

# Intelligente Informationssysteme für Wissensarbeit(er)

Klaus-Dieter Althoff\*, Björn Decker\*\*, Alexandre Hanft\*, Jens Mänz\*, Markus Nick\*\*, Jörg Rech\*\* & Martin Schaaf\*

\*Universität Hildesheim, Institut für Mathematik und Angewandte Informatik, Bereich Intelligente Informationssysteme, Email: [althoff|hanft|maenz|schaaf@iis.uni-hildesheim.de](mailto:althoff|hanft|maenz|schaaf@iis.uni-hildesheim.de)

\*\*Fraunhofer Institut für Experimentelles Software Engineering, Abteilung Experience Management, Kaiserslautern, Email: [decker|nick|rech@iese.fraunhofer.de](mailto:decker|nick|rech@iese.fraunhofer.de)

## Abstract

Dieser Beitrag adressiert sowohl die Erwartung als auch das Bedürfnis unserer Gesellschaft nach mehr hochwertigen Dienstleistungen. Solche „wissensintensiven“ Dienstleistungen – auch bekannt als Wissensarbeit – können nur erbracht werden, wenn die entsprechenden organisatorisch-technischen Voraussetzungen erfüllt sind und insbesondere es sich für den Dienstleister bzw. aus der Kosten-Nutzen-Perspektive betrachtet lohnt. Wir beschreiben unsere aktuelle Forschungsvision zur (teil)automatisierten Unterstützung von Wissensarbeit(ern) mit Hilfe von intelligenten Informationssystemen unter der besonderen Nutzung von Erfahrungswissen. Die Idee zur Umsetzung dieser Vision basiert auf der Integration von Ansätzen aus der Künstlichen Intelligenz, dem Software Engineering und der Wirtschaftsinformatik. Mit der Integration von Case-Based-Reasoning und Experience-Factory wurde bereits ein nachweislich erfolgreicher Schritt in diese Richtung unternommen [Tau00, Nic05].

## Einführung und Motivation

Durch eine Verschiebung in der relativen Bedeutung der herkömmlichen Produktionsfaktoren und des neuen, zunehmend wichtigeren Produktionsfaktors „Wissen“ entwickelt sich eine neue ökonomische Struktur [Kie03]. Bei der Anpassung an den gegenwärtigen Strukturwandel (Dezentralisierung/Flexibilisierung) gewinnt die Nutzung externen Wissens für die Unternehmen an strategischer Bedeutung. Nicht nur intendierte Innovationen, sondern auch organisationsinterne Veränderungen sowie die Produktion und der Vertrieb von Produkten erfordern spezialisiertes, aktuelles Wissen, das unternehmensintern häufig nicht bereitgestellt werden kann [Kie03].

Wissensintensive Dienstleistungen und insbesondere Wissensarbeit [BI03, BM00] stellen einen besonders schnell wachsenden Teilbereich des Dienstleistungssektors dar. Nach [Wil98] bzw. [Her03b] umfasst „wissensintensive Arbeit“ Tätigkeiten, die eine umfassende Ausbildung bzw. langjährige Erfahrung in einem bestimmten Fachgebiet voraussetzt. [Cra03] versteht unter „wissensintensiven Dienstleistungen“ solche Dienstleistungen, bei denen die Ressource Wissen den wichtigsten Input-Faktor bei der Erbringung der Dienstleistung darstellt. [Wil98] bzw. [Her03b] verstehen unter „Wissensarbeit“ wiederum Tätigkeiten, bei denen das einmal erworbene Fachwissen nicht ausreicht, sondern die es erforderlich machen, das vorhandene Wissen zu revidieren, zu verbessern und zu erneuern, um eine Problemlösung zu finden. Nach [BU03] besteht das eigentlich erfolgskritische Wissen bei wissensintensiven Dienstleistungen – und damit auch bei Wissensarbeit – aus Erfahrungswissen.

Dieser Beitrag beschreibt die Vision der Autoren, intelligente Informationssysteme zur Unterstützung von Wissensarbeit und wissensintensiven Dienstleistungen zu

entwickeln unter der besonderen Nutzung von Erfahrungswissen [DA04, Alt05]. Unsere Vision umfasst dabei insbesondere auch rechnerbasiert automatisierte bzw. teilautomatisierte Wissensarbeit. Neben den bekannten Einsatzmöglichkeiten im Rahmen der Dienstleistungswirtschaft (für die es eine Vielzahl von Erfolgsbeispielen gibt [Ber03]) leistet unsere Forschung darüber hinaus auch einen Beitrag zur Umsetzung ehrgeiziger Ziele, wie sie z.B. seitens der Europäischen Union (EU) als sogenannte Ambient-Intelligence-Szenarien (z.B. Szenarien zu „Intelligent Workplace“ oder zu „Assisted Living“) [Duc01] formuliert bzw. von Szenarien, die in der Technologieprognose der High Level Expert Group der EU zum Thema „Converging Technologies“ in den Bereichen Bio-/Nano-/Info- und Kogno-Technologien entworfen wurden [Bib04; siehe auch RA04]. Die von uns (teil)automatisierte Wissensarbeit hat den zusätzlichen Vorteil, dass das bereitgestellte Wissen nicht nur Wissen für den Benutzer darstellt, sondern in zunehmendem Maße auch für den jeweiligen Rechner, auf dem dieses Wissen genutzt wird. Dies ermöglicht eine automatische Verarbeitung dieses Wissens und bietet einen eindeutigen Mehrwert gegenüber herkömmlichen Ansätzen.

Die Anforderungen an intelligente Informationssysteme sind entsprechend vielfältig. Zudem werden sie aufgrund der stetig wachsenden Service-Erwartungen in unserer Gesellschaft auch noch weiter zunehmen. Benutzer zukünftiger Informationssysteme erwarten zum einen von diesen auf einfache Weise unterstützt zu werden, zum anderen, dass Informationssysteme sich in vielerlei Hinsicht „intelligent“ verhalten, aus Erfahrung lernen und ihr „Verhalten“ dadurch verbessern. Hierfür ist es erforderlich, dass solche intelligenten Informationssysteme besonders flexibel und modular sowie leicht anpass- und wartbar sind und dass sie sehr viel für den Benutzer wertvolles Wissen in einer Form beinhalten, die dem Menschen, aber auch dem Computer zugänglich ist. Deshalb heißen solche Systeme auch „wissensbasiert“.

Die Realisierung solcher intelligenter Informationssysteme beinhaltet vielerlei Probleme, von denen viele schon grundsätzlich für oder exemplarisch anhand bestimmter Aufgabenstellungen gelöst wurden. Diese Lösungen wurden aber meist in unterschiedlichen wissenschaftlichen „Communities“ entwickelt, die häufig nur einen sehr eingeschränkten Austausch miteinander pflegen. Es hat sich in der Vergangenheit aber als wichtig erwiesen, Methoden und Techniken *verschiedener* Disziplinen zu integrieren, um größere Fortschritte, wie sie z.B. für die Realisierung intelligenter Informationssysteme erforderlich sind, zu erreichen. Der hier vorgestellte Ansatz ist dafür ein Beispiel. Die Vision ist entstanden durch die langjährige Mitarbeit der Autoren in den Informatikteilidisziplinen Software Engineering (SE) und Künstliche Intelligenz (KI) sowie den entsprechenden Bereichen der Wirtschaftsinformatik. Entsprechend basiert der Ansatz zur Umsetzung dieser Vision auf einer Integration von Ansätzen aus diesen Bereichen.

Konkret handelt es sich um die Ansätze „Experience-Factory“ (EF) und „Software-Produktlinien“ aus dem SE sowie „Case-Based-Reasoning“ (CBR), Multiagentensysteme und maschinelles Lernen aus der KI. Zudem gibt es viele Bezugspunkte zum Wissensmanagement sowie zu Geschäftsprozessen, die wiederum der Wirtschaftsinformatik zuzuordnen sind.

## Integration von Case-Based-Reasoning, Experience-Factory und Software-Produktlinien

EF ist eine logische und/oder physikalische Infrastruktur zum kontinuierlichen Lernen aus Erfahrung (s. Abb. 1). Sie beinhaltet die Erfahrungsdatenbank (EB) zur Wissensablage bzw. -wiederverwendung. Geprägt wurde das Konzept der EF im Bereich SE bereits Mitte der 80er Jahre [Bas85, BR88], um das Lernen für den zentralen Geschäftsprozess des SE, den Software-Entwicklungsprozess, zu unterstützen. Basili & Rombach betrachten die in Projekten ablaufende Software-Entwicklung getrennt von der EF als Lernorganisation, da die beiden Teilorganisationen unterschiedliche Zielsetzungen haben: Die Projekte verfolgen ihre Projektziele, d.h. Erstellung der Software gemäß der Anforderungen. Die EF hingegen unterstützt das Lernen über die Projekte hinweg, was für Projekte auf den ersten Blick zunächst einen Zusatzaufwand darstellt und somit zu einem Zielkonflikt führt. Diese Trennung von Lern- und Projektorganisation ist für eine EF charakteristisch [Bas94a] und hat sich zudem in der Praxis bewährt. Der EF zugrunde liegt das so genannte Quality Improvement Paradigma, ein zielorientierter Lernzyklus zur EB-basierten Verbesserung von Projektplanung, Projektdurchführung und Projektlernen. Zielorientiertes Messen und Bewerten ist dabei die systematische Vorgehensweise zur Evaluation [Bas94b]. Abb. 1 zeigt die Trennung von Lern- und Projektorganisation, die „Hauptschnittstellen“ zwischen den Projekten und der EF sowie verschiedene Rollen innerhalb der EF. Während der *EF-Manager* die Gesamtverantwortung innehat, ist die Aufgabe des *Experience-Managers* die inhaltliche Ausrichtung und Strukturierung der EB. Der *Experience-Engineer* wiederum hat sich um das Aufbereiten und Auswerten der EB zu kümmern und der *Librarian* um die technisch-administrativen Dinge. Der *Project-Supporter* ist schließlich der Kontakt zu den jeweiligen Projekten.

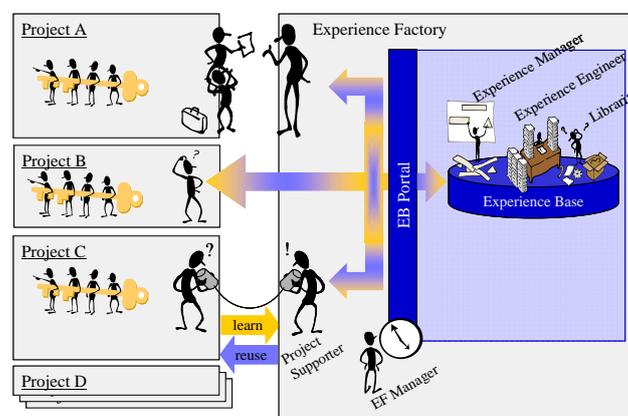


Abb. 1. Experience Factory

Bereits vor der Entwicklung des EF-Ansatzes und in der Folge bis Mitte der 90er Jahre auch davon unabhängig kam im Bereich der Kognitionswissenschaften und der KI Ende der 70er bzw. Anfang der 80er Jahre mit CBR ein Ansatz auf, der als Modell für menschliches Problemlösen und Lernen diente [Sch82, Kol93]. Es werden dazu Erfahrungen in der Form von gelösten Problemen (fallspezifisches Wissen, Fälle, „Cases“) in einer Fallbasis („Case Base“) abgelegt. Ein neues Problem wird dann gelöst, indem die bereits bekannte Lösung eines ähnlichen Problems sinngemäß auf das neue Problem übertragen und angepasst wird (s. Abb. 2). Ende der 80er bzw. in den 90er Jahren bewirkte CBR in der KI eine Fokussierung wissensbasierter Systeme

auf Erfahrungswissen [Bar87, Alt89, Aha99, Alt01]. Das Aufsetzen auf dem „Dynamic-Memory“-Konzept von Schank [Sch82] garantierte eine gewisse Situativität des Ansatzes, was häufig in eine gute Benutzerakzeptanz resultierte. In Folge wurden eine Reihe kommerzieller Werkzeuge sowie viele reale Anwendungen entwickelt [Alt95]. Wichtige Probleme Mitte der 90er Jahre waren die Fragen wie ein CBR-System systematisch entwickelt, wie es betrieben, wie es in eine industrielle Umgebung integriert bzw. wie es evaluiert wird.

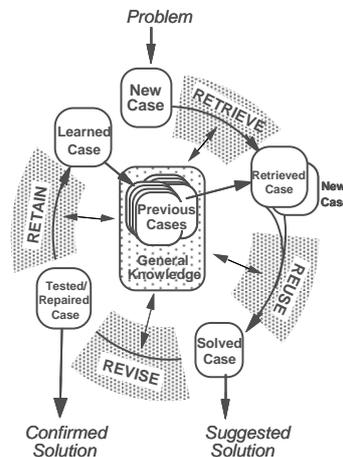


Abb. 2. Case-Based Reasoning Process Model [AP94]

Aus EF-Sicht war Mitte der 90er Jahre der grundlegende Ansatz durch die Arbeiten von Basili, Rombach et al. bereits eingeführt, mit NASA SEL [Bas92] war eine sehr erfolgreiche Anwendung vorhanden sowie einige weitere positive Beispiele. Wichtige Probleme Mitte der 90er Jahre waren die Frage, wie eine EB implementiert werden kann, wie die für den Aufbau einer EF/EB erforderlichen Prozesse im Detail aussehen bzw. wie Experimente über technische Fragestellungen der EB durchgeführt werden können.

Aus der dann erfolgenden Integration von EF und CBR [Tau00] ergab sich eine Vielzahl von Vorteilen. Mit CBR stand eine geeignete Technologie zur Implementierung der EB bereit. Zudem lieferte das in der CBR-Community bereits erarbeitete Detailwissen über CBR-Prozesse einen sehr guten Ausgangspunkt zur Beschreibung der EF-Prozesse. Im Gegenzug lieferte der EF-Ansatz Wissen über die organisatorische Einbettung von EF-/CBR-Systemen in kommerziellen Umgebungen sowie mit zielorientiertem Messen und Bewerten einen im CBR-Umfeld leicht anwendbaren Ansatz zur Evaluation [AN06].

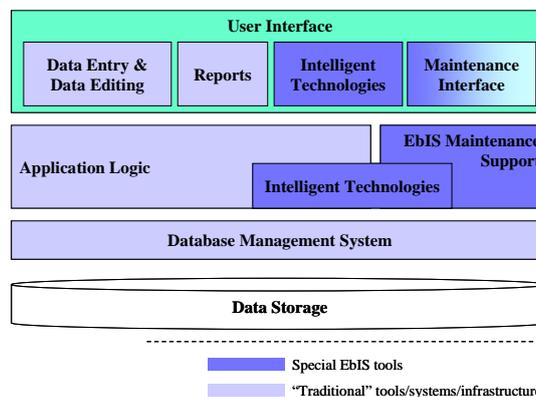


Abb. 3. Produktlinienarchitektur für EF/EB-Systeme [Nic05]

Eine Weiterentwicklung der Integration von EF und CBR führte dazu, systematische Wiederverwendung in den Softwareentwicklungsprozess zu integrieren. Entsprechend wurde die technische Umsetzung der EB/Fallbasis mit Hilfe des Software-Produktlinien-Ansatzes durchgeführt [Nic05, Sch04, Mut05] und unter dem Namen „Erfahrungsbasiertes Informationssystem“ (EbIS) eingeführt. War eine EB/Fallbasis bis zu dem Zeitpunkt noch als Einzelsystem realisiert worden, so wurde ein EbIS nunmehr als ganze Systemfamilie konzipiert. Abb. 3 zeigt die einem EbIS zugrunde liegende Architektur. Da sich für einige der dargestellten Komponenten verschiedene technische Umsetzungen ergeben, beschreibt diese Architektur eine Familie von Systemen, die definiert wird durch eine Reihe verantwortlich gestalteter gemeinsamer Merkmale [Sch02].

## **Vision**

Die außerordentliche Bedeutung von Wissen als zunehmend wichtigerem Produktionsfaktor haben wir zu Beginn dieses Beitrages betont. Ebenso unsere Vision intelligente Informationssysteme zur Unterstützung von Wissensarbeit bzw. wissensintensiven Dienstleistungen zu entwickeln mit einem speziellen Fokus auf der Schaffung eines Mehrwerts durch die zunehmende automatisierte Nutzung des vorhandenen Wissens. Dies führte uns zu der Idee der „Wissensproduktlinie“ oder kurz „Wissenslinie“. Eine Wissenslinie bezeichnet dabei die konsequente Anwendung des Software-Produktlinien-Ansatzes auf den Wissensanteil intelligenter Informationssysteme.

Durch die Wissenslinien wird dabei die auf der „Wissensebene“ erforderliche Modularisierung zur möglichen Variantenbildung im Sinne einer Software-Produktlinie erreicht. Dies wird durch die Verwendung von Multiagentensystemen [Bur03, Wei99] als grundlegendem Ansatz für intelligente Informationssysteme ermöglicht. Ein intelligenter Agent wird dabei als CBR-System (das aber neben Erfahrungswissen auch durchaus weitere Arten von Wissen beinhalten kann) realisiert, wobei jeder CBR-System-Agent in eine EF eingebettet wird, die sich um die notwendigen Wissensprozesse wie „Wissenszufluss“, „Wissensabfluss“ sowie „Wissensanalyse“ kümmert. Diese EF ist potentiell „voll automatisiert“, da für alle Rollen der EF Software-Agenten vorhanden sind, die in zunehmendem Maße diese Rolle automatisiert ausüben. Hierzu werden z.B. maschinelle Lernverfahren eingesetzt zur Analyse, Evaluation und Wartung der Fallbasis. Teil dieser Vision ist, dass sowohl die CBR-System-Agenten als auch die EF-Agenten aus Erfahrung lernen (können). Diese Vision betrachtet dabei verteilte, lernende Systeme als Modell für zukünftige (intelligente) Software-Systeme.

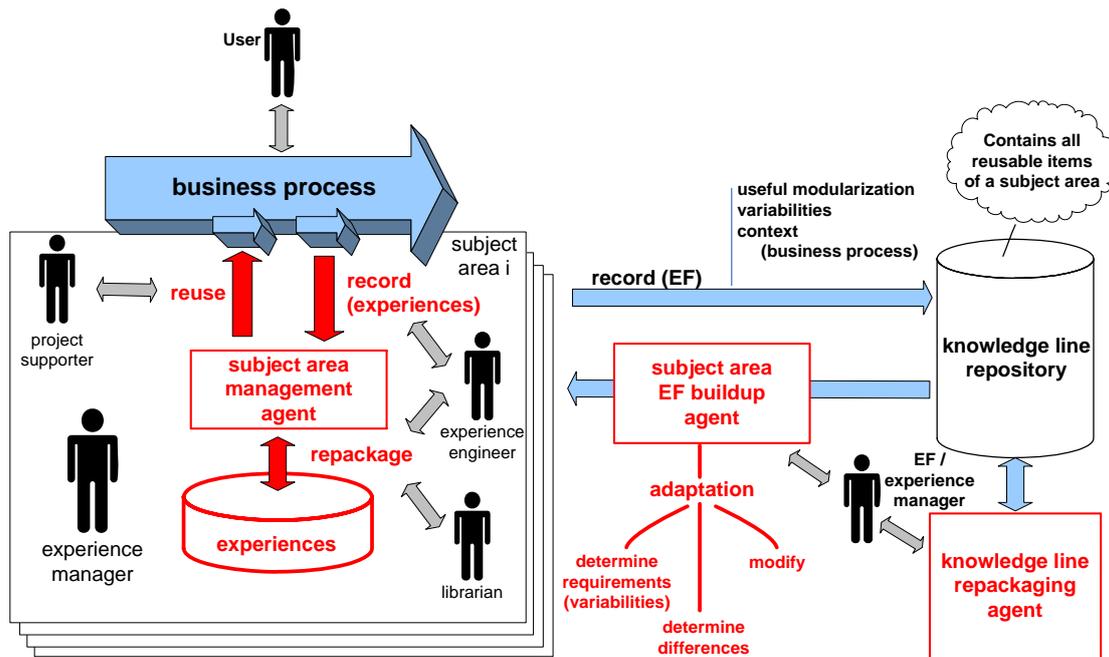


Abb. 4. Wissenslinie zur Entwicklung intelligenter Informationssysteme

Abbildung 4 zeigt eine mögliche Umsetzung der Vision. Während der linke Teil in Abb. 4 für den eigentlichen Betrieb einer (CBR-basierten) EF für jeweils verschiedene Themenbereiche steht, bezeichnet der rechte Teil die Systematisierung des CBR/EF-Systemaufbaus im Sinne einer Wissenslinie.

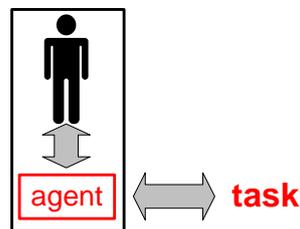


Abb. 5. EF-Rolleninhaber als Coach des jeweils zugeordneten Software-Agenten

Für jede Rolle innerhalb der EF gibt es mindestens einen Software-Agenten. Allerdings wird jedem Software-Agenten ein menschlicher Coach zur Seite gestellt, der auch die Verantwortung für die Rolle innehat, die Software-Agent und Mensch dann gemeinsam übernehmen (siehe Abb. 5). Der menschliche Rolleninhaber „arbeitet den Agenten dann ein“, indem er schwierige Entscheidungen trifft sowie seine Erfahrungen ihm zur Verfügung stellt. Durch den CBR-/EF-Ansatz und Verfahren des maschinellen Lernens soll der jeweilige Software-Agent in Interaktion mit dem Coach lernen und schrittweise mehr und mehr Aufgaben selbstständig übernehmen können. Dies ermöglicht einen graduellen Übergang von rein menschbasierten Abläufen hin zu Abläufen, bei denen Routinetätigkeiten zunehmend von Software-Agenten übernommen werden und der Mensch sich mehr den kreativen Aufgaben widmen kann.

Durch die Verwendung von Software-Produktlinien-Ansätzen wird eine Modularisierung auf der Wissens Ebene erreicht. Die Module sind mit Variabilitäten und Anforderungen verknüpft, die diese erfüllen. Damit können solche Wissenslinien-Module anhand eines Anforderungskatalogs ausgewählt werden. Dies vereinfacht und

beschleunigt die Entwicklung weiterer EFs. Nick [Nic05] hat hier eine Effizienzsteigerung um einen Faktor  $>4$  für die Entwicklung des Designs erfahrungsbasierter Informationssysteme ermittelt. Eine weitere Effizienzsteigerung für den Aufbau von EFs wird durch eine zunehmende Automatisierung durch einen EF-Buildup-Agenten erwartet.

## Referenzen

- [Aha99] Aha, D.W.: The AAAI-99 KM/CBR Workshop: Summary of Contributions. *Proc. ICCBR '99 Workshops, II-37–II-44*. Technical Report, LSA-99-03E, TU Kaiserslautern, 1999.
- [Alt05] Althoff, K.-D., Mänz, J. & Nick, M.: Maintaining Experience to Learn: Case Studies on Case-Based Reasoning and Experience Factory. In *Proc. 6th Workshop Days of the German Computer Science Society (GI) on Learning, Knowledge, and Adaptivity (LWA 2005) Workshop on Machine Learning, Knowledge Discovery, and Data Mining*, Saarland University, Germany, Oct. 2005.
- [Alt01] Althoff, K.-D.: Case-Based Reasoning. In: S.K. Chang (Ed.), *Handbook on Software Engineering and Knowledge Engineering. Vol.1*, World Scientific, 2001; S. 549-587.
- [Alt89] Althoff, K.-D., Kockskämper, S., Maurer, F., Stadler, M. and Wess, S.: Ein System zur fallbasierten Wissensverarbeitung in technischen Diagnosesituationen. In: Retti, J. and Leidlmeier, K. (eds.), *5th Austrian AI-Conference*, Springer Verlag, 1989; 65-70.
- [Alt95] Althoff, K.-D., Auriol, E., Barletta, R. & Manago, M.: *A Review of Industrial Case-Based Reasoning Tools*. AI Perspectives Report, Oxford, UK: AI Intelligence, 1995.
- [AN06] Althoff, K.-D. & Nick, M.: *How to Support Experience Management with Evaluation – Foundations, Evaluation Methods, and Examples for Case-Based Reasoning and Experience Factory*. Vom Springer Verlag zur Publikation in den Lecture Notes of Computer Science/Artificial Intelligence akzeptiert (in Arbeit)
- [AP94] Aamodt, A. & Plaza, E.: Case-based reasoning: Foundational issues, methodological variations, and system approaches. *AI Communications* 7(1), 1994, 39-59.
- [Bar87] Bartsch-Spörl, B.: Ansätze zur Behandlung von fallorientiertem Erfahrungswissen in Expertensystemen. *KI* 4(1987), 32-36.
- [Bas94a] Basili, V.R., Caldiera, G. & Rombach, H.D.: Experience Factory. In Marciniak, J.J. (ed.), *Encyclopedia of SE, vol 1*, John Wiley & Sons; 1994; 469–476
- [Bas94b] Basili, V.R., Caldiera, G. & Rombach, H.D.: Goal Question Metric Paradigm. In Marciniak, J.J. (ed.), *Encyclopedia of SE, vol 1*, Wiley & Sons, 1994; 528-532.
- [Bas92] Basili, V.R., Caldiera, G., McGarry, F. et al.: The Software Engineering Laboratory-An Operational Software Experience Factory". In *Proceedings of the Fourteenth International Conference on Software Engineering (ICSE 92)*, May 1992, 12 pages.
- [Bas85] Basili, V.R.: Quantitative evaluation of software methodology. In *Proceedings of the First Pan-Pacific Computer Conference*, Melbourne, Australia, September 1985.
- [Ber03] Bergmann, R., Althoff, K.-D., Breen, S., Göker, M., Manago, M., Traphöner, R. & Wess, S. (2003). *Developing Industrial Case-Based Reasoning Applications*. Springer Verlag, LNAI 1612.

- [BI03] Bullinger, H.-J. & Ilg, R.: Leben und Arbeiten in einer vernetzten, mobilen Welt. In Uhr, W., Esswein, W. & Schoop, E. (Hrsg.), *Wirtschaftsinformatik 2003 Band I*, Physica Verlag, 2003, 1-8.
- [Bib04] Bibel, W., Andler, D., Da Costa, O., Küppers, G. & Pearson, I. D.: *Converging Technologies and the Natural, Social and Cultural World*. Report of the EU High Level Expert Group on „Forsighting the New Technology Wave“ (FoNTWave), 30.6.2004.
- [BR88] Basili, V.R. & Rombach, H.D.: The TAME Project: Towards improvement-oriented software environments. *IEEE Transactions on SE, SE-14(6)*, 1988; 758-773.
- [Bur03] Burkhard, H.-D.: Software-Agenten. In Görz, G., Rollinger, C.-R. & Schneeberger, J., *Handbuch der Künstlichen Intelligenz*, 4. Auflage, S. 943-1020.
- [Cra03] Cramer, J.: Management wissensintensiver Dienstleistungen. In [Her03a], S. 179-203.
- [BU03] Brasse, C. & Uhlmann, M.: Integration von Erfahrungswissen. In [Her03a], S. 121-132.
- [DA04] Decker, B. & Althoff, K.-D.: Prozesslernen und Erfahrungsmanagement: Ergebnisse aus dem indiGo-Projekt. In: *Proc. Lernen - Wissen – Adaptivität 2004 (LWA 2004)*, 138-145.
- [Duc01] Ducatel, K., Bogdanowicz, M., Scapolo, F., Lejten, J. & Burgelman, J.-C.: *Scenarios of Ambient Intelligence in 2010*. IST Advisory Group (ISTAG), European Commission Community Research, 2001.
- [Her03a] Hermann, S. (Hrsg.): *Integrierter Schlussbericht - Verbundprojekt SIAM „Strategien, Instrumente und arbeitsorganisatorische Gestaltungsmodelle zur Förderung der Dienstleistungskompetenz in Unternehmen“*. <http://www.siam.iao.fraunhofer.de/intern/intern-berichte/siam-schlussbericht-final.doc> (Zugriff am 20.10.2005).
- [Her03b] Hermann, S.: Produktive Wissensarbeit – Eine Herausforderung. In [Her03a], S. 204-224.
- [Kie03] Kiehl, M. (2003). *Arbeitsmarktentwicklung und wissensintensive Dienstleistungen im östlichen Ruhrgebiet*. Universität Dortmund, LS VWL, insb. Raumwirtschaftspolitik, Arbeitskreis Strukturpolitik, 12.6.2003.
- [BM00] Bundesministerium für Forschung und Technologie, Bekanntmachung über die Förderung von Forschungsvorhaben auf dem Gebiet „Wissensintensive Dienstleistungen“, 14.1.2000.
- [Kol93] Kolodner, J.L.: *Case-Based Reasoning*. Morgan Kaufmann Publishers, San Mateo, 1993
- [Mut05] Muthig, D.: Systematischer Aufbau und Einsatz von Wissen zur effizienten Entwicklung von Software-Varianten. *KI (2)2005*, 5-11.
- [Nic05] Nick, M.: *Experience Maintenance through Closed-Loop Feedback*. Dissertation, Fachbereich Informatik, TU Kaiserslautern, 2005.
- [RA04] Rech, J. & Althoff, K.-D.: Artificial Intelligence and Software Engineering - Status and Future Trends. *Themenschwerpunkt KI & SE, KI (3)2004*, 5-11.
- [Sch04] Schmid, K.: Systematische Wiederverwendung im Produktlinienumfeld – Ein Entscheidungsproblem. *KI (3)2004, Special Issue on AI and SE*, 33-35.
- [Sch02] Schmid, K.: *Planning Software Reuse — A Disciplined Scoping Approach for Software Product Lines*. PhD thesis, University of Kaiserslautern, IRB Verlag, 2002.
- [Sch82] Schank, R. C.: *Dynamic Memory: A Theory of Learning in Computers and People*. Cambridge University Press, 1982.

[Tau00] Tautz, C.: *Customizing Software Engineering Experience Management Systems to Organizational Needs*. Dissertation, TU Kaiserslautern; Fraunhofer IRB Verlag, 2000.

[Wei99] Weiß, G. (Ed.): *Multiagent systems. A modern approach to distributed artificial intelligence*. The MIT Press, 1999.

[Wil98] Willke, H.: Organisierte Wissensarbeit. In: *Zeitschrift für Soziologie* (1998) 3, 161-177.