

Wladimir Bodrow und Andrej Bodrow

Kognitionswissenschaft und Wissensvisualisierung

1. Kognition und Wissensvermittlung

Die Kognitionswissenschaft hat sich in akademischen Landschaften der USA, Australiens, Großbritanniens oder der Niederlande bereits weitgehend etabliert. An deutschen Universitäten – in Osnabrück, Tübingen, Freiburg, Potsdam, Magdeburg und Bielefeld – arbeiten auf diesem Gebiet zwei Institute, ein Forschungszentrum und mehrere Studiengänge, die die Kognitionswissenschaft in Forschung und Lehre vertreten. Über die Hälfte von ihnen haben einen interdisziplinären Fokus – z.B. kognitive Informatik, kognitive Psychologie oder Neurowissenschaften und Kognition. Die Tatsache, dass die Kognitionswissenschaft derzeit weltweit und in Deutschland überwiegend in Verbindung mit anderen Wissenschaften praktiziert und erforscht wird, liegt in der Interdisziplinarität der Ergebnisse und dem hohem Abstraktionsniveau der Forschungsobjekte und der benutzten Ansätze und Technologien. Unter Kognitionswissenschaft wird der Zusammenschluss von kognitiver Psychologie, Neurologie, Linguistik, Erkenntnistheorie und Künstliche-Intelligenz-Forschung (KI) zur interdisziplinären Erforschung kognitiver Fähigkeiten verstanden.

Der Diskussion ausweichend, was bzw. was nicht unter das Dach der Kognition gehört, werden hier drei weitgehend akzeptierte Definitionen als Basis für die nachfolgende Ausführungen benutzt:

- „Kognition: Oberbegriff für die höheren geistigen Funktionen, insbesondere Denken, Wahrnehmung, Erkennen und Verstand“ (Tewes & Wildgrube 1992, S. 183)
- „Kognition: Überbegriff für alle Prozesse, die mit dem Erkennen einer Situation zusammenhängen: Wahrnehmung, Erkennen, Beurteilen, Bewerten, Verstehen, Erwarten“ (Bertelsmann, Lexikon der Psychologie 1995, S. 225)
- „Kognition [lat. >das Erkennen<, >Kennen lernen<] Sammelbegriff für alle Prozesse und Strukturen, die mit dem Wahrnehmen und Erkennen zusammenhängen (Denken, Erinnern, Vorstellen, Gedächtnis, Lernen, Planen u.a.)“ (Brockhaus Enzyklopädie, Band 8, 1998, S. 151)

In allen drei zitierten Definitionen werden *Wahrnehmung* und *Erkennen* als wichtige Bestandteile der Kognition deklariert, die jeden Prozess der Wissensvermittlung entscheidend prägen. Außerdem werden auch weitere Funktionen oder Fähigkeiten in der Fachliteratur im Kontext der Kognition oft aufgeführt: (Nach-)Denken, Verstehen, Schlussfolgern, Erinnern, Merken, Lernen, Abstraktion, Planen, Entscheiden, Aufmerksamkeit, Urteilen, Rationalität, usw.

Die Perspektive der hier präsentierten Untersuchung ist auf beide Funktionen – Wahrnehmung und Erkennen – fokussiert und wird aus folgenden System-Überlegungen definiert. Bei der Wahr-

nehmung sowie bei Erkennen von Artefakten existiert neben der annehmenden Seite (die bestimmte Wissensinhalte oder Informationen wahr nimmt bzw. erkennt) auch die bietende Seite (die diese Wissensinhalte präsentiert bzw. vor- oder darstellt). Derartige Systeme und entsprechende Akteure findet man e.g. in jeder Unterrichtsstunde einer Aus- oder Weiterbildungsveranstaltung. Mit der Analyse der Annahmeprozesse und der Annehmenden (Studenten, Schülern, Auszubildenden etc.) befassen sich vordergründig solche Wissenschaften wie Psychologie, Erkenntnistheorie, Linguistik usw.

Die in dieser Untersuchung gewählte Erforschung der Anbieter und der von ihnen erstellten Lösungen kann sich auf die Facetten der Präsentation von Wissensinhalten konzentrieren. Hier werden die Möglichkeiten und Wege zu einer effizienteren Lösung gefunden sowie die entsprechenden Implementierungskonzepte aufgestellt.

Eine systematische Herangehensweise in diesem Umfeld erlaubt folgende Einteilung der Anbieter-Struktur eines Angebots für die Wissensvermittlung:

- Inhalte
- Ziele
- Wege

Die größte Diversität bieten hierbei die *Inhalte* – es scheint unmöglich, die ganze Vielfalt der zu vermittelnden Wissensinhalte zu erfassen, zu strukturieren und eine endliche Menge von adäquaten Konzepten für deren Vermittlung zu erarbeiten. Bei den *Zielen* handelt es sich um die Wahrnehmung der Wissensinhalte durch die Wissensannehmer (deklarativ – beschreibender Aspekt, der vermittelt das Vorhandensein des Fachwissens zum Thema) oder um die Erkennung der Anwendung dieser Wissensinhalte (handlungsorientierter Aspekt, der befähigt zur Verwertung des Wissens in einem Prozess, Aufgabenlösung etc.).

Die Möglichkeiten bzw. *Wege*, die der Wissensanbieter heutzutage neben den verbalen Erläuterungen wählt und benutzt, sind diverse Visualisierungstechniken. Sie beziehen sich zum Einen auf Printmedien mit Texten, Grafiken, Bildern, Skizzen, Tabellen usw. Zum Anderen setzen die Wissensanbieter immer häufiger digitale Medien ein. Im Unterschied zu Printmedien bieten diese eine weit höhere Flexibilität bei der Darstellung der zu vermittelnden Wissensinhalte. Dies wird erreicht z.B. durch die gleichzeitige Präsentation von verschiedenen Fällen, Varianten etc. Ein weiterer Vorteil der digitalen Medien neben deren Kompaktheit, Kopier- und Übertragungsmöglichkeit ist die Selektionsmöglichkeit der Inhalte im interaktiven Modus. Beide Aspekte – Flexibilität und interaktive Selektivität – sind gerade aus der Sicht der Kognitionswissenschaft extrem wichtig. Sie prägen entscheidend den Prozess der Wissensvermittlung und unterstützen die Entfaltung von kognitiven Fähigkeiten bei den Wissensannehmenden. Ein gezielter Gebrauch von Flexibilität und Selektivität erlaubt (in begrenzten Umfang!) die Steuerung bzw. den Aufbau dieser Fähigkeiten bei den Wissensannehmern. Die Integration von verschiedenen Fällen bietet außerdem die Gelegenheit für Inklusion der Ziele bzw. eine zielorientierte Spezifikation der Wissensinhalte an.

Zusammenfassend kann man festhalten, dass der Einsatz von digitalen Medien eine einmalige Möglichkeit bei der zielorientierten Visualisierung von verschiedenen Wissensinhalten eröffnet. Diese Medien bieten außerdem einige Werkzeuge für die Entwicklung und Steuerung der kognitiven Fähigkeiten an und tragen damit für die Profilierung der Kognitionswissenschaft bei.

2. Aspekte der Wissensvisualisierung

Der Präsentation des Konzeptes werden vier Bemerkungen vorangestellt.

- Es geht hier nicht um die ontologische Dimension des Wissens, d.h. es handelt sich nicht um eine Visualisierung des abstrakten Wissens oder der Wissenshierarchie z.B. auf einer Meta-Ebene.
- Ziel ist die Visualisierung der Wissensinhalte in begrenzten überschaubaren Domänen – damit unterstreicht man dessen Potential für die praktische Nutzung.
- Es geht hier nicht um bunte Bilder z.B. beim Neuroimaging, die tiefere Einsichten versprechen, die bisher kaum denkbar waren. Ebenso wenig geht es um die Farbkomposition, Größe und die Wechselfrequenz der (Bewegt-)Bilder und ihre Einfluss auf die Wahrnehmung und das Erkennen der Wissensinhalte.
- Und die angestrebte Wissensvisualisierung ist nicht für die Weiterbildung in (großen) Gruppen gedacht, sondern sie bedient primär eine individuelle Wissensvermittlung mit entsprechenden individuellen Steuerungsmöglichkeiten dieses Prozesses.

Was sind die Ausgangspunkte bzw. die Merkmale unseres Konzeptes?

- Bei der hier präsentierten Wissensvisualisierung steht die Verwertung des Wissens im Vordergrund. Dieser Fokus entspricht der Pragmatik zahlreicher technischer Lösungen sowie verschiedener Wirtschaftsprozesse.
- Die Wissensvisualisierung soll vordergründig die handlungsorientierte Perspektive bedienen und damit gerade die angesprochene Wissensverwertung fördern.
- Außerdem soll die Plattform für die angestrebte Wissensvisualisierung einige Möglichkeiten zur Steuerung des Wissensvermittlungsprozesses beinhalten. Sie soll domänenunabhängig sein und eine Flexibilität bezüglich der Nutzung verschiedener Medien aufweisen.

Mit der Visualisierung sollen die Wissens Elemente in Form von Texten oder anderen Medien und die Wechselbeziehungen zwischen ihnen zielorientiert in eine graphische bzw. visuell erfassbare Form gebracht werden. Durch Visualisierung sollen entsprechend den anvisierten Zielen wesentliche Interdependenzen hervorgehoben werden. Der Umfang und die Tiefe der Wissensinhalte sollen interaktiv steuerbar sein. So werden bei der Visualisierung bedingt durch die begrenzte Wissensvermittlungsfläche einige Details zum Beginn weggelassen. Die Darstellung von Details soll im Kontext der bereits postulierten Untersuchungsziele der Wahrnehmung und der Erkennung der Wissensinhalte dienen und damit die Wissensverwertung unterstützen oder ermöglichen.

Resümierend wird in dieser Forschung ein Schwerpunkt auf die Ursachen und Ziele der Wechselbeziehungen zwischen verschiedenen Wissens Elementen gelegt, ohne deren Flexibilität und Multivalenz zu vernachlässigen. Daraus kann folgende Definition für Wissensvisualisierung formuliert werden: *Wissensvisualisierung* ist eine Menge von medialen Elementen (Texten, Grafiken usw.) sowie die Wechselbeziehungen zwischen ihnen, die für den Wissenstransfer von Wissensanbieter zum Wissensannehmer benutzt wird. Dabei deckt die Wissensvisualisierung die Ursachen und Ziele dieser Wechselbeziehungen entsprechend der Wissensspezifika und dem Kontext seiner Verwertung auf. Der Wissensanbieter in dieser Definition kann ein Mensch oder ein Artefakt sein, wogegen als Wissensannehmer stets ein Mensch agiert.

3. Konzept für Visualisierung des Wissens

Laut Definition können die in der Abbildung 1 präsentierten (abstrakten) Schemata als Basis für die Wissensvisualisierung dienen. Hier sind die einzelnen Wissens Elemente (auf der linken Seite) sowie die Gruppen von Wissens Elementen (auf der rechten Seite) mit einigen Wechselbeziehungen grafisch dargestellt. Diese Wechselbeziehungen unterliegen zwei Fragestellungen: Warum? – diese Frage klärt die Ursachen bestimmte Beziehung und Wofür? – diese Frage klärt die Ziele, bzw. das Nutzen dieser Beziehung bei der Lösung von Aufgaben.

Die Pfeile für die Darstellung der Beziehungen können uni- oder bidirektional sein, das entspricht der Art der Beziehung und der Dynamik der Wissensverwertung (Problemlösung). Nicht gerichtete Verbindungen zwischen den Wissens Elementen komplettieren zwar die gesamte Palette, spielen aber bei der Lösung der ausgewählten Aufgabe keine Rolle.

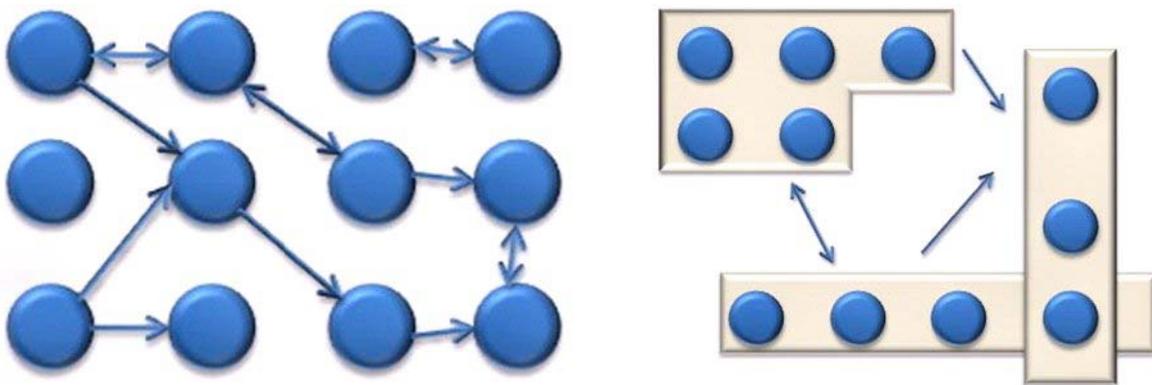


Abb. 1: Interdependenzen zwischen Elementen und Gruppen

Die Beziehungen können dabei verschiedene Stärken und Zeitabhängigkeiten aufweisen. Man kann z.B. zwischen einer schwachen, mittelstarken und starken Beziehung unterscheiden und diese in Linienstärke visualisieren. Analog kann man auch eine Beziehung auf der Zeitskala in schnell, mittel und langsam eingestuft und beispielsweise mit verschiedenen Linienfarben klassifiziert werden (Bodrow & Bodrow 2007). Solche Klassifikation ermöglicht die Konzentration auf die wesentlichen Interdependenzen, bleibt aber im Ergebnis sehr grob. Ein Beispiel dafür ist in der Abbildung 2 präsentiert.

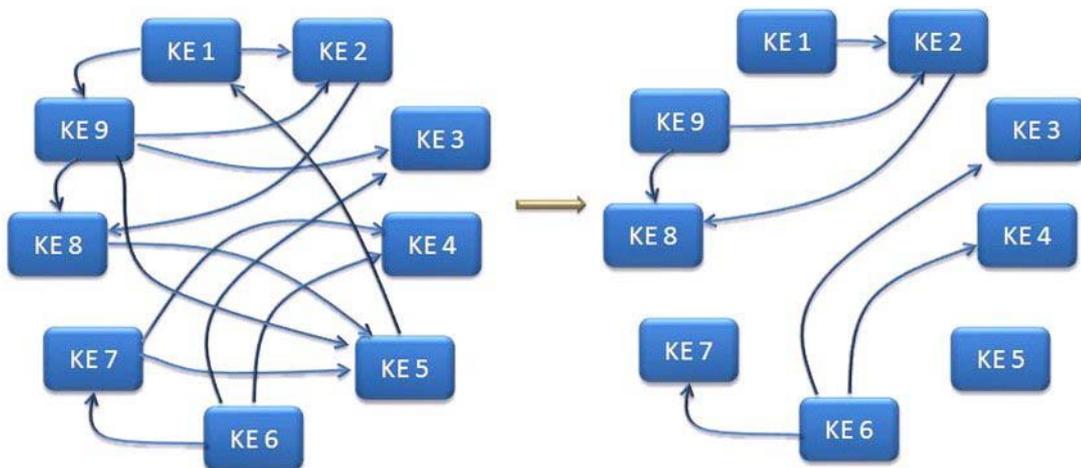


Abb. 2: Auswahl der starken Beziehungen (links: alle, rechts: nur die starken Beziehungen)

Wie bereits erwähnt, soll die Wissensvisualisierung neben der Existenz auch die Ziele der vorhandenen Beziehungen in den gewählten Aufgaben erklären. Das bedeutet gerade im Kontext der Kognitionswissenschaft die Möglichkeit der Darstellung von einigen Alternativen. Dabei kann der Wissensannehmer durch vorhandene Erfahrungen und Wissen, Analogien, Assoziationen, intellektuelles Potential etc. die nächste Handlung einleiten bzw. die Aufgabe lösen. Wie bereits erwähnt, beeinflussen viele Aspekte den Prozess der Wissensvermittlung; nur ein Aspekt davon ist die Wissensvisualisierung. Deren Effizienz hängt von der gewählten Visualisierungsmethode (Tabellen, Prozesse, Schemata, mediale Elemente usw.), der Eindeutigkeit der Ursachen und Ziele der gegebenen Wechselbeziehungen sowie dem intellektuellen Kapital und den Fähigkeiten des Wissensannehmenden ab.

In Abbildung 3 ist ein Beispiel der diskutierten Wissensvisualisierung präsentiert.

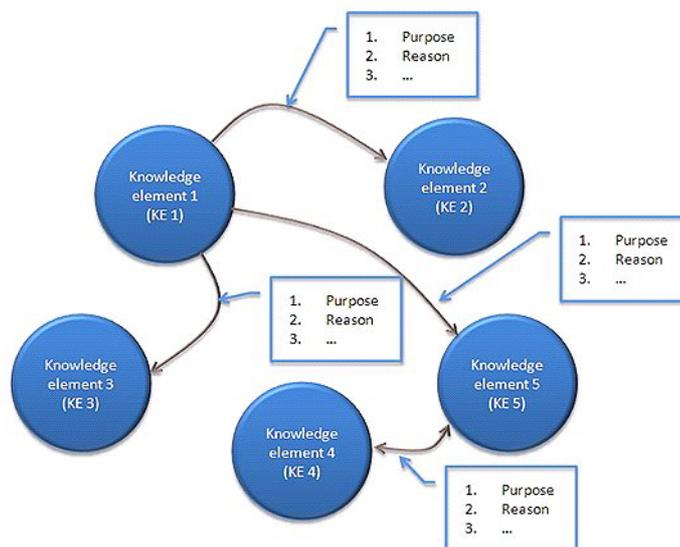


Abb. 3: Zielorientierte Wissensvisualisierung

Die bereits angesprochene notwendige Flexibilität in dieser Abbildung wird durch eine kontext-sensitive Präsentation von Ursachen und Zielen realisiert. Damit bleibt das Gesamtbild zunächst schlank, und nur durch eine Interaktion mit dem Mausclick werden die für den Wissensannehmer wichtigen Erklärungen „aufgeklappt“.

Welche Vorteile hat eine derartige Wissensvisualisierung?

- Eine solche Visualisierung erleichtert die Aufnahme und Verwertung von Fachwissen im Kontext konkreter Aufgaben. Sie erlaubt die Betrachtung von Wissen aus verschiedenen Blickwinkeln ausgehend von unterschiedlichen Zielen.
- Die Visualisierung dieser Art unterstützt die Prozesse der Aus- und Weiterbildung effizient. Durch die Integration des neuen Wissens in die Struktur des bereits vorhandenen wird die Aufnahme und Speicherung von Wissen besser trainiert.
- Praxisnahe Erklärungen der Ursachen und Ziele stimulieren die Entwicklung von kognitiven Fähigkeiten und unterstützen kreative Prozesse – logische Schlussfolgerungen und Assoziationen, die besonders wichtig bei der Wissensgenerierung sind.

Dieser Vorschlag hat gewisse Ähnlichkeiten mit der Methode der „Conceptual maps“ von Novak (Novak & Gowin 1984). Eine der neueren Publikationen zum Concept maps ist die von Cañas (Cañas et al. 2005). Novak definiert Concept map als eine Methode zur Wissensvisualisierung. Er verfolgt dabei eine andere Perspektive als die gerade beschriebene. Der Hauptunterschied zwischen dem in dieser Arbeit präsentierten Konzept und dem Modell von Novak ist der Fokus auf die Ursachen und Ziele der Wechselbeziehungen zwischen den Wissens-elementen. Die Concept maps von Novak geben keine Erklärung der Ursachen und auch die Ziele der Beziehungen zwischen den Elementen bleiben ohne Erläuterung.

4. Wissensvisualisierung und Kognitionswissenschaft

Die Arbeitsweise der Anwendungen auf der Grundlage von präsentiertem Konzept wird anhand eines Beispiels der Wissensvermittlung in der Ausbildung erläutert.



Abb. 4: Aufgabenlösung durch den Lehrer

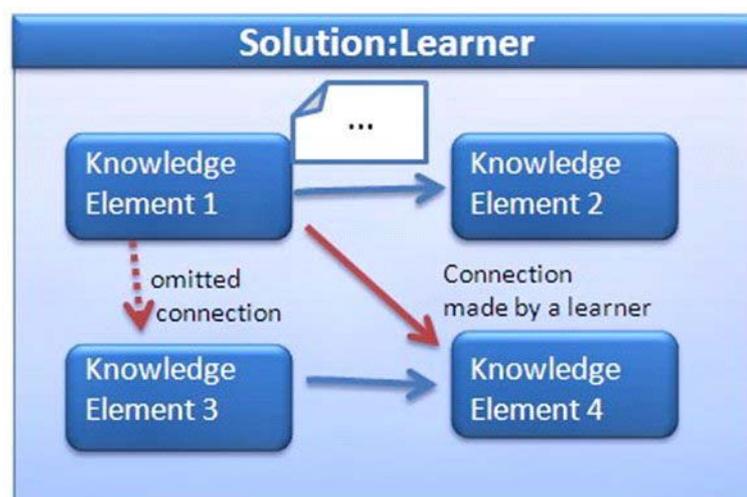


Abb. 5: Aufgabenlösung durch den Lernenden

In dieser „klassischen“ Situation mit einem Lehrenden und einem Lernenden agiert der Lehrer als Wissensanbieter und beschreibt zunächst die Lösung einer Aufgabe. Dabei werden von ihm die wichtigen Wissens Elemente sowie die entscheidenden Beziehungen zwischen ihnen in Form einer Skizze dargestellt. Alle Beziehungen erhalten die notwendigen Erklärungen zu Ursachen und Zielen, die für die Lösung von Bedeutung sind, wie es in Abbildung 4 präsentiert ist.

Nach einer Lernphase wird der Lernende (hier Wissensannehmer) aufgefordert, eine Lösung der gleichen oder ähnlichen Aufgabe zu präsentieren. Diese Lösung kann einige Abweichungen zur Vorgabe der Lehrenden aufweisen, wie in Abbildung 5 dargestellt ist.

Der Vergleich beide Lösungen kann für die Bewertung der kognitiven Fähigkeiten von Lernenden benutzt werden. Dabei kann man verschiedene Perspektiven bei der Lösungsanalyse der visuellen Darstellung verfolgen:

- Eingesetzte Wissens Elemente
- Eingesetzte Wechselbeziehungen
- Angegebene Erklärungen

Hier spielen die Ziele der Wissensvermittlung eine entscheidende Rolle: Wenn der Lernende exakt die Lösung der Lehrer wiedergeben soll, sind die drei benutzten Komponenten (Wissens Elemente, Wechselbeziehungen und Erklärungen) auf Übereinstimmung zu prüfen. Hat der Lernende in seiner Lösung gleiche Elemente und Beziehungen benutzt und vergleichbare Erklärungen formuliert, war die Wissensvermittlung erfolgreich. Im Ergebnis ist der Lernende in der Lage, die Aufgabe zu lösen. Auf dem Weg dahin hat er unter anderen die beiden Fähigkeiten – Wahrnehmung und Erkennen – nachgewiesen und das visualisierte Wissen angenommen.

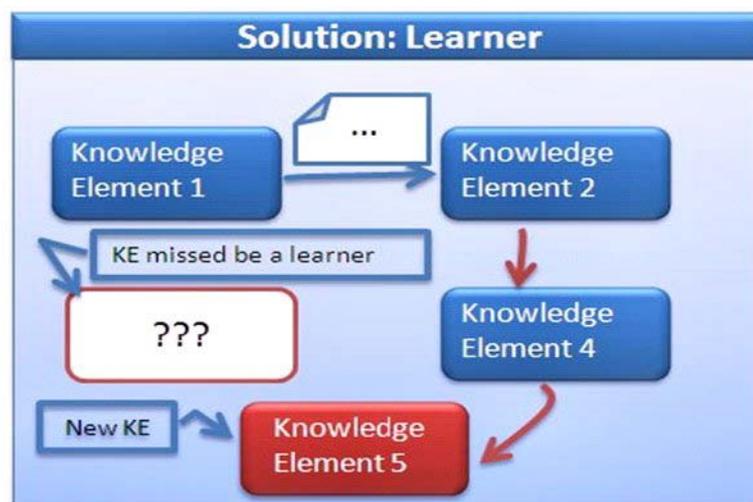


Abb. 6: Flexible Aufgabenlösung durch den Lernenden

Die angesprochene Analyse ergibt sich durch folgende Möglichkeiten der Beeinflussung und Fokussierung der Wissensvisualisierung.

- Mit der Fixierung der Elemente und Beziehungen kann die Wissensvermittlung auf Ursachen und Ziele gelenkt werden.
- Wenn nur die Elemente fixiert sind, kann die Erkennung der Beziehungen vermittelt und abgefragt werden. Diese Situation ist bereits in der Abbildung 5 präsentiert.

- Wenn dazu auch die Elemente nicht fixiert sind, wie in Abbildung 6, wird die Wahrnehmung der Aufgabe mit dem Erkennen der Wissens Elemente, der Beziehungen und deren Ursachen und Zielen verknüpft und danach abgefragt.

Durch die flexible Gestaltung der Wissensvisualisierung können gezielt neben Wahrnehmung und Erkennen auch andere kognitive Fähigkeiten wie Denken, Verstehen, Schlussfolgern, Erinnern, Merken, Lernen, Planen, Entscheiden, Urteilen u.a.m. entwickelt und gesteuert werden. Bei dem skizzierten Beispiel lassen sich drei Ebenen der Flexibilität konstatieren, die in Abbildung 7 vorgestellt sind.

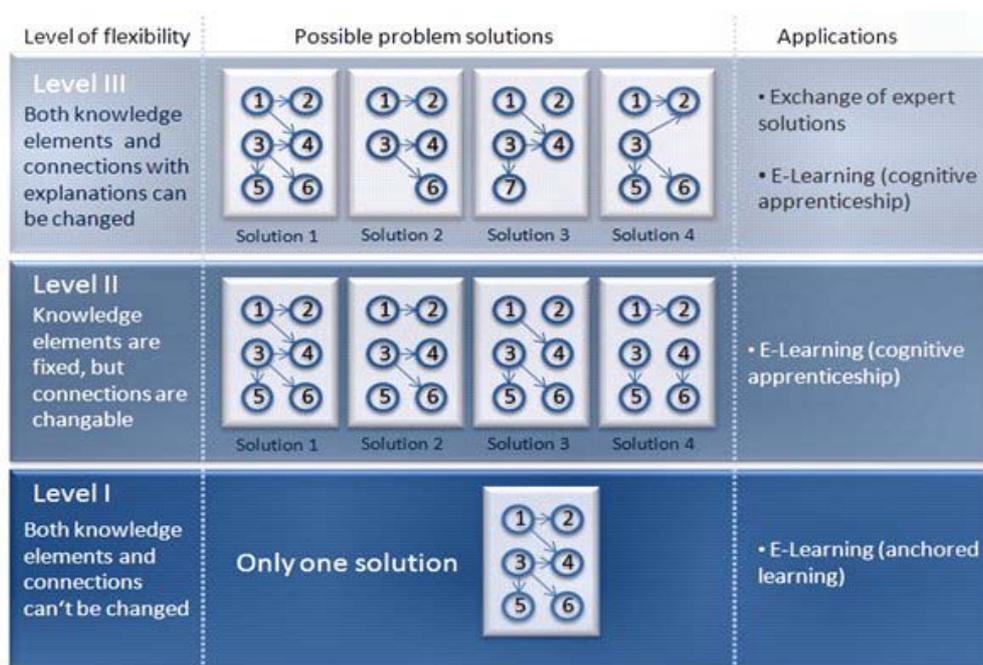


Abb. 7: Flexibilitätsebenen bei Wissensvisualisierung

Die *erste* Ebene mit der geringsten Flexibilität fordert vom Wissensnehmer das Annehmen bestimmter Wissensinhalte auf der Basis von festgelegten Wissens Elementen und Beziehungen ohne Abweichungen von vorgegebenen Schemata.

In der *zweiten* Ebene stehen die Wissens Elemente fest, allerdings sind die Beziehungen flexibel – sie werden nicht oder nur zum Teil visuell präsentiert. Damit werden vom Wissensanbieter zunächst mehrere Alternativlösungen vorgesehen und auch mit verfolgt, was die Steuerung und Entwicklung von kognitiven Fähigkeiten ermöglicht.

Bei der *dritten* Ebene kann die Wissensvisualisierung auch bezüglich der Wissens Elemente flexibilisiert werden. Diese Flexibilitätsebene fordert alle kognitiven Fähigkeiten bei der Erstellung einer innovativen Problemlösung, sogar die, die der Wissensanbieter nicht vorgesehen hat.

5. Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Beitrag wurden die Einflussfaktoren der Visualisierung von Wissen auf dessen Vermittlung untersucht. Prozesse und Facetten der Wissensvermittlung haben eine große Bedeutung in der Kognitionswissenschaft, die sich u.a. mit den Fähigkeiten der Wahrnehmung und Erkennen

des Wissens auseinander setzt. Eine flexible Gestaltung dieser Prozesse wurde mit Hilfe des präsentierten Konzepts für eine zielorientierte Wissensvisualisierung eingehend beschrieben. Im Rahmen dieses Konzepts wurden die Möglichkeiten für gezielte Entwicklung und Steuerung von kognitiven Fähigkeiten gezeigt und anhand eines Beispiels erläutert.

In der nächsten Stufe wird das präsentierte Konzept implementiert. Dabei werden verschiedene verfügbare Werkzeuge mit dem Hinblick auf die beschriebenen Aspekte der Wissensvisualisierung untersucht und gegebenenfalls konfiguriert. Alternativ wird eine entsprechende Applikation realisiert.

Künftige Forschungsaktivitäten auf diesem Gebiet beinhalten die Verallgemeinerung des Konzepts durch die Integration von zusätzlichen Facetten sowie die Erweiterung von Prozessaktivitäten. Die Integration weitere Facetten und Aktivitäten erlaubt eine Generalisierung bzw. eine Verallgemeinerung des Konzeptes – einige von systembezogenen Eingrenzungen sind im Abschnitt 2 aufgelistet.

Literatur

Bertelsmann, Lexikon der Psychologie, Gütersloh 1995

Bodrow, W.; Bodrow, A.: Tagging and Knowledge Sharing. In Proceedings of E-learning Conference '07, Istanbul 2007, pp. 130-132

Brockhaus, Die Enzyklopädie in 15 Bänden, Band 8. Leipzig/Mannheim 1998

Cañas, J.; Carff, R.; Hill, G.; Carvalho, M.; Arguedas, M.; Eskridge, T.; Lott, J.; Carvajal, R. (2005): Concept Maps: Integrating Knowledge and Information visualization. In: Tergan, S.; Keller, T. (eds.): Knowledge and Information Visualization: Searching for Synergies, Berlin 2005

Novak, J. D.; Gowin, D. B.: Learning How to Learn. New York/Cambridge 1984

Tewes, U.; Wildgrube, K. (Hrsg.): Psychologie-Lexikon. München/Oldenbourg 1992

[13.02.12]

Anschrift der Autoren:

Prof. Dr. Wladimir Bodrow
Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
FB Wirtschaftsinformatik
Labor Innovative Systeme
Treskowallee 8
D – 10318 Berlin
wladimir.bodrow@htw-berlin.de