

Gestaltungsempfehlungen für menschenzentrierte Werkzeuge zum Erfassen und Strukturieren von Informationen

Eine theoretische Betrachtung von Wissensrepräsentation auf mentaler, pragmatischer und technischer Ebene

Dr. Marius Brade, Forschung & Innovation, Mind-Objects

Abstract. Um flexible digitale Systeme zur aufwandsarmen und niederschweligen Wissensmodellierung entwerfen zu können, benötigen Produktentwicklungsteams Empfehlungen worauf sie bei der Gestaltung achten sollten. Im vorliegenden Beitrag werden der Wissensarbeit zugrunde liegende Prozesse beleuchtet, um entsprechende Empfehlungen abzuleiten. Die Prozesse werden dabei in drei grundlegende Repräsentationsformen von Wissen kategorisiert: mentale, pragmatische und technische.

1. Motivation

Die Erarbeitung von Wissens- bzw. Informationsstrukturen kann im privaten oder beruflichen Rahmen durch computerbasierte Systeme unterstützt werden. Für Benutzer steht dabei eine geringe Benutzungshürde im Vordergrund.

Beim Erarbeiten von Wissensstrukturen geht es darum, in scheinbar unstrukturierten Situationen die entscheidende wichtige Struktur zu finden. Charakteristikum dieses Prozesses ist lückenhaftes Wissen, welches iterativ erweitert wird; des weiteren treten Mehrdeutigkeiten auf, die es mit der Zeit auszuräumen gilt und es erfolgt eine ständige Veränderung von verstandenen Zusammenhängen zwischen Informationen während der Arbeit (vgl. [FuRo5]). Zudem ist die Struktur und die Menge benötigter Daten im Vorfeld nicht absehbar.

Bei komplexeren Sachverhalten nehmen visuelle Hilfsmittel eine zentrale Rolle bei der Unterstützung dieses Prozesses ein (vgl. [Kirog, S.1103]).

Die Annahme von Systementwicklern, dass ein Benutzer bestimmte, kalkulierbare Schritte zu einem für ihn klar spezifizierten Ziel ausführt, ist das größte Problem vieler bisheriger softwarebasierter Werkzeuge. Oft behindern daraus resultierende Werkzeuge eher den Arbeitsfluss der Wissensarbeit, als diesen zu unterstützen. Dadurch sinkt die Akzeptanz dieser Werkzeuge (vgl. [NYTRoo]) und zur Erschließung neuer Sachverhalte wird zu Beginn häufig auf Papier und Stift zurückgegriffen (vgl. [JGHYog]).

Zentraler Punkt der Ablehnung von computergestützten Systemen zur Wissensarbeit ist die Hürde bei der Benutzung: In den frühen Phasen der Wissensmodellierung ist die wichtigste – und oftmals fehlende – Eigenschaft eines digitalen Werkzeuges, dem Benutzer die Interaktion mit geringstem Einsatz und geringster Anstrengung zu ermöglichen (vgl. [NYTRoo]).

Abgesehen von einzelnen Wissensarbeitern haben auch Unternehmen und Institutionen ein großes Interesse, bessere Werkzeuge für die Wissensarbeit zu verwenden. Bei Unternehmen und Institutionen geht es darum, vorhandenes unstrukturiertes Prozesswissen zu Erfassen und intern für die Mitarbeiter zur Verfügung zu stellen, um die Effizienz der Arbeitsprozesse zu steigern. Universitäten und Bibliotheken haben das Ziel, das Wissen von möglichst vielen Wissensarbeitern aus allen Fachbereichen frei zur Verfügung zu stellen.

Das Problem dabei ist branchenunabhängig und fächerübergreifend: Wie kann dieses, sich kontinuierlich verändernde Wissen effizient und aufwandsarm modelliert werden, sodass es am Ende im besten Falle durch Computer lesbar gespeichert ist? Dazu muss Wissen zum einen erfasst sowie strukturiert und zum anderen formalisiert werden. Im Einzelnen geht es dabei darum, einem Wissensarbeiter Werkzeuge zur Verfügung zu stellen, die ihm das Erfassen und Strukturieren von Informationen erleichtern.

Entsprechende flexible digitale Systeme zur Unterstützung von Wissensarbeitern fehlen. Der frühe Prozess der Wissensmodellierung wird aktuell nicht ausreichend digital unterstützt. Um flexible digitale Systeme zur aufwandsarmen und niederschweligen Wissensmo-

dellierung entwerfen zu können, benötigen Produktentwicklungsteams Empfehlungen worauf sie dabei achten sollten.

Das Ziel des vorliegenden Beitrages ist es, derartige Empfehlungen herzuleiten und ein Verständnis von der Wissensarbeit zugrunde liegenden Prozessen zu schaffen.

2. Formen der Wissensrepräsentation

In diesem Abschnitt werden Menschen und Computersysteme sowie deren Zusammenspiel bezüglich der Wissensrepräsentation beleuchtet. Dabei spielen Aspekte aus der Kognitionspsychologie, des Interaktionsdesigns und der Informatik eine wichtige Rolle. Die Einflussfaktoren sind in Abb. 1 dargestellt.

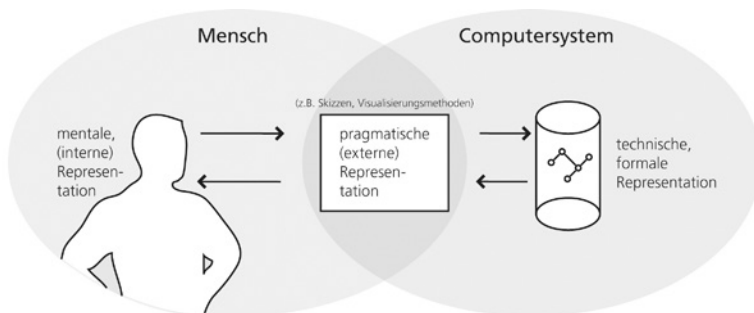


Abb. 1: Wissensrepräsentation im Spannungsfeld zwischen Mensch und Computersystem

2.1 Mentale (interne) Repräsentation von Wissen

Für die Gestaltung computergestützter Systeme, welche Wissensarbeiter bei ihrer Tätigkeit der Strukturfindung unterstützen, ist es hilfreich zu verstehen wie Menschen:

- Informationen mental repräsentieren und abrufen,
- Informationen kategorisieren,
- eine interne Struktur (Binnenstruktur) von Kategorien im Gedächtnis erstellen und

Die Funktionsweise des Gedächtnisses ist nach dem Stand der Forschung auf dem Gebiet der Kognitionspsychologie noch nicht umfassend geklärt. Jedoch geben Erkenntnisse der Kognitionspsychologie

gute Anhaltspunkte, was bei der Entwicklung von Visualisierungsmethoden zu berücksichtigen ist. Auszugsweise werden Befunde dieses Forschungsfeldes im Folgenden dargestellt.

Informationen mental repräsentieren und abrufen

Informationen werden von Menschen in Sinneinheiten gebündelt (nach Miller werden diese Einheiten „chunks“ genannt [Mil56]). Außerdem werden Inhalte entsprechend der Ziele von Menschen memoriert bzw. abgerufen. Beispielsweise werden unerledigte Absichten besser erinnert. Demgegenüber werden erledigte Absichten eher vergessen (vgl. [Zeiz7]). Häufiger Gebrauch von Gedächtnisinhalten führt zur Verstärkung von Gedächtnisspuren und Assoziationen (vgl. [Kan77]). Darüber hinaus werden Gedächtnisinhalte durch ihren Gebrauch verändert. Die Benutzung von Gedächtnisinhalten ist kein eigentlicher Abruf, sondern entspricht eher einer Rekonstruktion (vgl. [Lof96]). Dabei spielen Schemata eine entscheidende Rolle (vgl. [Bart32, Rum80]). Eine Studie von Fisher et al. zeigt, dass Wissensarbeiter mithilfe iterativer Umstrukturierung zunehmend ein Schema erarbeiten und gleichzeitig die Relevanz der eigentlichen Inhalte für sie abnimmt (vgl. [FCK12]).

Informationen kategorisieren

Informationen werden von Menschen aufgrund von Gemeinsamkeiten mental in Kategorien zusammengefasst. Kategorien ermöglichen neue Erfahrungen mit vorhandenem Wissen zu verknüpfen. Ein Beispiel hierfür ist ein Arzt, welcher Patienten einer bestimmten Krankheitskategorie zuordnet und davon abhängig einen Therapieplan verfolgt. Durch Erfahrungen werden Kategorien erworben oder modifiziert. (Für gesamten Absatz vgl. [MüPo2, S. 434ff]).

Menschen bilden darüber hinaus in einer Situation entsprechend ihrer Ziele spontan neue Kategorien aus (vgl. [Bar83]) und sind oftmals inkonsistent in ihren Klassifikationen (vgl. [Daw79]). Wissen über die Funktionsweise von Dingen (vgl. [MeW87]) wird ebenfalls zur Kategorisierung genutzt. Darüber hinaus beruht die Steuerung von Handlungen und Denkprozessen nach Normen und Schemata auf Schemata (vgl. [NoS86]). In diesen Schemata werden Erfahrungen abgelegt (vgl. [MüPo2, S.282f]). Ein Beispiel hierfür ist der Anblick einer roten Ampel beim Autofahren. Hat ein Mensch entsprechende Erfahrung gemacht, löst dieser Anblick das Schema „Bremsen“ aus. Dies führt wiederum dazu, dass er das Bremspedal tritt (vgl. [MüPo2, S.283]).

Binnenstruktur von Kategorien

Durch Experimente wurde nachgewiesen, dass innerhalb mentaler Kategorienrepräsentationen hierarchische Strukturen und verschiedene Ebenen existieren (vgl. [ShS97]). Je nach Person und Aufgabe können diese variieren (vgl. [ShS97]). Rosch und Mervis fanden heraus, dass Elemente mehr oder weniger typische Vertreter einer Kategorie sein können (vgl. [RoM75]). Barsalou zeigt auf, dass inter- und intraindividuell inkonsistente Binnenstrukturen verwendet werden (vgl. [Bar87]). Diese treten seinen Ergebnissen zufolge auf, da verschiedene mentale Konzepte temporär für unterschiedliche Aufgabengegebenheiten die gleiche Kategorie im Arbeitsgedächtnisrepräsentieren.

2.2 Pragmatische (externe) Repräsentation von Wissen

In Anlehnung an Zhang (er spricht hierbei von externer Repräsentation [Zan97, S.1]) bezeichnen pragmatische Repräsentationen im vorliegenden Beitrag digitale oder physische Hilfsmittel zur Sinnerschließung von Sachverhalten sowie zum Festhalten von Gedanken außerhalb des Gedächtnisses einer Person.

Pragmatische Repräsentationen können komplexe digitale Systeme, Visualisierungsmethoden oder physische Hilfsmittel, wie beispielsweise Notizen, Annotationen und das Ausbreiten oder Arrangieren von Materialien (vgl. [Kiro9, S. 1103]), sein.

Durch die Interaktion mit entsprechenden Gegenständen der menschlichen Umwelt wird nicht nur planvolles Denken durchgeführt. Vielmehr wird experimentelles Denken absolviert (vgl. “trial and error” [Nor93]). Das menschliche Ortsgedächtnis spielt dabei eine zentrale Rolle, da die Position von Objekten für das Merken von Zusammenhängen wichtig ist (vgl. [NYTRoo]). Das Ortsgedächtnis wird als integraler Bestandteil menschlichen Denkens, Planens und Handelns bezeichnet (vgl. [Kir95]). Eine Anordnung und Neupositionierung von Objekten kann Kirsh zufolge Wissensarbeiter in drei Kategorien unterstützen: Entscheidungen vereinfachen, Wahrnehmung verbessern sowie kognitive Aufgaben erleichtern (vgl. [Kir95]).

2.3 Technische, formale Repräsentation von Wissen

Ein Ziel jeder Wissensrepräsentation ist es, Wissen zu einem späteren Zeitpunkt wieder aufzufinden. Will man unter mehreren ähnlichen Dingen etwas Bestimmtes wiederfinden, so werden Ordnungssysteme eingesetzt [Geyog]. Bereits vor der Digitalisierung von Informationen wurden in Bibliotheken Bücher, Gesetzestexte und ähnliches

mittels Techniken formaler Wissensrepräsentation verwaltet. Diese werden auch heute noch

für die Organisation digitaler Inhalte genutzt. Für alle Techniken gültige Ordnungstypen sind Alphabet, Kategorie, Ort (Geografie), Zeit und Hierarchie. Basierend auf den Ordnungstypen sind verschiedene Arten von Beziehungen zwischen Objekten möglich.

Dabei können folgende Typen unterschieden werden [Gey09, S.129f]:

- gleichartige Relationen (alphabetisch, geografisch, chronologisch),
- hierarchische Relationen und
- assoziative Relationen.

Die Komplexität formaler Wissensrepräsentationen ist abhängig von den Beziehungstypen. Je nach der Verwendung der verschiedenen Beziehungstypen können verschiedene Gruppen formaler Wissensrepräsentation unterschieden werden (vgl. [Gey09, S.130] und [Hodo0, S.5f]):

- gleichartige Relationen: Begriffslisten,
- gleichartige und hierarchische Relationen: Klassifikationen und Kategorien,
- gleichartige und hierarchische sowie assoziative Relationen: Relationssysteme.

Wesentliche Probleme bei der technischen Wissensrepräsentation bestehen in der semantischen Lücke: Die semantische Lücke ergibt sich aus dem Bedeutungsunterschied zwischen zwei Beschreibungen eines Objekts. Sie entsteht durch die Verwendung unterschiedlicher Sprachen oder Repräsentationen bei der Modellierung von Wissen. Auf der einen Seite ist dies die natürliche, gesprochene Sprache des Menschen. Auf der anderen wird die weniger mächtige formale Sprache (z. B. Programmiersprache) zur Abbildung von Wissen im Computer genutzt. Smeulders et al. definieren die semantische Lücke als Kluft zwischen der Interpretation, welche der Mensch aus Daten situationsgebunden trifft und der Information, welche von einem Computer aus diesen Daten extrahiert werden kann (vgl. [SWS80, S.1353]).

3. Empfehlungen zur Gestaltung von Wissenssystemen

Im Folgenden werden basierend auf den vorherigen Betrachtungen Empfehlungen für eine menschenzentrierte Gestaltung von Software, die während der frühen Phasen der Wissensmodellierung unterstützen soll, zusammengefasst (vgl. [Bra15] für weiterführende Informationen).

Einfache und effiziente basale Interaktion

Ein Benutzer soll seine Gedanken ohne Beschränkung visualisieren können. Das bedeutet, ein digitales System muss das Erstellen und Entfernen grafischer Objekte gewährleisten. Dabei sollte sich das Erscheinungsbild möglicher Darstellungen formalästhetisch an gängigen Beispielen aus der Praxis orientieren. Die Verwendbarkeit „merkwürdiger“ Repräsentationen ist Voraussetzung, um das Wiedererkennen von bekannten Dingen zu vereinfachen.

Benutzern das Experimentieren und Ausprobieren ermöglichen

In Gesprächen kommt es vor, dass ein Gedanke „mal kurz durchgespielt“ wird. Dazu werden Informationen niedergeschrieben und eine Struktur erörtert. Um dies bestmöglich zu unterstützen sollte ein System ermöglichen, Arbeitsschritte durchzuführen und zu einer früheren Version zurückkehren zu können.

Unvollständigkeit erlauben

Während dem Erarbeiten von Inhalten und Zusammenhängen in Gesprächen zur Anforderungserhebung haben die Teilnehmer in der Regel ein unvollständiges „Bild“ des zu diskutierenden Sachverhalts im Kopf. Demnach sollte ein System auch das Dokumentieren unvollständiger Sachverhalte erlauben und keine Pflichtangaben erzwingen.

Gruppieren/Kategorisieren und Beschriften von Informationselementen

Für die Arbeitsprozesse während Gesprächen ist es wichtig, Objekte ad hoc gruppieren bzw. kategorisieren zu können.

Einfache Veränderbarkeit von Repräsentationen

Das (Re-)Strukturieren von Informationen ist zentraler Gegenstand von Gesprächssituationen bei der Anforderungserhebung. Um dabei

das menschliche Ortsgedächtnis zu unterstützen, sollte eine stabile Verortung von Inhalten auf dem Bildschirm gewährleistet werden. Das heißt, das System entscheidet nicht autonom, wo Inhalte platziert werden, sondern der Benutzer platziert die Objekte.

Schrittweise Formalisierung vom Spezifischen zum Abstrakten

Da Menschen während einer Aufgabenlösung verschiedene mentale Konzepte temporär der gleichen Kategorie zuordnen und diese während der Arbeit erst auflösen, sollte ein System eine einfache Modifizierung der Zuordnung ermöglichen. Dabei ist relevant, dass Benutzer eine situationsgerechte Struktur entwerfen können. Grafische Objekte sollten demnach durch Verbindungen mit unterschiedlichem Formalisierungsgrad assoziiert werden können.

Integration / Export von Daten

Relevante Daten für eine Aufgabe sind oft mit unterschiedlichen Softwarewerkzeugen erstellt und liegen deswegen häufig in verschiedenen Formaten bzw. an unterschiedlichen Speicherorten vor. Das visuelle Zusammenstellen all dieser Daten auf einer zentralen Oberfläche ist bei der Sinnerschließung und Wissensmodellierung wichtig. Aus diesem Grund ist eine Interoperabilität mit gängigen anderen Softwarelösungen durch Import- und Exportmöglichkeiten standardisierter Formate beim Arbeitsprozess hilfreich.

4. Schlussfolgerungen

Aufgrund der Erkenntnisse aus der Analyse mentaler und technischer Repräsentationsformen von Wissen sollte das Ordnungsprinzip der Informationen beim User-Experience-Design von Wissensmodellierungssystemen als zentrales Element in den Vordergrund der Betrachtung gestellt werden. Bezüglich der Entwicklung von Werkzeugen zeigt sich, dass ein Umdenken für Systementwickler hilfreich sein kann: Nicht alle Informationen, welche ein Benutzer festhalten möchte, müssen vom System als „dauerhafte“ Informationen „verstanden“ werden. Es scheint ebenso wichtig, vorübergehende Informationen, Ungenauigkeit und „Unschärfe“ von Gedanken systemseitig visuell abbildbar machen zu können. Diese Informationen müssen nicht zwingend vom System semantisch korrekt erkannt werden. Es kann für Benutzer bereits einen Mehrwert bieten, wenn digital erfasste Informationen später weiterverarbeitet, exportiert und mit anderen Personen oder Programmen weiterentwickelt werden können.

Literatur

- [Bar83] Barsalou, L. Ad Hoc Categories. *Memory & Cognition* 11, 3 (1983), 211-227.
- [Bar87] Barsalou, L. W. The Instability of Graded Structure: Implications for the Nature of Concepts. In *Concepts and conceptual development: Ecological and intellectual factors in categorization*, U. Neisser, Ed. Cambridge University Press, Cambridge, 1987, pp. 101-140.
- [Bart32] Bartlett, F. C. *Remembering: An Experimental and Social Study*. Cambridge: Cambridge University (1932).
- [Bra15] Brade, M. *Visualisierungsmethoden für das interaktive Erfassen und Strukturieren von Informationen im Kontext der Freiform-Wissensmodellierung*. Dissertation, TU Dresden (2015).
- [Daw79] Dawes, R. M. The Robust Beauty of Improper Linear Models in Decision Making. *American psychologist* 34, 7 (1979), 571.
- [FCK12] Fisher, K., Counts, S., and Kittur, A. Distributed Sensemaking: Improving Sensemaking by Leveraging the Efforts of Previous Users. In *CHI 2012 (Austin, Texas, USA, May 5-10 2012)*, ACM, pp. 247-256.
- [FuR05] Furnas, G. W., and Russell, D. M. Making Sense of Sensemaking. In *CHI '05 extended abstracts on Human factors in computing systems (New York, NY, USA, 2005)*, CHI EA '05, ACM, pp. 2115-2116.
- [Gey09] Geyer-Hayden, B. Wissensmodellierung im Semantic Web. In *Social Semantic Web*, A. Blumauer and T. Pellegrini, Eds., X.media. press. Springer Berlin Heidelberg, 2009, pp. 127-146.
- [Hod00] Hodge, G. *Systems of Knowledge Organization for Digital Libraries: Beyond Traditional Authority Files*. ERIC, 2000.
- [JGHY09] Johnson, G., Gross, M. D., Hong, J., and Yi-Luen Do, E. Computational Support for Sketching in Design: A Review. *Found. Trends Hum.-Comput. Interact.* 2, 1 (Jan. 2009), 1-93.
- [Kan77] Kandel, E. R. *Cellular Basis of Behavior: An Introduction to Behavioral Neurobiology* (1977).

[Kir95] Kirsh, D. The Intelligent Use of Space. *Artificial Intelligence* 73, 1-2 (Feb. 1995), 31-68.

[Kiro9] Kirsh, D. Interaction, External Representation and Sense Making. In *Proceedings of the Thirty First Annual Conference of the Cognitive Science Society (Austin, TX, 2009)*, N. Taatgen and H. van Rijn, Eds., Cognitive Science Society, pp. 1103-1108.

[Lof96] Loftus, E. *Eyewitness Testimony*. Harvard University Press, 1996.

[MeW87] Medin, D. L., and Wattenmaker, W. D. Category Cohesiveness, Theories, and Cognitive Archeology. *Concepts and Conceptual Development: Ecological and Intellectual Factors in Categorization 1 (1987)*, 25-62.

[Mil56] Miller, G. A. The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information. *Psychological review* 63, 2 (1956), 81.

[MüPo2] Müsseler, J., and Prinz, W. *Allgemeine Psychologie*. Spektrum, Akademischer Verlag, 2002.

[NYTR00] Nakakoji, K., Yamamoto, Y., Takada, S., and Reeves, B. N. Two-dimensional Spatial Positioning as a Means for Reflection in Design. In *Proceedings of the 3rd conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques (New York, NY, USA, 2000)*, DIS 2000, ACM, pp. 145-154.

[Nor93] Norman, D. A. *Things That Make Us Smart: Defending Human Attributes in the Age of the Machine*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA, 1993.

[NoS86] Norman, D. A., and Shallice, T. Attention to Action. In *Consciousness and Self-Regulation*, R. J. Davidson, G. E. Schwartz, and D. Shapiro, Eds. Springer US, 1986, pp. 1-18.

[RoM75] Rosch, E., and Mervis, C. B. Family Resemblances: Studies in the Internal Structure of Categories. *Cognitive psychology* 7, 4 (1975), 573-605.

[Rum80] Rumelhart, D. E. Schemata: The Building Blocks of Cognition. In *Theoretical Issues in Reading Comprehension*, R. J. Spiro, B. C. Bruce, and W. F. Brewer, Eds. Routledge, 1980.

[Sh597] Sharifian, F., and Samani, R. Hierarchical Spreading of Activation. In *Proceedings of the Int'l Conference on Language, Cognition, and Interpretation (1997)*, IAU Press, pp. 1-10.

[SWS80] Smeulders, A. W. M., Worring, M., Santini, S., Gupta, A., and Jain, R. Content-Based Image Retrieval at the End of the Early Years. *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.* 22, 12 (Dec. 2000), 1349-1380.

[Zeig27] Zeigarnik, B. Über das Behalten von erledigten und unerledigten Handlungen. *Psychologische Forschung* 9, 1 (1927), 1-85.

[Zan97] Zhang, J. The Nature of External Representations in Problem Solving. *Cognitive Science* 21, 2 (1997), 179-217.