

Claus Möbus / Heinz-Jürgen Thole

Die hybride Komponente von ISO\ESPC: Verknüpfung manueller Messungen, formaler Analyse und multimedialer Präsentation

Einleitung

In diesem Beitrag stellen wir die hybride Komponente des EU-Projektes ISO\ESPC* (Ein intelligentes Selbstlern- und handlungsorientiertes Entscheidungsunterstützungssystem in der Statistischen Prozeßkontrolle) [9] vor. "Hybrid" steht hier für die Integration von digitalen Meßinstrumenten aus der Arbeitswelt in ein computerbasiertes Lernprogramm, das aus multimedialen Informationseinheiten und wissensbasierten Trainingsabschnitten besteht. In den Informationseinheiten wird das notwendige Konzeptwissen der statistischen Prozeßkontrolle in geeigneter Form für die Zielgruppe der kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) multimedial präsentiert. Mit den Trainingsabschnitten bietet das System den Lernenden interaktive Aufgaben an, durch deren Bearbeitung die Anwendung des neu erworbenen Konzeptwissens erlernt werden kann. Diese Konzeption fördert den Erwerb von hochwertigem Handlungswissen zur Qualitätssicherung durch praxisnahe Erhebung von Stichproben mit manuellen Messungen und vermeidet so kostensteigerndes "Trial and Error" beim Produktionsprozeß im beruflichen Alltag nach durchgeführter Aus- bzw. Weiterbildung.

Transferproblematik beim instruktionsbasierten Wissenserwerb

Welche Gründe sprechen für die Weiterentwicklung des Designkonzeptes von computerbasierten Aus- und Weiterbildungssystemen und worin besteht der Unterschied zwischen klassischem und dem hybriden, wissensbasierten CBT?

Das klassische CBT ist vorwiegend angebotsorientiert, d.h. informierend. Ein informierendes Lehr- und Lernsystem präsentiert dem Lerner die Konzepte der Domäne, bevor diese dann in Form von Lernkontrollen (z. B. durch "multiple choice" mittels "drag and drop") vom Lerner wieder abgefragt werden. Dieser Ansatz kann unter Umständen für den Lerner durchaus interessant sein, wenn Animationen (d.h. ein Angebot multimedialer Elemente) Abwechslung versprechen. Mangels geeigneter, an Anwendungsproblemen orientierter Inhalte und Kontrollen, kann der Lernende den Eindruck gewinnen, seinen Fortschritt durch die Anzahl der bearbeiteten Seiten

* Das Projekt ISO\ESPC wird vom Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung (BMA) durch die nationale Unterstützungsstelle der Bundesanstalt für Arbeit (NU-ADAPT) aus Mitteln des europäischen Sozialfonds (ESF) und vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) gefördert. Das Projekt wird in Kooperation von dem Kuratorium OFFIS e.V. (Oldenburger Forschungs- und Entwicklungsinstitut für Informatik-Werkzeuge und -Systeme) und dem BBZ Berufsbildungszentrum Fulda GmbH durchgeführt. ISO\ESPC ist im transnationalen Konsortium ECO 2000+ mit Partnern aus fünf europäischen Ländern eingebunden.

messen zu können. Vielfach spricht man davon, daß der Einsatz klassischer CBT durch konsequente Lernerführung eine Zeitersparnis von 50% gegenüber Seminaren erbringt. Diese kurzfristige Kostenersparnis ist oft die Begründung dafür, von Seminaren auf herkömmliche CBT umzusteigen.

Leider wirft diese Form von Wissensvermittlung eine Reihe schwerwiegender Probleme auf, die erst mit einer gewissen Zeitverzögerung manifest werden. Die Aufnahme von multimedial verpackter Konzeptinformation führt zu einem Wissensaufbau, der rein deklarativ ist. Das heißt, der Lerner kann zwar auf Fragen hin das Konzeptwissen reproduzieren. Er kann aber in den relevanten Situationen am Arbeitsplatz, die durch hohe Verantwortung, unvollständige Information, Intransparenz und Zeitdruck geprägt sind, dieses deklarative Wissen nicht immer zielorientiert anwenden. Der Lerner müßte das deklarative Konzeptwissen in prozedurales Handlungswissen und in Handlungskompetenz transformieren. Da ihm dieses in vielen Fällen nicht ohne Anleitung gelingt, fällt der Lerner unter Streß und Zeitdruck auf alte, vertraute aber suboptimale Verhaltensweisen zurück, die er vor der Weiterbildung mit CBT eingesetzt hat. Hier verkehren sich die vermeintlichen Vorteile der Lernerführung im CBT in ihr Gegenteil. Die Lernerführung gewöhnt den Lerner an eine gewisse Unselbständigkeit. Fällt die Führung außerhalb des CBT im beruflichen Alltag weg, sind die Schwierigkeiten des Problemlösens umso größer. Das führt zu der paradoxen Situation, daß der Lerner im Produktionsprozeß ratlos ist, obwohl er sich durch das klassische CBT-Programm erfolgreich "durchgeklickt" hat, auch zufrieden mit seinem Wissensfortschritt war und mit diesem positiven Gefühl die Fortbildung mit klassischem CBT absolviert hat. Durch den nicht erfolgten Erwerb von Handlungswissen haben sich die Fähigkeiten zur Bewältigung der Herausforderungen im beruflichen Alltag nicht verbessert und damit verschwindet die Wirkung der instruktionsorientierten Weiterbildungsmaßnahmen weitgehend.

Lösungsansatz zur Überwindung der Transferproblematik

Um solche negativen Effekte zu umgehen, werden im Forschungsbereich Kognitionswissenschaften und Künstliche Intelligenz wissensbasierte CBT-Systeme konzipiert. Diese Lernumgebungen stellen das zielorientierte Problemlösen in den Mittelpunkt des Lernens. In der Abteilung Lehr- / Lernsysteme von Prof. Dr. Möbus wurde der IPSE-Ansatz (Intelligent Problem Solving Environment) [6, 7] entwickelt. Dieser situations- und handlungsorientierte Ansatz basiert auf einer Theorie des Wissenserwerbs, der ISP-DL-Theorie (Inpasse-Success-Problem-Solving-Driven-Learning) [8]. Sie beschreibt den Wissenserwerb beim kontinuierlichen Problemlösen und betrachtet dabei die Wissensoptimierung nach erfolgreicher Problemlösung [1, 2], den Erwerb neuen Wissens in Stocksituationen (z. B. bei Fehlschlägen) [10, 11] und begleitet den Lernenden in unterschiedlichen Phasen der Problemlöseprozesses: Abwägen, Planen, Ausführen und Bewerten [4, 5].

Aus der ISP-DL-Theorie erfolgen die Anforderungen an ein neuartiges Konzept für Ausbildungssysteme, die

- das notwendige deklarative Konzeptwissen problemzentriert und situationsbezogen "just in time" anbieten

- die Prozeduralisierung des deklarativen Wissens durch Handlungsorientierung garantieren
- den Schritt vom Handlungswissen zur Handlungskompetenz durch möglichst realitätsnahe Einbettung in reale Produktionsprozesse fördern.


Angestrebt wird, den Lerner in realitätsnahe, relevante Arbeits- bzw. Problemsituationen zu versetzen. Im Idealfall entsprechen die Situationen z. B. der betrieblichen Produktionssituation hinsichtlich Kosten- und Zeitdruck, Intransparenz, schwere Konsequenzen falscher Entscheidungen etc. Der Lerner nimmt dann Wissen "just in time" auf, wenn sein Wissen zur Lösung der Problemstellung nicht ausreicht. Gerade dann ist er auch bereit, sich notwendiges Wissen im Konzeptbereich anzueignen. Dieses Wissen wird sofort in lösungsorientierte Handlungen und Prozeduren eingebaut und somit in prozedurales Handlungswissen umgewandelt. Dieses Handlungswissen ist sofort abrufbereit und zu weiteren Problemlösungen einsetzbar. Die nach der Schulungsmaßnahme mit klassischem CBT notwendige, zusätzliche Transformation von Konzeptwissen in Handlungswissen entfällt. Die durch wissensbasiertes CBT gewonnene Qualität des erworbenen Wissens hilft, teure Nachschulungen und Entscheidungsfehler z. B. während der industriellen Produktion zu vermeiden, so daß es nicht zum "Trial and Error" im Betrieb kommt.

Skizze der Struktur des Gesamtsystems von ISO\ESPC

Die aus der Wissenserwerbtheorie resultierenden Anforderungen an das Design von computergestützten Ausbildungssystemen werden im Projekt ISO\ESPC in drei internetbasierten Komponenten realisiert: einem hybriden, interaktiven CBT, einem kooperativen und kompetitiven Lernspiel (Produktionsspiel) und einem handlungsorientierten Entscheidungsunterstützungssystem. Eine detailliertere Beschreibung von ISO\ESPC finden Sie unter [9] und im Internet unter der URL: <http://iso-esp.c.informatik.uni-oldenburg.de/>. Nach Fertigstellung des Gesamtsystems können die Komponenten integriert genutzt werden. So dienen z. B. die Informationseinheiten der hybriden Komponente "just-in-time" als Hilfesystem beim Produktionsspiel. Jede dieser Teilkomponenten ist so konzipiert, daß sie auch als eigenständiges browserfähiges System genutzt werden kann.

Die hybride Komponente von ISO\ESPC

Durch die Integration digitaler Meßinstrumente und wissensbasierter Trainingsabschnitte folgt die hybride Komponente den Anforderungen der ISP-DL-Theorie an computerbasierte Aus- und Fortbildungssysteme. Beim Bearbeiten der interaktiven Aufgaben kann der Lernende wichtige Schritte zur Qualitätssicherung mit Hilfe der Statistischen Prozeßkontrolle (SPC) einüben. Dazu gehören z. B. das Führen von Qualitätsregelkarten und die Berechnung geeigneter Eingriffsgrenzen bei der Überwachung eines Produktionsprozesses. Die Schnittstelle zu digitalen Meßinstrumenten schafft Realitätsnähe, indem Stichproben eines laufenden Produktionsprozesses manuell erhoben werden können und als Datenbasis für die Übungsaufgaben dienen können.



OFFIS

ISO/IEC

Statistische
Prozeßkontrolle:

Qualitätssicherung

3.3 Auswertung großer Meßreihen

< 3-15 >

3.3 Auswertung großer Meßreihen

3.3.1 Klassifizieren von Meßwerten

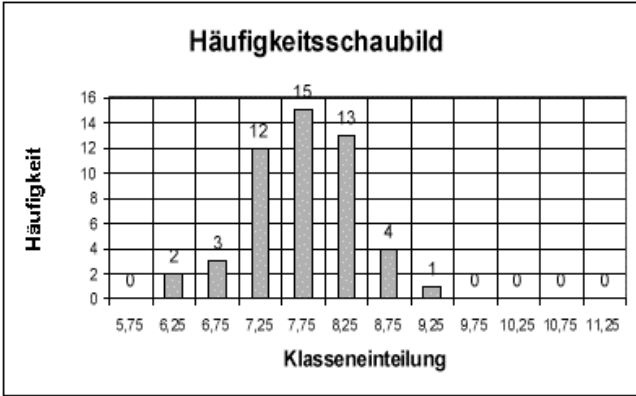
Bei einer großen Anzahl von Meßwerten in einer Stichprobe (> 25) wird der Aufwand für eine Auswertung nach Einzelwerten sehr groß. Hier erfolgt eine Aufteilung in Klassen.

Trägt man unter Berücksichtigung einer Klasseneinteilung die Meßwerte in ein Häufigkeitsschaubild mit 7 Klassen ein, so entsteht folgende Darstellung:

Beispiel: Urwertliste mit 50 Meßwerten und 7 Klassen im Diagramm.

8,0	7,0	7,4	8,0	7,0	7,5	8,4	6,8	8,3	8,0
7,4	7,8	7,5	7,7	6,9	8,3	7,3	7,0	7,5	7,9
6,5	7,5	7,6	7,3	8,0	8,0	7,5	7,0	6,5	7,8
7,0	7,5	7,1	7,4	8,6	6,0	7,8	6,3	7,5	7,9
6,0	8,0	7,0	8,0	6,9	9,0	8,0	7,1	7,0	7,4

Häufigkeitsschaubild



Klasseneinteilung	Häufigkeit
6,25 - 6,75	2
6,75 - 7,25	3
7,25 - 7,75	12
7,75 - 8,25	15
8,25 - 8,75	13
8,75 - 9,25	4
9,25 - 9,75	1
9,75 - 10,25	0
10,25 - 10,75	0
10,75 - 11,25	0

Inhalt

- ▷ 1 Einführung
- ▷ 2 Qualitätsmanagement
- ▽ 3 SPC - Grundlagen
 - 3.1 Grundlagen
 - ▷ 3.2 Kenngrößen
 - ▽ 3.3 Auswertung großer Meßreihen
 - 3.3.1 Klassifizieren von Meßwerten
 - 3.3.2 Auswertung in einem Histogramm
 - 3.3.3 Verteilungsfunktionen
 - 3.3.4 Normalverteilung
 - 3.3.5 Summenfunktion
 - 3.3.6 Wahrscheinlichkeitsnetz
 - 3.3.7 Zusammenfassung
- ▷ 4 Statistische Prozeßkontrolle
- ▷ 5 Aufgaben
- ▷ 6 Formeln und Tabellen
- ▷ 7 Auswertblätter
- ▷ 8 Multimedia
- 9 Stichwortverzeichnis
- 10 Abkürzungen und Symbole

3.3 Auswertung großer Meßreihen

< 3-15 >

Abb1.: Beispielseite aus dem Kursmaterial in der Navigationsumgebung

Im ersten Schritt wurde bei der Entwicklung der Informationsanteile der hybriden Komponente das Anwendungswissen zur SPC von Mitarbeitern des Berufsbildungszentrums Fulda* erstellt und in geeigneter Form für die Zielgruppe der KMU aufbereitet. Dabei wurde den besonderen Anforderungen der Mitarbeiter von KMU Rechnung getragen und anstelle umfangreicher mathematischer Ausführungen eine praxisorientierte Darstellung des Unterrichtsmaterials gewählt. Das Kursmaterial hat einen Umfang von ca. 100 Seiten und beinhaltet eine Einführung in Qualitätsmanagementsysteme, Grundkenntnisse zur Auswertung von Meß- und Prüfergebnissen sowie zur statistischen Prozeßsteuerung. Mit der Abb.1 zeigen wir eine Beispielseite aus dem Kursmaterial. Ergänzend sind eine Formelsammlung, Konstantentabellen, ein Stichwortverzeichnis und Abkürzungs- und Symbolerklärungen im System online verfügbar.

* Das erfahrene Entwicklungsteam des Berufsbildungszentrum wird von Herrn Hilfenhaus geleitet. Er hält mit seinen Mitarbeitern, Herrn Handwerk und Herrn Kemmler, engen Kontakt zu den kleinen und mittelständischen Unternehmen.

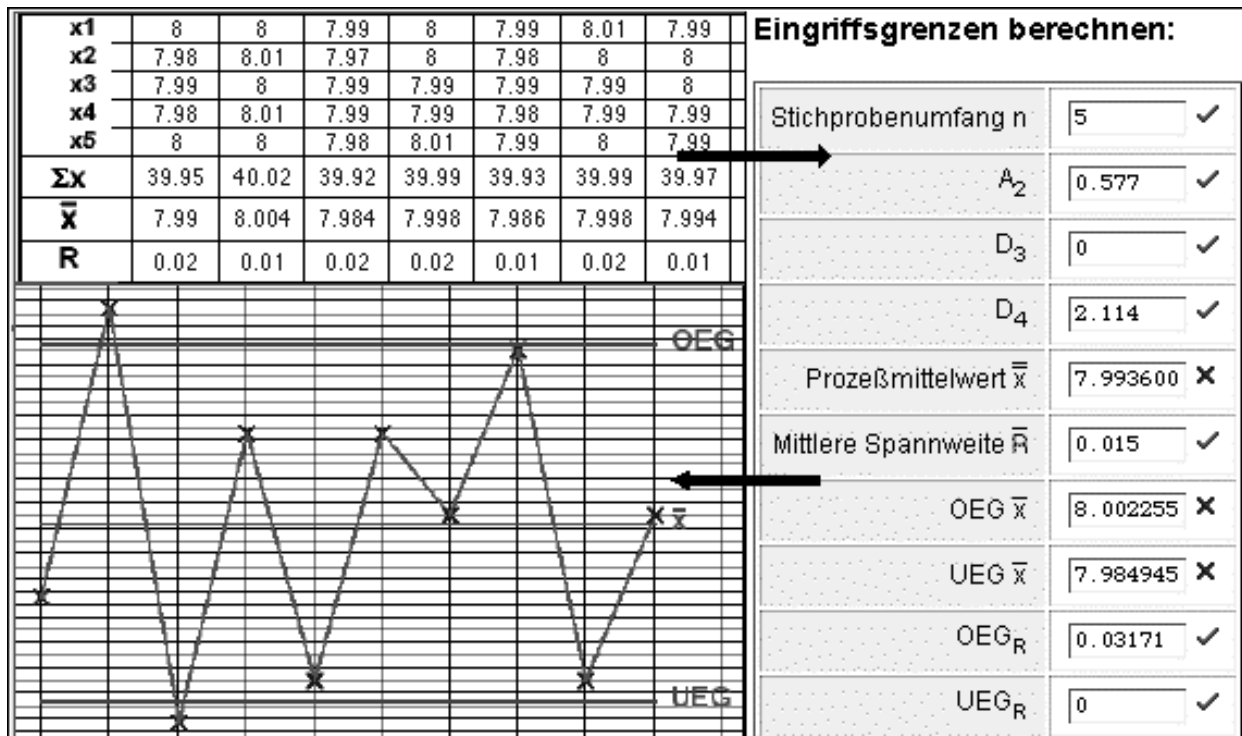


Abb.2: Zweiter Schritt der Aufgabe: Führung einer Qualitätsregelkarte

Die zur Präsentation des Kursmaterials im Internet nötige Navigationsumgebung wird von Mitarbeitern des Kuratorium OFFIS* entwickelt und enthält wichtige Elemente zur Steuerung und Orientierung innerhalb des gesamten Unterrichtsstoffes. In Abb.1 sehen Sie den Navigationsbaum mit anklickbaren Einträgen (linke Seite), die Kapitelanzeige des aktuell sichtbaren Kursinhaltes mit Seitenangabe und die Steuerungsbuttons zum Vor- und Zurückblättern (Kopf- und Fußzeile). Die Transparenz des Stoffes wird durch verlinkte Querverweise zwischen den aufeinander aufbauenden Konzepten der SPC verbessert. Die Navigationsumgebung unterstützt über die verlinkten Einträge des Stichwortverzeichnis und der Abkürzungs- und Symbolerklärungen die Suche nach Erläuterungen zu gewünschten Themen und Konzepten.

Der Einsatz von Multimedia kann auch zu unerwünschten Nebeneffekten führen, wenn die Auswahl der verwendeten Medien nicht an die transportierten Inhalte angepaßt ist [3], außerdem müssen die Bedürfnisse der Zielgruppe berücksichtigt werden. Geeigneter Einsatz multimedialer Elemente fördert die Anschaulichkeit des zu vermittelnden Wissens und stellt u.a. den Praxisbezug her. Ungeeigneter Einsatz verkehrt die positiven Effekte ins Gegenteil und führt zu reinem "Infotainment", die Unterhaltung verdrängt die Wissensvermittlung. Bei der Präsentation der Konzepte der SPC nutzen wir Schaubilder, Grafiken und Tabellen. Den Praxisbezug stellen wir durch Bilder und Videos aus dem Produktionsprozeß her.

Um den Aufbau prozeduralen Wissens zu unterstützen, ermöglichen interaktive Aufgaben das Training der Anwendung von Konzepten der SPC. Entsprechend der

* Die OFFIS-Mitarbeiter Herr Folckers, Herr Göhler, Herr Herlyn und Herr Janßen realisierten die Umsetzung des Kursmaterials in ein browserfähiges CBT-System, implementierten die interaktiven Trainingseinheiten und die Anbindung eines digitalen Meßinstrumentes.

Kursinhalte können Aufgaben unterschiedlicher Schwierigkeitsstufen bearbeitet werden. Der Umfang reicht von einfachen Basiskonzepten, wie z. B. Mittelwert, bis hin zum Erstellen von Wahrscheinlichkeitsnetzen und dem Führen von Qualitätsregelkarten. In der Abb.2 zeigen wir als Beispiel den zweiten Teil einer

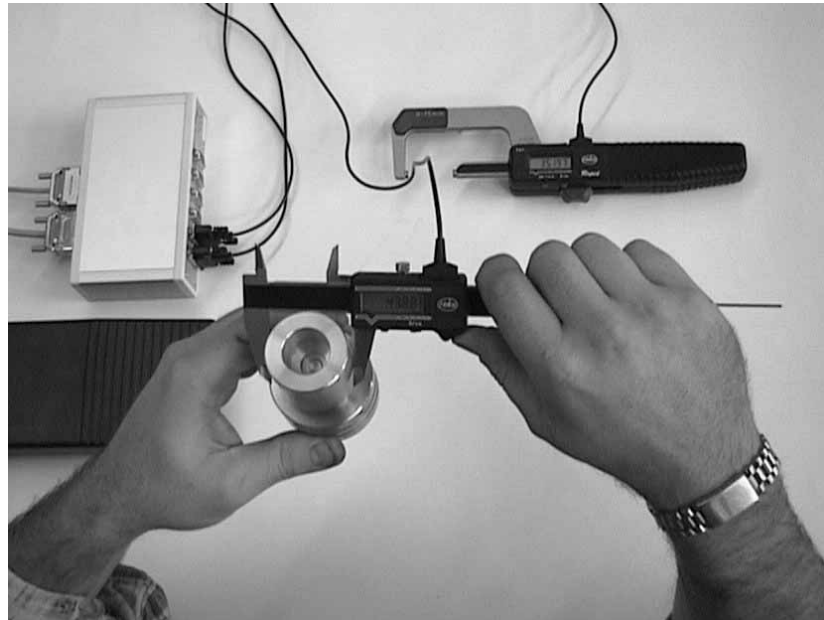


Abb3.: Manuelle Messungen mit dem digitalen Meßschieber

Aufgabe zur Qualitätsregelkarte. Im ersten Schritt wurden bereits zu den einzelnen Stichproben die Mittelwert und Spannweiten berechnet (Abb.2 oben links). Bei der Bearbeitung der interaktiven Aufgaben erfolgt das Problemlösen entsprechend der ISP-DL-Theorie: der Lernende kann die Ergebnisse seiner Berechnungen eingeben, vom System prüfen lassen und Hilfe anfordern. Die Systemrückmeldungen sind abgestuft, um Selbsterklärungen des Lernenden zu fördern. Zunächst wird nur die minimale Rückmeldung gegeben, ob die Lösungen richtig oder falsch sind (Abb.2 rechts). Falls die Lösung nicht korrekt ist, erhält der Lernende auf Anfrage abgestufte Hilfen in Form von Formeln und Konzepterklärungen. Bei den weiterführenden Aufgaben erzeugt das System nach erfolgreicher Berechnung auf Wunsch eine Übersichtsgrafik (Abb.2 unten links).

Die Stichprobenerhebung kann über manuelle Messungen erfolgen. Die Werte aus dem digitalen Meßinstrument werden vom System direkt in die Eingabeformulare der interaktiven Aufgaben übertragen. Durch Messung realer Werkstücke aus einer Produktion gehen Probleme der Praxis in die Übungen ein (Abb.3).

Durch die Verknüpfung manueller Messungen, formaler Analyse und multimedialer Präsentation unterstützt die hybride Komponente von ISO\ESPC neben der deklarativen Wissensvermittlung den Erwerb von Handlungswissen durch aktives Problemlösen mit Bezug zur Praxis und wird so den Anforderungen der Mitarbeiter von KMU gerecht.

Literatur- bzw. Quellenhinweise:

- [1] ANDERSON, J.R., Knowledge Compilation: The General Learning Mechanism. In: R.S. Michalski, J.G. Carbonell, T.M. Mitchell, Machine Learning II. Kaufman, 1986, 289-310
- [2] ANDERSON, J.R., A Theory of the Origins of Human Knowledge, Artificial Intelligence, 1989, 40, 313-351
- [3] COLLINS, A., The Role of Different Media in Designin Learning Environments, ICCE 98 Specials, Draft version; <http://www.apc.src.ncu.edu.tw/apc/allanmedia.htm>, in press
- [4] GOLLWITZER, P.M., Action Phases and Mind-Sets, in: E.T. HIGGINS & R.M. SORRENTINO (eds), Handbook of Motivation and Cognition: Foundations of Social Behavior, 1990, Vol. 2, 53-92
- [5] HECKHAUSEN, H., Motivation und Handeln, Heidelberg: Springer, 1989 (second ed.)
- [6] MÖBUS, C., Towards an Epistemology of Intelligent Problem Solving Environments: The Hypothesis Testing Approach, in: Jim Greer (ed), Artificial Intelligence in Education, Proceedings of AI-ED 95, 7th World Conference on Artificial Intelligence in Education, Washington, DC, p. 138 - 145; August 16-19, 1995, AACE, Association for the Advancement of Computing in Education, Charlottesville, VA, ISBN 1-880094-16-9
- [7] MÖBUS, C., Towards an Epistemology of Intelligent Design and Modelling Environments: The Hypothesis Testing Approach, in: BRNA, P., PAIVA, A. & SELF, J., Proceedings of the European Conference on Artificial Intelligence in Education EuroAI-ED '96, 52 - 58, Lissabon, Portugal, 1996, ISBN 972-8288-37-9
- [8] MÖBUS, C., THOLE, H.J., Interactive Support for Planning Visual Programs in the Problem Solving Monitor ABSYNT: Giving Feedback to User Hypotheses on the Basis of a Goals-Means-Relation, in: D.H. NORRIE, H.-W. SIX (eds), Computer Assisted Learning. Proceedings of the 3rd International Conference on Computer-Assisted Learning ICCAL 90, Hagen, F.R. Germany, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 438, Heidelberg: Springer, 1990, S. 36-49
- [9] MÖBUS, C. & THOLE, H.J., ISO\ESPC: Ein Intelligentes Selbstlern- und handlungsOrientiertes Entscheidungsunterstützungssystem in der Statistischen ProzeßControlle, in: Technische Universität Ilmenau (Hrsgb), Multimedia für Bildung und Wirtschaft, p. 17-21, 1998, ISSN 1436-4492
- [10] NEWELL, A., Unified Theories of Cognition, Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1990
- [11] VanLEHN, K., Toward a Theory of Impasse-Driven Learning, in H. MANDL, A. LESGOLD (eds), Learning Issues for Intelligent Tutoring Systems, Berlin: Springer, 1988, 19-41

Autorenangaben:

Prof. Dr. Claus Möbus

Heinz-Jürgen Thole

Universität Oldenburg, FB Informatik, Abt. Lehr- Lernsysteme

26111 Oldenburg

Tel: +49 441 798-2900

Fax: +49 441 798-2196

E-mail: {Claus.Moebus, Heinz-Juergen.Thole}@informatik.uni-oldenburg.de