl.tamu.edu/~shipman/SpatialHypertext/SH1/papers.html> [Mai 2002]
- Bond Graphs (n.d.) Website: <http://www.bondgraphs.com>
- Bower, G. H., Clarc, M. C., Lesgold, A. M. & Winzenz, D. (1969). Hierarchical Retrieval Schemes in Recall of Categorized Word Lists. *Journal of Verbal Learning and Behaviour*, 8,323-343.
- Brusilowsky, P. & Rizzo, R. (2002). Map-Based Horizontal Navigation in Educational Hypertext. *Journal of Digital Information*, 3, (1). Verfügbar unter: <http://jodi.ecs.soton.ac.uk/Articles/v03/i01/Brusilovsky/> [14. Aug. 2002]
- Bush, V. (1945). As we may think. *Atlantic Monthly*, 176(1), 101-108. Verfügbar unter: <http://www.theatlantic.com/unbound/flashbks/computer/bushf.htm> [2. Dezember 2002]
- Buzan, T. & Buzan, B. (1996). *Das Mind- Map-Buch. Die beste Methode zur Steigerung ihres geistigen Potentials*. Landsberg a. L.: MVG.
- Buzan, T. (1974). *Use both sides of your brain*. New York: E.P. Dutton.
- Chandler, P. & Sweller, J. (1992). The split-attention effect as a factor in the design of instruction. *British Journal of Educational Psychology* 62, 233-246.

- Chen, C. & Czerwinski, M. (1998). From latent semantics to spatial hypermedia: An integrated approach. *Proceedings of the 9th ACM Conference on Hypertext (Hypertext '98)*. June, 1998, Pittsburgh. Verfügbar unter: <http://citeseer.nj.nec.com/chen98from.html> [Mai 2002]
- Chen, C. (1999). *Information Visualisation and Virtual Environments*. London: Springer-Verlag 1-85233-136-4
- Chimera, R. & Shneiderman B. (1994). An exploratory evaluation of three interfaces for browsing large hierarchical tables of contents. *ACM Transactions on Information Systems*, 12, (4), 383-406.
- Chow, S. L. (1998). Précis of Statistical Significance: Rationale, validity, and utility. *Behavioral and Brain Sciences*, 21, 2, 169-194.
- Collins, A. & Loftus, J. (1975). Spreading Activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, 82, 407-428.
- Colored Petri Nets (n.d.). Verfügbar auf der Web-Site des Department of Computer Science (DAIMI) der Universität von Aarhus unter: <http://www.daimi.au.dk/CPnets/intro/> [7. Aug. 2002]
- Concept Systems Incorporated (2001). *concept mapping*. Verfügbar unter: <http://www.conceptsystems.com/basics/cminfo.htm> [12. Aug. 2002]
- Conklin, J. (1987). Hypertext: An introduction and survey. *Computer*, 20 (9), 17-41.
- Craik, F. M. & Lockhart, R. S. (1972). Levels of Processing: A Framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 11, 671-684.
- Dillon, A., McKnight, C. & Richardson, J. (1993). Space - the Final Chapter or why physical representations are not semantic intentions. In C. McKnight, A. Dillon, & J. Richardson (Eds.) *Hypertext: a Psychological Perspective*. 169-191. Chichester: Ellis Horwood.
- Dueck, G. (2002), Persönliche Mitteilung (eMail vom 7. 5. 2002)
- Farrand, P., Hussain, F., Hennessy, E. (2002). The efficacy of the 'mind map' study technique. *Medical Education*, (36), 5, 426-431. Verfügbar unter: <http://ejournals.ebsco.com/direct.asp?ArticleID=U755V4EV6YCC50H016KF> [6. Okt. 02]
- Fischer, F. (1998). *Mappingverfahren als kognitive Werkzeuge für problemorientiertes Lernen*. Frankfurt: Peter Lang, Europäischer Verlag der Wissenschaften
- Fischer, F., Gräsel, C., Kittel, A. & Mandl, H. (1995). *Entwicklung und Untersuchung eines Computerbasierten Mappingverfahrens zur Strukturierung komplexer Information*. (Forschungsbericht Nr. 57). München: Ludwig-Maximilians-Universität, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie.
- Friedrich, H. F. & Mandl, H. (1997). Analyse und Förderung selbstgesteuerten Lernens. In F. E. Weinert & H. Mandl (Hrsg.) *Psychologie der Erwachsenenbildung* (Enzyklopädie der Psychologie, Themenbereich D - Praxisgebiete, Serie I - Pädagogische Psychologie, Band 4). Göttingen: Hogrefe.

- Friedrich, H. F. (1999). *Selbstgesteuertes Lernen - Sechs Fragen, sechs Antworten*. Verfügbar auf der Website von „Learn:Line NRW“ unter: <http://www.learn-line.nrw.de/angebote/selma/medio/vortraege/friedrich/friedrich.pdf> [1. Aug. 2002]
- Furnas, G. W. (1986). Generalized Fisheye Views. *Human Factors in Computing Systems CHI '86 Conference Proceedings*, 16-23. Verfügbar unter: www.si.umich.edu/~furnas/Papers/FisheyeCHI86.pdf [7. Aug. 2002]
- Gaines, B. R. & Shaw, M. L. G. (1995). Concept Maps as Hypermedia Components. *International Journal of Human-Computer Studies*, 43,(3), 323-361. Verfügbar unter: <http://ksi.cpsc.ucalgary.ca/articles/ConceptMaps/> [Juni 2002]
- Gaßner, K. & Hoppe, H. U. (2000) Visuelle Sprachen als Grundlage kooperativer Diskussionsprozesse. In H. Mandel & F. Fischer (Hrsg.), *Wissen sichtbar machen – Wissensmanagement mit Mappingtechniken*. Göttingen: Hogrefe.
- Geronimenko, V. & Chen, C. (Eds.) (2002). *Visualizing the Semantic Web*. London: Springer-Verlag.
- Gigerenzer, G. (1998). We need statistical thinking, not statistical rituals. *Behavioral and Brain Sciences*, 21, 2, 199-200.
- Gödert, W., Jaenecke, P., & Schmitz-Esser, W. (Hrsg.) (1992). *Kognitive Ansätze zum Ordnen und Darstellen von Wissen*. 2. Tagung der deutschen Sektion der Internationalen Gesellschaft für Wissensorganisation (ISKO). Frankfurt/Main: Indeks Verlag.
- Golovchinsky, G. (2001). *Bridging paradigms: Spatial hypertext in a document world*. Position Paper presented on Spatial Hypertext Workshop of the ACM Conference on Hypertext and Hypermedia, Aarhus. Verfügbar unter: <http://www.csdl.tamu.edu/~shipman/SpatialHypertext/SH1/papers.html> [Mai 2002]
- Gouveia, L. & Borges Gouveia, J. (2002). Proposing a semantic approach to Content Management for Education, Learning and Training. *Proceedings of EUNIS 2002, The 8th International Conference of European University Information Systems*. Porto, Portugal, 378-381. Verfügbar unter: http://www2.ufp.pt/staf/lmbg/com/lg_eunis2002.pdf [19. Aug. 2002]
- Grillenberger, P. & Niegemann, H. M. (2000). Entwicklung und Erprobung eines Lernprogramms zur Technik des „Concept Mapping“. In H. Mandel & F. Fischer (Hrsg.), *Wissen sichtbar machen – Wissensmanagement mit Mappingtechniken*. Göttingen: Hogrefe.
- Haller, H. & Krauss, S. (2002). Misinterpretations of Significance: A Problem Students Share with Their Teachers?. *MPR-Online*, 7 (1). Verfügbar unter <http://mpr-online.de> [28. Aug. 2002]
- Haller, H. (2002). *Toolvergleich. Eine Gegenüberstellung verschiedener Mappingprogramme*. Verfügbar auf der Website des Autors unter: <http://heikohaller.de/toolvergleich/> [10. Dez. 2002]
- Hanf, M. B. (1971). Mapping: A technique for translating reading into thinking. *Journal of reading*. 14, 225-238.

- Issing, L. J. & Klimsa, P. (Hrsg.). (2002). *Information und Lernen mit Multimedia und Internet* (3., vollständig überarbeitete Auflage). Weinheim: Belz, PVU.
- Jonassen, D. H. (1992). Semantic Networking as Cognitive Tools. In P. A. M. Kommers, D. H. Jonassen & J. T. Mayes, (Hrsg.). *Cognitive Tools for Learning*. Berlin: Springer.
- Jonassen, D. H., Beissner, K. & Yacci, M. (1993). *Structural Knowledge. Techniques for representing, conveying and acquiring structural knowledge*. Hillsdale: Erlbaum.
- Jüngst, K. L. & Strittmatter, P. (1995). Wissensstrukturdarstellung: Theoretische Ansätze und praktische Relevanz. *Unterrichtswissenschaft*, 23 (3), 194 - 207.
- Jüngst, K. L. (1994). *Lehren und Lernen von Begriffsinhalten mit Concept Maps – Feldexperimente zur Wirksamkeit von Begriffsnetzdarstellungen bei Zusammenfassung und Wiederholung sowie beim Durcharbeiten*. (Arbeitsbericht Nr. 64). Saarbrücken: Universität des Saarlandes, Fachrichtung Erziehungswissenschaft.
- Jüngst, K. L. (1995). Studien zur didaktischen Nutzung von Concept Maps. *Unterrichtswissenschaft* 23, (3), 229-250.
- Jüngst, K. L. (1998). *Lehren und lernen mit Begriffsnetzdarstellungen - Zur Nutzung von concept-maps bei der Vermittlung fachspezifischer Begriffe in Schule, Hochschule, Aus- und Weiterbildung*. 2. Aufl. Frankfurt: Afra.
- Kolb, D. (2001). *Places and Spaces: Adjacency Effects*. Position Paper presented on Spatial Hypertext Workshop of the ACM Conference on Hypertext and Hypermedia, Aarhus. Verfügbar unter: <http://www.well.com/user/jer/SH1/papers.html> [Mai 2002]
- Kommers, P. A. M, Jonassen, D. H. & Mayes, J. T. (Eds.) (1992). *Cognitive Tools for Learning*. Berlin: Springer.
- Kristensen, L. M., Christensen, S., Jensen, K. (1998). The Practitioner's Guide to Coloured Petri Nets. *International Journal on Software Tools for Technology Transfer*, 2, 98-132. Berlin: Springer. Verfügbar unter: http://www.daimi.au.dk/~kjensen/papers_books/pract.pdf [6. Aug. 2002]
- Lassila, O. & Swick, R. R. (1999). *Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification*. Verfügbar auf der Website des World Wide Web Consortiums (W3C) unter: <http://www.w3.org/TR/1999/REC-rdf-syntax-19990222> [10. März 2002]
- Laverty, C. (2001). *Resource-Based Learning*. Verfügbar auf der Website der Stauffer-Library, Queen's University: <http://stauffer.queensu.ca/inforef/tutorials/rbl/> [2. Aug. 2002]
- Mandl, H. & Fischer, F. (Hrsg., 2000a). *Wissen sichtbar machen – Wissensmanagement mit Mappingtechniken*. Göttingen: Hogrefe.
- Marshall, C. C. (2001). *The Haunting Question of Intellegibility*. Position Paper presented on Spatial Hypertext Workshop of the ACM Conference on Hypertext and Hypermedia, Aarhus. Verfügbar unter: <http://www.csdl.tamu.edu/~shipman/SpatialHypertext/SH1/papers.html> [Mai 2002]

- Marshall, C.C., & Shipman, F. M. III. (1993). Searching for the Missing Link: Discovering Implicit Structure in Spatial Hypertext. *Proceedings of ACM Hypertext '93*. 217-230. Verfügbar unter: http://www.csdl.tamu.edu/~shipman/ht93-paper/ht93_abstract.html [28. Okt. 2002]
- Maurer, H. (1999). The heart of the Problem: Knowledge Management and Knowledge Transfer. *Conference Proceedings of Enable99*, 8-17. Espoo, Finland: Vantaa Institute of Technology. Verfügbar unter: <http://www.enable.evitech.fi/enable99/papers/maurer/maurer.html> [15. Okt. 02]
- Maurer, H. (2000). E-Learning muss als Teil von Wissensmanagement gesehen werden. *LOG In*, 20 (6), 24-27. Verfügbar unter http://www.iicm.edu/iicm_papers/e-learning.doc [9. Dezember 2002]
- McAleese, R (1999) Concept Mapping - a critical review. *Innovations in Education and Training International*, 36 (4) 351-360.
- Meder, N. (n.d.) Didaktische Ontologien. Verfügbar auf der Website L3 - Lebenslanges Lernen: <http://www.l-3.de/de/literatur/download/did.pdf> [2. Aug. 2002]
- Mento, A. J., Martinelli, P., Jones, R. M. (1999). Mind mapping in executive education: Applications and outcomes. *Journal of Management Development*. 18, (4), 390-416. England: MCB University Press Ltd. Verfügbar unter: <http://elvira.emeraldinsight.com/vl=65656696/cl=17/nw=1/rpsv/cw/www/mcb/02621711/v18n4/> [2. Aug. 2002]
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81-97.
- Modell, M. E. (1996). *A Professional's Guide to Systems Analysis*. 2nd. Ed. New York: McGraw-Hill.
- Morris, C. (1938). Foundations of the Theory of Signs. In: Otto Neurath (Hrsg.) *International Encyclopedia of Unified Science*. 1 (2). Chicago: University of Chicago Press.
- Nakakoji, K. & Yamamoto, Y. (2001). *Spatial Positioning as a Representation that helps us think*. Position Paper presented on Spatial Hypertext Workshop of the ACM Conference on Hypertext and Hypermedia, Aarhus. Verfügbar unter: <http://www.csdl.tamu.edu/~shipman/SpatialHypertext/SH1/papers.html> [Mai 2002]
- Neumann, A. (2002). *Computergestütztes Mindmapping im Chemieunterricht*. Unveröffentlichte Examensarbeit am Leibnitz Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- Novak, J. D. & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. New York: Cambridge University Press.
- Novak, J. D. (1977). *A Theory of Education*. Ithaka, Ill.: Cambridge University Press.

- Novak, J. D. (n.d.). The Theory Underlying Concept Maps and How To Construct Them. Verfügbar auf der Website des Institute for Human and Machine Cognition - The University of West Florida:
<http://cmap.coginst.uwf.edu/info/> [Juli 2002]
- O'Donnell, A. M., Dansereau, D. F. & Hall, R. H. (2002). Knowledge Maps as Scaffolds for Cognitive Processing. *Educational Psychology Review*, 14, (1).
- Paivio, A. (1971) *Imagery and verbal processes*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Patzel, N., Sticher, H., Karlen, D. L. (2000). Soil Fertility — Phenomenon and Concept. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science / Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde*, (163), 2, 129-142.
 <<http://ejournals.ebsco.com/direct.asp?ArticleID=PFTUP8AFX368RXBW3UU4>> [6. Okt. 02]
- Probst, G. J., Deussen, A., Eppler, M. J. & Raub, S. P. (2000). *Kompetenz-Management - Wie Individuen und Organisationen Kompetenz entwickeln*. Wiesbaden: Gabler.
- Probst, G. J., Raub, S. P. & Romhardt, K. (1999). *Wissen Managen - Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen*. Wiesbaden: Gabler.
- Quilian, M.R. (1968). Semantic Memory. In M. Minski (Hrsg.), *Semantic information Processing*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Reigeluth, C. M. & Stein, F. S. (1983). The Elaboration Theory of Instruction. In: C. M. Reigeluth (Hrsg.), *Instructional Design. Theory and models: An Overview of their current Status*. 335-381. Hillsdale: Erlbaum.
- Reinmann-Rothmeier, G. (2001). *Wissen Managen – Das Münchner Modell*. (Forschungsbericht Nr.131). München: Ludwig-Maximilians-Universität, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie.
- Reuters (1997). *Glued to the Screen*. Verfügbar unter:
http://about.reuters.com/newsreleases/art_8-12-1997_id362.asp [20. 8. 2002]
- Robertson, G. G. & Mackinlay, J. D. (1993). The Document Lens. *UIST: Proceedings of the ACM Symposium on User Interface Software and Technology*. (S. 101-108). Verfügbar unter: <http://infovis.cs.vt.edu/cs5984/papers/doclens.pdf> [1. Aug. 2002]
- Rouet, J.-F. & Britt, M. A. (2001). *Hypermedia as a tool to promote document-based learning: Issues of learner skills and interface design*. Paper presented at the EARLI 2001 Conference, Fribourg, Swizerland. [Pre-Conference Abstract].
- Russel, D. M. (1990). Alexandria: A Learning Ressources Management Architecture. In D. H. Jonassen & H. Mandl. (Hrsg.) *Designing Hypermedia for Learning*. Berlin: Springer.
- Sarkar, M. & Brown, M. H. (1992). Graphical Fisheye Views of Graphs. In Penny Bauersfeld, John Bennett & Gene Lynch, *Human Factors in Computing Systems, CHI '92 Conference Proceedings: Striking A Balance*, (S. 83-91). ACM Press. Verfügbar unter:
<http://citeseer.nj.nec.com/sarkar92graphical.html> [7. Aug. 2002]

- Schemann, M. (1995). Diagnose von Wissensstrukturen: Eine empirische Untersuchung. *Unterrichtswissenschaft*, 23, 209-228.
- Schnotz, W. (1992). *Wissenserwerb mit logischen Bildern* (Forschungsbericht Nr. 58). Tübingen: Deutsches Institut für Fernstudienforschung.
- Schnotz, W. (2002). Wissenserwerb mit Texten, Bildern und Diagrammen. In L. J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.). *Information und Lernen mit Multimedia und Internet* (3., vollständig überarbeitete Auflage). Weinheim: Belz, PVU.
- Schreyögg, G. (1999). *Organisation - Grundlagen moderner Organisationsgestaltung*, (3. Aufl.) Wiesbaden: Gabler.
- Semantic Web (2002). *Homepage der Arbeitsgruppe 'Semantic Web' des World Wide Web Consortiums*. Verfügbar unter: <http://www.w3.org/2001/sw/> [28. Okt. 2002]
- Shiffrin, R. M. & Schneider, W. (1977). Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual Learning, Automatic Attending, and a General Theory. *Psychological Review*, 84 (2), 127-190.
- Shipman III, F. M. & Marshall, C. C. (1999). Spatial Hypertext: An Alternative to Navigational and Semantic Links. *ACM Computing Surveys*, 31, (4). Verfügbar unter: <http://www.csdl.edu/~shipman/spatialhypertext.html> [Juni 2002]
- Shipman, F. M. (2001). *Seven Directions for SpatialHypertext Research*. Position Paper presented on Spatial Hypertext Workshop of the ACM Conference on Hypertext and Hypermedia, Aarhus. Verfügbar unter: <http://www.csdl.tamu.edu/~shipman/SpatialHypertext/SH1/papers.html> [Mai 2002]
- Shipman, F., Hsieh, H., Moore, M., Airhart, R., Maloor, P., Akkapeddi, R., Shah, D. & Gupton, K. (2002). Visual Knowledge Builder 1.0 beta. Verfügbar auf der Website der Texas A&M University unter: <http://www.csdl.tamu.edu/VKB> [1. Okt. 2002]
- Shum, S. J. B., MacLean, A. Bellotti, V. M. E. & Hammond, N. V. (1997). Graphical Argumentation and Design Cognition. *Human-Computer-Interaction*, 12, 267-300. LEA
- Simpson, R. M. (1997). *Beyond the Plane: Spatial Hypertext in a Virtual Reality World*. Verfügbar unter: http://www.cs.brown.edu/stc/resea/telecollaboration/beyond_the_plane.html [Juli 2002]
- Simpson, R. M. (2001). *Requirements, Characteristics, and Issues for an Information Structures Spatial Hypermedia Environment*. Position Paper presented on Spatial Hypertext Workshop of the ACM Conference on Hypertext and Hypermedia, Aarhus. Verfügbar unter: <http://www.csdl.tamu.edu/~shipman/SpatialHypertext/SH1/papers.html> [Mai 2002]
- Tergan, S.-O. (2002a). Hypertext und Hypermedia: Konzeption, Lernmöglichkeiten, Lernprobleme und Perspektiven. In L. J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.). *Information und Lernen mit Multimedia und Internet* (3., vollständig überarbeitete Auflage). Weinheim: Belz, PVU.

- Tergan, S.-O. (2002b, November). *Wissensorganisation, -repräsentation und -lokalisierung mit computerbasierten Mapping Tools*. Poster, ausgestellt auf einer öffentlichen Postersitzung des IWM. Verfügbar unter: http://www.iwm-kmrc.de/intern/staff/tergan/3.2.5_wissensorganisation.pdf [9. Dezember 2002]
- Tergan, S.-O. (im Druck). Lernen und Wissensmanagement mit Hypermedien. *Unterrichtswissenschaft*.
- Tergan, S.-O., Harms, U., Lechner, M. & Wedekind, J. (1998). *HyperDisc* [Computerprogramm]. Tübingen: Deutsches Institut für Fernstudienforschung.
- Tergan, S.-O., Lechner, M. & Hesse, F.W. (1999). HyperDisc. Ein Hypermedia-Infomationssystem zur Unterstützung offenen Lernens in Hochschule und Weiterbildung. Design und Anwendung. Reader zur Fachtagung „Lehren und Lernen mit Neuen Medien. Plattformen, Modelle, Werkzeuge“, 132-139. Hildesheim: Geschäftsstelle Multimedia. Universität Hildesheim.
- Thüring, M., Hannemann, J. & Haake, J. (1995). Hypermedia and Cognition: Designing for Comprehension. *Communications of the ACM*, 38 (8), 57-66.
- Tolman, E. C. (1948). Cognitive maps in rats and men. *Psychological Review*, 55,189-208.
- Torrance, M., Thomas, G. V., Robinson, E. J. (2000). Individual differences in undergraduate essay-writing strategies: A longitudinal study. *Higher Education*, (39), 2, 181-200. Verfügbar unter: <http://ejournals.ebsco.com/direct.asp?ArticleID=XNKCTDH6H9F76C7VQ25> [6. Okt. 02]
- Vester, F. (2002) *Die Kunst, vernetzt zu denken. Ideen und Werkzeuge für einen neuen Umgang mit Komplexität. Der neue Bericht an den Club of Rome*. München: DTV.
- Wertheimer, M. (1938). Laws of of organisation in perceptual Forms. In *A source book for Gestalt Psychology*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Wetzel, L. G. (2002, 23. Oktober). *Bandenjäger*. (Reportage) [Film]. ARD.
- Wiegmann D. A., Dansereau, D. F., McCagg, E. C., Rewey, K. L. & Pitre, U. (1992). Effects of Knowledge map characteristics on information processing. *Contemporary Educational Psychology*. 17 (2), 136-155. US Academic Press Inc.
- Wiley, J. & Voss, J. F. (1999). Constructing arguments from multiple sources: Tasks that promote understanding not just memory for text. *Journal of Educational Psychology*, 91, 301-311.
- Zeiliger, R., Reggers, T., Peeters, R. (1996). Concept-Map Based Navigation in Educational Hypermedia: a Case Study. *Proceedings of ED-MEDIA'96*. Boston. Verfügbar unter: <http://www.gate.cnrs.fr/~zeiliger/ARTEM96.doc> [2. Aug. 2002]