

Der automatisierte Wissenserwerb im Kontext der Kommunikation. Ein Vorschlag zur Entwicklung von Expertensystemen durch die Experten¹

Susanne Ziegler

Arbeitsbereich Technikbewertung und Technikgestaltung

TuTech Technologie GmbH der Technischen Universität Hamburg-Harburg

Zusammenfassung

Der Text diskutiert zwei Konzepte der Wissensakquisition, die sich im Hinblick auf die Bedeutung der Kommunikation zwischen Wissensingenieuren und Experten unterscheiden. Bei der Selbstakquisition wird der Erwerb des Erfahrungswissens durch die Wissensingabeschnittstelle des Systems automatisiert und den Experten übergeben. Beim kommunikativen Wissenserwerb steht die Kommunikation zwischen Wissensingenieur und Experte im Mittelpunkt. Auf der Basis empirischer Befunde zur Umsetzung der Selbstakquisition bei der Entwicklung eines Diagnose- und Informationssystems wird gezeigt, daß auch die Selbstakquisition Kommunikationsprozesse zwischen Wissenschaft und Erfahrungswissen erzeugt und voraussetzt. Zur Umsetzung der Selbstakquisition in der betrieblichen Praxis wird deshalb ein Modell ihrer kommunikativen Einbettung vorgeschlagen.

Abstract

The process of knowledge acquisition for the development of expert systems can be organized in two different ways. The concept of direct knowledge acquisition supports the expert with knowledge acquisition tools which automatize parts of the knowledge transformation process. The concept of indirect knowledge acquisition is characterized by communication processes between the knowledge engineer and the expert. This contribution shows that direct knowledge acquisition creates communication processes of its own, which support the implantation of direct knowledge acquisition in industrial domains where scientists and workers communicate. The contribution concludes with an example for the integration of direct knowledge acquisition and communication.

1 Zwei Methoden der Entwicklung von Expertensystemen: Selbstakquisition und kommunikativer Wissenserwerb

Um den Entwicklungsprozeß für Expertensysteme zu rationalisieren und sie für industriebetriebliche Anwendungen attraktiver zu machen, entwickelt die Informatik spezielle Wissensingabewerkzeuge, die den Wissenserwerb unterstützen und automatisieren. Diese Werkzeuge haben jedoch nicht den Wissensingenieur zum Adressaten, sondern die Fachexperten selbst. Beim "direkten Wissenserwerb" [1] oder der "Selbstakquisition" [2, 3] akquiriert die Wissensingabeschnittstelle einer Expertensystemshell das Erfahrungswissen der Fachexperten und generiert aus deren Eingaben das eigentliche Expertensystem. Nicht der Wissensingenieur, sondern der Fachexperte ist Nutzer der Wissensingabeschnittstelle. Aber auch die Vermittlungs- und Explikationsleistungen des Wissensingenieurs sollen entfallen.

¹ Dieser Text basiert auf Erfahrungen des Forschungsprojekts "Kooperierende Diagnostik-Expertensysteme bei der Komplexitätsreduktion sehr großer Wissensbasen" (Projektkennziffer: 01 HP 8440). Es wird vom Programm "Arbeit und Technik" im BMBF gefördert. Laufzeit: 7/95-10/98.

Dieses Konzept wird in Industriebetrieben und der wissenschaftlichen Community erprobt und kontrovers diskutiert. Seine Attraktivität für industrielle Anwendungen wird mit dem Verzicht auf den Wissensingenieur begründet. Die Kommunikation von Wissensingenieur und Experte lasse nämlich zahlreiche ungeklärte Mißverständnisse und eine hohe Fehlerrate des Systems bei beträchtlichen Entwicklungskosten erwarten [1]. Beim direkten Wissenserwerb sollen sich mit dem Wissensingenieur auch die kommunikationsbedingten Mißverständnisse aus dem Wissenserwerb herauskürzen, so daß sich die Treffsicherheit des Expertensystems bei geringeren Entwicklungskosten erhöht.

Kommunikationsprozesse zwischen Fachexperte und Wissensingenieur können in der Tat von Mißverständnissen, Übersetzungsproblemen und Fehldeutungen geprägt sein, die zu fehlerhaften Systemen führen. Im Wissenserwerb sind Akteure mit unterschiedlichen Sozialisationsmustern, Berufsrationalitäten und Arbeitsstilen im Rahmen einer gemeinsamen Systementwicklung aufeinander angewiesen. Ausgangspunkt des Wissenserwerbs sind nämlich Wissensdefizite auf Seiten beider Akteure. Der Wissensingenieur möchte das Erfahrungswissen des Experten, das er selbst nicht kennt, für die Steuerung und Unterstützung von Arbeitsprozessen im Unternehmen nutzbar machen. Dazu stützt er sich auf die Algorithmen des Computers. Der Experte kann sein Erfahrungswissen im Dialog mit dem Wissensingenieur ohne die Einbindung in seinen Arbeitskontext häufig nur bruchstückhaft explizieren. Aber auch frühere Erfahrungen oder Vorstellungen der Akteure über die Intentionen und Orientierungen des Dialogpartners können zu Explikationsschranken werden. Ein auf Facharbeiterniveau qualifizierter Experte z.B. geht die Explikation seines Erfahrungswissens mit Befangenheit an, wenn er vom akademisch qualifizierten Ingenieur eine Kritik seiner Arbeitsrationalität befürchtet.

Aber auch eine von Mißverständnissen weitgehend freie Kommunikation stellt keine Garantie für valide Expertensysteme dar. Eine "asymmetrische" Dialoggestaltung kann ein "Modellmonopol" [4, S. 92 f.] desjenigen erzeugen, der das Gespräch führt. Ein Modellmonopol wird erreicht, wenn ein Dialogpartner Widersprüche in den Aussagen des anderen benutzt, um dessen Perspektive unbegründet erscheinen zu lassen und die Systemperspektive als die "logisch konsistentere und unumstößlich Geltende" [4, S. 93] ins Spiel zu bringen. Diese Dialogführung kann zur Folge haben, daß Teile des für die Systemaufgaben relevanten Erfahrungswissens nicht expliziert werden und für die Systemimplementation nicht genutzt werden können. Kann die Selbstakquisition da nicht zu besseren Systemen führen als asymmetrische Dialoge unter der Kontrolle des Wissensingenieurs?

Ein weiteres Argument für die Selbstakquisition ist die Bedeutung des Fachexperten für die Systementwicklung und Systemwartung. Der Experte wird aufgrund der Fortentwicklung der Bezugsdomäne des Systems und der damit verbundenen Erneuerung seines Erfahrungswissens ohnehin zum "unersetzlichen Systembetreuer", und die mit dem Systemeinsatz intendierte "Ent-Subjektivierung" des Erfahrungswissens kann letztendlich gar nicht gelingen [5, S. 217 f.]. Ist es angesichts der geringen Chance des "egoless programming" in der Expertensystemtechnik nicht konsequent, die Position des Experten zu stärken und ihm eine höhere Autonomie bei der Systemgestaltung einzuräumen?

Ein Autonomiezuwachs der Experten läßt sich jedoch auch auf anderem Wege erreichen. Die Selbstakquisition zielt auf die Beseitigung von kommunikationsbedingten Mißverständnissen zwischen Wissensingenieur und Fachexperten ab. Der Verzicht auf den Wissensingenieur ist jedoch nicht die einzig denkbare Alternative. Geht man davon aus, daß Mißverständnisse die Systementwicklung beeinflussen, wird ein Wissenserwerbsmodell denkbar, das die Koopera-

tion zwischen Wissensingenieur und Experten beibehält und die Unabweisbarkeit von Mißverständnissen zum Ausgangspunkt des Fortgangs der Kommunikation macht. Die Akteure sensibilisieren sich für die unvermeidlichen Unterbrechungen, Irritationen, Deutungsdifferenzen und Fehlschlüsse, um sie gezielt für die Fortsetzung des Kommunikationsprozesses und die Vertiefung der Wissensexplikation zu nutzen [2]. Die Kommunikation wird nicht zur Etablierung eines Modellmonopols genutzt, sondern für einen wechselseitigen Verständigungsprozeß instrumentalisiert [6]. Widersprüche bei der Explikation des Erfahrungswissens dienen nicht dessen Entlarzung als einer unterlegenen Wissensform, sondern werden zum Zweck ihrer Aufklärung identifiziert und thematisiert. Auf diese Weise überwinden Wissensingenieur und Experte die Problemlindheit des Experten im Hinblick auf sein Erfahrungswissen, aber auch die Problemlindheit des Wissensingenieurs im Hinblick auf die algorithmische Überdeckung des Erfahrungswissens. Das Bild des unternehmensrelevanten Erfahrungswissens kann sich auf diese Weise abrunden, und der Experte avanciert vom systemnaiven zum aufgeklärten Experten, der dazu übergeht, selbst Teile seines Wissens systemgerecht zu modellieren [3].

2 Die Selbstakquisition und der Fortgang der Kommunikation

Projekterfahrungen mit der Umsetzung der Selbstakquisition zeigen, daß eine Synthese aus beiden Ansätzen des Wissenserwerbs einen gangbaren Weg für die Praxis darstellt. Die Nutzung eines Wissenseingabewerkzeugs durch die Experten macht Kommunikationsprozesse nämlich nicht überflüssig.² Vielmehr drängen sich der Kommunikation auch hier Differenzen zwischen der Systemrationalität und dem Erfahrungswissen als Thema auf. Auch die Wissensingabeschnittstelle kann die Experten mit einer fremden Rationalität und einem vorgegebenen Wissenserwerbsmodell konfrontieren. Paradoxerweise liegt darin kein Widerspruch zu einem nutzerorientierten Vorgehen der Informatik bei der Gestaltung der Wissensingabeschnittstelle. Gerade wenn Erfahrungen mit verschiedenen Nutzergruppen in die Gestaltung einfließen, kann sich im Hinblick auf eine spezifische Expertengruppe ein kontextfremdes Design ergeben [8, 9]. Deshalb können bei der Nutzung der Wissensingabeschnittstelle durch die Experten Verständnisblockaden, Mißverständnisse und Verunsicherungen auftreten, die kommunikativ identifiziert und geklärt werden müssen, wenn sich die Selbstakquisition bewähren soll. Auf diese Weise generiert auch die Automatisierung des Wissenserwerbs Kommunikationsprozesse.

Diese These soll anhand von empirischen Befunden aus einem Forschungsprojekt illustriert werden, das die Umsetzung der Selbstakquisition in einem Industriebetrieb erprobt hat. Dabei ging es um die Implementation eines wissensbasierten Diagnosesystems zur Unterstützung der Fehlersuche an komplexen technischen Anlagen. Die Rolle der Fachexperten nahmen Facharbeiter ein, welche die im Kundenauftrag gefertigten Maschinen bei den Kunden montieren und im Fehlerfall entstoren. Als Implementationssoftware wurde der Diagnostik-Shell-Baukasten D3 [10] genutzt.

Im Rahmen des Projekts ließ sich beobachten, daß die Nutzung des Wissensingabewerkzeugs durch die Facharbeiter einen Bedarf nach Kommunikation auf mehreren Ebenen

² Kritische Beobachter des Software-Engineering räumen der Technisierung der Systementwicklung durch Werkzeuge nur einen geringen Stellenwert im Hinblick auf die Projekteffektivität ein, sehen jedoch einen starken Zusammenhang zwischen Effektivität und Kommunikation. Werkzeuge und Effektivität tragen nur mit 4% zur Effektivität von Softwareprojekten bei, Teamarbeit dagegen mit 45 %, Projektorganisation mit 27 %, und Qualifikation mit 21 % [7, S. 241]

erzeugte, und zwar auf der Ebene der Explikation und Bearbeitung des Erfahrungswissen mit dem Wissenseingabewerkzeug (2.1), auf der Ebene der Deutungen des Potentials der Expertensystem-Shell und des Umgangs mit ihr (2.2), auf der Ebene des Wissensaustauschs unter den Facharbeitern (2.3) und auf der Ebene der Kommunikation zwischen Wissenschaft und Facharbeit (2.4).

2.1 Der Kommunikationsbedarf bei der Bearbeitung des Erfahrungswissens

Die Wissensengabeschnittstelle setzt eine Zerlegung des Erfahrungswissens in isolierte Bestandteile, die Subsumtion dieser Teile unter Systemkategorien wie "Diagnose" und "Symptom" und die Erstellung einer flexiblen Reihenfolge der Bearbeitung durch den Computer voraus. Dieser Zergliederungs- und Subsumtionsprozeß ist jedem erfahrenen Wissensingenieur geläufig. Bei den systemnaiven Experten unter den Facharbeitern war das jedoch nicht der Fall. Diese Leistung wurde erst im Rahmen einer gemeinsamen Wissensmodellierung mit verschiedenen Vermittlungsschritten möglich. Dazu explizierten die Facharbeiter zunächst einen kleinen Bereich ihres störfallbezogenen Erfahrungswissens im Dialog mit einer Wissenschaftlerin. Dabei wurde unterschieden, welche Störungen die Facharbeiter an den Maschinen wahrnehmen, und welche Handlungsanforderungen sich aus ihrer Sicht daraus ergeben. Die Störungen wurden den Symptomen, und die Handlungsanforderungen den Diagnosen zugeordnet. Auf diese Weise verstanden die Facharbeiter das Prinzip der Wissenszerlegung und waren besser in der Lage, eine Zuordnung zu "Symptomen" und "Diagnosen" vorzunehmen. Im Rahmen dieses gemeinsamen Arbeitsprozesses konnten sie eigene Vorstellungen von den Leistungen und der Arbeitsweise des Systems entwickeln. Sie erklärten sich z.B. die Funktion einer Diagnose als "Tip, den das System dem Nutzer geben soll".³

2.2 Deutungsdifferenzen des Systempotentials

Unterschiedliche Deutungen des Systempotentials und des Umgangs mit dem System wurden zum Gegenstand kommunikativer Aushandlungsprozesse zwischen Wissenschaft und Facharbeit. Das Nutzungspotential des Diagnostik-Shell-Baukasten D3 ist nicht auf eine spezifische Nutzergruppe, wie z.B. Mediziner, Botaniker, oder eben Facharbeiter beschränkt. D3 folgt vielmehr dem Grundsatz eines flexibel-generalisierten Designs, um Diagnoseprozesse in höchst unterschiedlichen Bereichen zu modellieren. Als Shell-Baukasten bietet es verschiedene Wissensmodelle und Problemlöser an, über deren Auswahl und Kombination der Anwender entscheiden soll [12]. Ein systemnaiver Experte kann weder diese Entscheidung treffen, noch kann er aus seinem Nutzungskontext heraus die konfigurative Systemgestaltung verstehen. Aus der Perspektive der Informatik erweitert die Konfigurativität der Expertensystem-Shell das Anwendungspotential, und die verschiedenen Problemlöser dienen der systeminternen Komplexitätsreduktion. Den Facharbeitern erscheint dieses Design jedoch hochkomplex und wie eine Vernachlässigung des Gebots der Nutzerorientierung. Ihre Arbeit mit dem Shell-Baukasten war deshalb zunächst vom Bedürfnis nach Komplexitätsreduktion geprägt. Sie bildeten kurzschrittige Symptom-Diagnose-Ketten und nutzten zunächst lediglich einen Problemlöser. Um ihre Zielvorstellungen zu realisieren, entwickelten sie einen eigenwilligen Umgang mit den Systemmöglichkeiten. Dieser Umgang

³ Diese Erfahrungen wurden im Rahmen der Entwicklung und Evaluation eines Tutorials gemacht, daß den Facharbeitern eine strukturierte Anleitung für den Wissenswerb mit dem Diagnostik-Shell-Baukasten D3 bietet [11].

schöpfte jedoch das Potential des Shell-Baukastens nicht aus und blieb hinter dem Anspruch der Verwissenschaftlichung des Erfahrungswissens zurück. Deshalb wurde den Facharbeitern ein anderer Problemlöser vorgeschlagen, der das Systempotential für die Umsetzung ihrer Zielvorstellungen besser nutzte. Um die Attraktivität dieses Problemlösers für die Facharbeiter zu erhöhen, wurde er in ein zentrales Eingabeformular integriert und eine einfache Umgangsform mit ihm ermöglicht, die den Eingabeaufwand im Vergleich zur früheren Arbeitsweise verringerte.

2.3 Der Wissensaustausch der Experten

Die Selbstakquisition erzeugt auf Seiten der Experten den Bedarf nach der Kommunikation mit anderen Experten, aber auch mit den Facharbeiterkollegen im gewohnten Arbeitskontext der Montage. Die Isolation vor dem Computer wurde als kontraproduktive Vereinzelung empfunden, weil sie keinen direkten Austausch über maschinentechnische oder systemtechnische Fragen zuließ. In den Diagnostik-Shell-Baukasten D3 sind Methoden der Verteilten Künstlichen Intelligenz eingebunden [13], um die Komplexität einzelner Wissensbasen zu reduzieren und die Systementwicklung und Systemwartung auf mehrere Köpfe zu verteilen. Diese Erweiterung von D3 ermöglicht nicht nur die getrennte Bearbeitung der Wissensbasen durch mehrere Experten, sondern auch ein dezentrales, räumlich verteiltes Arbeiten der Experten an unterschiedlichen Standorten des Unternehmens. Die Einzelarbeit sollte jedoch nicht zur ausschließlichen Sozialform der Selbstakquisition werden.

Die Facharbeiter-Experten verstehen unter Selbstakquisition nämlich nicht nur die Arbeit am Computer, sondern auch das Sammeln von Erfahrungsdaten im angestammten Arbeitsumfeld. Die Präsenz auf Montagen oder Serviceeinsätzen beugt der Überalterung des Erfahrungswissens vor. Die Gelegenheit, maschinenbezogene Problemlösungen im Austausch mit den Kollegen zu erarbeiten und zu erproben, vermeidet jene kontraproduktive Problemblindheit, die sich einstellen kann, wenn die Selbstakquisition als "Robinsonade" des Experten vor dem Computer stattfindet. Da Unklarheiten bezüglich des Status der Experten Mißtrauen erzeugen können, setzt der Austausch mit den Kollegen nicht nur Sozialkompetenz auf Seiten der Experten voraus, sondern auch eine offizielle Statuszuweisung von Seiten der Leitungsebene [14].

2.4 Die Thematisierung des Verhältnisses von Wissenschaft und Facharbeit

Die Selbstakquisition macht schließlich auch das Verhältnis von Wissenschaft und Facharbeit in der Sozialdimension zum Kommunikationsthema. Facharbeiter registrieren das Interesse der Wissenschaft an ihrem Erfahrungswissen. Gleichwohl sehen sie Wissenschaftler nicht ausschließlich als Personen, die ihrem Erfahrungswissen Anerkennung zollen, sondern auch als potentielle Kritiker ihrer Arbeitsrationalität und ihrer vermeintlichen oder tatsächlichen Wissensdefizite. Wie reagieren Wissenschaftler von der Universität oder Akademiker in der eigenen Firma, wenn sie sich die Wissensbasen der Facharbeiter ansehen und bemerken, daß die Orthographie nicht immer korrekt ist und die Formulierungen nicht dem akademischen Standard entsprechen? Die Explikation des Erfahrungswissens im Expertensystem macht soziale Grenzziehungen deutlich. Die Selbstakquisition gibt den Facharbeitern zwar die Chance, eigene und für die künftigen Systemnutzer verständliche Formulierungen zu wählen; dieser Autonomiezuwachs hat jedoch auch zur Folge, daß Korrekturen durch einen Wissensingenieur entfallen. Solche Eingriffe werden nicht zwangsläufig als Attitüde der "Besserwisserei" aufgefaßt. Eine gemeinsame Wissenserwerbsphase, bei der Wissenschaft

und Facharbeit kooperieren, bietet den Facharbeitern die Gelegenheit, das Thema der "Bloßstellung" anzuschneiden, sich der Solidarität der Wissenschaftler zu versichern und sich von diesen hin und wieder die verräterische "Schreibarbeit" am Computer abnehmen zu lassen. Sie schafft auch einen Rahmen, um vor den Akademikern ein wenig die Überlegenheit des eigenen Maschinenwissens zu inszenieren. Was macht es dann noch aus, wenn auffällt, daß Wissenschaftler nicht nur schneller tippen als Facharbeiter, sondern (vorläufig) auch noch die besseren Systembediener sind?

3 Die kommunikative Einbettung der Selbstakquisition

Die Automation des Wissenserwerbs über die Wissenseingabeschnittstelle generiert einen Kommunikationsprozeß zwischen Wissenschaft und Erfahrungswissen. Der Grund liegt darin, daß auch die Arbeit der Experten mit der Wissenseingabeschnittstelle eine Konfrontation differenter Rationalitäten bedeutet, wenn die Wissenseingabeschnittstelle eine für die Nutzergruppe fremde Rationalität objektiviert. Die Selbstakquisition des Erfahrungswissens durch die Wissenseingabeschnittstelle ersetzt zwar den Wissensingenieur, nicht aber die vollständige Transformationsarbeit. Diese fällt den in der Regel systemnaiven Experten anheim. Deshalb muß auch die Selbstakquisition durch einen Vermittlungsprozeß gestützt und angeleitet werden.

Die Experten kennen weder das Potential einer Expertensystemshell, noch haben sie Erfahrung in der systemkonformen Zerlegung und Formalisierung ihres Erfahrungswissens. Deshalb ist für den Einstieg in die Selbstakquisition eine enge Kooperation zwischen den Fachexperten und einem system- und programmierkundigen Akteur mit hoher Beobachtungskompetenz sinnvoll, der als Vermittler zwischen den Entwicklern der Expertensystemshell im Wissenschaftssystem auf der einen Seite und den betrieblichen Anwendern auf der anderen Seite agiert. Die Kooperation beschränkt sich jedoch nicht auf einen dialogischen Gedankenaustausch, sondern treibt die Verständigung durch die gemeinsame Modellierung prototypischer Wissensbasen voran. Im Mittelpunkt steht die Explikation des Erfahrungswissens, aber auch die zielgruppenbezogene Explikation der kontextfremden Elemente, mit denen die Wissenseingabeschnittstelle und das Systemverhalten die Experten konfrontieren. Die Zusammenarbeit ermöglicht darüberhinaus die Evaluation der Wissenseingabeschnittstelle im Hinblick auf ihr Adaptionspotential an den Bedarf der Expertengruppe und regt inkrementelle Innovationen der Systemoberfläche an. Die gemeinsame Wissensmodellierung kann die Akzeptanz einer Expertensystemshell aus der Wissenschaft besser unterstützen als eine reine Zuliefer-Abnehmer-Beziehung zwischen den Shell-Entwicklern und den Experten. Die Phase der engen Kooperation und gemeinsamen Wissensmodellierung leitet den Übergang der Experten zu größerer Selbständigkeit im Umgang mit dem System ein. Der Vermittler kann sich schrittweise aus dem Modellierungsprozeß zurückziehen.

4 Literatur

- [1] F. Puppe: Problemlösungsmethoden in Expertensystemen. Berlin u.a., 1990: Springer Verlag.
- [2] T. Malsch: Vom schwierigen Umgang der Realität mit ihren Modellen. Künstliche Intelligenz zwischen Validität und Viabilität. In: T. Malsch, U. Mill (Hg.): ArBYTE: Modernisierung der Industriesoziologie? Berlin, 1992: Edition Sigma Rainer Bohn Verlag. S. 157-184.
- [3] T. Malsch, R. Bachmann, M. Jonas et. al.: Expertensysteme in der Abseitsfalle? Fallstudien aus der industriellen Praxis. Berlin, 1993: Edition sigma Rainer Bohn Verlag.

- [4] J. Pasch: Softwareentwicklung im Team. Mehr Qualität durch das dialogische Prinzip bei der Projektarbeit. Berlin u.a., 1994: Springer Verlag.
- [5] C. Kehrwald: Die Genese von Expertensystemen als Rationalisierungsprojekte der Gesellschaft. Eine empirische Analyse der Erfahrungen betrieblicher und wissenschaftlicher Akteure in der Entwicklung und Anwendung von Expertensystemen. In: C. Bender, M. Luig (Hg.): Neue Produktionskonzepte und industrieller Wandel. Industriesoziologische Analysen innovativer Organisationsmodelle. Opladen, 1995: Westdeutscher Verlag. S. 168-224.
- [6] T. Malsch: Die Informatisierung des betrieblichen Erfahrungswissens und der "Imperialismus der instrumentellen Vernunft": Kritische Bemerkungen zur neotayloristischen Instrumentalismuskritik und ein Interpretationsvorschlag aus arbeitssoziologischer Sicht. Zeitschrift für Soziologie 16 (1987), 2, S.77- 91.
- [7] F. C. Brodbeck: Warum es sinnvoll ist, Kommunikation und Kooperation in Software-Entwicklungsprojekten verstärkt zu kultivieren: Ergebnisse aus einer empirischen Untersuchung. In: K. H. Rödiger: Software Ergonomie '93. Stuttgart, 1993: Teubner Verlag. S. 237-248.
- [8] S. Ziegler, S. Schwingeler: Rekontextualisierung als Konzept einer Systemschulung: Ein Tutorial für die Selbstakquisition mit dem Expertensystem-Shell-Baukasten D3. In: J.-P. Pahl (Hg.): Lern- und Arbeitsumgebungen zur Instandhaltungsausbildung. Seelze-Velber, 1997: Kallmeyer'sche Verlagsbuchhandlung. S. 171-186.
- [9] S. Schwingeler, S. Ziegler, T. Malsch: Kontextualität als Orientierungsgröße für die Implementation von Expertensystemen. Erscheint in: J.-P. Pahl (Hg.): Instandhaltung. Arbeit - Technik - Bildung.
- [10] F. Puppe, U. Gappa, K. Poeck, S. Bamberger: Wissensbasierte Diagnose- und Informationssysteme. Berlin u.a., 1996: Springer Verlag.
- [11] S. Ziegler, S. Schwingeler: Tutorial für die Entwicklung von Wissensbasen mit dem Expertensystem-Shell-Baukasten D3. Technologie GmbH der Technischen Universität Hamburg Harburg, Arbeitsbereich Technikbewertung und Technikgestaltung, 1998: Manuskript.
- [12] F. Puppe, K. Poeck, U. Gappa, S. Bamberger, K. Goos: Wiederverwendbare Bausteine für eine konfigurierbare Diagnostik-Shell. KI (1994) 2, S. 13-18.
- [13] S. Bamberger: Cooperating Diagnostic Expert Systems to Solve complex Diagnosis Tasks. Proc. der deutschen Konferenz für KI (KI '97), Berlin u.a., 1997: Springer Verlag.
- [14] S. Schwingeler, S. Ziegler: Leitfaden für die betriebliche Einführung des wissensbasierten Diagnose- und Informationssystems D3. Technologie GmbH der Technischen Universität Hamburg Harburg, Arbeitsbereich Technikbewertung und Technikgestaltung, 1998: Manuskript.

Adresse der Autorin

Susanne Ziegler
TuTech Technologie GmbH der Technischen Universität Hamburg-Harburg
Arbeitsbereich Technikbewertung und Technikgestaltung
FSP 1-11
21071 Hamburg
Email: tg-suzi@wiso.wiso.uni-dortmund.de

