

Arbeitsbericht Nr. 24

Ansätze zur Bewertung des Einsatzes
Künstlicher Intelligenz
in Industrieunternehmungen
- aus produktiver und sozialer Sicht -

von
Dr. Stephan Zelewski

Köln 1988

Alle Rechte vorbehalten.

Abstract

Die Schlagworte "Expertensystem" und "Künstliche Intelligenz" haben in jüngster Zeit größere Beachtung in betriebswirtschaftlich interessierten Kreisen, insbesondere auch seitens der industriellen Praxis erfahren. Doch besteht oftmals Unklarheit darüber, welche Leistungen von solchen "intelligenten Automaten" tatsächlich erwartet werden können und welche Auswirkungen ihr betrieblicher Einsatz erwarten läßt.

Diese Ausarbeitung befaßt sich nur mit dem letztgenannten Aspekt, die Anwendungsmöglichkeiten Künstlicher Intelligenz in Industrieunternehmungen zu bewerten. Im Hintergrund der Ausführungen stehen Konzeptionen für die Nutzung von intelligenten Robotern und Expertensystemen in der "Fabrik der Zukunft" und im "Büro der Zukunft".

Den ersten Schwerpunkt bildet die Untersuchung möglicher Auswirkungen auf produktive Zielsetzungen, die im Sinne von Wirtschaftlichkeits-, Effizienz- oder Rationalisierungskriterien nach Nutzen- und Kostenwirkungen differenziert werden. Der zweite Schwerpunkt erstreckt sich auf soziale Aspekte. Hierbei finden - auf der Basis alternativer Wertesysteme - sowohl der Ansatz der Sozialverträglichkeit als auch die weiterführenden Konzepte der sozialen Beherrschbarkeit und Gestaltbarkeit Berücksichtigung.

Inhaltsverzeichnis

| | Seite |
|---|-------|
| 1 Einführung | 1 |
| 2 Produktive Zielsetzungen | 9 |
| 2.1 Einführung in Bewertungs- konzeption und -probleme | 9 |
| 2.2 Nutzenwirkungen | 12 |
| 2.3 Kostenwirkungen | 18 |
| 3 Soziale Zielsetzungen | 26 |
| 3.1 Soziale Verträglichkeit | 27 |
| 3.2 Soziale Beherrschbarkeit und Gestaltbarkeit | 40 |
| Literaturverzeichnis | 46 |

1 Einführung

In Anlehnung an Ulrich¹⁾ wird eine Unternehmung als ein produktives soziales System verstanden. Entsprechend läßt sich der betriebliche Einsatz von Erkenntnissen aus der Erforschung der Künstlichen Intelligenz (KI) im wesentlichen unter den zwei Gesichtspunkten produktiver bzw. sozialer Zielsetzungen beleuchten. Als die zur Zeit herausragenden Exponate der KI-Technologie werden Expertensysteme und intelligente Roboter betrachtet. Sie werden auch unter dem Begriff der intelligenten Automaten zusammengefaßt²⁾.

Es ist nicht möglich, die Anwendung der KI-Technologie im Hinblick auf produktive und soziale Zielsetzungen schlechthin als "empfehlens-" oder "vermeidenswert" zu qualifizieren. Denn das Bewertungsergebnis hängt von den jeweils zugrundegelegten konkreten Automatenausprägungen und den individuellen betrieblichen Einsatzbedingungen ab. Daher werden nachfolgend nur Einflußgrößen aufgezeigt, die beim Einsatz von Expertensystemen Bedeutung erlangen können. Ihre tendenzielle Wirkungsweise auf die Zielerfüllung wird skizziert.

Die tatsächlichen Zielwirkungen dieser Einflußgrößen werden aber erst durch die konkreten Randbedingungen bestimmt, die eine einzelne betriebliche Implementierung von Produkten der KI-Technologie charakterisieren. Hierbei handelt es sich vor allem um informationstechnische Anforderungen, organisatorische Implementierungs- und Nutzungskonzepte sowie Qualifikation und Motivation der Produktbenutzer³⁾. Deshalb können die nachfolgenden Ausführungen nur ein allgemeines Bewer-

1) Vgl. Ulrich (1970), passim, insbesondere S. 33.

2) Vgl. zu einer näheren Erläuterung des Konzepts intelligenter Automaten Zelewski (1986a), S. 88ff.; Zelewski (1986c), S. 2ff.

3) Vgl. zu einer weiterführenden Problematisierung der Aussagekraft allgemeiner Bewertungsschemata für den Einsatz intelligenter Automaten Zelewski (1986a), S. 989ff.

tungsschema anbieten, das im Bewertungsfall hinsichtlich der fallspezifischen Besonderheiten konkretisiert werden muß.

Das Bewertungsschema stellt die Zusammenfassung zweier Hauptrichtungen dar, die zur Zeit im Hinblick auf die wertende Auseinandersetzung mit der Künstlichen Intelligenz verfolgt werden⁴⁾. Auf der einen Seite handelt es sich um Studien zur "Evaluierung"⁵⁾ oder "Validierung"⁶⁾ einzelner Expertensysteme⁷⁾. Ihr Erkenntniswert bleibt jedoch in zweifacher Hinsicht fragwürdig⁸⁾.

4) Die Ausführungen beruhen auf der detaillierteren Untersuchung in Zelewski (1986a), S. 973ff., insbesondere S. 1001ff.; dort sind auch weiterführende Literaturnachweise enthalten.

5) Vgl. Gaschnig (1979), S. 308ff.; Gaschnig (1980), S. 295ff.; Gaschnig (1982), S. 301ff.; Gaschnig (1983), S. 241ff.; Liebowitz (1985), S. 564ff.; Bergmann (1986), S. 10ff.

6) Vgl. Johanser (1986), S. 225ff.; Butler (1987), S. 327ff.

Johanser (1986), S. 216ff., äußert sich zu dem vorgelagerten Aspekt, welche Anforderungen Validierungsstudien für Expertensysteme erfüllen sollten, und konfrontiert diese Postulate mit den dürftigen Ergebnissen bisher vorgelegter "Validierungen".

7) Vgl. auch Austin (1984), S. 273.

8) Von der nachfolgenden Kritik seien die Ausführungen in Johanser (1986), S. 215ff., und Gaschnig (1983), S. 241ff., ausgenommen, die sich in allgemeiner Weise auf die Bewertung von Expertensystemen erstrecken, ohne die Zugehörigkeit der Verfasser zum Lager der Expertensystem-Entwickler unmittelbar deutlich werden zu lassen.

Vgl. auch Gaschnig (1983), S. 244ff., 277 u. 279, hinsichtlich einer kritischen Analyse der Schwierigkeiten und Unzulänglichkeiten von Expertensystem-Bewertungen.

Erstens handelt es sich oftmals um Bewertungen, die von denjenigen Gruppen ausgeführt werden, welche die untersuchten Automaten entwickelt haben⁹⁾. Die Gefahr mangelnder kritischer Distanz kann hier nicht ausgeschlossen werden¹⁰⁾. Zweitens beschränken sich die Studien überwiegend auf informationstechnische Bewertungskriterien¹¹⁾, wie z.B. auf die Fähigkeit zur Anaphora- und Ellipsenauflösung in natürlichsprachlichen Expertensystemen oder auf die Vollständigkeit, Widerspruchsfreiheit (Konsistenz), Zuverlässigkeit (Reliabilität), Ausbaufähigkeit, Portierbarkeit und CPU-Effizienz¹²⁾ von Expertensystem-Programmen. Diese Kriterien erweisen sich aus der Sicht von Industrieunternehmungen, die an der Nutzung solcher Automaten in der betrieblichen Praxis interessiert sind, als wenig aussagekräftig. Auch kommt hierin nochmals zum Ausdruck, daß es sich um Bewertungen seitens der Automatenentwickler, nicht aber um Maßstäbe der potentiellen Automatenutzer handelt.

9) Dies wird besonders deutlich bei der "Evaluierung" des Expertensystems PROSPECTOR durch seine Entwickler in Gaschnig (1979), S. 308ff.; Gaschnig (1980), S. 295ff.; Gaschnig (1982), S. 301ff.

10) Eine nähere Auseinandersetzung mit den Interessengruppen, die eine Bewertung von Expertensystemen vornehmen (sollen), findet sich bei Gaschnig (1983), S. 244ff.

11) Vgl. z.B. Gaschnig (1983), S. 254ff.; Liebowitz (1985), S. 567f.; Heeffler (1986), S. 4ff.; Bergmann (1986), S. 5, Abb. 3.1.

12) Hiermit ist die Ausnutzung der quantitativen Informationsverarbeitungskapazität gemeint, die seitens des zentralen Prozessors (Central Processor Unit) einer Anlage für die Automatische Informationsverarbeitung zur Verfügung gestellt wird.

Die zweite Hauptrichtung von Bewertungsansätzen bildet eine beträchtliche Anzahl von Veröffentlichungen, die eine globale Technologiewirkungsanalyse (Technikfolgenabschätzung) der Künstlichen Intelligenz thematisieren¹³⁾. Gerade im Zusammenhang mit der Diskussion um die Verantwortung betrieblicher - und auch politischer - Entscheidungsträger für die Einführung neuartiger Technologien und im Kontext der weit verbreiteten Zweifel, ob solche Technologien sozial verantwortet werden könnten, gewinnen diese globalen Analyseansätze zunehmende Beachtung. Deshalb wird der Betrachtung sozialorientierter Bewertungskriterien im dritten Kapitel besonderes Gewicht zugemessen.

Allerdings leiden zahlreiche Beiträge zur globalen Bewertung der KI-Technologie daran, daß sie zwar in ihren Problemstellungen den Anspruch erheben, Technologiewirkungsanalysen zu repräsentieren, in Wirklichkeit jedoch den betriebs- und volkswirtschaftlich ausgereif-

13) Vgl. zu solchen Technologiewirkungsanalysen, die oftmals auch als Studien der Folgewirkungen (impacts analysis) des Einsatzes Künstlicher Intelligenz abgehandelt werden, Firschein (1973), S. 105ff.; Karlgren (1980), S. 1ff.; Moto-oka (1982), S. 24ff.; Kuratsu (1982), S. 102ff.; Trappl (1984a), S. 831ff.; Trappl (1984b), S. 199ff.; Brady (1984), S. 67ff.; Habel (1984), S. 68ff.; Nilsson (1984), S. 9ff.; Busemann (1984), S. 22; Gurstein (1985), S. 652ff.; Trappl (1985), S. 204ff.; Hüscher (1985), S. 189ff.; Boden (1985), S. 221ff.; Starrs (1985), S. 39ff.; Holroyd (1985), S. 175ff.; Bernold (1985b), S. 179ff.; Siekmann (1985), S. 25f.; Koenemann (1986), insbesondere S. 116ff.; Trappl (1986b), S. 31ff.; Boden (1986), S. 64ff.; Nagao (1986), S. 99ff.; Schank (1986), S. 124ff.; Vamos (1986), S. 131ff.; Negrotti (1986), S. 111ff.; Howard (1986), S. 125ff.; Yazdani (1986), S. 199ff.; Trappl (1986c), S. 1ff.; Scheffé (1986), S. 12ff.; Nilsson (1986), S. 103ff.; Michie (1986), S. 255ff.

Neuerdings wurde sogar eine wissenschaftliche Zeitschrift ins Leben gerufen, die auf die Veröffentlichung von Beiträgen zur Technologiewirkungsanalyse der Künstlichen Intelligenz spezialisiert ist; es handelt sich um "AI & Society - The Journal of Human and Machine Intelligence" (Vol.1: 1987).

ten Konzepten¹⁴⁾ für solche Analysen nicht gerecht werden¹⁵⁾. Beispielsweise explizieren sie die zugrundeliegenden

-
- 14) Vgl. als Überblick über das Konzept der Technologiewirkungsanalyse Hinterhuber (1984), Sp. 1930ff.; vgl. auch Zelewski (1986a), S. 1294ff., hinsichtlich einer speziellen Fortentwicklung, welche die Existenz von Interessengruppen mit unterschiedlichen Bewertungszielen (oder -normen) hervorhebt, und zu vertiefenden Literaturangaben.
- 15) Beispielsweise beschränken sich die Ausführungen in Firschein (1973), S. 105ff., weitgehend auf die Vorhersage des technischen Leistungspotentials von intelligenten Automaten auf der Grundlage einer Delphi-Analyse. Auch die Ausführungen von Bernold (1985b), S. 179ff., erstrecken sich fast ausschließlich auf technische Aspekte des Leistungsvermögens von Expertensystemen. Moto-oka (1982), S. 24ff., und Kuratsu (1982), S. 102ff., bieten eine optimistisch gefärbte Zusammenfassung der gesellschaftlich positiven Effekte, die von den Initiatoren des japanischen Projekts zur Entwicklung von "Computern der 5. Generation" erwartet werden. Das kritische Erkenntnispotential von Technologiewirkungsanalysen wird hier vermißt. Nilsson (1984), S. 9ff., und Nilsson (1986), S. 103ff., äußern sich im wesentlichen nur zu den Auswirkungen, die bezüglich der gesellschaftlichen Zielgrößen Beschäftigungsniveau und Einkommensverteilung aus der Anwendung von Produkten der KI-Technologie resultieren könnten. Für eine Technologiewirkungsanalyse bleibt dieses Ziel"system" viel zu eng. Das gleiche gilt für die Diskussionen über soziale Implikationen des Einsatzes intelligenter Automaten bei Busemann (1984), S. 22. Die Sammelwerke Yazdani (1984), Bernold (1985a), Trappl (1986a), Gill (1986) und Bernold (1987) erheben zwar in ihren Titeln den Anspruch auf Technologiewirkungsanalysen. Doch bieten ihre Beiträge nur in Einzelfällen Überschneidungen mit einzelnen Fragestellungen aus einer Technologiewirkungsanalyse; vgl. hierzu etwa Brady (1984), S. 67ff.; Wiig (1985), S. 169ff.; Hüsck (1985), S. 189ff.; Boden (1985), S. 221ff.; Trappl (1986b), S. 31ff.; Boden (1986), S. 64ff.; Nagao (1986), S. 99ff.; Schank (1986), S. 124ff.; Vamos (1986), S. 131ff.; Negrotti (1986), S. 111ff.; Howard (1986), S. 125ff.; Yazdani (1986), S. 199ff. Eine konzeptionell geschlossene Technologiewirkungsanalyse wird aber von keinem der o.a. fünf Sammelwerke vorgelegt. Es bleibt dem "geneigten" Leser überlassen, die einzelnen Beiträge und fragmentarischen Gedanken in den Rahmen einer integrierten Technologiewirkungsanalyse einzubetten.

legten Ziel- oder Normensysteme nicht sorgfältig¹⁶⁾. Noch viel weniger setzen sie sich mit alternativen gesellschaftlich diskutablen Zielsystemen auseinander. Die Erarbeitung detaillierter Wirkungsketten wird zu meist auf das Vortragen subjektiver Wirkungsvermutungen der Autoren oder die Befragung von "Experten" reduziert, deren technologiepolitische Expertise nicht weiter hinterfragt wird. Alternative Entwicklungsmöglichkeiten des technischen, wirtschaftlichen, sozialen und politischen Kontexts werden nicht untersucht, obwohl dies z.B. mit Hilfe der Szenariotechnik möglich wäre.

Vor dem Hintergrund dieser kritischen Anmerkungen verfolgt der Autor in den nachfolgenden Ausführungen keineswegs die Absicht, eine Technologiewirkungsanalyse vorzulegen. Es wird - wie eingangs angemerkt - nur ein Bewertungsschema präsentiert, das einzelne bewertungsrelevante Einflußgrößen mit ihren tendenziellen Wirkungsweisen aufzeigt. Sie können allenfalls den Ausgangspunkt für detailliertere und tiefer fundierte Technologiewirkungsanalysen bilden, die infolge ihres erheblichen Umfangs nur von größeren Projektteams geleistet werden können.

Erste Ansätze in dieser Richtung seriöser Technologiewirkungsanalysen liegen bereits vor. Hierzu zählt insbesondere der Bericht "Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen in Produktion, Verwaltung, Handwerk und Medizin" der Enquete-Kommission "Einschätzung und Bewertung von Technikfolgen; Gestaltung und Rahmenbedingungen der technischen Entwicklung" des Deutschen Bundestags¹⁷⁾. Allerdings bleibt auch hier

16) Eine der wenigen Ausnahmen stellt Koenemann (1986), S. 165ff., dar. Hier wird zwar kein explizites Zielsystem für die Technologiewirkungsanalyse vorgestellt. Aber immerhin erfolgt eine tiefergehende Auseinandersetzung mit möglichen Menschenbildern, welche einer Technologiebewertung normativ zugrundeliegen können.

17) Vgl. Schubert (1987b), S. 1ff. u. 24ff. Eine überarbeitete Fassung dieses Berichts wurde als Schubert (1987a) veröffentlicht, vgl. hierin insbesondere S. 31ff.

als Kritik anzumerken, daß zwar die mutmaßlichen Auswirkungen des Expertensystem-Einsatzes in Industrieunternehmungen identifiziert werden¹⁸⁾, aber das implizit vorausgesetzte Ziel- oder Normensystem nicht offengelegt wird.

Ein zweites Projekt wurde am Fachbereich Informatik der Universität Hamburg initiiert¹⁹⁾. Dort soll in einem umfassender angelegten Konzept eine Wirkungsanalyse moderner Informationsverarbeitungs- und Kommunikations-Technologien erarbeitet werden. Als ein Teilbeitrag wird auch die Technologiewirkungsanalyse der Künstlichen Intelligenz beabsichtigt²⁰⁾. Im Rahmen des Programms "Sozialverträgliche Technikgestaltung" des Ministeriums für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen wurde eine Projektgruppe ins Leben gerufen, die sich mit den sozialen Folgen der Künstlichen Intelligenz befassen will²¹⁾. Es ist mit Interesse zu verfolgen, ob es den beiden letztgenannten Projekten gelingt, dem konzeptionellen Anspruch von Technologiewirkungsanalysen gerecht zu werden.

Daneben existieren noch einige weitere Ansätze, die zur Formulierung von Kriterienkatalogen für die Bewertung von Expertensystemen geführt haben. Diese Kataloge blieben aber auf die Untersuchung spezieller Leistungspotentiale von intelligenten Automaten - insbesondere deren Wissensbasierung und selbständige Problembewältigungsfähigkeit - beschränkt²²⁾. Oder sie gelten nur für dedizierte, d.h. spezielle, eng begrenzte Anwendungsbereiche, wie z.B. den Einsatz natürlichsprachlicher Automaten²³⁾. In beiden Fällen kann den Kriterienkata-

18) Vgl. vor allem Schubert (1987a), S. 155ff.; Schubert (1987b), S. 188ff.

19) Vgl. Rolf (1988), S. 33ff.

20) Vgl. Rolf (1988), S. 35f.

21) Vgl. Daniel (1988), S. 6.4f.

22) Vgl. Lesser (1980), S. 111ff.; Kouhoutek (1984), S. 696ff.

23) Vgl. Fauser (1981), S. 89f.; Bergmann (1986), S. 5ff.

logen nicht die Qualität allgemeiner Bewertungsschemata zuerkannt werden. Schließlich wurden auch Kriterien-sammlungen mit dem Anspruch vorgelegt, eine Kosten/Nutzen-Analyse von Expertensystemen zu ermöglichen²⁴⁾. Sie lassen jedoch - abgesehen von den gewöhnlichen Kriterien, die für die Beurteilung konventioneller Software weit verbreitet sind, - keine spezifischen Bezüge zur Künstlichen Intelligenz erkennen.

24) Vgl. z.B. Groß (1985), S. 6M-1ff.

2 Produktive Zielsetzungen

2.1 Einführung in Bewertungskonzeption und -probleme

Produktive (leistungswirtschaftliche) Zielsetzungen erstrecken sich im wesentlichen²⁵⁾ auf die betriebliche Effizienz oder - hier synonym betrachtet - Wirtschaftlichkeit. Das Effizienzziel wird hier im weiten, komparativen Sinne des Rationalisierungsziels als eine Verbesserung der Relation zwischen Nutzen und Kosten des Automateinsatzes verstanden. Nutzen und Kosten können, müssen aber keineswegs in monetären Einheiten quantifiziert werden. Auf das Problem, daß das Bewertungsergebnis über die o.a. Faktoren hinaus auch noch von der jeweils unterstellten Vergleichsalternative abhängt, bezüglich derer die Rationalisierungseffekte von Expertensystemen untersucht werden, kann hier nur hingewiesen werden²⁶⁾. Es werden nachfolgend nur solche Nutzen- und Kosteneffekte herausgestellt, die für den Einsatz intelligenter Automaten spezifische Bedeutung erlangen können.

Der Autor vertritt die Vermutung, daß die wesentlichen Rationalisierungswirkungen der betrieblichen KI-Anwendung nicht in der Verminderung von Kosten, sondern in Nutzensteigerungen liegen. Diese Hypothese läßt sich allerdings derzeit kaum belegen²⁷⁾, weil sich Expertensysteme noch kaum im betrieblichen Routineeinsatz befinden, so daß entsprechende empirische Informationen über die tatsächlichen Rationalisierungseffekte zur kritischen Hypothesen-Prüfung fehlen. Falls die Hypothese der Dominanz der Nutzenwirkungen zutreffen soll-

25) Als weitere leistungswirtschaftliche Zielsetzungen sui generis könnten die Verkürzung von Durchlaufzeiten und die Erhöhung der betrieblichen Flexibilität betrachtet werden, sofern diese nicht nur Subziele zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit darstellen; vgl. hierzu Zelewski (1986a), S. 1036ff. bzw. 1043ff.

26) Näheres hierzu bei Zelewski (1986a), S. 990ff.

27) Gleicher Ansicht ist z.B. Hein (1987), S. 473.

te, hätte dies für die Beurteilung des KI-Einsatzes zwei wesentliche Konsequenzen.

Erstens wäre die wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit, der positive (Netto-)Rationalisierungsbeitrag von Expertensystemen nur schwer aufzuzeigen. Denn die - unten aufgelisteten - Nutzenwirkungen weisen den beurteilungstechnisch bedauernswerten Nachteil auf, oftmals nur in der Form sehr grober, vager, qualitativer Aussagen festgestellt werden zu können. Die meisten Kostenwirkungen lassen sich hingegen in ihrer Größenordnung monetär schätzen. Zudem überwiegen die Kostenmehrungen - ebenfalls nach subjektiver Einschätzung des Autors - tendenziell die Kosteneinsparungen.

Daher müßten Rationalisierungsanalysen, die sich auf die "rechenbaren" Effekte beschränken, in der Regel zu dem Ergebnis führen, daß sich der Einsatz intelligenter Automaten wirtschaftlich nicht lohnt. Der Wirtschaftlichkeitsbegriff wäre hierbei jedoch auf die quantifizierten, in der Regel in Geldeinheiten gemessenen Rationalisierungswirkungen beschränkt und aus betriebswirtschaftlicher Sicht zu eng gefaßt²⁸⁾.

Ein weiter Wirtschaftlichkeitsbegriff, der auch gestattet, qualitative Nutzen- und Kosteneffekte zu berücksichtigen, verließ dagegen das sichere Fundament "rechenbarer" Größen, die oftmals als einziger Ausdruck kaufmännischen Denkens mißverstanden werden. Daher scheinen betriebswirtschaftliche Bewertungsbemühungen zur Zeit vor einem Dilemma zu stehen, das sich in ähnlicher Weise bei Konzepten des CIM (Computer Integrated Manufacturing) oder der "Fabrik der Zukunft" stellt: Entweder können vertraute monetäre Wirtschaftlichkeitsrechnungen unternommen werden, die tendenziell zu negativen Resultaten führen und bedeutsame positive, aber qualitative Effekte vernachlässigen. Oder es erfolgen Kosten-Nutzen-Analysen, die auch diese qualitativen

28) Vgl. zu breiter angelegten Wirtschaftlichkeitskonzepten Picot (1980), S. 227ff.; Reichwald (1982), S. 31ff.; VDI 5015 (1987), S. 13ff.

Wirkungen zu berücksichtigen versuchen, denen jedoch die Überzeugungskraft monetärer (Un-)Wirtschaftlichkeitsnachweise fehlt.

Zweitens würde eine Dominanz der Nutzeneffekte wesentliche Rückwirkungen auf die weiter unten erfolgende Erörterung der Betroffenheit sozialer Zielsetzungen nach sich ziehen. Denn ein Großteil befürchteter Beeinträchtigungen dieser sozialen Aspekte beruht auf der Annahme, Expertensysteme würden als Rationalisierungsinstrumente in dem Sinne eingesetzt werden, daß Kosten durch die Substituierung von Menschen durch Automaten eingespart werden sollen. Falls hingegen die Hypothese zutrifft, daß die Rationalisierungsbeiträge vor allem in Nutzensteigerungen liegen, verlöre die mögliche Verweigerung der Akzeptanz von Systemen, die als Arbeitsplatzgefährdung empfunden werden, eine wesentliche Grundlage.

2.2 Nutzenwirkungen

Die möglichen Nutzensteigerungen des Einsatzes von Expertensystemen²⁹⁾ erstrecken sich vornehmlich auf die Erhöhung der Qualität von informationsverarbeitenden Leistungen, insbesondere von Verwaltungshandlungen und von Entscheidungen in beliebigen Unternehmungsbereichen.

Hierbei wird unterstellt, daß die Fähigkeit zu qualitativ verbesserter Informationsverarbeitung ein strategisches Erfolgspotential darstellt, das letztlich auch in eine Steigerung des Unternehmungserfolgs umgesetzt werden kann. Es wird weder behauptet, daß diese Potentialumsetzung im Einzelfall tatsächlich gelingt, noch wird die Schwierigkeit geleugnet, den Transfer von verbesserten Leistungen der Informationsverarbeitung in Unternehmungserfolge am Markt überzeugend zu begründen. Diese allgemeine Transferproblematik gehört aber nicht mehr zur speziellen Thematik des Expertensystem-Einsatzes.

Ein erster qualitätssteigernder Beitrag der Anwendung von Expertensystemen liegt in der Wissensakkumulation, falls die - hinsichtlich ihrer Geltung schwer zu verifizierende und durchaus umstrittene - Hypothese zutreffen sollte, daß die Qualität der Informationsverarbeitung mit der Breite und Tiefe des Wissens wächst, das zugrundegelegt wird. Beispielsweise sei auf die Auswertung einer Vielzahl von Informationsquellen verwiesen, die infolge mangelnder menschlicher Sichtungskapazität unberücksichtigt geblieben wären, durch die inhaltliche Textanalyse von Expertensystemen jedoch automatisch erfolgen kann. Diese Informationsakquisition ließe sich etwa nutzen, um die Anwendung betrieblicher Frühwarnsysteme auf ein breiteres Fundament zu stellen.

29) Vgl. zu den Nutzenwirkungen des Einsatzes von Produkten der KI-Technologie Zelewski (1986a), S. 1029ff.; Kaplan (1986), S. 312f.; Hein (1987), S. 472f.; Mertens (1987), S. 126f.

Eine Erhöhung der Qualität betrieblicher Informationsverarbeitung kann auch auf dem Wege der Wissensintegration verwirklicht werden. Vormalig isoliert existierende, unverknüpfte Wissensbestände von Mitarbeitern werden in den Wissensbasen von Expertensystemen zusammengefaßt und aufbereitet. So ist es z.B. möglich, Wissensinkonsistenzen und Wissenslücken aufzudecken oder neue Einsichten abzuleiten, die aus "fragmentierten" Wissensquellen nicht ersichtlich sind. Ein Beispiel für das Erkennen von Inkonsistenzen wäre die unterschiedliche Handhabung von Kostenumlageverfahren in verschiedenen Abteilungen, die bei der Festsetzung und Anwendung innerbetrieblicher Verrechnungspreise zu Verzerrungen führen. Sie könnte bei der Wahl zwischen Eigenerstellung oder Fremdbezug von Vorprodukten oder Verwaltungsleistungen Fehlentscheidungen hervorrufen.

Die Qualität der Informationsverarbeitung läßt sich auch durch die Möglichkeit des räumlich und zeitlich wahlfreien Zugriffs auf das Wissen von Experten erhöhen. Indem dieses Wissen in Expertensysteme eingebracht wird, erfolgt eine Vervielfachung der "brain ware" des personell nur begrenzt verfügbaren Humankapitals einer Unternehmung. Z.B. kann die Prüfungsexpertise eines hoch spezialisierten Finanzanalysten auf eine große Anzahl von Objekten und "rund um die Uhr" angewendet werden, ohne diesen Experten stets unmittelbar konsultieren müssen. Bei der Rohstoffexploration läßt sich auf den Sachverstand "handverlesener" Geologen zurückgreifen, ohne die physische Anwesenheit des Experten vorauszusetzen. Diese räumliche Verlagerung der Wissensanwendung erlaubt es, auch solche Experten zu konsultieren, welche die klimatischen oder komfortbezogenen Bedingungen am Explorationsort zu vermeiden trachten.

Ebenso könnte die Benutzerschulung mit der Hilfe von Tutor-Expertensystemen zu den Zeitpunkten und an den Arbeitsplätzen erfolgen, in bzw. an denen gerade ein Schulungsbedarf - etwa im Hinblick auf die Verwendung eines neuen Instruments der automatenunterstützten

Textverarbeitung - entsteht. Das Warten auf das Angebot entsprechender Schulungskurse entfiere hiermit. Die Minderungen der Leistungsqualität in diesen Wartephasen ließe sich unterbinden.

Die Qualität der Informationsverarbeitung einer speziellen Art, des Treffens von Entscheidungen in Situationen erheblichen zeitlichen Entscheidungsdrucks, kann tendenziell angehoben werden. Dies ist der Fall, wenn Expertensysteme unter solchen engen Zeitbedingungen autonome Entscheidungen treffen, die zuvor von Menschen unter streßfreien Arbeitsbedingungen bei der Erstellung von Wissensbasen sorgfältig vorbereitet wurden.

Verhältnisse dieser Art liegen etwa im Fall des cash managements vor, sofern zur Wahrnehmung liquiditätspolitischer Chancen - oder zur Abwehr entsprechender Risiken - kurzfristig, bei global angelegtem cash management unter Umständen auch außerhalb der regulären Betriebszeit in den Nachtstunden, disponiert werden muß. In ähnlicher Weise kann sorgsam ausgereiftes Expertenwissen unter Realzeitbedingungen dadurch effizient angewendet werden, daß Expertensysteme zur Steuerung von Kernkraftwerken, insbesondere in kritischen Betriebszuständen, eingesetzt werden.

Bei langfristiger Betrachtungsweise läßt sich die Qualität betrieblicher Informationsverarbeitung durch die Konservierung des Wissens von hochqualifizierten Mitarbeitern sichern. Diese könnten eine Unternehmung etwa infolge der Abwerbung durch Dritte oder altersbedingt verlassen. Expertensysteme, in deren Wissensbasen das know how solcher wichtigen Mitarbeiter eingebracht wurde, verhindern dagegen eine "Wissenserosion". Ein Beispiel hierfür ist die Konservierung von Instandhaltungsexpertise, die Fachkräfte im langjährigen Umgang mit anspruchsvollen technischen Systemen (z.B. Flugzeugturbinen oder Betriebssystemen für Automatische Informationsverarbeitungs-Anlagen) erworben haben.

Informationsverarbeitende Leistungen lassen sich auch unter dem Aspekt betrachten, das Erbringen dieser Leistungen als einen Produktionsprozeß sui generis aufzufassen. Es ist möglich, die durchschnittliche Qualität dieser Produktion dadurch zu steigern, daß Qualitätsschwankungen, die für menschliche Arbeit typisch sind, vermieden werden. Z.B. werden "Rosenmontags"-Produkte oder biologisch bedingte "Mittags-Einbrüche" bei der Arbeitsaufmerksamkeit durch die automatische Leistungserstellung unterbunden, wenn der Mensch durch ein Expertensystem vollständig substituiert wird. Dies ist etwa bei Teilen der Korrespondenzverwaltung oder auch beim Abfassen von Diktaten möglich, wenn auf die Aufgaben von Phonotypist(inn)en abgestellt wird.

Aber auch bei informationsverarbeitenden Tätigkeiten, die durch Expertensysteme "nur" halbautomatisch begleitet werden, läßt sich die Arbeitsqualität versteigern. In diesem Fall können Expertensysteme durch ihre beratenden und überprüfenden Hilfestellungen die Funktion von "intelligenten Checklisten" erfüllen, die ihre Benutzer hinsichtlich Vollständigkeit und Konsistenz der Arbeitsergebnisse unterstützen.

Allgemein kann eine Verbesserung des qualitativen Outputs menschlicher Informationsverarbeitung erwartet werden, wenn Arbeitskräfte, die auf Expertensysteme zugreifen, von Routineaufgaben entlastet werden. Infolgedessen verbleibt diesen Arbeitskräften mehr Freiraum, um sich auf "wesentliche" Aufgaben und Informationen zu konzentrieren. In diesem Zusammenhang ist auf Schlagworte wie "Kreativitätsfreisetzung" oder Automaten als "Intelligenzverstärker" zu verweisen. Insbesondere spielt hierbei die Funktion von Expertensystemen, als Informationsfilter zu wirken, eine ausschlaggebende Rolle. Auf sie wurde bereits oben im Kontext der Benutzerfreundlichkeit kooperativer Schnittstellen eingegangen.

Spezielle, auch monetär einschätzbare Nutzensteigerungen lassen sich durch den Einsatz von Expertensystemen erzielen, wenn die kommerzielle Verwertung eigenerstellter Wissensbasen beabsichtigt wird. Falls diese hinreichend portabel sind, ein Erwerbsinteresse Dritter vorliegt und keine Gefahr besteht, durch die Wissensverbreitung strategische Wettbewerbsvorteile einzubüßen, können Zusatzerlöse aus der Verwertung von Expertensystem-Kernen am Softwaremarkt erzielt werden.

Der Einsatz von intelligenten Automaten kann auch außerhalb des Bereichs informationsverarbeitender Prozesse, dort allerdings in geringerem Umfang, zu Nutzenwirkungen führen. Wenn sich die Fertigung materieller Produkte durch Beiträge der KI-Forschung auch dort automatisieren läßt, wo konventionelle Bearbeitungs- und Handhabungsautomaten bisher noch nicht eingesetzt werden konnten, führt die automatische gegenüber der manuellen Fertigungsweise tendenziell zu einer Verstetigung und Erhöhung der Produktqualität. Diese läßt sich wiederum in Zusatzerlöse umsetzen, wenn als "Qualitätsprämie" zusätzliche Aufträge erlangt oder höhere Absatzpreise erzielt werden³⁰⁾.

Die wichtigsten Eigenschaften intelligenter Roboter, die eine solche fortschreitende, qualitätsfördernde Automatisierung der Fertigung materieller Produkte ermöglichen, sind ihre Fähigkeiten zur Bildverarbeitung und zur Auswertung der Informationsmuster von Kraftsensoren. Mit deren Hilfe lassen sich z.B. Kabelbäume bei der Automobilfertigung automatisch verlegen, die infolge mangelnder Steifheit von konventionellen Automaten nicht gehandhabt werden können. Ebenso wird das Bahnschweißen von Produkten mit unregelmäßig verlaufenden,

30) Ähnliche Zusatzerlöse lassen sich als Prämien für eine verbesserte Lieferbereitschaft erzielen. Hierbei liegen jedoch Beiträge der Künstlichen Intelligenz zur Verkürzung der Durchlaufzeiten und zur Erhöhung der betrieblichen Flexibilität zugrunde, die unter der Perspektive produktiver Zielsetzungen nicht näher betrachtet werden; vgl. dazu Zelewski (1986a), S. 1034f.

ex ante nicht vollständig bestimmten Schweißnähten möglich. Schließlich kann die Qualität ausgelieferter Produkte dadurch erhöht werden, daß musterverarbeitende Automaten eine Vollkontrolle aller gefertigten Produkte auf Toleranzüberschreitung (optische Produktvermessung) und Strukturfehler (zerstörungsfreie Werkstoffprüfung) ausführen. Eine solche Vollkontrolle scheidet wegen des immensen Informationsverarbeitungsaufwands im allgemeinen bei der rein manuellen Ausführung aus.

Nutzenminderungen können aus dem Einsatz von Expertensystemen dagegen resultieren, wenn die - weiter unten behandelten - Effekte mangelnder Sozialverträglichkeit zu einer Verschlechterung der subjektiv empfundenen Arbeitsbedingungen führen. In diesem Fall besteht die Gefahr, daß das Arbeitsergebnis - sei es in der Form der Resultate informationsverarbeitender Prozesse oder in der Gestalt materieller Produkte - durch Minderungen der Informationsqualität bzw. der Produkterlöse erheblich leidet.

2.3 Kostenwirkungen

Die potentiellen Kostenwirkungen des Einsatzes von Expertensystemen³¹ umfassen eine Vielzahl von Effekten, von denen nach Einschätzung des Autors die Kostensteigerungen die Kosteneinsparungen tendenziell überwiegen.

Zusatzkosten resultieren zunächst aus der Anforderung, den Automateinsatz zumeist intensiver als im Fall der Einführung konventioneller Computersysteme planen zu müssen. Denn bei den betrieblichen Anwendern liegen in der Regel ein geringerer Kenntnisstand über Konzepte der Künstlichen Intelligenz und kaum Anwendungserfahrungen im Umgang mit Expertensystemen vor.

Erhöhte Kosten der Automatenanschaffung/-herstellung müssen in Rechnung gestellt werden, weil Expertensysteme tendenziell teurer als ihre konventionellen Pendanten ausfallen. Insbesondere entstehen Zusatzkosten für:

- höhere Funktionalität,
- spezielle Hardwareanforderungen (z.B. "LISP-Maschinen") und
- geringere Auflagengrößen, da es sich derzeit zumeist noch um Prototypentwicklungen handelt, die nur geringe Umlagemöglichkeiten der sehr hohen Forschungs- und Entwicklungskosten zulassen.

Eine originäre Wissensakquisition wird erforderlich, wenn seitens der Anbieter von KI-Produkten nur Expertensystem-Schalen ohne anwendungstaugliche Wissensbasen zur Verfügung gestellt werden. Da diese Vorgehensweise zur Zeit vorherrscht - und auch in Zukunft wegen mangelhafter Kenntnisse der Systemanbieter auf dem Gebiet der Systemanwendung zu erwarten ist - bedürfen diese Kosten des knowledge engineering besonderer Beachtung. Sie stellen oftmals den Hauptbestandteil der Einführungskosten intelligenter Automaten dar. Dennoch werden sie häufig von unerfahrenen Anwendern hinsichtlich ih-

31) Vgl. Zelewski (1986a), S. 1001ff.

rer Größenordnung unterschätzt. Obendrein fallen Kosten der Wissensakquisition auch während der Automatenutzung zur "kognitiven Automatenpflege" zwecks Anpassung der Wissensbasen an variierende Automatenanwendungen an.

KI-spezifische Zusatzkosten für Implementierungsmaßnahmen, die der Integration intelligenter Automaten in ihr betriebliches Umfeld dienen, treten vor allem als Folge von Reorganisationserfordernissen³²⁾ und Kompatibilitätsmängeln auf.

Aufbau- und ablauforganisatorische Neugestaltungen werden erforderlich, wenn der Automateinsatz Veränderungen von Arbeitszerlegung und Stellenbeschreibungen bewirkt. Hiermit ist aufgrund einer Tendenz zur Reintegration von Arbeitsinhalten an Arbeitsplätzen, die von Expertensystemen unterstützt werden, zu rechnen. Denn die weiter unten dargelegte Tendenz zur Höherqualifizierung der Benutzer von Expertensystemen führt - in Verbindung mit dem o.a. Effekt der "Intelligenzverstärkung" - dazu, daß sich an einem Arbeitsplatz mehr Arbeitsgänge als zuvor zusammenfassen lassen (job enlargement). Ebenso können die inhaltlichen Anforderungen der Arbeiten, die beim Menschen verbleiben, dadurch steigen, daß Routinetätigkeiten zunehmend auf die Automaten verlagert werden, während dem hiervon befreiten Menschen zusätzliche anspruchsvollere Aufgaben - etwa kreativer oder entscheidender Art - übertragen werden (job enrichment).

Hinzu kommt eine Tendenz zur Entkopplung der Betriebszeit von individuellen Arbeitszeiten durch kooperative Kommunikationsschnittstellen zur betrieblichen Umwelt, durch vollautomatische Fertigungsprozesse und durch die zeitliche Verschiebung von Arbeitsleistungen. Durch Kommunikationsschnittstellen bleibt eine Unternehmung für Externe ansprechbar, auch wenn dies - wie z.B. in den Abendstunden oder an Feiertagen - außerhalb

32) Näheres zu organisatorischen Auswirkungen bei Zewlewski (1986a), S. 1249ff.

der regulären Arbeitszeit erfolgt. Die menschenarme "Fabrik der Zukunft", erlaubt Nacht-, Feiertags- und Sonderschichten ohne die Anwesenheit von Arbeitskräften. Arbeitsleistungen werden zeitlich verschoben, wenn die spätere Inanspruchnahme von Expertenwissen mittels seiner Einbringung in Wissensbasen vorweggenommen wird (vgl. hierzu die o.a. Beispiele der Finanzanalyse und des cash managements).

Da individuelle Arbeitszeiten auf die vorgenannten Weisen nicht mehr streng an die Betriebszeit einer Unternehmung gebunden sind, öffnet sich ein Freiraum zur Flexibilisierung der Arbeitszeit von Arbeitnehmern. Wird dieser Handlungsspielraum genutzt, muß das Zusammenwirken von Menschen und Automaten ablauforganisatorisch neu gestaltet werden.

Inkompatibilitäten zwischen konventioneller "Daten-" und intelligenter "Symbol"verarbeitung führen zu Kosten für die wechselseitige Anpassung dieser beiden Richtungen der Informationsverarbeitung. Sie entstehen z.B. für die Implementierung spezieller Konvertierungsprogramme (die jedoch zur Zeit kaum zur Verfügung stehen) oder für die technische Entwertung derjenigen konventionellen Software, die mit symbolverarbeitenden Automaten nicht zusammenzuarbeiten vermag und in modifizierter Weise neu erstellt werden muß.

Solche Inkompatibilitäten können zwischen der graphisch-numerischen Datendarstellung in konventionellen CAD-Systemen einerseits und der - z.B. prädikatenlogischen - Wissensrepräsentation in Expertensystemen andererseits für die Auftragsverwaltung auftreten. Eine Kopplung dieser Systeme ist wünschenswert, um Kundenanfragen bezüglich der Herstellbarkeit oder der Lieferfristen für Produkte wissensbasiert rasch beantworten zu können. Allgemein führt die Unverträglichkeit konventioneller Programmiersprachen mit den LISP- und PROLOG-Dialekten, die bei der Realisierung intelligenter Automaten vorherrschen, zu erheblichen Integrationschwierigkeiten.

Diese sind derzeit zumeist noch so hoch, daß auf eine informationstechnische und organisatorische Integration der Expertensysteme zugunsten eines "Inselbetriebs" verzichtet wird. Durch diese Automatenisolation erfolgt aber eine Rückkehr zu Organisationskonzepten, die seit der Durchsetzung des Gedankens der integrierten Informationsverarbeitung als überwunden galten. Sie verursachen indirekte Kosten, die als Effizienzverluste infolge des Verzichts auf Integrationsvorteile in Erscheinung treten.

Kosteneinsparungen lassen sich dagegen bezüglich der Schulung von Automatenbenutzern erzielen, sofern die Hypothese einer "Anpassung der Automaten an den Menschen" zutrifft. Sie beinhaltet, daß intelligente Tutor-Komponenten und kooperative Benutzerschnittstellen den Automatenumgang selbst für informationstechnisch nicht vorgebildete Benutzer gegenüber konventionellen Automaten erheblich erleichtern. Zusatzkosten der Benutzerschulung fallen dagegen an, wenn sich die - unter den sozialen Wirkungen näher erläuterte - Hypothese als richtig erweist, die Einführung intelligenter Automaten erfordere eine wesentliche Höherqualifizierung ihrer Benutzer. Der Autor hält die zweite Hypothese für überzeugender, wie im Kontext der problematischen Benutzerfreundlichkeit von natürlichsprachlichen Schnittstellen exemplarisch aufgezeigt wurde.

Im Produktionsbereich lassen sich Kosten bereits bei der Entwicklung neuer Produkte einsparen. CAD-Expertensysteme vermögen durch Rückgriff auf ihr Konstruktionswissen unproduktive Wiederholkonstruktionen zu vermeiden. Ebenso erlauben sie kostensenkende Teile-Standardisierungen im Rahmen von Varianten- oder einer Baukastenkonstruktionen.

Kostensteigerungen fallen dagegen für die automaten-gerechte Änderungs- oder Neukonstruktion von Produkten an, die vor dem Einsatz intelligenter Roboter großenteils von menschlichen Arbeitskräften mit - im Vergleich zu mechanischen Effektoren - höherer manueller Geschicklichkeit gefertigt wurden.

Die automatengerechte Arbeitsvorbereitung kann Zusatzkosten für die Ermittlung neuer Sollzeiten (Vorgabezeiten) verursachen. Denn infolge unterschiedlicher Kinematik und Dynamik von menschlicher Physiognomie einerseits und mechanischen Systemen andererseits kommen gleichartigen Arbeitsgängen oftmals unterschiedliche Zeitbedarfe zu. Mitunter müssen auch neuartige Arbeitsgänge gebildet werden, deren Sollzeiten noch vollständig unbekannt sind.

Zu einer Senkung der Kapitalbindungskosten, d.h. der kalkulatorischen Zinsen, kann es erstens dadurch kommen, daß intelligente Roboter und ähnliche Produktionseinrichtungen zusätzliche personalarme Nacht- und Feiertagsschichten ("Geisterschichten") gestatten. In diesen Schichten können kapitalfreisetzende Zusatzerlöse verdient werden, falls sonst unausführbare Aufträge mit positiven Deckungsbeiträgen vorliegen. Zweitens helfen Expertensysteme zur Sicherung der Betriebsbereitschaft von technischen Anlagen, den Entgang kapitalfreisetzender positiver Deckungsbeiträge zu reduzieren. Dieser fällt als Folge von ausfallbedingten Betriebsunterbrechungen in der Gestalt von Opportunitätskosten nicht ausgeführter Aufträge an.

Material- und Energiekosten lassen sich durch den Einsatz von Expertensystemen vermindern, die wichtige Prozeßparameter dynamisch an wechselnde Prozeßbedingungen anpassen. Diese Parameter werden bei konventioneller Fertigung infolge mangelnder Regelungskapazität zu meist nur zum Prozeßbeginn fixiert. Sie erweisen sich daher situationsspezifisch oftmals als suboptimal. Beispiele für intelligente Parameteranpassungen sind die Regelung von Werkzeugmaschinen durch musterverarbeiten-

de Überwachung der maschinellen Betriebszustände, die Regelung von Schweißwerkzeugen durch Verarbeitung des Schweißbildes und die Höchstlastoptimierung von energieverbrauchenden Systemen.

Einsparungen von Kosten für Wiederhol- und Nacharbeit, für Garantieleistungen oder Produzentenhaftung lassen sich als Folge der bereits oben angesprochenen höheren durchschnittlichen Produktionsqualität von Automaten gegenüber Menschen erzielen. Kosten für die Instandsetzung von Anlagen, die durch die Bearbeitung oder Handhabung fehlerhafter Produkte in Mitleidenschaft gezogen werden, können vermieden werden, wenn solche Werkstücke durch musterverarbeitende Automaten erkannt und ausgesondert werden. Hierzu gehören falsch zugeführte Teilearten, unkorrekt aufgespannte Werkstücke, beschädigte Einbauteile usw.

Kosteneinsparungen hinsichtlich der Aufrechterhaltung der Betriebsbereitschaft werden durch Diagnose-Expertensysteme ermöglicht. Sie können bedrohlichen Anlagenverschleiß durch empirisches tribologisches Wissen über Verschleißprozesse und durch musterverarbeitendes Auswerten der Daten von Sensoren, die den aktuellen Anlagenzustand überwachen, erkennen. Hierdurch lassen sich vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen auslösen, die im Vergleich zu ausfallinduzierten ad hoc-Reparaturen kostengünstiger ausfallen. Falls eine Anlage dennoch ausgefallen ist, hilft die Diagnose- und Reparatur-Expertise von Instandhaltungs-Expertensystemen, die Zeit und den Ressourceneinsatz bis zur Wiederherstellung der Betriebsbereitschaft tendenziell zu senken.

Personalkosten lassen sich einsparen, falls der Einsatz von Expertensystemen tatsächlich zu einer nennenswerten Substitution menschlicher Arbeitskräfte führen sollte. Als Beispiele sei auf die menschenarme, hochgradig automatisierte "Fabrik der Zukunft", auf Möglichkeiten der automatischen Korrespondenzabwicklung, Berichterstellung und Textübersetzung sowie auf die Bedrohung des mittleren Managements verwiesen (auf letz-

tes wird weiter unten näher eingegangen). Allerdings können solche kostensparenden Substitutionen mittelbar kompensiert werden durch Zusatzkosten für Rationalisierungsschutzabkommen (Umsetzungen) und kollektive Sozialpläne oder individuelle Abfindungen (Freisetzungen).

Weitere Kostensteigerungen können durch Effizienzverluste hervorgerufen werden, die einmalig bei der Einführung eines - wie bereits oben angedeutet - noch wenig vertrauten Automatenkonzepts anfallen. Unter widrigen Umständen fallen sie auch infolge dauerhafter Verweigerung der Akzeptanz von Automaten an, die von ihren Benutzern - siehe hierzu die u.a. Probleme mangelhafter Sozialverträglichkeit - als bedrohlich empfunden werden. Reibungsverluste durch innere Emigration, erhöhte Mitarbeiterfluktuation oder gar Beeinträchtigung der Automatenfunktionen (wie etwa der über eine Eingabe-Tastatur versehentlich oder bewußt vergossene Kaffee) müssen in Erwägung gezogen werden.

Zusatzkosten für Projektanpassung oder -abbruch treten auf, wenn nachträglich festgestellt wird, daß ein Projekt zur Einführung von intelligenten Automaten in seiner ursprünglichen Fassung gescheitert ist. Die o.a. informatorischen Defizite betrieblicher Anwender bezüglich der Künstlichen Intelligenz bewirken - verstärkt durch die weiter unten thematisierten möglichen Ursachen der Akzeptanzverweigerung durch die unmittelbaren Automatenbenutzer - ein erhöhtes Risiko der Projektdurchführung.

Mittelbare, allerdings kaum quantitativ zu beziffernde Kosten kann der Einsatz von Expertensystemen dadurch verursachen, daß über die kommerzielle Verbreitung von Wissensbasen anwendungsspezifische Inhalte, die zuvor als betriebsinternes Know-how, als "mentales Kapital" auserlesener Fachkräfte exklusiv vor den Zugriffen Dritter gehütet wurden, allgemein zugänglich werden. Hierdurch würde eine Entwertung des Humankapitals der betroffenen Unternehmung erfolgen, die in Hu-

manvermögensrechnungen ihren betriebswirtschaftlichen Niederschlag erführe.

Ebenso schwierig sind Zusatzkosten zu erfassen, die durch den Einsatz natürlichsprachlicher Automaten verursacht werden könnten, wenn die an früherer Stelle dargelegte Vermutung zutreffen sollte, daß die natürlichsprachliche Mensch-Maschine-Kommunikation ein besonderes Risiko der Fehlinterpretation von Benutzereingaben und Automatenantworten in sich birgt. Dann wären die Folgekosten, die aus solchen Kommunikationsstörungen resultieren, der Benutzerfreundlichkeit natürlichsprachlicher Automatenchnittstellen anzulasten.

3 Soziale Zielsetzungen

Soziale (personalwirtschaftliche) Zielsetzungen werden unter drei Aspekten der sozialen Verantwortbarkeit des Einsatzes von Expertensystemen - ihrer sozialen Verträglichkeit, Beherrschbarkeit und Gestaltbarkeit - besonders akzentuiert³³⁾. Ziel dieser Ausführungen ist es, durch die Gegenüberstellung zweier - in kontrastverstärkender Absicht bewußt überzeichneter - sozialer Wertesysteme die Polyvalenz der Bewertung potentieller sozialer Auswirkungen von Expertensystemen hervorzuheben. War schon die Bewertung der Effizienz des Automateinsatzes von erheblichen Unsicherheiten geprägt, so erweist sich die Betrachtung sozialer Zielsetzungen zusätzlich erschwert durch ihre Abhängigkeit von dem jeweils präferierten Wertesystem und dem hiermit assoziierten Menschenbild.

33) Die Ausführungen beruhen auf Zelewski (1986a), S. 1052ff.; vgl. auch die dort vorgenommenen weiterführenden Literaturangaben. Besonders hervorgehoben seien als Technologiewirkungsanalysen zur Künstlichen Intelligenz, die sich vornehmlich mit Zielsetzungen sozialer Art auseinandersetzen, Brady (1984), S. 67ff.; Gurstein (1985), S. 652ff.; Trappl (1986b), S. 42ff.; Trappl (1986c), S. 1ff.; Schubert (1987a), S. 158ff. Grundlegendes zu den Konzepten sozial-orientierter Technologie-Bewertung findet sich bei Zelewski (1986b), S. 2ff., und den dort angegebenen Quellen.

3.1 Soziale Verträglichkeit

Eine Technologie wird als sozial verträglich bezeichnet, wenn ihre Anwendung mit einem unterstellten Wertesystem - ohne Veränderung der bestehenden gesellschaftlichen Institutionen - vereinbart werden kann. Das Wertesystem I läßt sich charakterisieren durch die Schwerpunkt-Forderungen nach:

- Besitzstandssicherung, und zwar hinsichtlich:
 - = Arbeitsplatz und -einkommen sowie
 - = erworbener Qualifikationen und hiermit verknüpfter Arbeitsinhalte;
 als Komplement der Besitzstandssicherung: Vermeidung von Streß durch Anpassungsdruck bezüglich geänderter Arbeitsverhältnisse oder durch Intensivierung der Arbeit;
- Verringerung sozialer Spannungen durch Angleichung der Arbeitsverhältnisse ("sozialer Friede");
- Autonomie am Arbeitsplatz, d.h. Selbstbestimmung des Arbeitenden in bezug auf Arbeitsinhalte und Arbeitsabläufe ("Selbstentfaltung");
- Freiheit von heteronomer Überwachung der Arbeitsausführung;
- informationelle Selbstbestimmung, d.h. Entscheidung des einzelnen, welche "persönlichen" Informationen unter welchen Bedingungen welchen Empfängern zugänglich gemacht werden;
- Gelegenheit zur sozialen Interaktion inner- und außerhalb der Arbeitszeit.

Dieses Wertesystem läßt sich in grober Annäherung der Interessengruppe der "durchschnittlichen"³⁴⁾ Arbeitnehmer zuordnen, das u.a. durch entsprechende technologische Forderungen ihrer gewerkschaftlichen Inter-

34) Dieses Attribut wird hier nicht wertend, sondern statistisch-deskriptiv verwendet.

essenvertretungen repräsentiert wird. Darüber hinaus wird das Streben, das Kulturgut einer Gesellschaft zu wahren und zu mehren, dem Wertesystem I hinzugefügt.

Die Forderung nach Besitzstandssicherung wird durch Produkte der KI-Technologie in mehrfacher Weise verletzt. Intelligente Automaten bedrohen in ihren beiden Ausprägungen - den intelligenten Robotern und den Expertensystemen - zunächst die Sicherheit von Arbeitsplatz und -einkommen.

Intelligente Roboter gelten als eine wesentliche Voraussetzung zur Verwirklichung der menschenarmen "Fabrik der Zukunft". Mit der Hilfe von Sensoren und zugehörigen mustererkennenden sowie -verarbeitenden Programmen können sie in stochastisch veränderlichen Fabrikumwelten selbständig agieren. Roboter mit solchen Leistungsmerkmalen werden zukünftig Mitarbeiter an Arbeitsplätzen der Teilehandhabung, -transport und -montage ersetzen, die der konventionellen Automatisierungstechnologie noch nicht zugänglich sind. Hinzu kommt die Verdrängung von Arbeitskräften durch muster-verarbeitende Expertensysteme, die vor allem in den Bereichen der Steuerung und Überwachung technischer Anlagen sowie der Sicherung der Produktqualität Anwendung finden.

Expertensysteme werden auch Arbeitsplätze in Unternehmensverwaltungen besetzen, die im Rahmen der Rationalisierung durch konventionelle Automatisierung nicht zur Diskussion standen. In wesentlich geringerem Umfang trifft dies auf Leitungsaufgaben, wie sie z.B. bei Frühwarnsystemen anfallen, zu. Expertensysteme werden insbesondere Arbeitskräfte auf der ausführenden Ebene von Sekretariat und Sachbearbeitung substituieren. Hierzu zählen etwa die automatische Korrespondenzverwaltung, Berichterstellung und Textübersetzung.

Allerdings schätzt der Autor die Freisetzungseffekte im Informationssystem deutlich geringer ein als im Basissystem der unmittelbaren Produktion absatzbestimmter Sachgüter oder Dienstleistungen. Denn im Verwaltungs-

und Leitungsbereich spielen die Nutzensteigerungen durch höhere Arbeitsqualität vermutlich eine wesentlich größere Rolle als Kostenminderungen durch Personaleinsparungen. Dagegen gilt dieses Verhältnis - zumindest in bezug auf die menschenarme "Fabrik der Zukunft" - im Basissystem nicht.

Oftmals wird es sich bei der Verdrängung menschlicher Arbeitskräfte um die relativ monotone, inhaltlich wenig interessante Behandlung von Routinefällen handeln, die jedoch noch so komplex sind, daß sie von konventionellen Automaten nicht ausgeführt werden können. Hierbei tritt die Ambivalenz des technischen Fortschritts deutlich zu Tage: Einerseits werden Arbeitsbedingungen beseitigt, die infolge ihrer Gleichförmigkeit und anspruchslosigkeit zumeist als wenig zufriedenstellend, in extremo sogar als "inhuman" empfunden werden.

Andererseits besteht jedoch das Problem der weitergehenden Beschäftigung derjenigen Arbeitskräfte, die vormals solchen Arbeitsbedingungen unterworfen waren. An ihren gewohnten Arbeitsplätzen werden sie durch Automaten substituiert; für andere Arbeitsplätze besitzen sie häufig nicht die angemessene Qualifikation (hierauf wird weiter unten näher eingegangen). Daher ist zu befürchten, daß die betroffenen Arbeitskräfte oftmals nur noch freigesetzt werden können. Es droht die scheinbar paradoxe Entwicklung einer "humanen Arbeitslosigkeit": Die Arbeitsplätze derer, die weiterhin beschäftigt werden können, werden in "Büro" und "Fabrik der Zukunft" abwechslungsreichere, gehaltvollere Arbeitsbedingungen als in der Vergangenheit aufweisen. Aber dieser Fortschritt wird vermutlich mit der Arbeitslosigkeit jener Arbeitskräfte erkauft, die bei derart veränderten Tätigkeiten nicht mehr benötigt werden.

Im Gegensatz zur Rationalisierung durch konventionelle Automatisierungs-Techniken setzen Expertensysteme das mittlere Management der neuartigen Situation aus, nicht mehr nur über die Einführung von Automaten mitzuentscheiden, sondern durch deren Einsatz auch selbst

verdrängt werden zu können. Sein Arbeitsbereich wird vom Leistungspotential der Expertensysteme erstmals essentiell bedroht. Zugleich wird es aber auch von aufstrebenden Angehörigen des unteren Managements und sogar ehemaligen ausführenden Arbeitskräften bedrängt. Diese vermögen durch inhaltliche Arbeitsanreicherung ihrer Stellen und Höherqualifizierung zunehmend Entscheidungs- und Koordinierungsfunktionen wahrzunehmen, die zuvor dem mittleren Management vorbehalten blieben. Es besteht eine Tendenz zur Verflachung der Organisationshierarchie zu Lasten der mittleren Ebenen durch den Einsatz intelligenter Automaten.

Dies gilt sowohl für Verwaltungsaufgaben im "Büro der Zukunft" - etwa auf der Ebene von Abteilungsleitern - als auch in der "Fabrik der Zukunft" für die Position von Werkmeistern. Ihre Aufgaben bei der Koordinierung von Bürotätigkeiten bzw. Fertigungsaufträgen werden zunehmend von Expertensystemen übernommen. Hierzu zählen beispielsweise Systeme, die das arbeitsteilige Erstellen komplexer Dokumente - wie die o.a. Anfertigung von Jahresabschlüssen - anstoßen und überwachen oder welche die Produktionsplanung und -steuerung im Werkstattbereich vollziehen.

Es ist nicht zu erwarten, daß die vorgenannten Freisetzungseffekte durch die Schaffung neuer Arbeitsplätze - sei es durch die Produktion von Expertensystem-Hardware oder durch die Etablierung neuer Berufsbilder in den Bereichen der Soft- und Orgware - auch nur annähernd kompensiert werden könnten. Als neuartige Beschäftigungsfelder kommen vor allem der "Wissensingenieur" und der "Kommunikationsorganisator" in Betracht.

Erster befaßt sich mit den o.a. Aufgaben der Wissensakquisition und der kognitiven Automatenpflege. Hierzu gehört insbesondere die Übersetzung des zumeist nur vagen, oftmals sogar nur implizit bewußten Expertenwissens in die explizite Darstellungsweise von Wissensbasen. Der Kommunikationsorganisator soll dagegen durch die Vermittlung zwischen Organisations-, Daten-

verarbeitungs- und Fachabteilungen für die Integration von Expertensystemen in ihre betriebliche Anwendungsumgebung sorgen. Dabei steht die Gestaltung der Kommunikationsflüsse zwischen Arbeitskräften und Automaten im Vordergrund. Allein die neuartigen und hochgradig spezialisierten Qualifikationsvoraussetzungen dieser beiden Berufsbilder schließen sie als Auffangbecken für die meisten der freigesetzten Arbeitskräfte aus.

Über die Gefährdung von Arbeitsplatz und -einkommen hinaus werden die Arbeitskräfte, die im Umfeld des Einsatzes von Expertensystemen ihren Arbeitsplatz zu wahren vermögen, häufig einem erheblichen Qualifizierungsdruck ausgesetzt sein. Denn Expertensysteme zeichnen sich durch ihre Wissensbasen aus, in denen (u.a.) menschliches Sachwissen zur Bewältigung von Arbeitsaufgaben akkumuliert und zur problembezogenen Auswertung vorgehalten wird. Arbeitskräfte werden in Konkurrenz zu solchen Automaten langfristig nur dann ihren Arbeitsplatz sichern können, wenn sie so hoch qualifiziert sind, daß sie mindestens über deren (arbeitsplatzspezifisches) Problemlösungspotential verfügen.

Da mit der sukzessiven Ausweitung der Wissensbasen gerechnet werden muß, resultiert ein mutmaßlich permanenter Fortbildungszwang. Dies bedeutet nicht nur Streß infolge eines beständigen Qualifizierungsdrucks, sondern auch eine "kognitive Enteignung" der Arbeitnehmer durch Einbringen ihres Arbeits-Know-hows in Wissensbasen von Expertensystemen. Hinzu kommt für ihre unmittelbaren Benutzer wahrscheinlich noch die Anforderung, zusätzliche Qualifikationen für den Umgang mit dieser komplexen Technologie zu erlernen.

Es zwar wird vielfach die abweichende, bereits zuvor erwähnte Ansicht vertreten, Expertensysteme erlaubten durch ihre benutzerfreundliche - z.B. natürlichsprachliche - Oberfläche auch die Benutzung durch solche Arbeitskräfte, die keine oder nur geringe Vorkenntnisse auf dem Gebiet der automatischen Informationsverarbeitung besitzen. Gegen diese optimistische Einstellung

spricht jedoch, daß der bewußte, u.U. auch kritische Umgang mit einem Instrument nur solchen Benutzern möglich ist, welche die grundsätzliche Funktionsweise des Instruments - vor allem auch dessen Anwendungsgrenzen und -probleme - überblicken. Daher geht der Autor davon aus, daß Benutzer von Expertensystemen oftmals neuartiges Wissen über diese Automatenklasse erwerben müssen, um sie sachkundig bedienen zu können.

Der Streß infolge permanenten Qualifizierungsdrucks kann verstärkt werden durch eine tendenziell erhöhte - hier qualitativ interpretierte - Arbeitsintensität. Diese ist infolge des Umstands zu erwarten, daß an Arbeitsplätzen, die von Expertensystemen unterstützt werden, zunehmend anspruchsvollere Arbeitsinhalte zusammengefaßt werden, weil einfachere Arbeitsaufgaben verstärkt den Automaten übertragen werden. Das Arbeitsspektrum der Mitarbeiter wird dann - von entlastenden Routinetätigkeiten "befreit" - insgesamt dichter und intellektuell belastender.

Auf der anderen Seite eröffnet die Möglichkeit, auf das Wissen zurückzugreifen, das in Expertensysteme aus vielfältigen Wissensquellen eingespeist und dort zu einem weitreichenden Wissensbestand integriert wurde, den Anwendern solcher Automaten die Chance einer rascheren und qualitativ höherwertigen Informationsverarbeitung. Sofern dieses informatorische Erfolgspotential letztlich in Wettbewerbsvorteile am Markt umgesetzt wird, ist zu erwarten, daß die Anwender von Expertensystemen ihre materielle wirtschaftliche Lage in bezug auf solche Konkurrenten, die den Einsatz solcher Automaten unterlassen, zu verbessern vermögen.

Unter diesen Voraussetzungen kann - in Anlehnung an die industriesoziologische These von Kern und Schumann - eine "Segmentierung" (und "Polarisierung")³⁵⁾ der Arbeitsverhältnisse erfolgen: Die Chancen für Arbeitsplatz und -einkommen steigen in solchen Unternehmungen

35) Vgl. Kern (1984), S. 20ff., 89, 191ff., 300ff. u. 318ff.

und Branchen, die sich frühzeitig der KI-Technologie öffnen, zu Lasten derer, welche auf die (möglichen) wirtschaftlichen Vorteile dieser Technologie - vor allem aufgrund sozialer Wertvorstellungen - verzichten. Hierdurch würde das Ziel, soziale Spannungen durch Angleichung der Arbeitsverhältnisse abzubauen, verletzt. Dieser Aspekt klingt bereits oben angesichts der Befürchtung einer "humanen Arbeitslosigkeit" an.

Diese Segmentierungstendenz kann sich auf internationaler Ebene dadurch fortsetzen, daß einzelne Nationen im Rahmen eines technologiepolitischen Protektionismus die Verbreitung von intelligenten Automaten - insbesondere ihrer Wissensbasis-Komponenten - und von Werkzeugen zu ihrer Herstellung unterbinden, um am Weltmarkt konkurrierende Nationen zu behindern. Eine solche Beschränkung des Wissenstransfers über die Landesgrenzen hinweg läßt sich beispielsweise zur Zeit auf dem Gebiet konventioneller Datenbanken beobachten. Sie wird im Rahmen der Cocom-Vereinbarungen derzeit auch schon auf den Bereich intelligenter Automaten ausgedehnt³⁶⁾.

Der Wert der Autonomie am Arbeitsplatz wird durch die Anwendung von Expertensystemen verletzt, sofern die Wirkungshypothese der Erstarrung und Reduzierung von Arbeitsabläufen und -inhalten zutreffen sollte. Diese Hypothese beruht auf Erfahrungen aus dem Umgang mit der konventionellen Datenverarbeitung, daß die Arbeitsabläufe und -inhalte der Menschen weitgehend auf die "Sachzwänge" der Automaten ausgerichtet, insbesondere auf die starren Schablonen ihrer "formalisierten" Prozeduren eingeengt ("reduziert") werden. Zusätzlich wird (implizit) unterstellt, daß sich die zugrundeliegenden Automaten-Strukturen nur schwer ändern lassen. Hierdurch komme es zu einer Erstarrung der Arbeitsweise des Menschen unter einseitiger Anpassung an die Strukturvorgaben der Informationstechnologie.

36) Vgl. o.V. (1984b), S. 1ff.

Der erwartete breite Einsatz von arbeitsunterstützenden Expertensystemen veranlaßt zu der Befürchtung, daß die Arbeitstätigkeit einer verstärkten mittelbaren Überwachung ausgesetzt ist. Denn es liegt nahe, einen informationsverarbeitenden Automaten nicht nur zur Bewältigung arbeitsplatzbezogener Aufgaben einzusetzen, sondern ihn zugleich auch Informationen über Dauer, verwendete Hilfsmittel und Qualität der Aufgabebearbeitung sammeln, auswerten und weiterleiten zu lassen. Natürlichsprachliche Automaten könnten zudem verwendet werden, um informelle Gespräche der Arbeitskräfte - etwa durch Auswertung ihrer Telefonate - zu kontrollieren. Derart begründete Furcht vor dem "gläsernen" Arbeitnehmer verletzt den Wert der Freiheit von heteronomer Überwachung am Arbeitsplatz.

Ferner würde unter einer solchen intensiven Arbeitsüberwachung das Bedürfnis nach informationeller Selbstbestimmung leiden. Hinzu kommt die noch ungeklärte Frage, ob sich eine Arbeitskraft gegenüber der o.a. "kognitiven Enteignung" dadurch wehren kann, daß sie sich unter Berufung auf ihr informationelles Selbstbestimmungsrecht weigert, das im Arbeitsleben erworbene aufgabenspezifische Know-how in die Wissensbasis eines Expertensystems einzubringen.

Die Gelegenheit zur sozialen Interaktion kann ebenfalls eingeschränkt werden. Die verstärkte Arbeitsabwicklung über Expertensysteme würde die vormals zur Arbeitserfüllung erforderliche Kommunikation zwischen Mitarbeitern verringern. Die Verwirklichung der menschenarmen "Fabrik der Zukunft" führte zu kleinen Restbelegschaften, die vornehmlich Aufgaben der Steuerung und Instandhaltung von Fertigungsanlagen wahrnehmen müssen. Innerhalb der weitgehend automatisierten Fabrik wären sie räumlich oftmals derart weit voneinander entfernt tätig, daß eine natürliche zwischenmenschliche Kommunikation kaum noch zustandekäme.

Ferner besteht - in Verbindung mit Neuerungen der Telekommunikations-Technologie - die Möglichkeit einer zunehmenden zeitlichen Entkopplung zwischen Angebot und Nachfrage von Arbeitsleistungen. Als Beispiele seien Routineauskünfte von Unternehmensverwaltungen gegenüber der interessierten Öffentlichkeit, gegenüber Arbeitssuchenden oder gegenüber Kunden im Bereich von weitgehend standardisierten Produkten angeführt. Diese lassen sich zunehmend auf natürlichsprachliche Automaten übertragen. Die Eingabe des erforderlichen Auskunftswissens wäre weder an die Zeiten des Auskunftbegehrens noch an die regulären Arbeitszeiten der Betriebe gebunden. Sie könnte als Telearbeit von einer Arbeitskraft zu individuell bestimmten Arbeitszeiten erfolgen. Gleiches gilt für das Einbringen von Expertenwissen in die Wissensbasis eines Beratungssystems.

Falls diese zeitliche Entkopplung von Arbeitsangebot und -nachfrage auf eine entsprechende Flexibilisierung der individuellen Arbeitszeiten fortwirkt, würden unter derzeit herrschenden Verhältnissen die Chancen der außerbetrieblichen sozialen Interaktion vermindert. Denn die Mehrzahl interaktionsvermittelnder öffentlicher Veranstaltungen orientiert sich an kollektiv genormten Arbeitszeiten, insbesondere am arbeitsfreien Wochenende. Würde dieses stabile Gefüge von gesellschaftlich weitgehend parallel verlaufender Arbeits- und Freizeit durch individuelle Arbeitszeiten aufgelöst, könnten die traditionell gewachsenen Kontaktmöglichkeiten nicht mehr im gewohnten Ausmaß genutzt werden.

Aus der Wissensakkumulation in Expertensystemen läßt sich mittelbar auf die Gefahr einer "kollektiven Verdummung" schließen. Diese Wirkungshypothese unterstellt, daß breite Segmente einer Gesellschaft, die nicht mit der Pflege der Wissensbasen von intelligenten Automaten beschäftigt sind, ihren persönlichen Wissenserwerb in dem Glauben einschränken, im Falle des Wissensbedarfs auf ein beratendes Expertensystem zurück-

greifen zu können. Zugleich bedeute das Festschreiben von Wissensinhalten in Expertensystemen, daß der Wissensbestand einer Gesellschaft auf dem Status quo - zumindest über längere Zeiträume hinweg - eingefroren werde. Hierdurch träte langfristig eine Behinderung, wenn nicht gar Erlahmung des kulturellen Fortschritts in kognitiver Hinsicht ein. Allerdings muß für die Geltung dieser Verdummungs-Hypothese der o.a. permanente Qualifizierungsdruck negiert werden. Oder der Geltungsbereich dieser Hypothese wird auf Benutzer von Expertensystemen eingeschränkt, die nicht in Substitutionskonkurrenz mit diesen Automaten stehen.

Darüber hinaus wird befürchtet, eine Verarmung jener menschlichen Fähigkeiten, die nicht dem "Paradigma der Wissensverarbeitung" entsprechen, könne dadurch ausgelöst werden, daß Expertensysteme immer weitere Bereiche menschlicher Arbeitsleistungen durchdringen und hierbei - entsprechend der o.a. Reduktionismus-Hypothese - genuin menschliche Verhaltensweisen verdrängen. Vor allem menschliche Kreativität und Intuition seien durch den wachsenden Anteil der Mensch-Maschine-Kommunikation am Arbeitsleben als kulturelle Werte gefährdet.

Das Wertesystem II teilt mit dem vorgenannten Wertesystem I nur das Streben nach Autonomie am Arbeitsplatz, während die übrigen sozialen Werte in den Hintergrund treten. Darüber hinaus wird das Autonomieideal im Sinne einer Selbstentfaltung, die vom Besitzstandsdenken losgelöst ist, stärker ausgestaltet. Eine Technologie wird positiv bewertet, wenn sie das Potential für die Selbstverwirklichung am Arbeitsplatz durch Eröffnung neuer, anspruchsvollerer Arbeitsinhalte - einschließlich erhöhter Qualifikationsinhalte - fördert. Das breite Spektrum sozialer Werte des Systems I verengt sich hier prima facie auf das weitgehend individualistisch geprägte Selbstentfaltungsstreben.

Mittelbar können hierauf aber auch soziale Wertvorstellungen gegründet werden, wie z.B. die einer "offenen Gesellschaft", die durch Befreiung von kollektiv vermittelten Konformitätszwängen neue Spielräume für die Koexistenz unterschiedlicher Lebensauffassungen entstehen läßt. Ebenso ist es möglich, den Wert kulturellen Reichtums aus dem o.a. Wertesystem I im Rahmen dieses individualistisch-pluralistischen Ansatzes zu verankern. Das Wertesystem II kann einer Interessengruppe zugeordnet werden, die zuweilen als "aufstrebende technische Intelligenz" oder "geistiges Reservoir von Unternehmungsaus- und -neugründungen" bezeichnet wird.

Der Einsatz von Expertensystemen läßt sich aufgrund der bereits oben erfolgten Ausführungen mit dem Wert der Selbstentfaltung durch neue, anspruchsvollere Arbeitsinhalte vereinbaren. Denn einerseits erfolgt in der intelligent automatisierten "Fabrik der Zukunft" eine Verschiebung von einfacheren ausführenden Verrichtungen in der konventionellen Teilefertigung und -montage hin zu Aufgaben der Produktionsplanung und -steuerung sowie der Instandhaltung. Andererseits führt die Nutzung gehaltvoller Wissensbasen von Expertensystemen in Verbindung mit den o.a. Stimuli fortwährender Höherqualifizierung tendenziell zu einer Bereicherung der Arbeitsinhalte jener Arbeitsplätze, die dem Automaten-einsatz nicht zum Opfer fallen.

Parallel zur inhaltlichen Arbeitsanreicherung wird von Befürwortern der KI-Technologie darauf hingewiesen, daß gerade die anspruchsvolle Konzeption intelligenter Automaten eine flexiblere - und somit auch individuellere - Gestaltung von Arbeitsabläufen erlaube. Im Gegensatz zur Erstarrungs-Hypothese gehen sie davon aus, daß Leistungsmerkmale wie Natürlichsprachlichkeit und Erklärungsfähigkeit erstmals in nennenswertem Umfang zulassen, die Strukturen der automatischen Informationsverarbeitung an die Denkstrukturen und Verhaltensgewohnheiten des Menschen als Automatenbenutzer anzupas-

sen ("Softwareergonomie"). Infolgedessen wachse die Autonomie am Arbeitsplatz.

Entgegen der o.a. Verdummungs-Hypothese können Vertreter des Wertesystems II die konträre Hypothese aufstellen, die Akkumulation von Wissen in Expertensystemen bewirke die Integration zuvor isolierter, der zusammenhängenden Auswertung verschlossener Wissensquellen, die von einzelnen Experten als deren geistiges Eigentum und berufliche Existenzgrundlage exklusiv genutzt wurden. Expertensysteme schafften hingegen ein allgemein zugängliches "kognitives Medium", das den frei verfügbaren Wissensbestand einer Gesellschaft nicht nur vergrößere, sondern in Verbindung mit Technologien der Wissensverbreitung (Telekommunikation) und Wissensauswertung darüber hinaus kollektive Prozesse der Wissensverbreiterung und -intensivierung stimulierere.

Ferner schränke die natürlichsprachliche Kommunikationsmöglichkeit nicht mehr die menschliche Kreativität und Intuition ein, weil auf diese Weise die Benutzung von Expertensystemen keinem reduktionistischen Einfluß formalisierter maschineller Informationsverarbeitung unterworfen sei. Vielmehr böte das Konzept kooperativer Schnittstellen eine Vielfalt von Ansatzpunkten nicht-formalisierter Kommunikation, die auch Bedeutungen von Benutzeräußerungen (semantischer Aspekt) und Absichten dieser Benutzer (pragmatischer Aspekt) umfasse. Hinzu komme der Effekt der mittelbaren Kreativitätsfreisetzung durch Befreiung der Automatenbenutzer von Routineaufgaben.

Unter solchen Voraussetzungen eröffnet die KI-Technologie die Chance, die kulturelle Entwicklung einer Gesellschaft nicht einzuschränken, bei wohlwollender Betrachtung sogar zu fördern ("kollektiver Intelligenzverstärker"). Allerdings müßte gewährleistet sein, daß die oben angesprochene, protektionistisch motivierte Beschränkung des Zugriffs auf Wissensbasen nicht erfolgt.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die KI-Technologie im groben Raster der Wertesysteme I und II ambivalent erscheint: Im Sinne des erstgenannten stellt sie sich in mehrfacher Hinsicht als sozial unverträglich heraus. Aus der Perspektive des zweitgenannten kann sie dagegen als sozial verträglich bezeichnet werden. Hieraus läßt sich folgern, daß der Begriff der Interessen(gruppen)verträglichkeit den Sachverhalt der Technologie-Bewertung treffender bezeichnet als der Begriff der Sozialverträglichkeit. Letzter suggeriert - im Widerspruch zur realen Vielfalt divergierender Wertvorstellungen - zu Unrecht ein homogenes gesellschaftliches Wertesystem.

3.2 Soziale Beherrschbarkeit und Gestaltbarkeit

Abschließend sei ein Ausblick auf zwei weiter gefaßte Konzepte der Technologie-Bewertung - das der sozialen Beherrschbarkeit und das der sozialen Gestaltbarkeit - unternommen. Eine Technologie gilt als sozial beherrschbar, wenn sich ihre Anwendung und die gesellschaftlichen Institutionen so aufeinander abstimmen lassen, daß das jeweils vorausgesetzte Wertesystem erfüllt wird. Als Institutionen werden hierbei im umfassenden Sinne Einrichtungen verstanden, die gesellschaftliche Regelungen (Normen) hinsichtlich des Umgangs mit der betrachteten Technologie verankern.

Mit dem Konzept der sozialen Beherrschbarkeit läßt sich die Frage aufgreifen, ob die KI-Technologie in ein modifiziertes System gesellschaftlicher Institutionen so eingebettet werden kann, daß es gerechtfertigt erscheint, sie auch im Hinblick auf das o.a. Wertesystem I als sozial verantwortbar zu bezeichnen. Diesbezüglich erforderliche Regelungen seien hier nur exemplarisch und stark gerafft angeführt.

Dem Wert der Besitzstandssicherung kann durch Rationalisierungsschutzabkommen Rechnung getragen werden. Ihre Realisierungschance hängt allerdings von der Bereitschaft potentieller Anwender von Expertensystemen ab, auf erhoffte Wettbewerbsvorteile dieser Technologie - zumindest teilweise - durch die Sozialkosten solcher Abkommen zu verzichten. Dies wäre um so weniger erforderlich, je mehr das Argument der Nutzensteigerung das der Kosteneinsparung bei der Automateinführung überwiegt. Mittelbar können monetäre Besitzstände auch dadurch gesichert werden, daß die Entgelt-Bemessung vermehrt auf abstrakte Größen, wie z.B. die Aufrechterhaltung eines reibungslosen Produktions- oder Verwaltungsablaufs, bezogen wird. Hiermit würde die Entgelthöhe nicht mehr so stark von Änderungen der Arbeitsinhalte betroffen.

Dem Streß durch Druck zu permanenter Fortbildung ließe sich dadurch begegnen, daß Arbeitsverträge aufgrund erworbener Qualifikationen abgeschlossen werden. Wegen der immanenten Verhinderung der Teilnahme am technologischen Fortschritt erscheint dieser Weg jedoch unwahrscheinlich. Vielmehr liegt es - in Anlehnung an die Fortbildungsthese von Staudt³⁷⁾ - nahe, in aktuellen Verhandlungen über kollektive Arbeitszeitverkürzungen die eingesparte Arbeitszeit (bei vollem Lohnausgleich) nicht als Freizeit, sondern als Zeit der institutionell abgesicherten und voll entgoltenen Weiterbildung zu nutzen. Auf diese Weise würde z.B. ein großer Teil der außerbetrieblichen Weiterbildung, die als Umschulung unter dem demotivierenden Einfluß der Arbeitslosigkeit erfolgt, in die (inner)betrieblichen Qualifizierungsmaßnahmen zurückverlagert.

Die Furcht vor "kognitiver Enteignung" und Verletzung der informationellen Selbstbestimmung könnte zwar nicht eliminiert, aber doch verringert werden. Hierzu sind arbeitsrechtliche Regelungen erforderlich, die festlegen, unter welchen Bedingungen das Einbringen von Arbeitnehmerwissen in Wissensbasen und die Überwachung der Arbeitnehmertätigkeit durch arbeitsunterstützende Automaten zulässig oder verboten sind. Damit eng verbunden ist eine Fortentwicklung der Bestimmungen des Datenschutzes hinsichtlich der neuartigen Leistungsmerkmale von Expertensystemen. Im Gegensatz zum Atom-, Arzneimittel- oder Baurecht fehlt noch ein ausgearbeitetes Informationsrecht.

Weitere juristische Regelungsdefizite bestehen auf dem Gebiet der Produkthaftung. So ist es möglich, daß Expertensystem-Anwender zu nachteilhaften Entscheidungen verleitet werden, weil sie nicht korrekt arbeitende Werkzeuge zur Erstellung von Wissensbasen oder inhaltlich bereits gefüllte, aber fehlerhafte Wissensbasen erworben und den Entscheidungsempfehlungen hierauf fußender Expertensysteme vertraut haben. Für solche Fälle

37) Vgl. Staudt (1986), S. 11.

ist festzulegen, ob die Veräüßerer der fehlerhaften Produkte für die Folgen solcher Fehlentscheidungen aufkommen müssen oder ob Fehlentscheidungen grundsätzlich dem "Managementrisiko" der Entscheidungsträger zugerechnet werden. Ferner wäre die prozeßtechnisch erhebliche Frage zu klären, wer die Beweislast einer Verursachung von Fehlentscheidungen durch fehlerhafte Expertensysteme oder deren Vorprodukte zu tragen hat³⁸⁾.

Unter internationaler Perspektive müßten Konventionen zur Gewährleistung eines ungehinderten Wissenstransfers erarbeitet werden, um Spannungen infolge informationstechnologischer Diskriminierungen zu verhindern (Cocom-Liste).

Gelegenheiten zur sozialen Interaktion ließen sich bei einer verstärkten zeitlichen Entkopplung von Arbeitsangebot und -nachfrage nur dann ungeschmälert aufrechterhalten, wenn auch die starren Schemata gesellschaftlicher Kontaktmöglichkeiten flexibler gestaltet würden. Z.B. dürften sie nicht auf die frühen Abendstunden und Wochenenden konzentriert bleiben.

Es läßt sich das Fazit ziehen, daß die KI-Technologie im Sinne des Wertesystems I in eingeschränkter Weise sozial beherrscht werden könnte, hierzu aber einige erhebliche Veränderungen gesellschaftlicher Institutionen erforderlich wären, deren politische Durchsetzung - zumindest kurzfristig - fragwürdig erscheint. Zudem kann nicht die Einhaltung aller sozialen Werte gewährleistet werden. Insbesondere ist nicht zu erwarten, daß sich eine Verringerung sozialer Spannungen durch Angleichung der Arbeitsverhältnisse zwischen den Lagern

38) Einen exotisch anmutenden, doch interessanten Aspekt der Rechtsfortbildung bildet die Frage, ob intelligenten Automaten - aus juristischer Sicht - der Status einer rechts- und verantwortungsfähigen "Person" zuerkannt werden sollte; vgl. Willick (1983), S. 5ff. Die Lösung dieses Problems würde auch einen Beitrag zu der o.a. Diskussion liefern, wer ("was") für Fehlentscheidungen aufgrund des Vertrauens in die korrekte Funktionsweise von Expertensystemen haftet.

der Anwender und der Nichtanwender von Expertensystemen erreichen läßt. Dies gilt zumindest so lange, wie an einer Wirtschaftsverfassung mit Wettbewerbscharakter festgehalten wird. Die Autonomie am Arbeitsplatz sowie die Wahrung und Mehrung kognitiven Kulturguts werden nur dann nicht verletzt, wenn sich die Wirkungs-Hypothesen der Anhänger des Wertesystems II - im Widerspruch zur Erstarrungs- und Verdummungs-Hypothese - als zutreffend herausstellen sollten.

Über das Konzept der sozialen Beherrschbarkeit hinaus weist das der sozialen Gestaltbarkeit. Eine Technologie wird als sozial gestaltbar angesehen, wenn ihre Anwendung und die gesellschaftlichen Institutionen so aufeinander abgestimmt werden können, daß das Resultat mit einem als wünschenswert ausgezeichneten Wertesystem übereinstimmt. Im Rahmen dieser Ausführungen ist es nicht möglich, einen Diskurs über Wertesysteme aufzunehmen, die keineswegs faktisch existieren, sondern nur als erstrebenswert denkmöglich sein müssen. Aber der Hinweis auf die eingangs erwähnten Wertesysteme I und II läßt anklingen, daß z.B. die hiervon implizierte Verschiebung gesellschaftlich erwünschter Werte in Richtung auf ein Menschenbild mit tendenziell konservativem bzw. expansivem Charakter auch eine Veränderung des Urteils über die soziale Verantwortlichkeit der KI-Technologie nach sich ziehen würde.

Im Kontext des aktuell diskutierten - angeblichen oder faktischen - Wertewandels ließe sich der Frage nachgehen, ob Expertensysteme einer Stärkung "postindustrieller" Werte zugute kämen, indem z.B. anstelle des materiellen Besitzstandsdenkens Kreativität und Selbstentfaltung stärker in den Vordergrund träten. Zur Verteidigung dieser Ansicht sind allerdings die Argumentationsweisen Voraussetzung, die oben zugunsten des Wertesystems II erfolgten.

Um in dieser dynamischen Hinsicht die KI-Technologie als sozial gestaltbar einzustufen, müßten jedoch mehrere Voraussetzungen erfüllt sein. Erstens wäre die Gültigkeit der Wirkungs-Hypothese zu bestätigen, daß der Einsatz von Expertensystemen nicht zu einer Erstarrung und Reduzierung, sondern zu einer Flexibilisierung und inhaltlichen Erweiterung der Arbeitsprozesse führt. Zweitens müßten im Sinne der oben erfolgten Anmerkungen zur sozialen Beherrschbarkeit Regelungen geschaffen werden, welche die Probleme der Überwachung am Arbeitsplatz, der Einschränkungen informationeller Selbstbestimmung und abnehmender sozialer Interaktionsmöglichkeiten weitgehend überwinden.

Zuletzt bedürfte es einer Revision des vorherrschenden menschlichen Selbstwertgefühls. Zur Zeit dominiert eine Grundhaltung, die Computer im allgemeinen - und Expertensysteme im besonderen - als Maschinen begreift, die dem Menschen wesensfremd gegenüberstehen und ihn bezüglich seiner materiellen und kognitiven Besitzstände bedrohen. Eine alternative Einstellung zum Computer betrachtet diesen als genuin menschliches Kulturprodukt.

Analog zu Schrift und Druckerzeugnissen, die sich (u.a.) als kulturelle Erweiterungen der physiologisch begrenzten Gedächtniskapazität des Menschen deuten lassen und nicht (mehr) als Bedrohung, sondern als Inbegriff humaner Lebensverhältnisse erscheinen, können auch die "Künstliche" Intelligenz und ihre Implementierungen in intelligenten Automaten als "Intelligenzverstärker" angesehen werden. Einem veränderten menschlichen Selbstwertgefühl entsprechend stehen sie nicht mehr dem menschlichen Denken als maschinelles Informationsverarbeiten gegenüber, sondern bedeuten eine Fortsetzung des menschlichen Denkens in einem materiell neuen Medium, eine "symbiotische" Ergänzung der menschlichen Intelligenz.

Ob die voranstehend kurz gestreiften institutionellen und wertbezogenen Veränderungen im Rahmen einer sozial gestalteten Anwendung der KI-Technologie tatsächlich erwogen und gegebenenfalls auch in Angriff genommen werden, bleibt zur Zeit der Spekulation überlassen. Aber das Konzept der sozialen Gestaltbarkeit eröffnet durch seinen Denkansatz, neben Anwendungsformen einer Technologie und gesellschaftlichen Institutionen auch Wertvorstellungen als veränderlich zu betrachten, den Blick - und somit auch den (technologie)politischen Diskurs - für solche weiterreichenden Überlegungen.

Literaturverzeichnis

Austin, H.: Market Trends in Artificial Intelligence, in: Reitman, W. (Hrsg.): Artificial Intelligence Applications For Business, Proceedings of the NYU Symposium, 18.-20.05.1983 in New York, Norwood 1984, S. 267-285.

Bergmann, H.; Gerlach, M.; Hoepfner, W.; Marburger, H.: Beratung und natürlichsprachlicher Dialog - eine Evaluation von Systemen der Künstlichen Intelligenz, Bericht Nr. 8, Verbundvorhaben WISBER, Hamburg 1986.

Bernold, T.; Albers, G. (Hrsg.): Artificial Intelligence: Towards Practical Application, Proceedings of the Joint Technology Assessment Conference, 12.-13.04.1984 in Rüslikon, Amsterdam - New York - Oxford 1985 (a).

Bernold, T.: Aspects of technology assessment - the future role of artificial intelligence, in: R&D Management, Vol. 15 (1985), S. 179-182 (b).

Bernold, T. (Hrsg.): Artificial Intelligence in Manufacturing - Key to Integration?, Proceedings of the Technology Assessment and Management Conference, 7.-8.11.1985 in Rüslikon, Amsterdam - New York - Oxford - Tokyo 1987.

Boden, M.: Artificial Intelligence and "Natural Man", in: Bernold, T.; Albers, G. (Hrsg.): Artificial Intelligence: Towards Practical Application, Proceedings of the Joint Technology Assessment Conference, 12.-13.04.1984 in Rüslikon, Amsterdam - New York - Oxford 1985, S. 221-227.

Boden, M.: Impacts of Artificial Intelligence, in: Trappl, R. (Hrsg.): Impacts of Artificial Intelligence - Scientific, Technological, Military, Economic, Social, Cultural, and Political, Amsterdam - New York - Oxford 1986, S. 64-76.

Brady, J.M.: The social implications of AI, in: Yazdani, M.; Narayanan, A. (Hrsg.): Artificial intelligence: human effects, New York - Chichester - Brisbane - Toronto - 1984, S. 67-72.

Busemann, S.: Eindrücke von der 6. ECAI-84, in: Rundbrief des Fachausschusses 1.2 Künstliche Intelligenz & Mustererkennung in der Gesellschaft für Informatik, Nr. 35/36 (1984), S. 21-22.

Butler, K.A.: Application of Correlation Measures for Validating Structured Selectors, in: o.V.: Proceedings of the Third Conference on Artificial Intelligence Applications, 23.-27.02.1987 in Hyatt Orlando/Kissimmee, Washington 1987, S. 327-330.

Daniel, M.; Clemens-Schwartz, B.; Striebel, D.: Künstliche Intelligenz, Expertensysteme - Anwendungsfelder, neue Dienste, soziale Folgen, in: o.V.: Abstracts zum Workshop Diagnostik-Expertensysteme, 17.03.1988 in Karlsruhe, Karlsruhe 1988, S. 6.4 - 6.5.

Fausser, A.; Rathke, C.: Studie zum Stand der Forschung über natürlichsprachliche Frage/Antwort-Systeme, Forschungsbericht ID 81-006 - Information und Dokumentation - für das Bundesministerium für Forschung und Technologie, Stuttgart 1981.

Firschein, O.; Fischler, M.A.; Coles, L.A.: Forecasting and Assessing the Impact of Artificial Intelligence on Society, in: o.V.: Third International Joint Conference on Artificial Intelligence - Advance Papers of the Conference (IJCAI-73), 20.-23.08.1973 in Stanford, o.O. (Menlo Park) 1973, S. 105-120.

Gaschnig, J.: Preliminary Performance Analysis of the PROSPECTOR Consultant System for Mineral Exploration, in: o.V.: IJCAI-79, Proceedings of the Sixth International Joint Conference on Artificial Intelligence, 20.-23.08.1979 in Tokyo, o.O. (Stanford) 1979, Vol. 1, S. 308-310.

Gaschnig, J.: An Application of the PROSPECTOR System to DOE's National Uranium Resource Evaluation, in: o.V.: Proceedings of the First Annual National Conference on Artificial Intelligence, AAAI-80, 18.-21.08.1980 in Stanford, o.O. (Menlo Park) 1980, S. 295-297.

Gaschnig, J.: Application of the PROSPECTOR system to geological exploration problems, in: Hayes, J.E.; Michie, D.; Pao, Y.-H. (Hrsg.): Machine Intelligence 10: Intelligent Systems - Practice and Perspective, New York - Chichester - Brisbane - Toronto 1982, S. 301-323.

Gaschnig, J.; Klahr, P.; Pople, H.; Shortliffe, E.; Terry, A.: Evaluation of Expert Systems: Issues and Case Studies, in: Hayes-Roth, F.; Waterman, D.A.; Lenat, D.B. (Hrsg.): Building Expert Systems, Teknowledge Series in Knowledge Engineering Vol. 1, Reading - London - Amsterdam - Don Mills - Sydney - Tokyo 1983, S. 241-280.

Gill, K.S. (Hrsg.): Artificial Intelligence for Society, Chichester - New York - Brisbane - Toronto - Singapore 1986.

Groß, J.: Expertensysteme: Spielerei oder Zukunftstechnologie? - Leistungsfähigkeit, Einsatzgebiete, Rahmenbedingungen, in: o.V.: KOMMTECH'85, 2. Deutsche Kommunikationsmesse (Fachmesse für Mikrocomputer, Bildschirmtext und Bürokommunikation - Anwendungen für Büro und Betrieb, Heim und Hobby), Symposium M: Neue Wege der Mensch/Computer-Interaktion; Fortschritt der Software-Ergonomie, 29.-31.05.1985 in Karlsruhe, Wiesbaden 1985, S. 6M-1 - 6M-12.

Gurstein, M.: Social Impacts of Selected Artificial Intelligence Applications - The Canadian context, in: Futures, Vol. 17 (1985), S. 652-671.

Habel, C.; Rollinger, C.-R.: Benutzerorientierte Kommunikationssysteme - Ein Beitrag der Künstlichen Intelligenz, in: Wissenschaftsmagazin der Technischen Universität Berlin, o.Jg. (1984), Heft 6, S. 67-70.

Heeffer, A.: Benchmarking AI Software for PC's, Arbeitspapier, präsentiert anlässlich: Workshop on Expert Systems on PCs, 21.-22.04.1986 in Brüssel, Ghent - Kortrijk 1986, S. 1-14.

Hein, U.: Wissensbasierte Informationssysteme in einer wissensorientierten Industrie, in: Balzert, H.; Heyer, G.; Lutze, R. (Hrsg.): Expertensysteme '87 - Konzepte und Werkzeuge, Fachtagung des German Chapter of the ACM, 7.-8.04.1987 in Nürnberg, Stuttgart 1987, S. 471-474.

Hinterhuber, H.H.; Kritzler, T.: Technologiewirkungsanalyse, in: Kern, W. (Hrsg.): Handwörterbuch der Produktionswirtschaft, ungekürzte Sonderausgabe zur 1. Aufl. 1979, Stuttgart 1984, Sp. 1930-1938.

Holroyd, P.: Expert systems - socio-technical overview, in: R&D Management, Vol. 15 (1985), S. 175-178.

Howard, G.J.: Art and Design: AI and Its Consequences, in: Gill, K.S. (Hrsg.): Artificial Intelligence for Society, Chichester - New York - Brisbane - Toronto - Singapore 1986, S. 125-140.

Hüsch, H.-W.; Staudt, E.: The Influence of Artificial Intelligence on Organizational Structure and Rationalization, in: Bernold, T.; Albers, G. (Hrsg.): Artificial Intelligence: Towards Practical Application, Proceedings of the Joint Technology Assessment Conference, 12.-13.04.1984 in Rüschnikon, Amsterdam - New York - Oxford 1985, S. 189-200.

Johanser, J.S.; Harbidge, R.M.: Validating expert systems: problems & solutions in practice, in: o.V.: Knowledge Based Systems, Proceedings of the international conference, im Juli 1986 in London, London - New York 1986, S. 215-229.

Kaplan, S.J.: The Industrialization of Artificial Intelligence, in: Kowalik, J.S. (Hrsg.): Knowledge Based Problem Solving, Englewood Cliffs 1986, S. 311-324.

Karlgren, H.; Walker, D.E.: Economic Impact of Research on Natural Language, Preprint eines Beitrags, präsentiert anlässlich: 40th FID Congress, 18.-21.08.1980 in Kopenhagen, S. 1-11. (Auch veröffentlicht in: Ammundsen, V. (Hrsg.): Organization and Economics of Information and Documentation, Proceedings of the 40th FID Congress, 18.-21.08.1980 in Kopenhagen, Den Haag 1982, S. 193-199.)

Kern, H.; Schumann, M.: Das Ende der Arbeitsteilung? - Rationalisierung in der industriellen Produktion: Bestandsaufnahme, Trendbestimmung, München 1984.

Koenemann, J.: Auswirkungen von Expertensystemen - Ansätze einer Technologiefolgenabschätzung auf dem Gebiet der Künstlichen Intelligenz, Bericht Nr. 123 (FBI-HH-B-123/86), Fachbereich Informatik, Universität Hamburg, Hamburg 1986.

Kouhoutek, H.J.: Quality Issues in New Generation Computing, in: o.V.: Fifth Generation Computer Systems 1984, Proceedings of the International Conference, 6.-9.11.1984 in Tokyo, Tokyo - Amsterdam 1984, S. 695-702.

Kuratsu, H.: What is Required of the 5th Generation Computer - Social Needs and its Impact, in: Moto-oka, T. (Hrsg.): Fifth Generation Computer Systems, Proceedings of the International Conference on Fifth Generation Computer Systems, 19.-22.10.1981 in Tokyo, Amsterdam - New York - Oxford 1982, S. 93-106.

Lesser, V.R.; Reed, S.; Pavlin, J.: Quantifying and Simulating the Behavior of Knowledge-Based Interpretation Systems, in: o.V.: Proceedings of the First Annual National Conference on Artificial Intelligence, AAAI-80, 18.-21.08.1980 in Stanford, o.O. (Menlo Park) 1980, S. 111-115.

Liebowitz, J.: Evaluation of Expert Systems: An Approach and Case Study, in: Weisbin, C.R. (Hrsg.): Artificial Intelligence Applications - The Engineering of Knowledge-Based Systems, Proceedings of the Second Conference, 11.-13.12.1985 in Miami Beach, Washington - Amsterdam 1985, S. 564-571.

Mertens, P.: Expertensysteme in den betrieblichen Funktionsbereichen - Chancen, Erfolge, Mißerfolge, in: Wildemann, H. (Hrsg.): Expertensysteme in der Produktion, Tagungsbericht, München 1987, S. 112-175.

Michie, D.: On Machine Intelligence, 2. Aufl., New York - Chichester - Brisbane - Toronto 1986.

Moto-oka, T. (et al.): Challenge for Knowledge Information Processing Systems (Preliminary Report on Fifth Generation Computer Systems), in: Moto-oka, T. (Hrsg.): Fifth Generation Computer Systems, Proceedings of the International Conference on Fifth Generation Computer Systems, 19.-22.10.1981 in Tokyo, Amsterdam - New York - Oxford 1982, S. 1-89.

Nagao, M.: Social and Economic Impacts of Artificial Intelligence - A Japanese Perspective, in: Trappl, R. (Hrsg.): Impacts of Artificial Intelligence - Scientific, Technological, Military, Economic, Societal, Cultural, and Political, Amsterdam - New York - Oxford 1986, S. 99-102.

Negrotti, M.; Bertasio, D.: The Archimedes Syndrom: Cultural Premises and AI Technology, in: Gill, K.S. (Hrsg.): Artificial Intelligence for Society, Chichester - New York - Brisbane - Toronto - Singapore 1986, S. 111-114.

Nilsson, N.J.; Cook, S.B.; Kay, A.C.; Duchin, F.; Boden, M. A.; Chamot, D.: Artificial Intelligence: Its Impacts on Human Occupations And Distribution of Income, in: Computer Compacts, Vol. 2 (1984), No. 1, S. 9-13. (Auch veröffentlicht in: Bundy, A. (Hrsg.): IJCAI-83, Proceedings of the Eighth International Joint Conference on Artificial Intelligence, 8.-12.08.1983 in Karlsruhe, o.O. (Los Altos), Vol. 2, S. 1195-1198.)

Nilsson, N.J.: Artificial Intelligence, Employment, and Income, in: Trappl, R. (Hrsg.): Impacts of Artificial Intelligence - Scientific, Technological, Military, Economic, Societal, Cultural, and Political, Amsterdam - New York - Oxford 1986, S. 103-123.

o.V.: The Militarily Critical Technologies List, erstellt vom Office of the Under Secretary of Defense - Research and Engineering, Washington 1984.

Picot, A.: Betriebswirtschaftlicher Nutzen contra volkswirtschaftliche Kosten?, in: von Rosenstiel, L. u. M. Weinkamm (Hrsg.): Humanisierung der Arbeitswelt - Vergessene Verpflichtung? - Eine kritische Bestandsaufnahme anlässlich einer Fachtagung des Kolping-Bildungswerkes im Oktober 1979 in München, Stuttgart 1980, S. 225-242.

Reichwald, R.: Neue Systeme der Bürotechnik und Büroarbeitsgestaltung - Problemzusammenhänge, in: Reichwald, R. (Hrsg.): Neue Systeme der Bürotechnik - Beiträge zur Büroarbeitsgestaltung aus Anwendersicht, Berlin 1982, S. 11-48.

Rolf, (A.); Scheffe, (P.): Technikfolgenabschätzung: Viele Wege führen zur Informationsgesellschaft, in: computer Magazin, 17. Jg. (1988), Heft 4, S. 33-36.

Schank, R.C.; Slade, S.: Social and Economic Impacts of Artificial Intelligence, in: Trappl, R. (Hrsg.): Impacts of Artificial Intelligence - Scientific, Technological, Military, Economic, Societal, Cultural, and Political, Amsterdam - New York - Oxford 1986, S. 124-130.

Scheffe, P.: Chancen und Risiken der künstlichen Intelligenz, in: computer magazin, 15. Jg. (1986), Heft 11, S. 12-16.

Schubert, I.; Krebsbach-Gnath, C.; Potthoff, P.; Rothemund, M.: Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen, München 1987 (a).

Schubert, I.; Krebsbach-Gnath, C.; Rothemund, M.; Potthoff, P.: Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen in Produktion, Verwaltung, Handwerk und Medizin, in: Enquete-Kommission "Einschätzung und Bewertung von Technikfolgen; Gestaltung von Rahmenbedingungen der technischen Entwicklung" (Hrsg.): Materialien zu Drucksache 10/6801, Band III: Chancen und Risiken des Einsatzes von Expertensystemen in Produktion, Verwaltung, Handwerk und Medizin", Bonn 1987, S. 1-23 (Kurzfassung) u. 24-361 (Gutachten) (b).

Siekmann, J.: 1984 und danach: Künstliche Intelligenz, in: Spektrum der Wissenschaft, o.Jg. (1984), Heft 2, S. 25-26.

Starrs, A.M.: Expert systems - their uses and possible impact on society, in: Electronics & Power, Vol. 31 (1985), No. 1, S. 37-41.

Staudt, E.: Berufliche Qualifikation: Die Phantasie der Tarifpartner ist gefragt - Weiterbildung statt freigesetzter Arbeitszeit könnte ein Verhandlungsziel sein, in: VDI nachrichten, 40. Jg. (1986), Nr. 27, S. 11.

Trappl, R.: Impacts of Artificial Intelligence, in: Trappl, R. (Hrsg.): Cybernetics and Systems Research 2, Proceedings of the Seventh European Meeting on Cybernetics and Systems Research, Amsterdam 1984, S. 831-837 (a).

Trappl, R.: Auswirkungen der Artificial Intelligence, in: Retti, J.; Bibel, W.; Buchberger, W.; Buchberger, E.; Horn, W.; Kobsa, A.; Steinacker, I.; Trappl, R.; Trost, H.: Artificial Intelligence - Eine Einführung, Stuttgart 1984, S. 199-207 (b).

Trappl, R.: TA of AI, in: Trost, H.; Retti, J. (Hrsg.): Österreichische Artificial Intelligence-Tagung, 24.-27.09.1985 in Wien, Informatik-Fachberichte 106, Berlin - Heidelberg - New York - Tokyo 1985, S. 204-211.

Trappl, R. (Hrsg.): Impacts of Artificial Intelligence - Scientific, Technological, Military, Economic, Societal, Cultural, and Political, Amsterdam - New York - Oxford 1986 (a).

Trappl, R.: Impacts of Artificial Intelligence: An Overview, in: Trappl, R. (Hrsg.): Impacts of Artificial Intelligence - Scientific, Technological, Military, Economic, Societal, Cultural, and Political, Amsterdam - New York - Oxford 1986, S. 31-51 (b).

Trappl, R.: AI - Nie!, Versuch über eine wahrscheinliche zukünftige Reaktion der Öffentlichkeit, in: Rollinger, C.-R.; Horn, W. (Hrsg.): GWAI-86 und 2. Österreichische Artificial-Intelligence-Tagung, 22.-26.09.1986 in Ottenstein, Informatik-Fachberichte 124, Berlin - Heidelberg - New York - London - Paris - Tokyo 1986, S. 1-16 (c).

Ulrich, H.: Die Unternehmung als produktives soziales System - Grundlagen der allgemeinen Unternehmungslehre, 2. Aufl., Bern - Stuttgart 1970.

Vamos, T.: AI - Subjective Views, Future, and Impacts, in: Trappl, R. (Hrsg.): Impacts of Artificial Intelligence - Scientific, Technological, Military, Economic, Societal, Cultural, and Political, Amsterdam - New York - Oxford 1986, S. 131-139.

VDI 5015 (1987): VDI-Richtlinie 5015 "Bürokommunikation - Technikbewertung der Bürokommunikation" (Entwurf, Stand: Dezember 1987), hrsg. vom Verein Deutscher Ingenieure: VDI-Gesellschaft Entwicklung Konstruktion Vertrieb, VDI-Gemeinschaftsausschuß Bürokommunikation, Ausschuß Technikbewertung, Düsseldorf 1987.

Wiig, K.: Market Trends in Artificial Intelligence in the United States and Japan, in: Bernold, T.; Albers, G. (Hrsg.): Artificial Intelligence: Towards Practical Application, Proceedings of the Joint Technology Assessment Conference, 12.-13.04.1984 in Rüslikon, Amsterdam - New York - Oxford 1985, S. 169-180.

Willick, M.S.: Artificial Intelligence: Some Legal Approaches and Implications, in: The AI Magazine, Vol. 4 (1983), No. 2, S. 5-16.

Yazdani, M.; Narayanan, A. (Hrsg.): Artificial intelligence: human effects, New York - Chichester - Brisbane - Toronto - 1984.

Yazdani, M.: Artificial Intelligence and Education: A critical Overview, in: Gill, K.S. (Hrsg.): Artificial Intelligence for Society, Chichester - New York - Brisbane - Toronto - Singapore 1986, S. 199-208.

Zelewski, S.: Das Leistungspotential der Künstlichen Intelligenz - eine informationstechnisch-betriebswirtschaftliche Analyse, Bd. 1-3, Dissertation, Universität Köln 1985, Witterschlick 1986 (a).

Zelewski, S.: Soziale Verantwortbarkeit von Technologien, Arbeitsbericht Nr. 16, Seminar für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Industriebetriebslehre und Produktionswirtschaft, Universität Köln, Köln 1986 (b).

Zelewski, S.: Expertensysteme - Übersicht über Konzeptionen und betriebswirtschaftliche Anwendungsmöglichkeiten, Arbeitsbericht Nr. 17, Seminar für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Industriebetriebslehre und Produktionswirtschaft, Universität Köln, Köln 1986 (c).

Verzeichnis der Arbeitsberichte des
Seminars für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre,
Industriebetriebslehre und Produktionswirtschaft der
Universität zu Köln
(bis Sommer 1986: Seminar für Allgemeine
Betriebswirtschaftslehre und Fertigungswirtschaft)

- Nr. 1: ZELEWSKI,STEPHAN: Entscheidungsmodelle zur Verschrottung von Fertigungshilfsmitteln, Köln 1984.
- Nr. 2: KERN,WERNER; ZELEWSKI,STEPHAN: Ein Zuordnungsmodell für Meßgeräte in Energie-Informationssystemen, Köln 1985.
- Nr. 3: KERN,WERNER; PETERS,ULRICH: Energiebewirtschaftung in industriellen Betrieben - Bericht über eine Befragung, Köln 1985.
- Nr. 4: BOOS,JOCHEN: Lokalisierung von Meßstellen für ein Informations-System zur Energiebewirtschaftung in industriellen Betrieben - Entwicklung eines OR-Modells mit einem Lösungsvorschlag -, Köln 1986.
- Nr. 5: ZELEWSKI,STEPHAN: Ansätze der Künstlichen Intelligenz-Forschung zur Unterstützung der Netzplantechnik, Köln 1986.
- Nr. 6: ZELEWSKI,STEPHAN: Schnittstellen bei betrieblichen Informationssystemen - eine Darstellung aus systemtheoretischer und betriebswirtschaftlicher Sicht -, Köln 1986.
- Nr. 7: ZELEWSKI,STEPHAN: Konzepte für Frühwarnsysteme und Möglichkeiten zu ihrer Fortentwicklung durch Beiträge der Künstlichen Intelligenz, Köln 1986.
- Nr. 8: ZELEWSKI,STEPHAN: Das Konzept der unscharfen Mengen unter besonderer Berücksichtigung ihrer linguistischen Interpretation - eine Lösung für unscharfe Probleme? -, Köln 1986.
- Nr. 9: ZELEWSKI,STEPHAN: Der tau-Wert: Aspekte eines neueren spieltheoretischen Ansatzes zur fairen Preisbildung aus kostenrechnerischer Perspektive, Köln 1986.
- Nr. 10: ZELEWSKI,STEPHAN: Competitive Bidding aus der Sicht des Ausschreibers - ein spieltheoretischer Ansatz -, Köln 1986.
- Nr. 11: ZELEWSKI,STEPHAN: Netztheoretische Ansätze zur Konstruktion und Auswertung von logisch fundierten Problembeschreibungen, Köln 1986.

- Nr. 12: ZELEWSKI,STEPHAN: Netztheoretische Fundierung von parallelen Algorithmen für die Lösung linear-ganzzahliger OR-Modelle, Köln 1986.
- Nr. 13: ZELEWSKI,STEPHAN: Intelligente Informationssysteme - benutzerfreundliche Instrumente für die Informationsvermittlung? -, Köln 1986.
- Nr. 14: ZELEWSKI,STEPHAN: Komplexitätstheorie - ihr Beitrag zur Klassifizierung und Beurteilung von Problemen des Operations Research -, Köln 1986.
- Nr. 15: ZELEWSKI,STEPHAN: Der Informationsbroker, Köln 1986.
- Nr. 16: ZELEWSKI,STEPHAN: Soziale Verantwortbarkeit von Technologien, Köln 1986.
- Nr. 17: ZELEWSKI,STEPHAN: Expertensysteme - Übersicht über Konzeptionen und betriebswirtschaftliche Anwendungsmöglichkeiten -, Köln 1986.
- Nr. 18: ZELEWSKI,STEPHAN: Das Leistungspotential der Künstlichen Intelligenz für Industrieanwendungen - Ein Überblick -, Köln 1987.
- Nr. 19: ZELEWSKI,STEPHAN: Expertensysteme im "Büro der Zukunft" - Ein Überblick über Anwendungsperspektiven und Bewertungsaspekte -, Köln 1987.
- Nr. 20: KUMMER,SEBASTIAN: Computerunterstützung schöpferischer Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten, Köln 1987.
- Nr. 21: ZELEWSKI,STEPHAN: Betriebswirtschaftliche Aspekte des industriellen Einsatzes von Expertensystemen - Anwendungsmöglichkeiten und Bewertung -, Köln 1988.
- Nr. 22: ZELEWSKI,STEPHAN: Expertensysteme für Prozeßplanung und -steuerung in der Fabrik der Zukunft - Ein Überblick über Konzepte und erste Prototypen -, Köln 1988.
- Nr. 23: ZELEWSKI,STEPHAN: Expertensysteme zur Sicherung der Betriebsbereitschaft in der Fabrik der Zukunft, Köln 1988.
- Nr. 24: ZELEWSKI,STEPHAN: Ansätze zur Bewertung des Einsatzes Künstlicher Intelligenz in Industrieunternehmen - aus produktiver und sozialer Sicht -, Köln 1988.
- Nr. 25: HÖLSCHER,ANDREAS: Unterstützung der Forschung und Entwicklung in der Pharmaindustrie durch externe Informationen - Möglichkeiten und Grenzen -, Köln 1988.
- Nr. 26: SCHRÖDER,HANS-HORST: Entwicklungsstand und -tendenzen bei PPS-Systemen, Köln 1989.

Nr. 27: ZELEWSKI,STEPHAN: Eine Metakritik an der Kritik konventioneller Rationalitätsauffassungen durch kulturwissenschaftlich fundierte Konzepte praktischer und prozeduraler Rationalität, Köln 1989.