

MBB-UT

**Einsatzmöglichkeiten von
Methoden der Künstlichen Intelligenz
bei MBB-UT**

J. Jaschinski, P. Wittgen

MBB, TW5115

Prof. Dr. B. Neumann

Labor für Künstliche Intelligenz, Universität Hamburg

Dezember 1989

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: i
--------	--------------------------------------	----------

Inhaltsverzeichnis

1.0	Zusammenfassung der Ergebnisse	1
2.0	Projektrahmen	2
3.0	Ergebnisse der Detailgespräche	3
3.1	TW5: Informationsverarbeitung	4
3.1.1	RFC-Klassifikation	5
3.1.2	Notorganisation bei Störfällen in der Produktion	8
3.1.3	Fehleranalyse in komplexen Softwaresystemen	10
3.1.4	Berater-Support-System	12
3.1.5	Planung von Weiterbildungsmaßnahmen für MBB-Mitarbeiter	14
3.2	TLA: Airspares	16
3.2.1	Erstellung eines Bevorratungsvorschlages für den Airbus-Kunden	17
3.2.2	Lagerung von Ersatzteilen bei Airspares	20
3.2.3	Abwicklung von Eilaufträgen bei Airspares	22
3.3	TLQ: Qualitätssicherung	24
3.3.1	Fehlermöglichkeits- und Einflußanalyse (FMEA)	25
3.3.2	Inhaltsbezogener Zugriff auf Bau- und Prüfvorschriften	28
3.3.3	Bewertung von Zulieferern	30
3.4	TFS: Werk Stade	33
3.4.1	Chargierung von Autoklaven	34
3.4.2	Fehlerdiagnose bei CFK-Bauteilen	37
3.4.3	Optimierung der FTS-Steuerung	40
3.5	TW: Wirtschaft	43
3.5.1	Kontierung von Aufwendungen	44
3.5.2	Unterstützung bei der Angebotserstellung	47
3.6	TF: Fertigung	49
3.6.1	Terminplanung für Flugzeugprogramme	50
3.6.2	Zuordnung von Herstellerteilekennzeichen zu Identnummern	52
3.6.3	Unterstützung der Investitionsplanung	55

KI-Lab, TW5115	Inhaltsverzeichnis	Dezember 1989
----------------	--------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: ii
---------------	---	------------------

3.7	TFV: Werk Varel	57
3.7.1	Diagnose von Fehlern in einem flexiblen Fertigungssystem (FFS)	58
3.7.2	Erstellung von NC-Programmen für Drehteile	61
3.7.3	Generierung von Arbeitsplänen	63
3.7.4	Rückverfolgung von Bauteilfehlern im Fertigungsprozeß	66
3.8	TFE: Werk Einswarden	68
3.8.1	Rechnergestützte Arbeitsplangenerierung	69
3.8.2	Diagnose von Fehlern in Produktionsanlagen	72
3.8.3	Ermittlung optimaler Losgrößen bei der Fertigung von Spanten	74
3.8.4	Auswertung von Röntgenaufnahmen in der Qualitätssicherung	75
3.9	TFB: Werk Bremen	77
3.9.1	Generierung von Arbeitsplänen für die Blecheinzelteillfertigung	78
3.9.2	Extraktion von CAD-Daten für ein Arbeitsplangenerierungssystem	80
3.9.3	Konstruktion von Umformwerkzeugen	82
3.9.4	Spracherkennung in der Ausrüstungsmontage	83
3.9.5	Unterstützung der Angebotskalkulation	85
3.9.6	Diagnose von Maschinenfehlern	87
3.9.7	Infrastruktur für Anlagenplatzierung	89
3.9.8	Infrastruktur für Bauvorhaben	91
3.9.9	Ermittlung des Personalfächenbedarfs	93
3.10	TBI: Product Support	95
3.10.1	Wartbarkeitsbewertung - Vendor Selection	96
3.10.2	Unterstützung von Schulungsmaßnahmen	98
3.10.3	Ermittlung des Logistikkennzeichens von Airbus-Teilen	101
3.10.4	Rechnergestützte Zerlegung von CADAM-Modellen	103
3.10.5	Trouble Shooting am Beispiel eines Teil-Systems von CIDS	105
3.11	TBL: Flugzeugwartung Lemwerder	107
3.11.1	Fehlerdiagnose für das Landeklappensystem des A300	108
3.11.2	Fehlererfassung und -klassifikation	110
3.11.3	Kundenbezogene Wartungsprogramme	112
3.12	TFH: Werk Hamburg	114
3.12.1	Fehleranalyse in der Ausstattungsphase	115
3.12.2	Oberflächenprüfung von Fußbodenplatten	117
3.12.3	Erkennung elektronischer Bauteile	120
3.12.4	Spracherkennung und Sprachsynthese in der Qualitätssicherung	122
3.12.5	Konfigurierung von Sensorauswertungssystemen	124
3.12.6	Disposition von Bauteilen	126
3.12.7	Analyse von Maßabweichungen	128
3.13	TE3: Entwicklung - Bauweisen / Werkstoffe und Versuche	130
3.13.1	On-board-Expertensystem zur Echtzeit-Fehlerbehandlung	131
3.13.2	Wartungsunterstützung für MPC75	133

KI-Lab, TW5115	Inhaltsverzeichnis	Dezember 1989
-----------------------	---------------------------	----------------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: iii
---------------	---	-------------------

3.14	TE4, TE5, TE6, TE7: Entwicklung/Konstruktion	135
3.14.1	Unterstützung bei der Einhaltung von Konstruktionsrichtlinien	136
3.14.2	Erstellung von 3D-Modellen aus 2D-Modellen	138
3.14.3	Unterstützung bei der Auswahl von Strukturoptimierungsverfahren	140
3.14.4	Konfigurierungshilfe für Kabinenlayout	141
3.15	TM: Marketing und Strategie	144
3.15.1	Management Informationssystem Produkte und Technologien	145
3.16	TE1, TE2: Entwicklungssteuerung, Entwurf/Aerodynamik	147
3.16.1	Aufbereitung von Planungsdaten	148
3.16.2	Aufgabenbewertung mit Hilfe eines Kennwertsystems	150
4.0	Auswertung	152
4.1	Kriterien	152
4.1.1	Kosten-Nutzen-Verhältnis	152
4.1.2	Know-How-Bereiche	153
4.2	Projektbewertung	154
4.2.1	Projekte mit günstigem Kosten-Nutzen-Verhältnis	154
4.2.2	Projekte mit signifikanten Beiträgen zu Know-How-Bereichen	154
4.3	Vorschlag einer Projektauswahl	157
5.0	Anhang: Künstliche Intelligenz und Expertensysteme	160
5.1	Was ist "Künstliche Intelligenz"?	161
5.2	Wissensbasierte Systeme	163
5.3	Expertensysteme	165
5.3.1	Funktion und Aufbau von Expertensystemen	165
5.3.2	Anwendungsarten für Expertensysteme	166
5.3.3	Defizite und Entwicklungsbedarf	167
5.4	Zusammenfassung	168

KI-Lab, TW5115	Inhaltsverzeichnis	Dezember 1989
-----------------------	---------------------------	----------------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 1
--------	--------------------------------------	----------

1.0 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Studie hatte das Ziel, mögliche Anwendungen von Methoden der "Künstlichen Intelligenz" (KI) im Unternehmensbereich MBB-UT zu identifizieren. Es wurden 15 Abteilungen (inkl. 5 Werke) von MBB-UT untersucht. Dabei fanden Gespräche zwischen den Autoren der Studie und leitenden Mitarbeitern sowie Fachpersonal von MBB-UT im Umfang von ca. 150 Stunden statt.

Es konnten 60 Problemstellungen identifiziert werden, für die eine Anwendung von KI-Methoden möglich und sinnvoll erscheint. Der Hauptteil dieses Berichts besteht aus Projektvorschlägen zur Bearbeitung der identifizierten Problemstellungen. Jeder Projektvorschlag enthält eine Aufgabenbeschreibung, eine Skizze der vorgeschlagenen KI-Lösung, sowie weitere Angaben, die eine Einschätzung von Machbarkeit und Nutzen ermöglichen sollen.

Eine so umfangreiche Projektliste war bei der Vorbereitung der Studie nicht erwartet worden. Das Ergebnis scheint im Rückblick aber nicht überraschend, wenn man den hohen technologischen Stand der Airbus-Industrie und den beträchtlichen Rationalisierungsdruck bei der zu erwartenden Produktionssteigerung bedenkt. Beide Merkmale stellen günstige Voraussetzungen für KI-Anwendungen dar.

Um eine Auswahl ggf. durchzuführender Projekte zu erleichtern, werden in der Studie Projektvorschläge mit günstigem Kosten-Nutzen-Verhältnis ausgewiesen. Gleichzeitig werden die mit Projekten verbundenen Know-How-Bereiche identifiziert. Dadurch ist es möglich, den Nutzen von Know-How-Erwerb im Hinblick auf zukünftige Projekte einzuschätzen.

Die weitaus größte Zahl der Projektvorschläge hat die Entwicklung von "Expertensystemen" zum Ziel. Ein beträchtlicher Teil davon (14) erfordert einen "modellgestützten" Ansatz. Dies ist eine wichtige, fortgeschrittene KI-Methode, für die noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf besteht.

Es werden zwei Projekte vorgeschlagen, die sich wegen ihres günstigen Kosten-Nutzen-Verhältnisses und ihrer Abdeckung wichtiger Know-How-Bereiche gut als Einstiegsprojekte eignen.

KI-Lab, TW5115	Zusammenfassung	Dezember 1989
----------------	-----------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 2
--------	--------------------------------------	----------

2.0 Projektrahmen

Techniken der Künstlichen Intelligenz werden die Einsatzmöglichkeiten der Informationsverarbeitung erweitern. Ihre Beherrschung und das Wissen um ihre Anwendungsmöglichkeiten können in naher Zukunft von besonderer Bedeutung für die Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit eines Industrieunternehmens wie MBB sein.

Das Ressort Informationsverarbeitung bei MBB-UT verfolgt seit 1985 die Forschungs- und Anwendungsaktivitäten im Bereich der Künstlichen Intelligenz (KI). Als Voraussetzung für die Einführung von KI-Methoden im Unternehmensbereich wurde eine Untersuchung des Einsatzpotentials für erforderlich gehalten. Ergebnis dieser Untersuchung sollte eine Studie sein, die mögliche Aufgabenstellungen und ihre Lösungen mit Hilfe von KI-Methoden beschreibt.

Als Partner für dieses Vorhaben bot sich das 1988 gegründete Labor für Künstliche Intelligenz der Universität Hamburg an. Gemeinsam wurde folgendes Konzept für eine Projektdurchführung entworfen:

1. Durchführung von Informationsveranstaltungen für leitende Mitarbeiter von MBB-UT, in denen ein Überblick über die grundsätzlichen Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden gegeben wird.
2. Detailgespräche zu konkreten Aufgabenstellungen mit den zuständigen Fachleuten von MBB-UT und Fachleuten des KI-Labors (Gesprächsdauer ca. 1.5 Std.).

Das Projekt startete am 1.1.1989. Das Projektteam führte in der Zeit bis Ende September 15 Informationsveranstaltungen und etwa 60 Detailgespräche an allen Standorten des Unternehmensbereiches durch.

Die vorliegende Studie gibt die ermittelten Aufgabenstellungen und ihre Beurteilungen im Hinblick auf Anwendbarkeit von KI-Methoden aus der Sicht des KI-Labors wieder.

KI-Lab, TW5115	Projektrahmen	Dezember 1989
----------------	---------------	---------------

3.0 Ergebnisse der Detailgespräche

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 4
--------	--------------------------------------	----------

3.1 TW5: Informationsverarbeitung

Die Informationsveranstaltung für TW5 wurde am 27. Januar 1989 durchgeführt. Teilnehmer waren:

H. Seidel	TW511
H. Scott	TW513
H. Sommer	TW5114
Fr. Pielsticker	TW5117
H. Sünemann	TW55
H. Deichmann	TW551
H. Chandra	TW552
H. Wladikas	TW56
H. Gestefeld	TW561
H. Schloemmer	TW562
H. Szyka	TW563
H. Krempa	TW564
H. Pade	TW573
H. Starke	TW5821
H. Jaschinski	TW5115
H. Wittgen	TW5115
H. Cunis	KI-Labor
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor (Referent)

KI-Lab, TW5115		Dezember 1989
----------------	--	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 5
--------	--------------------------------------	----------

3.1.1 RFC-Klassifikation

Das Detailgespräch wurde am 7. Februar 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Schubert	TXA5
H. Schloemmer	TW562
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Cunis	KI-Labor
H. Jaschinski	TW5115
H. Wittgen	TW5115

Problembeschreibung

Im Rahmen der RFC-Bearbeitung (request for change) sind neu eingehende RFCs auf Ähnlichkeit mit bereits abgeschlossenen zu untersuchen. Können ähnliche RFCs lokalisiert werden, erübrigen sich Entwicklungs-, Konstruktions- und Bewertungsmaßnahmen (Kalkulation), weil auf bereits vorhandene Unterlagen zurückgegriffen werden kann.

Zu diesen Unterlagen gehören:

- Bauunterlagen zur Modifikation
- Bauunterlagen zu Fertigungsmitteln
- Bewertungsunterlagen (Kostenkalkulation etc.)

Zur Zeit wird ein RFC folgendermaßen dokumentiert:

- manuell auf dem sogenannten history sheet
- IV-gestützt im System MODA (IMS-Anwendung)

Das Datenvolumen in MODA kann folgendermaßen charakterisiert werden:

- im Jahre 1987 wurden ca. 7800 RFCs registriert
- im Jahr 1988 belief sich die Zahl der RFCs auf 2400
- heute wäre ein eingehender RFC gegen ca. 10000 bearbeitete RFCs auf Ähnlichkeit zu untersuchen

Ein solches System muß für ca. 300 Benutzer (Bildschirme) erreichbar sein.

KI-Lab, TW5115	RFC-Klassifikation	Dezember 1989
----------------	--------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 6
--------	--------------------------------------	----------

Beschreibung der KI-Lösung

Eine KI-Lösung erscheint in folgendem Umfang möglich:

1. Die vorhandene rechnerbasierte RFC-Dokumentation wird in eine RFC-Wissensbasis überführt. Dazu ist es erforderlich, die relevanten RFC-Merkmale (Änderungsarten, Änderungsorte, etc.) systematisch mit Methoden der Wissensrepräsentation zu gliedern und mit ihren textuellen Beschreibungsformen zu verbinden. Wegen der informellen Beschreibungsweise ist eine Komponente mit rudimentären Fähigkeiten zum Textverstehen vorzusehen.
2. Neue RFCs sowie beliebige Anfragen an die RFC-Wissensbasis werden durch ein zu entwickelndes interaktives Zugangssystem bearbeitet. Zum rechnergestützten Eingliedern von neuen RFCs in die Wissensbasis werden im wesentlichen dieselben Komponenten wie bei 1.) verwendet. Zum Auffinden ähnlicher RFCs werden Ähnlichkeitskonzepte verwendet, die sich aus der inhaltlichen Gliederung der Wissensbasis ergeben.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Eine vergleichbare inhaltliche Analyse findet in Dokumentations- und Archiviersystemen statt. Die inhaltliche Strukturierung des hier gegebenen Sachbereichs ist mit existierenden Methoden der Wissensrepräsentation zu leisten. Der beträchtliche Umfang der RFC-Wissensbasis sowie die Integration mit dem bestehenden IMS-System stellen potentielle Problemfelder dar.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Hardware, die bei interaktiven Nachfragen kurzfristig große Rechnerleistung anbietet (z.B. Workstation). Möglichkeit der Integration mit IMS-Datenbasen. Unterstützung einer KI-Programmiersprache (PROLOG oder Common LISP) mit großem virtuellen Speichervermögen.

Aufwandschätzung

Wegen der zu evaluierenden vorhandenen Ansätze und der nicht vollständig geklärten Anforderungen erscheint eine Vorstudie von ca. 4 Monaten Dauer (Aufwand ca. 1 PJ) erforderlich. Der Aufwand für das Hauptprojekt beträgt ca. 6 PJ.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Es wird eine schnelles und vor allem vollständiges Durchsuchen des RFC-Bestandes nach ähnlichen RFCs ermöglicht. Dadurch können Kosten eingespart werden

- bei der Erstellung von Bauunterlagen
- bei der Erstellung von Fertigungsmitteln
- bei der Durchführung der Bewertungen (Kalkulationen etc.)

KI-Lab, TW5115	RFC-Klassifikation	Dezember 1989
----------------	--------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 7
---------------	---	-----------------

Integration in bestehende Systeme

RFCs werden im DV-System MODA (Basis IMS) abgelegt und gepflegt. Der dort vorhandene Datenbestand umfaßt den Suchraum für die Ähnlichkeitsvergleiche.

Bereits bestehende Vorhaben im Bereich der Informationsverarbeitung

Diverse Ansätze in der Vergangenheit haben zu keiner Problemlösung geführt.

Betrachtung von konventionell realisierten Alternativen

Es existiert ein Lösungsansatz, dieses Problem mit Hilfe eines Schlagwortsystems zu lösen.

KI-Lab, TW5115	RFC-Klassifikation	Dezember 1989
-----------------------	---------------------------	----------------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 8
--------	--------------------------------------	----------

3.1.2 Notorganisation bei Störfällen in der Produktion

Das Detailgespräch wurde am 8. Februar 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Strehlow	TFS34
Fr. Krempa	TW564
H. Poprawski	TW564
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Cunis	KI-Labor
H. Jaschinski	TW5115
H. Wittgen	TW5115

Problembeschreibung

Im Fall einer Produktionsstörung ist es wichtig, daß schnell Notmaßnahmen eingeleitet werden, die geeignet sind, den aus dieser Störung resultierenden Schaden möglichst gering zu halten. Es wird deshalb ein System für das Kunststoffzentrum Stade vorgeschlagen, das geeignete Reaktionen auf Störfälle ermittelt.

Bei der Erstellung des Systems kann auf einen bereits vorhandenen umfangreichen Störfallkatalog zurückgegriffen werden.

Zur Zeit kann dieses Problem nur von wenigen Experten gelöst werden.

Beschreibung der KI-Lösung

Eine KI-Lösung erscheint in folgendem Umfang möglich:

1. Hilfesystem zur Erfassung von Störfällen und zum Verzeichnis der erforderlichen Notmaßnahmen. Das System ermöglicht eine symptombezogene Nachfrage und unterstützt die Störfallbehandlung durch Ausgabe gezielter Anweisungen an die einzelnen Steuerstellen. Eine Störfallanalyse sowie das Ableiten der erforderlichen Maßnahmen erfolgt weitgehend durch menschliche Experten im Vorwege. KI-Methoden sind nur in geringem Maße für die Strukturierung der Daten erforderlich.
2. Diagnosesystem zur Unterstützung bei der Fehleranalyse. Dies ist zwar im Prinzip eine klassische Expertensystem-Aufgabe, ist allerdings bei der hier gegebenen hochintegrierten Fertigungsumgebung nicht mit einem herkömmlichen regelbasierten System zu lösen. Die Aufgabe erfordert "modellgestützte Diagnose". Dazu ist ein rechnerinternes Modell der Komponenten des Fertigungssystems sowie ihrer funktionellen Eigenschaften zu erstellen.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Die unter 1.) genannte Lösung hat zahlreiche und verschiedenartige Vorbilder. Für das "modellgestützte Diagnosesystem" gibt es gut dokumentierte Laborlösungen und erste Prototypen. Der Forschungsstand ist noch im Fluß.

KI-Lab, TW5115	Notorganisation	Dezember 1989
----------------	-----------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 9
--------	--------------------------------------	----------

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Die unter 1.) genannte Lösung erfordert keine besondere Umgebung außer einem Terminalanschluß an einen Zentralrechner oder einen PC. Für "modellgestützte Diagnose" ist sowohl besondere Entwicklungssoftware (evtl. durch Auftragsvergabe entbehrlich) als auch ein Arbeitsplatzrechner (SUN, VAXstation, oder dergl.) erforderlich.

Aufwandschätzung

Ca. 1 PJ für Lösung 1, ca. 6 PJ für Lösung 2. Investitionen in Entwicklungssoftware für modellbasierte Diagnose könnten mehrere Projekte unterstützen. Typische Softwarekosten bei Eranschaffung DM 70000.-.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Kostenvorteile durch Minimierung der Auswirkungen von Produktionsstörungen.

Integration in bestehende Systeme

Das System kann isoliert von bestehenden Anwendungen arbeiten.

KI-Lab, TW5115	Notorganisation	Dezember 1989
----------------	-----------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 10
--------	--------------------------------------	-----------

3.1.3 Fehleranalyse in komplexen Softwaresystemen

Das Detailgespräch wurde am 8. Februar 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Strehlow	TFS34
Fr. Krempa	TW564
H. Poprawski	TW564
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Cunis	KI-Labor
H. Jaschinski	TW5115
H. Wittgen	TW5115

Problembeschreibung

Eine Familie von Anwendungsprogrammen der Produktionssteuerung soll überwacht werden derart, daß im Fehlerfall Hinweise auf die Fehlerursache ausgegeben werden. Fehlerursachen sollen bis auf die Ebene der Unterprogramme verfolgt werden. Es handelt sich bei den Programmen ausschließlich um im Hause MBB erstellte Module (hier: ANS-COBOL mit bereitgestellten Assembler-Unterprogrammen auf Siemens-Produktionssteuerungsrechnern).

Es gibt keine umfassenden Kenntnisse über die zu erwartenden Störungen und ihre Ursachen.

Beschreibung der KI-Lösung

Die Entwicklung eines Diagnosesystems auf KI-Basis erfordert beträchtliche Vorarbeit. Es gibt keine umfassende menschliche Expertise, auf die sich ein solches System stützen könnte. Die vorhandenen Anwendungsprogramme sind für die Diagnosezwecke funktional auf qualitativer (Fehler-) Ebene zu beschreiben. Dies kann bei heterogenen selbstentwickelten Programmen nicht automatisch oder schematisch erfolgen. Grundsätzlich ist dies jedoch möglich und kann rückwirkend auch zur Vereinheitlichung und Standardisierung der Programmarchitekturen beitragen.

Für die automatische Diagnose in komplexen Systemen existieren KI-Lösungen. Dabei werden Symptome eingegeben und mögliche Fehlerursachen durch Suche nach dem ursächlichen Fehlverhalten automatisch ermittelt. Wegen der vermutlich kaum im Vorwege beschaffbaren Informationen über mögliches Fehlverhalten von Programmen ist eine Diagnose nur begrenzt möglich.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Den Autoren sind keine KI-Systeme zur automatischen Diagnose von Software-Fehlern bekannt. Anwendungen dieser Art sind dem allgemeinen KI-Forschungsstand entsprechend allerdings in Reichweite.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Arbeitsplatzrechner und Entwicklungsumgebung für modellgestützte Diagnose. Z.Zt. gibt es hierfür keine Hilfsmittel auf Zentralrechnern.

KI-Lab, TW5115	Softwarefehleranalyse	Dezember 1989
----------------	-----------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 11
---------------	---	------------------

Aufwandschätzung

Wegen des Forschungsbedarfs empfiehlt sich eine Vorstudie von ca. 0.5 PJ. Das Hauptprojekt erfordert 6 - 8 PJ.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Ein solches System wird zu schneller Lokalisierung von fehlerhaften Software-Komponenten führen und damit zur Sicherung des Produktionsablaufs wesentlich beitragen.

Integration in bestehende Systeme

Es müssen Schnittstellen zur Ablaufumgebung der zu überwachenden Programme (z.B. Datenschnittstelle zur Log-Datei o.ä.) geschaffen werden.

KI-Lab, TW5115	Softwarefehleranalyse	Dezember 1989
-----------------------	------------------------------	----------------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 12
--------	--------------------------------------	-----------

3.1.4 Berater-Support-System

Das Detailgespräch wurde am 28. Februar 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Sommer	TW5522
H. Seidel	TW5111
H. Ostermeier	TW5116
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Cunis	KI-Labor
H. Jaschinski	TW5115

Problembeschreibung

Die Problemstellung entstammt dem Bereich Beratungsdienste der Informationsverarbeitung. Diese Dienste werden zur Zeit innerhalb TW5 sowohl von der RZ-Betriebsorganisation (Benutzerservice, Systemunterstützung) als auch von Stellen der Systemprogrammierung und dem Information Centre angeboten.

Die Beratung umfaßt heute sowohl die Annahme und Behebung von Hardware- und Softwarestörungen als auch die Unterstützung im Entwurf und der Realisierung von Anwendungen mit Hilfe von Sprachen der vierten Generation. Störungen der Hardware, Betriebssoftware sowie der operationalen Anwendungen (Transaktionssysteme basierend auf IMS und DB2) werden von Beratungsinstanzen der "ersten Ebene" angenommen. Störfälle, die auf dieser Ebene nicht behoben werden können, werden an spezialisierte Stellen einer "zweiten Ebene" weitergeleitet. In dieser Ebene findet auch die Entwurfs- und Realisierungsberatung statt. Berater in diesem Bereich sind stark spezialisiert auf Produkte der Betriebs- und/oder Anwendungssoftware.

Eingegrenzt auf den Bereich der FOCUS-Beratung soll ein System entstehen, welches die Unterstützung des Beraters sowohl in der Lernphase als auch in den Tätigkeiten Störungsbehebung und Entwurfs- und Realisierungsberatung leistet. Dazu soll das systematisierbare Wissen eines Beraters in eine Wissensbasis kumulativ einbringbar sein. Dialoge der Wissensentnahme sollen derart ablaufgesteuert sein, daß häufige Anfragen in kurzen Interaktionen bearbeitet werden können.

Das System ist als Rahmensystem zu verstehen, welches durch den Berater ausgebaut werden kann. Es ist zunächst für den personalisierten Einsatz gedacht, d.h. auf dedizierter Hardware wie PC-AT o.ä. Um weitere Produktspektren abdecken zu können (Verallgemeinerungsaspekt), soll die Vereinigung unterschiedlicher Wissensbasen möglich sein. Außerdem soll der Lösungsansatz den angestrebten Einsatz als Mehrbenutzersystem mit in Betracht ziehen.

Beschreibung der KI-Lösung

Ein den o.g. Anforderungen entsprechendes System kann mithilfe von konventionellen Techniken, verbunden mit KI-Techniken, aufgebaut werden. Die KI unterstützt insbesondere den inkrementellen Wissenserwerb und die modulare Wissensrepräsentation. Dazu werden regelartige rechnerinterne Wissenspakete vorgeschlagen, z.B. "WENN sich ein Kunde zum ersten Mal meldet, DANN erfrage Haus- und Zimmernummer". Die von verschiedenen Beratern erzeugten Wissensbasen können prinzipiell durch Vereinigen der Regelmengen verbunden werden. Ein Abgleich des verwendeten Vokabulars ist jedoch geboten, z.B. durch ein vorstrukturiertes Rahmensystem.

KI-Lab, TW5115	Berater-Support-System	Dezember 1989
----------------	------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 13
--------	--------------------------------------	-----------

Die Akzeptanz eines Berater-Support-Systems hängt kritisch von der Benutzerschnittstelle ab, sowohl bei der Archivierung neuen Beratungswissens als auch bei der Abfrage von archiviertem Wissen. Eine schematische Gliederung aller möglichen Beratungsfälle reicht hier nicht aus. Es sind Zugriffsmöglichkeiten unter Berücksichtigung häufiger Fälle zu schaffen. Zudem ist individuellem Gestaltungsbedürfnis Rechnung zu tragen. Dadurch ist eine zweifache Benutzerschnittstelle erforderlich, für den Systemgestalter und den Systembenutzer. Die KI bietet traditionell fortschrittliche Möglichkeiten zur Schnittstellengestaltung. Für diese Aufgabe ist allerdings besonderer Aufwand erforderlich.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Das Schnittstellenproblem stellt sich in ähnlicher Weise bei Expertensystem-Werkzeugen, entsprechende Lösungen sind zugänglich. Es gibt zahlreiche Entwicklungen von KI-Beratungssystemen für Programmierung mit wesentlich höherem Anspruch. Sie sind hier nicht relevant.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

PC oder einfache Workstation mit hochauflösendem Bildschirm als gemeinsame Basis für das Berater-Team. Die Implementierungssoftware muß fortschrittliche Fenster- und Menütechnik unterstützen.

Aufwandschätzung

2 - 3 PJ.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Durch den Einsatz des Systems ist eine signifikante Anhebung der Beratungsqualität zu erwarten. Zusätzlich können Beratungszyklen erheblich verkürzt werden. Langfristig ist die Freigabe des Systems zur Verwendung durch den Endbenutzer möglich, so daß das "Problemaufkommen" in der Entstehung reduziert wird.

Integration in bestehende Systeme

Eine Integration in die typische Arbeitsumgebung des Benutzers (TP-Monitor TSO) ist in der ersten Ausbaustufe nicht erforderlich.

Betrachtung von konventionell realisierten Alternativen

Konventionelle Alternativen sind bis auf einige Versuchsanwendungen auf der Basis von FOCUS nicht vorhanden.

KI-Lab, TW5115	Berater-Support-System	Dezember 1989
----------------	------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 14
--------	--------------------------------------	-----------

3.1.5 Planung von Weiterbildungsmaßnahmen für MBB-Mitarbeiter

Das Detailgespräch wurde am 22. September 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

Fr. Pielsticker	TW5117
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Wittgen	TW5115

Problembeschreibung

Der Bedarf von MBB-Mitarbeitern an Weiterbildungsmaßnahmen bezüglich Themen aus dem Bereich der Informationsverarbeitung wird ermittelt durch Gegenüberstellung geforderter und beim Mitarbeiter vorhandener Kenntnisse. Die Kenntnisse werden dabei beschrieben durch die Angabe des Wissensgebietes (z. B. PL/I, Software Engineering) und durch die Angabe der Intensität des Wissens (kennen, verstehen, können, beherrschen).

Diesem Bedarf steht ein externes und internes Angebot an Weiterbildungsmaßnahmen gegenüber.

Die Planung von Weiterbildungsmaßnahmen für MBB-Mitarbeiter erfolgt halbjährlich. Ziel dieser Planung ist es, für jeden Mitarbeiter für diesen Zeitraum Veranstaltungen entsprechend seinem Weiterbildungsbedarf zu ermitteln. Dabei müssen unter anderem die folgenden Bedingungen beachtet werden:

- Das Budget für diese Zwecke ist für jede Abteilung begrenzt. So ist es häufig nicht möglich, in einem Zeitraum den gesamten Bedarf dieser Abteilung zu decken.
- Kurse setzen bestimmte Vorkenntnisse der Teilnehmer voraus.
- Mitarbeiter können nicht beliebige Kursstermine wahrnehmen (z. B. wegen Urlaub oder laufender Projekte).
- Bei manchen externen Kursen ist der Bedarf größer als das Angebot. Es gibt Wartelisten. Für die Organisation interner Kurse ist eine Mindestteilnehmerzahl zu beachten.

Es wird ein System gewünscht, das diese Planung unterstützt. Es soll an unterschiedlichen Standorten zugänglich sein (z. B. den Weiterbildungskordinatoren in den Werken). Aus diesem Grunde erscheint eine Host-Lösung sinnvoll. Die Eingriffsmöglichkeiten in das System müssen für einzelne Benutzergruppen einschränkbar sein. So sollte beispielsweise der Weiterbildungskordinator einer Abteilung nur Zugriff auf die Daten seiner Abteilung haben.

Beschreibung der KI-Lösung

Das Problem kann durch eine wissensbasierte KI-Architektur wahrscheinlich besser als durch konventionelle Mittel gelöst werden. Die Objekte des Problems ("Wissenseinheiten", Personen, Kurse) werden in einer Wissensseinheit strukturiert und transparent repräsentiert. Dies unterstützt interaktive Änderungen und bessere Durchschaubarkeit des Systemverhaltens. Entscheidungen über Kursteilnahme erfolgen regelbasiert (z.B.

KI-Lab, TW5115	Weiterbildungsmaßnahmen	Dezember 1989
----------------	-------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 15
--------	--------------------------------------	-----------

"wenn eine entsprechende Ausbildungslücke vorhanden ist" oder "wenn das Budget reicht"). Eine Erklärungs-komponente ("Warum ist X zurückgestellt worden?") erscheint erforderlich. Zum Erzielen einer für unter-schiedliche Benutzer angemessenen Benutzerschnittstelle sind KI-Interaktionstechniken erforderlich. Die Lösung enthält umfangreiche konventionelle Teile zum Erzeugen diverser Ausgabedaten, z.B. Teilnehmerlisten, Kursübersichten, Wartelisten etc.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Das Problem ist mit Stundenplanerstellung vergleichbar. Die dafür existierenden kommerziellen Programme haben sich in der Praxis häufig als umständlich zu bedienen und wenig anpaßbar erwiesen. Regelbasierte KI-Lösungen für Stundenplanprobleme existieren in Einzelfällen und haben sich dort bewährt. Das Problem ist kein klassisches KI-Problem, hat aber wegen der Heterogenität der Wissensstrukturen und wegen des komplexen Verarbeitungsbedarfs KI-ähnlichen Charakter. Eine Teillösung wurde bereits auf COBOL-Basis entwickelt.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Wegen des erforderlichen Vielfachzugriffs ist eine Host-basierte Lösung zu erstellen. Zugriffsmöglichkeiten zu existierenden Datenbanken sind erforderlich (s.o.).

Aufwandschätzung

Eine KI-Lösung sollte zunächst in kleinem Umfang entwickelt werden, um die prinzipielle Machbarkeit zu prüfen und einen Vergleich mit der konventionellen Teillösung zu ermöglichen (Aufwand ca. 4 PM). Die vollständige Lösung erfordert ca. 18 PM.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Durch das System soll der Planungsaufwand reduziert werden.

Integration in bestehende Systeme

Eine Zugriffsmöglichkeit auf das System PAISY (Basis: IMS) kann in Zukunft notwendig werden.

Abgrenzung zu bereits bestehenden Vorhaben

Es wird erwogen, das von der RWE-DEA AG entwickelte System KVIS (Kursverwaltungs- und Informa-tionssystem) mit Quellen-Code zu kaufen. Dieses System kann Grundlage für eine konventionelle Lösung sein.

KI-Lab, TW5115	Weiterbildungsmaßnahmen	Dezember 1989
----------------	-------------------------	---------------

3.2 TLA: Airspares

Die Informationsveranstaltung für TLA wurde am 16. Februar 1989 durchgeführt. Teilnehmer waren:

H. Emker	TLA
H. v. Sparr	TLA
H. Dr. Lehnert	TLA1
H. Nouvel	TLA111
H. Marill	TLA12
H. Wormuth	TLA12
H. Lipke	TLA2
H. Knauer	TLA4
H. Seehaus	TLA5
H. Spanuth	TLA53
H. Dr. Witt	TLA6
H. Blockwitz	TLA61
H. Swoboda	TLA611
H. Meibauer	TLA621
H. Krebs	TQA04
H. Jaschinski	TW5115
H. Wittgen	TW5115
H. Cunis	KI-Labor
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor (Referent)

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 17
--------	--------------------------------------	-----------

3.2.1 Erstellung eines Bevorratungsvorschlages für den Airbus-Kunden

Das Detailgespräch wurde am 24. Februar 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Dr. Lehnert	TLA1
H. Nouvel	TLA111
H. Marill	TLA12
H. Wormuth	TLA12
H. Buchfeld	TLA12
H. Düesberg	TLA13
H. Swoboda	TLA611
H. Wittgen	TW5115
H. Cunis	KI-Labor
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor

Problembeschreibung

Zu jedem auszulieferenden Airbus werden dem Kunden Ersatzteile zur eigenen Lagerung vorgeschlagen. Die Arbeiten an der Erstellung dieses Bevorratungsvorschlages beginnen in der Regel etwa 18 Monate vor der Auslieferung des Flugzeuges. Die dafür notwendigen Daten werden über Datenbanken von den Airbus-Partnerfirmen geliefert. Grundlagen dieser Daten sind:

- (a) Standardspezifikation des Flugzeugtyps
- (b) Modifikationen zur Realisierung von Kundenwünschen
- (c) Produktverbesserungen

Insbesondere hinsichtlich der Punkte (b) und (c) treten in dem Zeitraum von 18 Monaten Änderungen auf, die im Bevorratungsvorschlag berücksichtigt werden müssen.

In diesem Zusammenhang treten die folgenden Aufgabenstellungen auf:

- 1) Überprüfung des Bevorratungsvorschlages auf Vollständigkeit und Konsistenz mit den Punkten (a), (b) und (c). Dies könnte etwa auf der Grundlage einer Standardspezifikation für jeden Flugzeugtyp geschehen, die alle zulässigen Varianten des Flugzeugtyps berücksichtigt.

Ein Bevorratungsvorschlag besteht dabei aus etwa 1000 Ersatzteilen aus einer Menge von insgesamt 350.000 Teilenummern.

- 2) Sammeln von Informationen über beabsichtigte Produktverbesserungen, die für ein zur Auslieferung anstehendes Flugzeug relevant sein könnten. Zur Zeit werden diese Informationen aufgrund des Hintergrundwissens der TLA-Sachbearbeiter durch gezielte Anfragen an die Herstellerfirmen gesammelt. Die zur Verfügung stehenden Datenbanken sind hier nur beschränkt verwendbar.

KI-Lab, TW5115	Initial Provisioning	Dezember 1989
----------------	----------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 18
--------	--------------------------------------	-----------

- 3) Für die Festlegung der vorzuschlagenden Bevorratungsmengen wird zur Zeit das System PDS (Provisioning Data System) verwendet. Es verwendet Daten, die von den Airbus-Partnerfirmen in Datenbanken zur Verfügung gestellt werden.

Die errechneten Bevorratungsmengen werden zur Zeit vom TLA-Sachbearbeiter auf Plausibilität überprüft, um Fehler etwa aufgrund fehlerhafter Eingabedaten zu entdecken.

Es wird ein System gewünscht, das diese Plausibilitätsprüfung weitgehend automatisiert. Dies kann etwa mit Hilfe einer Sprache realisiert werden, die es erlaubt, zu einer Teilenummer auf komfortable und flexible Art und Weise Randbedingungen für Bevorratungsmengen zu formulieren.

Beschreibung der KI-Lösung

Kernstück der KI-Lösung ist eine computerbasierte Airbus-Beschreibung in einer Spezialisierungs- und Teilehierarchie. Dies ermöglicht die Aufnahme der Aircraft Standard Specification, abweichender Kundenspezifikationen sowie der dynamischen Produktverbesserungen einzelner Hersteller. Durch Verwendung von KI-Techniken zur Wissensrepräsentation kann ein Vollständigkeitstest (1) leicht erstellt werden. Das Sammeln neuer Produktinformationen (2) wird dadurch erleichtert, daß dieselbe Wissensbasis als strukturierte Datenbank für Produktdaten verwendbar ist und diese bei zukünftigen Planungen automatisch mit einbezieht. Die Plausibilitätsprüfung (3) kann durch Erfahrungswerte gesteuert werden, die aus Falldaten abgeleitet werden. Auch diese können in dieselbe Wissensbasis eingetragen werden.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Die computerinterne Repräsentation komplexer technischer Aggregate mithilfe von Spezialisierungs- und Teilehierarchien ist in der KI gut erforscht. Vollständigkeitsprüfungen wie oben gehören zu klassischen KI-Aufgaben. Geeignetes Software-Werkzeug wurde z.B. an der Universität Hamburg im Rahmen des Projektes TEX-K entwickelt und steht für solche Anwendungen zur Verfügung. Kommerzielle Software-Komponenten für Vollständigkeitsprüfung und ähnliche Aufgaben existiert noch nicht.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Leistungsfähiger Arbeitsplatzrechner, UNIX und Common LISP.

Aufwandschätzung

Ca. 1 PJ für die Entwicklung der zentralen Wissensrepräsentation, der Ein/Ausgabeschnittstelle und des Vollständigkeitstests. Zeitparallel ca. 1 PJ seitens des Anwenders für Beratung und erste Dateneingabe. Danach Prüfung des ersten Prototypen. Weitere 2 PJ bis zum ersten Feldtest. Insgesamt ca. 4 PJ Aufwand ist weitgehend massenbedingt, Know-How ist vorhanden.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Entlastung des Sachbearbeiters bei der Durchführung von Maßnahmen, die einen fehlerfreien Bevorratungsvorschlag garantieren.

KI-Lab, TW5115	Initial Provisioning	Dezember 1989
----------------	----------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 19
---------------	---	------------------

Integration in bestehende Systeme

Die Eingabedaten zur einer solchen Lösung werden vom System PDS geliefert.

KI-Lab, TW5115	Initial Provisioning	Dezember 1989
-----------------------	-----------------------------	----------------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 20
--------	--------------------------------------	-----------

3.2.2 Lagerung von Ersatzteilen bei Airspares

Das Detailgespräch wurde am 24. Februar 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Dr. Lehnert	TLA1
H. Nouvel	TLA111
H. Marill	TLA12
H. Wormuth	TLA12
H. Buchfeld	TLA12
H. Düesberg	TLA13
H. Swoboda	TLA611
H. Wittgen	TW5115
H. Cunis	KI-Labor
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor

Problembeschreibung

Von ASD wird ein zentrales Lager mit Airbus-Ersatzteilen geführt. Dieses soll den Airbus-Kunden die Belieferung mit benötigten Ersatzteilen innerhalb einer vorgegebenen Frist garantieren.

Bei neuen Ersatzteilen treten bezüglich der Lagerhaltung folgende Fragen auf.

- Soll dieses Ersatzteil überhaupt bei ASD gelagert werden?
- In welcher Menge soll es gelagert werden?

Bei der Beantwortung dieser Fragen kann teilweise auf Angaben des jeweiligen Herstellers zurückgegriffen werden, die in Datenbanken vorliegen. Andere Angaben müssen beim Konstrukteur erfragt werden. Da es sich um neue Teile handelt, liegen aber noch keine Erfahrungen bezüglich der Verbrauchsmengen vor.

Es wird ein System gewünscht, das aufgrund der gesammelten Daten die oben genannten Fragen beantwortet.

Beschreibung der KI-Lösung

Das Problem, neue Teile hinsichtlich ihrer Lagerungsanforderungen richtig einzuschätzen, kann durch ein KI-System nur in dem Maße gelöst werden, wie Daten über die neuen Teile zur Verfügung stehen. Zu diesen Daten ist auch eine Einordnung in Teilefamilien mit etablierten (vergleichbaren) Lagerungsanforderungen zu rechnen. Entscheidend dürften jedoch spezifische Informationen sein. Ein KI-System kann hier lediglich das geordnete Ablegen teilebezogener Informationen unterstützen. Eine automatische Einschätzung hinsichtlich der Lagerungsanforderungen erscheint nicht möglich.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Erprobte Verfahren zur geordneten Erfassung heterogener Informationen.

KI-Lab, TW5115	Lagerung bei Airspares	Dezember 1989
----------------	------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 21
--------	--------------------------------------	-----------

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

"Elektronische Notizblöcke" - Terminale mit Verbindung zu einem Host oder vernetzte PCs.

Aufwandschätzung

Aufwandschätzung: Ca. 1 PJ.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Durch ein solches System soll die Genauigkeit bei der Einschätzung der Lagerungsanforderungen neuer Teile erhöht werden.

Integration in bestehende Systeme

In einer ersten Ausbaustufe ist ein System ohne automatischen Datenaustausch mit anderen Systemen denkbar.

KI-Lab, TW5115	Lagerung bei Airspares	Dezember 1989
----------------	------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 22
--------	--------------------------------------	-----------

3.2.3 Abwicklung von Eilaufträgen bei Airspares

Das Detailgespräch wurde am 7. April 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Knauer	TLA4
H. Busch	TLA421
H. Krause	TLA421
H. Jaschinski	TW5115
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor

Problembeschreibung

Eine wesentliche Aufgabe von Airspares sind die AOG-Dienstleistungen (aircraft on ground), speziell die fristgemäße Abwicklung von Ersatzteilaufträgen der Fluggesellschaften.

Von besonderer Bedeutung sind dabei diejenigen Aufträge, die durch die Bestände aus den verteilten Lägern nicht direkt erfüllt werden können. Jeder solche Auftrag macht einen Bestellungs- und Liefervorgang notwendig, in den sowohl Partnerfirmen der Airbus Industrie als auch externe Firmen einbezogen werden. Aktuell beträgt der Anteil dieser sogenannten "kritischen" Aufträge 30% des gesamten Aufkommens (jährlich ca. 56000 Vorgänge).

Jede externe Beschaffung wird seitens TLA4 von der Bestellung bis zur Lieferung an den Bestimmungsort genauestens verfolgt, so daß der Kunde über den Beschaffungsstand jederzeit genauestens informiert werden kann. In der Mittlerrolle zwischen Kunde und Lieferant werden alle Vorgänge und Maßnahmen auftragsbezogen von Sachbearbeitern in einem manuellen Logbuch gesammelt.

Die Auftragsabwicklung wird in Teilen mit IV-Systemen unterstützt (siehe Integration in bestehende Systeme). Der hohe kommunikative Anteil der Überwachungsarbeiten wird anhand von Verfahrensvorschriften und Leitfäden durchgeführt. Zusätzlich fließen externe Vorschriften wie Lieferverfahren, Zollbestimmungen etc. sowie Informationen über Transportwege u.ä. in die Bearbeitung ein.

In einer ersten Phase soll ein Informations- und Hilfesystem entstehen, welches einen Sachbearbeiter in die Lage versetzt, Vorgehen und Verfahrensweise in einer beliebigen Bearbeitungssituation abfragen zu können.

Ein System der 2. Phase soll zusätzlich die laufende Dokumentation (interne und externe Dokumente) rechnergestützt abhandeln können.

In der dritten Phase soll die schriftliche Kommunikation mit externen Stellen weitestgehend von einem Rechner übernommen werden (z.B. Aufnahme und Auswertung von elektronisch übermittelten Texten wie Telex).

Beschreibung der KI-Lösung

Die für die erste Phase vorgesehene Arbeit ist das auch für die weiteren Phasen notwendige "Knowledge Engineering": Überführen der Ablaufvorschriften in eine Wissensbasis. Die dazu erforderlichen Methoden und Werkzeuge sind vorhanden. Eine regelbasierte Architektur erscheint geeignet.

KI-Lab, TW5115	Eilauftragsabwicklung	Dezember 1989
----------------	-----------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 23
--------	--------------------------------------	-----------

Für die 2. Phase ist ein Ausbau des Systems mit konventionellen Erweiterungen vorgesehen. Durch die Möglichkeiten rechnergestützter Dokumentation dürfte die Akzeptanz des Systems deutlich erhöht werden.

Die 3. Phase sieht den Einsatz von automatischer Texterfassung und Textauswertung vor. Bei Texten, die bereits elektronisch anfallen, bleibt nur das Auswerteproblem. Dies ist dem heutigen Stand der Technik nach lösbar, soweit es sich um eine durchweg eingegrenzte Thematik handelt. Die Verwendbarkeit von kommerziell erhältlichen textverstehenden Systemen ist zu prüfen.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Hilfesysteme vergleichbarer Art sind verbreitet (z.B. XSEL - ein System für interaktive Computer-Konfigurierung - leitet eine Vertriebsperson bei den erforderlichen Schritten).

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Einfaches Expertensystemwerkzeug, interaktiver Rechnerzugang (Host oder Arbeitsplatzrechner mit Vernetzung), Zugriffsmöglichkeit zu IMS-Datenbanken.

Aufwandschätzung

Phase 1: Ca. 1 PJ. Phase 2: Ca. 0.5 PJ. Phase 3: 1-3 PJ je nach Eignung kommerzieller Softwarekomponenten.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Mit Unterstützung durch ein System der ersten Phase werden erhebliche Verbesserungen der Servicequalität bei Verminderung der Fehlerhaftigkeit realisiert. Außerdem ist zu erwarten, daß ein höheres Auftragsvolumen bearbeitet werden kann.

Integration in bestehende Systeme

Die Auftragsabwicklung wird heute zum Teil durch nicht verbundene Systeme unterstützt bzw. nachvollzogen:

- Speicherung von Telex-Übermittlungen im System TCOM
- Verwaltung der Kundenaufträge mit Hilfe des System CORA (IMS)
- Einbeziehung von Daten des Teilestamms sowie der Gültigkeit von Ersatzteilen (TST bzw. ESY)
- Einkaufssystem

KI-Lab, TW5115	Eilauftragsabwicklung	Dezember 1989
----------------	-----------------------	---------------

3.3 TLQ: Qualitätssicherung

Die Informationsveranstaltung für TLQ wurde am 27. Februar 1989 durchgeführt. Teilnehmer waren:

H. Menze	TLQ
H. Reinke	TLQ1
H. Köhler	TLQ12
H. Füllgrapp	TLQ11
H. Baske	TLQ15
H. Strauber	TLQ21
H. Haak	TLQ22
H. Dr. Bertrand	TLQ222
H. Bujak	TLQ24
H. Besinger	TLQ2
H. Weichert	TLQ23
H. Heller	TLQ25
H. Jaschinski	TW5115
H. Wittgen	TW5115
H. Cunis	KI-Labor
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor (Referent)

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 25
--------	--------------------------------------	-----------

3.3.1 Fehlermöglichkeits- und Einflußanalyse (FMEA)

Das Detailgespräch wurde am 10. April 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Dr. Bertrand	TLQ22
H. Sek	TLQ22
H. Dr. Keller	TLQ22
H. Riebesell	TW5631
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Jaschinski	TW5115
H. Wittgen	TW5115

Problembeschreibung

Die Zuverlässigkeitsanalyse hat das Ziel, die Funktionsfähigkeit luftfahrttechnischer Systeme zu beurteilen. Die Möglichkeiten des Systemversagens werden durch Verfahren der Fehlerdiagnose, der Fehlerverfolgung und Störfalluntersuchung analysiert und womöglich mit Ausfallwahrscheinlichkeiten bewertet.

In der Bearbeitung werden zwei Hauptgruppen von technischen Systemen unterschieden, die mechanischen Systeme und Geräte und die elektrischen Systeme.

Die Fehleranalyse elektrischer Systeme wird auf Basis von CAD-Darstellungen vorgenommen, deren Strukturelemente einem streng formalisierten Bereich (Symbole der Elektrotechnik) entstammen. Mechanische Systeme werden durch bauteiltechnische und konstruktive Darstellungen beschrieben, wobei Konstruktionsdarstellungen naturgemäß schwach formalisiert sind.

Analyse elektrischer Systeme:

Ausgehend von einer CAD-Zeichnung, die Komponenten und deren Verknüpfungen ausweist, soll unter Hinzunahme der Kenntnisse über die Fehlerarten der einzelnen Komponenten und deren Eintrittswahrscheinlichkeiten auf die möglichen Auswirkungen auf das Gesamtsystem geschlossen werden, in Form von

- Erkennung sämtlicher Fehlerarten
- Zusammenfassung von Fehlerarten, die denselben Effekt auf Systemebene haben
- Bestimmung der Auftretenswahrscheinlichkeiten auf Systemebene

Analyse mechanischer Systeme:

Ausgangspunkt sind Beschreibungen von mechanischen Systemen bestehend aus Beschreibungen von Komponenten und deren funktionalen Zusammenhängen. Analog zu elektrischen Systemen sollen die Auswirkungen von Fehlerursachen in Komponenten oder Unterfunktionen auf Hauptfunktionen analysiert werden (siehe oben).

KI-Lab, TW5115	FMEA	Dezember 1989
----------------	------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 26
--------	--------------------------------------	-----------

Beschreibung der KI-Lösung

Das Problem gliedert sich in 1. den Aufbau einer funktionalen Beschreibung ausgehend von CAD/CAM-Daten und 2. die Fehleranalyse.

Teilproblem 1 kann mit vorhandenen Techniken der Dokumentenanalyse sowie mit interaktiven Techniken gelöst werden. Eine Eigenentwicklung automatischer Eingabeverfahren erscheint nicht sinnvoll und nötig.

Teilproblem 2 umfaßt eine computerinterne Simulation des zu untersuchenden Systems unter Einbeziehung von Expertenwissen über mögliches Fehlverhalten. Durch systematisches Durchspielen von Verhaltensvarianten können dann Fehlereinflüsse festgestellt und verfolgt werden. Eine vollständige Simulation komplexer Schaltkreise (z.B. ganzer Mikroprozessor-Anlagen) ist heute allerdings noch nicht in vollem Detail möglich, hier wären Einschränkungen erforderlich. Speicherung und Auswertung von Expertise über Fehlverhalten können vermutlich ohne Schwierigkeiten regelbasiert realisiert werden.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Die Simulation komplexer Systeme zur systematischen Fehleranalyse ist aktuelles Forschungsthema. Es gibt erste Entwicklungswerkzeuge (z.B. G2 von GENSYM) und erste Pilotanwendungen für elektrische Systeme. Den Autoren sind keine vergleichbaren Systeme für die Simulation mechanischer Konstruktionen bekannt.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Leistungsfähiger Arbeitsplatzrechner (z.B. SUN oder VAX) mit Grafik-Oberfläche. Spezielles Entwicklungswerkzeug (z.B. G2 oder lokal verfügbares Werkzeug).

Aufwandschätzung

Für elektrische Systeme: 4-6 PJ je nach Eignung des bei Projektbeginn vorhandenen Werkzeugs. Deutlicher KI-Entwicklungsbedarf. Vorteile aufgrund weitgehend formalisierter Eingangsdaten. Für mechanische Systeme weitere 2-4 PJ Aufwand.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Die Fehleranalyse ist bei komplexen Systemen stets fehleranfällig. Eine System-Unterstützung wird zum einen dazu dienen, die Analysen erheblich sicherer zu machen. Zusätzlich ergeben sich positive Auswirkungen auf den Entwicklungszyklus in Form von Rückkopplungen auf noch laufende Entwicklungsprozesse, die Möglichkeiten mehrere Alternativen zu bewerten und Optimierungen vorzunehmen.

Integration in bestehende Systeme

Die benötigten Datenbestände sind aus bestehenden Systemen nicht vollständig ableitbar und machen daher neue Datenstrukturen erforderlich.

KI-Lab, TW5115	FMEA	Dezember 1989
----------------	------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 27
--------	--------------------------------------	-----------

Zur Zeit fließen Informationen aus folgenden Systemen in die Analyse ein:

- Wareneingangsprüfsystem (Ausschußraten bei eingehenden Teilen)
- GESY (Stücklisten und Einbauorte)
- CARED (Stördaten der Fluggesellschaften)
- FORDS (Störfallberichte aus dem Einsatz)

Betrachtung von konventionell realisierten Alternativen

Abgesehen von Teilproblemen, wie z.B. zur wahrscheinlichkeitstheoretischen Auswertung von Fehlerbäumen, gibt es zur Zeit keine konventionellen Lösungen.

KI-Lab, TW5115	FMEA	Dezember 1989
----------------	------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 28
--------	--------------------------------------	-----------

3.3.2 Inhaltsbezogener Zugriff auf Bau- und Prüfvorschriften

Das Detailgespräch wurde am 24. Mail 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Jaschinski	TW5115
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Strauber	TLQ21

Problembeschreibung

Die Musterprüfleitstelle definiert und verifiziert in Zusammenarbeit mit dem Entwicklungsbereich Prüfprogramme für Flugzeugbaumuster. Ziel dieser Arbeit ist die Erwirkung einer Musterzulassung als Voraussetzung für eine Verkehrszulassung eines Flugzeugtyps durch die zuständigen Behörden (Bundesverkehrsministerium und Luftfahrtbundesamt).

Bei der Definition eines Prüfprogrammes müssen alle Belange betroffener Bauvorschriften beachtet werden. In der nachfolgenden Verifikationsphase ist dann die Übereinstimmung mit den behördlichen Vorgaben nachzuweisen.

Der Musterprüfingenieur steht mithin vor der Aufgabe, alle relevanten Vorschriften zu einem Prüfgegenstand aufzufinden und richtig zu interpretieren bzw. bestehende Interpretationen heranzuziehen.

Zur Unterstützung dieser Arbeit befindet sich zur Zeit ein FOCUS-basiertes System in der Erprobung, welches die Auffindung auf nach ATA-Kapiteln gruppierte Dokumentationen erlaubt (Projekt SIAM). Der Zugriff erfolgt in diesem System über Stichworte und liefert als Ergebnis Verweise auf externe Dokumente (umfangreiche Ordnersammlungen).

Ein KI-basiertes System soll in Erweiterung der Fähigkeiten konventioneller Systeme Vorschriften "inhaltsbezogen" darstellen können und zugreifbar machen. Die Vorschriften sollen dabei vollständig vom System bereitgestellt werden können.

In einer ersten Phase sollte ein solches System die Umsetzung "stabiler" Vorschriften, wie behördliche Texte, und deren Analyse nach inhaltlichen Kategorien leisten. Eine Volumeneinschränkung der Vorschriften auf einen Flugzeugtyp ist dabei zunächst hinreichend.

In der Folgephase wäre dann die Aufnahme persönlicher Dokumentation (Versuchsverlaufbeschreibungen, Absprachen, Interpretationen etc.) und deren automatische Aufbereitung für den inhaltsbezogenen Zugriff erforderlich.

Beschreibung der KI-Lösung

Grundlage des inhaltsbezogenen Zugriffs ist eine mit KI-Methoden erstellte Wissensbasis, die alle Vorschriften in strukturierter Form enthält. Wegen des vorwiegend technischen Inhaltes erscheint eine Lösung mit heute existierenden Methoden möglich. Zudem kann die Tiefe und Präzision der computerinternen inhaltlichen Darstellung an die Möglichkeiten und die Zwecke der Zugriffsunterstützung angepaßt werden, der Text der Vorschriften bleibt als letztendlich gültige Repräsentation erhalten.

KI-Lab, TW5115	Zugriff auf Bau- und Prüfvorschriften	Dezember 1989
----------------	---------------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 29
--------	--------------------------------------	-----------

Der inhaltsbezogene Zugriff auf informelle Dokumente (z.B. persönliche Aufzeichnungen) ist schwieriger, weil mit weniger eingeschränkten Textformen gerechnet werden muß. Hierzu können vorerst nur oberflächliche inhaltliche Repräsentationen entwickelt werden. Ein "elektronischer Notizblock" verursacht auch in der Regel Akzeptanzprobleme wegen der zusätzlich erforderlichen Texteingabe.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Informations- und Dokumentationssysteme mit flacher inhaltsbezogener Textdarstellung sind verschiedentlich entwickelt worden. Eine tiefere Wissensbasis für das Textverstehen in diesem oder einem ähnlichen Anwendungsbereich ist den Autoren nicht bekannt.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Arbeitsplatzrechner mit großem virtuellen Speicherbereich. Evtl. Randbedingungen aufgrund der Erweiterung von SIAM.

Aufwandschätzung

Ca. 1 PJ für den KI-Anteil der ersten Phase, weitere 2 PJ für den KI-Anteil der zweiten Phase. Für die umfangreiche Dateneingabe sind bis zu einem ersten Feldtest 0,5 PJ, danach weitere 1,0 PJ erforderlich. Es muß Arbeitsaufwand für die fortlaufende Aktualisierung eingeplant werden.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Die Nutzung eines solchen Systems durch die Musterprüfstelle und die Fachabteilungen gleichermaßen würde zu einer konsistenten Berücksichtigung und Anwendung von Bauvorschriften führen und verbesserte Interpretationen erlauben. Eine quantitative Entlastung ist zur Zeit nicht abschätzbar. Allerdings würde das System bei der Erstellung der Musterprüfprogramme für den Typ A340 von besonderem Nutzen sein.

Abgrenzung zu bereits bestehenden Vorhaben

Das bestehende System SIAM setzt einen konventionellen Lösungsansatz um. Ein KI-System ist als Erweiterung dieses Ansatzes zu verstehen.

Betrachtung von konventionell realisierten Alternativen

Wie bereits erwähnt, existiert ein mit Hilfe von FOCUS realisiertes System namens SIAM, welches über eine Stichworteingabe ein textuelles Retrieval in einem Dokumentenindex ermöglicht. Indexeinträge und Schlüsselwortzuordnungen zu einem Eintrag werden ebenfalls mit diesem System verwaltet.

KI-Lab, TW5115	Zugriff auf Bau- und Prüfvorschriften	Dezember 1989
----------------	---------------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 30
--------	--------------------------------------	-----------

3.3.3 Bewertung von Zulieferern

Das Detailgespräch wurde am 17. August 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Bujak	TLQ24
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Wittgen	TW5115

Problembeschreibung

Einige Leistungen für den Airbus (z. B. die Fertigung von Teilen und die Entwicklungen bestimmter Geräte) werden von MBB an andere Unternehmen in Auftrag gegeben.

Vor der Auftragserteilung wird von Mitarbeitern der Qualitätssicherung geprüft, ob das Unternehmen in der Lage ist, die Leistungen in der geforderten Qualität zu erbringen. Dies hängt u. a. von folgenden Faktoren ab:

- vom Maschinenpark
- von den Arbeitsabläufen im Betrieb
- von der Verteilung der Verantwortlichkeiten
- vom Informationsfluß im Unternehmen

Für die Durchführung dieser Prüfungen sind Anforderungskataloge entwickelt worden. Bei der Beurteilung eines Unternehmens prüft ein Mitarbeiter der Qualitätssicherung, ob die für dieses Unternehmen maßgeblichen Anforderungen erfüllt sind. Er geht dabei folgendermaßen vor:

- Studium der vom Unternehmen gelieferten Handbücher
- Besuch des Unternehmens zur Klärung offen gebliebener Punkte

Die Beurteilung eines Unternehmens ist abhängig von den Erfahrungen und dem Fingerspitzengefühl des Beurteilers. Bei neuen Mitarbeitern besteht die Gefahr, daß wesentliche Punkte übersehen werden.

Es wird ein Expertensystem vorgeschlagen, das die Mitarbeiter der Qualitätssicherung bei der Durchführung dieser Beurteilungen unterstützt. Dabei soll sich die Unterstützung sich u. a. auf die folgenden Punkte beziehen:

- Auswahl der für das jeweilige Unternehmen wichtigen Anforderungen
- Ausgabe einer Liste der offenen Punkte, die bei einem Besuch zu klären sind

Die Architektur des Systems muß so beschaffen sein, daß neue Aspekte leicht vom Benutzer in das System eingebracht werden können.

KI-Lab, TW5115	Bewertung von Zulieferern	Dezember 1989
----------------	---------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 31
--------	--------------------------------------	-----------

Zur Gewährleistung der Akzeptanz des Systems durch die Benutzer wird außerdem vorgeschlagen, Mechanismen vorzusehen, die zu wichtigen Begriffen

- Synonyme erkennen,
- Schreibfehler entdecken und
- sowohl die englische als auch deutsche Bezeichnung erkennen.

Beschreibung der KI-Lösung

Es wird eine zweiphasige Lösung vorgeschlagen.

In der ersten Phase wird ein System entwickelt, das dem Benutzer die erforderlichen Fragen an den Lieferanten vorgibt und seine Antworten registriert. Die Fragenauswahl erfolgt regelgesteuert in einer Expertensystem-Architektur. Die Benutzerschnittstelle wird durch ein rudimentäres textverstehendes System unterstützt (Synonym-Erkennung, Schreibfehlerkorrektur, englische und deutsche Bezeichnungen). Das System soll einen vorläufigen Fragenkatalog von ca. 1000 Fragen umfassen, von denen bereits jetzt ca. 400 in weitgehend formalisierter Fassung vorliegen. Die Akzeptanz des Systems ist zu prüfen.

In der zweiten Phase wird das System auf den vollen Umfang ausgebaut. Zusätzlich muß modellhaftes Wissen über Fertigungsprozesse und deren Organisation mit Methoden der Wissensrepräsentation aufbereitet und im Expertensystem repräsentiert werden. Nur so können aus den eingegebenen Informationen sinnvolle Schlüsse gezogen und passende ergänzende Fragen vorgeschlagen werden. Die für die zweite Phase erforderliche System-Architektur berührt aktuelle KI-Forschung und ist nicht mit Standard-Werkzeugen zu entwickeln.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Für das in der ersten Phase vorgesehene Hilfesystem gibt es zahlreiche Vorbilder. Dank der schon vorhandenen Strukturierung der Fragen und Antworten kann diese Teilaufgabe als gut beherrscht angesehen werden.

Das in der zweiten Phase vorgesehene modellgestützte Hilfssystem kann sich auf Laborerfahrungen mit modellgestützten Expertensystemen aber noch nicht auf entsprechende Anwendungssysteme abstützen.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Eine Realisierung scheint auf einem Host-Rechner oder PC möglich.

Aufwandschätzung

Aufwand für die erste Phase ca. 6 PM (davon ca. 2 PM Eigenleistung MBB). Aufwand für die zweite Phase ca. 2 PJ.

KI-Lab, TW5115	Bewertung von Zulieferern	Dezember 1989
----------------	---------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 32
---------------	---	------------------

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Durch ein solches System kann Erfahrungswissen, das in der Fachabteilung vorhanden ist, konserviert werden. Außerdem wird erwartet, daß ein solches System die Sachbezogenheit und Nachvollziehbarkeit der Beurteilungen gewährleistet.

Integration in bestehende Systeme

Ein Datenaustausch mit anderen System ist nicht notwendig.

KI-Lab, TW5115	Bewertung von Zulieferern	Dezember 1989
-----------------------	----------------------------------	----------------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 33
--------	--------------------------------------	-----------

3.4 TFS: Werk Stade

Die Informationsveranstaltung für TFS wurde am 1. März 1989 durchgeführt. Teilnehmer waren:

H. Votteler	TFS1
H. Nuske	TFS2
H. Kaßbecker	TFS33
H. Strehlow	TFS34
H. Löwe	TQS4
H. Jago	TQS411
H. Braunschweig	TFS81
H. Frenzel	TFS3
H. Jaschinski	TW5115
H. Wittgen	TW5115
H. Cunis	KI-Labor
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor (Referent)

KI-Lab, TW5115		Dezember 1989
----------------	--	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 34
--------	--------------------------------------	-----------

3.4.1 Chargierung von Autoklaven

Das Detailgespräch wurde am 21. März 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Strehlow	TFS34
H. Prumbaum	TFS34
H. Bardenhagen	TFS512
Fr. Krempa	TW564
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Jaschinski	TW5115
H. Wittgen	TW5115

Problembeschreibung

Die vier vorhandenen Autoklaven sind unter Beachtung der unten beschriebenen Bedingungen so zu belegen, daß der Raum in den Autoklaven bei den gefahrenen Zyklen möglichst gut ausgenutzt wird.

Dabei sind die folgenden Bedingungen zu beachten:

- Der Auslieferungstermin für das fertige Bauteil muß eingehalten werden.
- Zwischen der Entnahme des Materials aus dem Kühlhaus und der Behandlung des Bauteils im Autoklaven darf eine bestimmte Zeitspanne nicht überschritten werden. Diese Zeitspanne beträgt im Durchschnitt 15 Tage.
- Für bestimmte Werkstoffe kommt nur die Behandlung in einem bestimmten Autoklaven in Frage. Die Größe des Bauteils kann ebenfalls die Auswahl der in Frage kommenden Autoklaven einschränken.
- Es gibt insgesamt 21 Programme für den Ablauf der Behandlung im Autoklaven (sogenannte Zyklen). Für manche Bauteile ist ein bestimmter Zyklus vorgeschrieben. Für andere Bauteile gibt es auch alternative Zyklen.
- Manche Werkstoffe können nicht zusammen in einem Zyklus behandelt werden.
- Manche Werkstoffe müssen an bestimmten Stellen im Autoklaven untergebracht werden.

Um eine möglichst günstige Chargierung zu erreichen, sind folgende Maßnahmen möglich:

- Ausnutzung eines Puffers vor den Autoklaven
- Verzögerung oder Beschleunigung der Durchläufe durch die einzelnen Arbeitsinseln
- Veränderungen der Zuschnittmengen des Gerber-Cutters

KI-Lab, TW5115	Chargierung von Autoklaven	Dezember 1989
----------------	----------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 35
--------	--------------------------------------	-----------

Bei den beiden letzten Maßnahmen ist aber zu beachten, daß die Auslastung des Gerber-Cutters dadurch nicht beeinträchtigt werden darf.

Für die Planung dieser Maßnahmen kann auf das Bereichsleitsystem für die Kunststofffertigung zurückgegriffen werden. Dort sind die Fertigungsdaten für die nächsten 5 Tage verfügbar.

Beschreibung der KI-Lösung

Der erforderliche Chargenplaner setzt sich aus einer konventionellen Scheduling-Komponente, einer räumlichen Konfigurierungs-Komponente und einer Expertise-Komponente zusammen.

Die Scheduling-Komponente erstellt den Zeitplan für die Autoklavenbelegungen unter den genannten Randbedingungen und in enger Verzahnung mit den anderen Komponenten.

Die Konfigurierungs-Komponente stellt die Charge für einen Autoklaven zusammen. Sie ermittelt eine optimale Raumnutzung durch KI-Techniken des räumlichen Konfigurierens.

Die Expertise-Komponente steuert die Entscheidungen der anderen Komponenten mithilfe von Regeln, die in der Entwicklungsphase von menschlichen Experten erfragt werden müssen.

Die Gesamtarchitektur entspricht der eines Planungs- und Konfigurierungssystems.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Als Ergebnis aktueller KI-Forschung gibt es fundiertes Know-How über die Konfigurierungsproblematik und mehrere Pilotanwendungen. Dasselbe gilt für Scheduling-Systeme. Vergleichbare Systeme befinden sich z.B. bei der NASA (Beladung von Raumfähren) in der Erprobung.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Leistungsfähiger KI-tauglicher Arbeitsplatzrechner für die Entwicklungsphase. Für die Nutzungsphase kann auch ein leistungsfähiger Host-Rechner geeignet sein. Moderne Konfigurierungs-Software als Entwicklungswerkzeug wünschenswert, sonst Common Lisp. Einfache Expertensystem-Werkzeuge wären überfordert.

Aufwandschätzung

Ca. 4-6 PJ KI-Entwicklung, dazu ca. 0,5 PJ Expertenbefragung und System-Integration.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Durch eine Verbesserung der Chargierung der Autoklaven kann die Anzahl der durchzuführenden Zyklen vermindert werden.

KI-Lab, TW5115	Chargierung von Autoklaven	Dezember 1989
----------------	----------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 36
---------------	---	------------------

Integration in bestehende Systeme

Durch Zugriff auf das Bereichsleitsystems für die Kunststofffertigung kann das System die Fertigungsdaten für die nächsten 5 Tage ermitteln. Dieses System wird nach seine Einführung (in der zweiten Jahreshälfte von 1989) auf einer VAX 8350 unter dem Betriebssystem VMS arbeiten. Diesem System liegt das Datenbanksystem ORACLE zugrunde.

KI-Lab, TW5115	Chargierung von Autoklaven	Dezember 1989
-----------------------	-----------------------------------	----------------------

3.4.2 Fehlerdiagnose bei CFK-Bauteilen

Das Detailgespräch wurde am 21. März 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Nuske	TFS2
Dr. Bieling	TFS24
H. Löwe	TQS4
Fr. Krempa	TW564
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Jaschinski	TW5115
H. Wittgen	TW5115

Problembeschreibung

Nach Auftreten eines Fehlers in einem CFK-Bauteil soll die Fehlerursache möglichst schnell ermittelt werden.

Beispiele von Fehlern an CFK-Bauteilen sind:

- Maßabweichungen außerhalb der geforderten Toleranz
- Poren
- Delamination

Die Fehlerursachen können in den folgenden Bereichen liegen:

- Fehler beim Werkstoff
- Fehler beim Fertigungsmittel
- Fehler beim Fertigungsverfahren (z. B. falscher Autoklavendruck)

Bei der Fehleranalyse sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Werkstoffe mit gleicher Bezeichnung aber von verschiedenen Herstellern können unterschiedlich beschaffen sein. Diese Unterschiede können die Qualität des Bauteils beeinflussen.
- Fertigungsmittel verändern sich im Laufe ihrer Nutzung.

Die Durchführung der Fertigungsverfahren wird teilweise protokolliert (z. B. Belegung des Autoklaven, Druck- und Temperaturverlauf im Autoklaven). Auf diese Protokolle kann bei der Fehlersuche zurückgegriffen werden. Allerdings sind sie zur Zeit nicht in einem zentralen Rechner gespeichert.

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 38
--------	--------------------------------------	-----------

Beschreibung der KI-Lösung

Das gewünschte System besteht aus einem Diagnose-Expertensystem mit angeschlossener Falldatenbank und Benutzerschnittstelle.

Das Expertensystem kann in klassischer regelbasierter Architektur aufgebaut werden und über einen weitgehend statischen Regelschatz verfügen. Es greift inhaltsbezogen auf die Falldatenbank zu.

Die Falldatenbank nimmt Daten auf, die teilweise bereits rechnergespeichert sind, teilweise auf möglichst bequeme Weise durch die Benutzer einzugeben sind. Die Datenbankstruktur ist relational und objektorientiert. Vermutlich ist Entwicklungsarbeit erforderlich, um den inhaltsbezogenen Zugriff über eine flexible Beschreibungssprache einzurichten und den Anschluß an das Expertensystem zu gestalten.

Die Benutzerschnittstelle entscheidet über die Akzeptanz des Systems. Durch menügesteuerte Eingabe kann eine formalisierte Fehlerbeschreibung auf bequeme Weise erreicht werden. Techniken der KI-Wissensrepräsentation sichern die Konsistenz der Benutzerschnittstelle.

Als eine interessante Erweiterung des Systems kann eine Falldatenanalyse vorgesehen werden. Diese Komponente hat die Aufgabe, Falldaten statistisch und kausal auf häufig auftretende Fehlerursachen hin auszuwerten. Falldatenanalyse ermöglicht auch das automatische Generieren von Diagnoseregeln.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Zahlreiche Diagnosesysteme im technischen Bereich haben eine vergleichbare Aufgabe. Die dabei verwendeten KI-Methoden sind durchweg erprobt. Die vorhandenen Implementationen sind allerdings wegen unterschiedlicher und häufig ungeeigneter Entwicklungswerkzeuge nicht unmittelbar zu übernehmen.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Host-Rechner, PC oder Arbeitsplatzrechner. Die jeweils in Frage kommenden Software-Werkzeuge und Integrationsgesichtspunkte geben den Ausschlag.

Aufwandschätzung

Ca. 1,5 PJ.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Ein System, das bei der Bewältigung dieser Problematik unterstützt, kann zur

- Reduzierung der Aufwendungen für die Fehlerdiagnose und zur
- Reduzierung der Anzahl der im Nachlauf produzierten fehlerhaften Teile

führen.

KI-Lab, TW5115	Fehlerdiagnose bei CFK-Bauteilen	Dezember 1989
----------------	----------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 39
---------------	---	------------------

Integration in bestehende Systeme

Die für die Findung der Fehlerursache relevanten Daten liegen zur Zeit in keinem zentralen Rechner vor.

KI-Lab, TW5115	Fehlerdiagnose bei CFK-Bauteilen	Dezember 1989
-----------------------	---	----------------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 40
--------	--------------------------------------	-----------

3.4.3 Optimierung der FTS-Steuerung

Das Detailgespräch wurde am 12. Mai 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Cunis	KI-Labor
H. Jaschinski	TW5115
H. Kaßbecker	TFS33
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Ortmann	TFS212

Problembeschreibung

Das "Fahrerlose Transportsystem" (FTS) versorgt die Arbeitsinseln eines Fertigungsbereiches mit Transportdienstleistungen.

Dazu nimmt der Steuerungsrechner (SLR) des FTS Aufträge direkt oder indirekt vom übergeordneten Bereichsleitsystem (BLS) entgegen. Eine Teilmenge der Fahraufträge (Berechnungsrahmen) wird unter Berücksichtigung von BLS-Prioritäten, Wegoptimierungs- und Kapazitätskriterien durch den SLR bewertet und dann auf den aktiven Fahrzeugpark aufgeteilt. Die vom Bereichsleitsystem vorgegebenen Prioritäten sind dabei reine Terminprioritäten.

Das FTS wird als lokal optimiertes System betrachtet. Die Optimalität ist für einen erweiterten Betrachtungsrahmen allerdings nicht mehr gewährleistet.

Folgende Konstellationen indizieren das:

- ein Auftrag mit höchster Priorität wird an den SLR gemeldet, kann in den Berechnungsrahmen aber nicht mehr aufgenommen werden (verspätete Ankunft des Fertigungsteils am Autoklaven)
- zusammengehörige Aufträge werden vom SLR als solche nicht erkannt und daher unabhängig geplant (verhindert gemeinsame Autoklavenbeschickung)
- Tischblockaden (können zu Systemblockaden führen)
- Fahrzeughäufung an einer Haltestelle (mehrere Transporte beginnen und/oder enden an einem Ablageort, Drängelproblem)

Ziel eines Optimierungssystems soll eine bessere Priorisierung sein, die es ermöglicht, effiziente Fahrpläne des FTS-Komplexes zu realisieren.

Diese Priorisierung soll

- die Auftragszusammengehörigkeit
- Auf- und Abnahmekapazitäten an den Haltepunkten

KI-Lab, TW5115	Optimierung der FTS-Steuerung	Dezember 1989
----------------	-------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 41
--------	--------------------------------------	-----------

- Straßenbelegung, Fahrwege und Fahrdauern
- tolerierbaren Verzug eines Auftrages

als Vorgaben des BLS bzw. Meßgrößen des SLR weitestgehend berücksichtigen.

In einer Ausbaustufe des Optimierungssystems sind Eigenschaften wie

- Simulationsbetrieb
- Dokumentation der Optimierung
- Engpaßanalyse

erforderlich.

Beschreibung der KI-Lösung

Eine kurzfristige Verbesserung der Kurzweg-Optimierung sollte mit dem Hersteller der bestehenden Software (Thomas & Partner, Karlsruhe) durchgeführt werden. Eine KI-Lösung kann nicht ohne weiteres in das bestehende System integriert werden.

Für eine weitergehende Optimierung der FTS-Steuerung ist ein modellgestütztes Planungssystem erforderlich. Die KI bietet hierfür objektorientierte Repräsentationen und Planungstechniken, mit denen eine Vielzahl von heterogenen Beschränkungen und Planungsgesichtspunkten berücksichtigt werden können. Modellgestützte Planung unterstützt auch Engpaßvorhersage und Simulation.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Modellgestützte Planungssysteme mit vergleichbarer Komplexität finden sich im CIM-Bereich und z.B. bei der NASA im Einsatz. Ein vergleichbares Transport-Planungssystem ist den Autoren nicht bekannt. Entwicklungs-Software für modellgestützte Planung und Simulation kommt derzeit gerade auf den Markt.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Leistungsfähiger Arbeitsplatzrechner (z.B. SUN, VAX). Für den vorhandenen Prozeßrechner gibt es keine geeigneten KI-Software-Werkzeuge.

Aufwandschätzung

Die Entwicklung eines modellgestützten Planungssystems erfordert ca. 3 PJ.

KI-Lab, TW5115	Optimierung der FTS-Steuerung	Dezember 1989
----------------	-------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 42
--------	--------------------------------------	-----------

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Mit Einsatz des Optimierungssystems wird erwartet,

- die Anzahl der Transportfahrzeuge minimal zu halten
- den Personaleinsatz trotz Hochlauf nicht zu erhöhen und insbesondere beschlossene Planzahlen nicht voll auszuschöpfen
- den Personaleinsatz zunehmend von der Steuerung auf die Anlagenüberwachung zu verlagern.

Integration in bestehende Systeme

Das Optimierungssystem wird in die bestehende Verknüpfung des BLS basierend auf VAX/VMS und des SLR basierend auf Siecomp/PL/M 86 einzubetten sein. Anforderungen an die Schnittstelle zum BLS sind bereits in der Problemstellung deutlich gemacht.

Betrachtung von konventionell realisierten Alternativen

Das bestehende Steuerungssystem im jetzigen Verbund mit dem BLS ist eine konventionelle Realisierung.

KI-Lab, TW5115	Optimierung der FTS-Steuerung	Dezember 1989
----------------	-------------------------------	---------------

3.5 TW: Wirtschaft

Die Informationsveranstaltung für TW wurde am 7. März 1989 durchgeführt. Teilnehmer waren:

H. Ackermann	TW
H. Zweibrück	TW1
H. Kolbmann	TW12
H. Haack	TW124
H. Beier	TW13
H. Ficus	TW2
H. Hönicke	TW21
H. Siebert	TW35
H. Werner	TW4
H. Lindemann	TW42
H. Schlichtmann	TW42
H. Haar	TW5731
H. Hoffmann	TW5733
H. Jaschinski	TW5115
H. Wittgen	TW5115
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor (Referent)

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 44
--------	--------------------------------------	-----------

3.5.1 Kontierung von Aufwendungen

Das Detailgespräch wurde am 7. Juli 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Ackermann	TW
H. Zweibrück	TW1
H. Schultz	TW113
H. Kolbmann	TW12
H. Ficus	TW2
H. Janssen	TW212
H. Schlichtmann	TW42
H. Jaschinski	TW5115
H. Wittgen	TW5115
H. Hoffmann	TW5733
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor

Problembeschreibung

Bei der Verbuchung einiger Aufwendungen ist es schwierig zu entscheiden, ob es sich hier um Kosten handelt und, falls es sich um Kosten handelt, welcher Kostenart diese Kosten zuzuordnen sind. Maßgeblich für diese Entscheidungen sind unter anderem:

- gesetzliche Vorschriften
- steuerliche Belange
- innerbetriebliche Richtlinien

Beispiel:

Im Falle einer Dachreparatur kann es sich um einen Aufwand zur Erhaltung des Gebäudes (also um Kosten) handeln. Es kann aber auch notwendig sein, diesen Aufwand zu aktivieren (d. h. der Wert des Gebäudes wird erhöht).

Unter anderem sind für die Entscheidungsfindung zu berücksichtigen:

- der Wert der Reparatur
Ab einem bestimmten Wert muß eine Aktivierung vorgenommen werden.
- die Umstände der Reparatur
Notreparaturen werden beispielsweise grundsätzlich nicht aktiviert.

Ein Expertensystem soll bei dieser Entscheidung Hilfestellung geben.

Richtlinien für die Entscheidungsfindung liegen bereits in schriftlicher Form vor oder können von Experten bei MBB erarbeitet werden.

KI-Lab, TW5115	Kontierung von Aufwendungen	Dezember 1989
----------------	-----------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 45
--------	--------------------------------------	-----------

Als Einstiegsproblem wurde in diesem Gespräch die Vergabe von Schlüsseln für meldepflichtige Auslandszahlungen vorgeschlagen. Diese Schlüssel geben Auskunft über den Grund der Zahlung (z. B. Wareneinfuhr, Lizenzgebühren, Honorare) und müssen an die Landeszentralbank weitergegeben werden.

Beschreibung der KI-Lösung

Die Realisierbarkeit eines Expertensystems zur Unterstützung der Kontierung hängt entscheidend davon ab, inwieweit ein konkreter Vorgang (z.B. Dachreparatur) automatisch in eine durch Regeln abgedeckte Kategorie eingeordnet werden kann. Es erscheint derzeit ausgeschlossen, dieses für alle möglichen Kontierungsvorgänge zu leisten. Für einen eingegrenzten Bereich können die erforderlichen Wissensstrukturen jedoch durchaus entwickelt werden.

Es wird vorgeschlagen, ein Expertensystem zunächst für den eingeschränkten Bereich der Auslandszahlungen zu entwickeln. Hieraus lassen sich dann Machbarkeit und Akzeptanz für weitere Anwendungsfelder ableiten. Für das Expertensystem ist eine klassische regelbasierte Architektur geeignet.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Es gibt Expertensystem-Prototypen für ähnliche Anwendungen, z.B. die Abwicklung von Auslandszahlungen. Die grundsätzliche Methodik ist bekannt.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

PC oder Host-Rechner sowie ein einfaches Expertensystem-Entwicklungswerkzeug.

Aufwandschätzung

Ca. 1 PJ.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Durch ein solches Expertensystem kann folgendes erreicht werden:

- Vermeidung von Fehlern bei der Zuordnung von Kosten zu Kostenarten bzw. bei der Vergabe von Schlüsseln für Auslandszahlungen
- Bearbeitung der Aufgabe durch weniger qualifizierte Mitarbeiter, als dies heute der Fall ist

Integration in bestehende Systeme

Es wurde in diesem Gespräch nicht gefordert, daß ein solches Expertensystem seine Ergebnisse automatisch an das Rechnungswesen übergibt.

KI-Lab, TW5115	Kontierung von Aufwendungen	Dezember 1989
----------------	-----------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 46
---------------	---	------------------

Die Einbindung des Expertensystems in DV-Systeme, die an das Rechnungswesen automatisch Daten liefern (z. B. Lohnabrechnung, Materialabrechnung) ist auch nicht notwendig, da von diesen Systemen die Kostenarten bereits festgelegt werden.

Betrachtung von konventionell realisierten Alternativen

In den meisten Fällen ist die Entscheidungsfindung sehr einfach und bereits in DV-Systemen eingearbeitet. Ein Expertensystem würde sich auf solche Bereiche konzentrieren, in denen die Entscheidungsfindung schwieriger ist. Für die Bearbeitung dieser Aufgabenstellung ist kein System bekannt, das mit konventionellen Methoden realisiert wurde.

KI-Lab, TW5115	Kontierung von Aufwendungen	Dezember 1989
-----------------------	------------------------------------	----------------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 47
--------	--------------------------------------	-----------

3.5.2 Unterstützung bei der Angebotserstellung

Das Detailgespräch wurde am 14. August 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Siebert	TW35
H. Homann	TW35
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Wittgen	TW5115

Problembeschreibung

In dem Gespräch ging es um die Frage, inwieweit Expertensysteme bei der Angebotskalkulation Hilfestellung bieten können.

Die Notwendigkeit einer Angebotskalkulation entsteht unter anderem dadurch,

- daß die bisherigen Preise unter Berücksichtigung veränderter Bedingungen überprüft werden müssen (z. B. bei einer Steigerung der Absatzmöglichkeiten des Flugzeugtyps);
- daß eine Anforderung des Vertriebes nach einem Preisnachlaß für ein bestimmtes Angebot vorliegt.

Je nach Programm (z. B. AIRBUS, FOKKER) und möglichem Kunden (Öffentlicher Dienst, Privatwirtschaft) gibt es unterschiedliche Verfahren bei der Durchführung der Kalkulation.

Ein Expertensystem soll den Benutzer bei der Wahl des für den jeweiligen Fall gültigen Verfahrens behilflich sein. Außerdem soll es die Einhaltung der Verfahrensvorschriften durch eine entsprechende Dialogführung gewährleisten.

Beschreibung der KI-Lösung

Wegen der Komplexität der Verfahrensvorschriften und der Vielzahl der relevanten Daten ist eine genauere Systemanalyse erforderlich.

In einer ersten Phase sollen Verfahrensvorschriften und Algorithmen erfaßt werden. Darauf aufbauend soll ein interaktives System zum Experimentieren konzipiert und implementiert werden. Dafür kommt ein regelbasiertes Dialogsystem in Frage.

In der zweiten Phase soll ein direkter Datenbankzugriff eingerichtet werden. Auf diese Weise kann die manuelle Eingabe eines Teils der Daten entfallen.

In der dritten Phase soll eine Rückkopplung der Daten zum Zwecke einer Nachkalkulation ermöglicht werden.

KI-Lab, TW5115	Angebotserstellung	Dezember 1989
----------------	--------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 48
--------	--------------------------------------	-----------

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Es gibt zahlreiche Vorbilder für regelbasierte Dialogsysteme (z.B. XSEL bei der Firma DEC). Eine Machbarkeit des hier vorgesehenen Systems hängt weniger von KI-Techniken als der Formalisierbarkeit des Anwendungsgebietes ab.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

PC oder Host-Rechner mit einfachem Expertensystem-Werkzeug.

Aufwandschätzung

2 PM für Vorstudie, ca. 18 PM für Phase 1, ca. 9 PM für Phase 2, ca. 12 PM für Phase 3.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Von dem System wird erwartet, daß es die Durchführung von Kalkulationen beschleunigt und vereinheitlicht.

Integration in bestehende Systeme

Dieses System kann in der ersten Ausbaustufe isoliert von anderen Systemen arbeiten. Notwendige Daten sind während des Dialoges vom Benutzer einzugeben.

Abgrenzung zu bereits bestehenden Vorhaben

Zur Zeit werden die Kalkulationen bei TW35 manuell durchgeführt. Vorhaben im Bereich der Informationsverarbeitung, die sich mit der Lösung dieser Problematik befassen, sind nicht bekannt.

Betrachtung von konventionell realisierten Alternativen

Konventionelle Systeme, die den Benutzer bei der Wahl eines angemessenen Kalkulationsverfahrens unterstützen, sind nicht bekannt.

KI-Lab, TW5115	Angebotserstellung	Dezember 1989
----------------	--------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 49
--------	--------------------------------------	-----------

3.6 TF: Fertigung

Die Informationsveranstaltung für TF wurde am 7. März 1989 durchgeführt. Teilnehmer waren:

H. Dr. Reinecke	TFA
H. Kemper	TF1-A
H. Balcke	TF123
H. Wolf	TF1232
H. Wutke	TF21
H. Richter	TF232
H. Kiehn	TF32
H. Jaschinski	TW5115
H. Wittgen	TW5115
H. Cunis	KI-Labor
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor (Referent)

KI-Lab, TW5115		Dezember 1989
----------------	--	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 50
--------	--------------------------------------	-----------

3.6.1 Terminplanung für Flugzeugprogramme

Das Detailgespräch wurde am 24. Mail 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Jaschinski	TW5115
H. Kiehn	TF32
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Strelow	TF321

Problembeschreibung

Im Rahmen der Serienplanung bzw. Prototypenplanung ist die Fähigkeit zur Erstellung möglichst genauer Prognosen über den Programmverlauf von besonderer Bedeutung.

Kernfragen sind in diesem Zusammenhang:

- ob gesteckte Terminziele erreichbar sind
- durch welche Maßnahmen gegebenenfalls Terminziele erreichbar gemacht werden können

Ausgangsdaten für die Vorhersage werden durch Abfrage des Arbeitsstandes der Konstruktions- und Fertigungsbeteiligten, zum Teil durch IV-Systeme unterstützt, ermittelt. Die ermittelten bzw. gemeldeten Daten (z.B. Ablieferungstermin einer Bauunterlage, Freigabedaten) können nicht in allen Fällen verifiziert werden, so daß daraus abgeleitete Aussagen über Iststände bereits fehlerhaft sein können.

Ein zu erstellendes Prognose-System soll ausgehend von Planungs- und Istdaten Vorhersagen zu dem zukünftigen Programmverlauf machen. Als zugrundeliegende Methodiken kämen dabei ein Ansatz mit Hilfe wahr-scheinlichkeitstheoretischer Modelle sowie die Anwendung von Fallwissen aus der Vergangenheit in Frage.

Beschreibung der KI-Lösung

Das Kernproblem scheint die Beschaffung zuverlässiger Daten sowie ihre bestmögliche Auswertung für eine Prognose zu sein. Hierbei kann die KI nur eine Nebenrolle spielen:

1. Erstellung einer Falldatenbank mit Methoden der Wissensrepräsentation.
Durch inhaltsbezogenen Zugriff können interessante Vergleichsdaten herangezogen werden.
2. Erstellung einer intelligenten Checkliste zur Verfahrenssteuerung.
Die für eine Terminplanung erforderlichen Verfahrensschritte werden durch ein interaktives Ex-pertensystem vorgegeben.

Das Einrichten von Zugriffsmöglichkeiten auf Fertigungsdaten (Datenbeschaffung) und das fundierte Voraus-planen aufgrund eines statistischen Modells ist konventionell zu realisieren.

KI-Lab, TW5115	Terminplanung für Flugzeugprogramme	Dezember 1989
----------------	-------------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 51
--------	--------------------------------------	-----------

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Es gibt zahlreiche Vorbilder für eine strukturierte Wissensrepräsentation in vergleichbaren Anwendungsgebieten. Es gibt ebenfalls zahlreiche Vorbilder für "intelligente Checklisten".

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Für den KI-Teil: PC oder Host-Rechner mit einfachem Expertensystem-Werkzeug.

Aufwandschätzung

Für den KI-Teil: Ca. 1 PJ.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Mit Hilfe einer möglichst frühen und genauen Vorausschätzung von Abläufen wird ein Handlungsspielraum geschaffen, der Kosten für Terminverzögerungen klein halten kann.

Integration in bestehende Systeme

Relevante Eingangsdaten für die Vorhersage werden heute aus dem System MODA sowie Systemen der Betriebsdatenerfassung (BDE) entnommen. Mit Hilfe des Systems TESH werden heute Terminpläne erstellt. Die genannten Systeme sind nicht miteinander verbunden.

KI-Lab, TW5115	Terminplanung für Flugzeugprogramme	Dezember 1989
----------------	-------------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 52
--------	--------------------------------------	-----------

3.6.2 Zuordnung von Herstellerteilekennzeichen zu Identnummern

Das Detailgespräch wurde am 24. Mail 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Balcke	TF123
H. Jaschinski	TW5115
H. Menk	TF1233
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Wolf	TF1232

Problembeschreibung

Für die eindeutige Identifizierung von Artikeln (Kauf- und Hausteile) werden bei MBB-UT zwei verschiedene Schlüsselbegriffe benutzt. Zur Verwendung in Außenbeziehungen wird die Kombination aus Herstellercode und Herstellerteilekennzeichen (HTZ, 37-stellig), innerhalb des Unternehmensbereiches ein auf acht Stellen verkürzter Schlüsselbegriff - die Identnummer - benutzt. Die umkehrbar eindeutige Beziehung zwischen beiden Schlüsselssystemen wird durch zwei IMS-Datenbanken abgebildet (Artikelstamm und HTZ-Datenbank).

Bei der Zuordnung von Herstellerteilekennzeichen zu Identnummern im Artikelstamm ist folgende Konsistenzbedingung wesentlich:

Alle gleichwertigen Teile sind unabhängig vom Hersteller unter ein und derselben Identnummer zusammenzufassen.

Bei Neuaufnahmen wird deshalb geprüft, ob ein ankommendes HTZ bereits in der HTZ-DB gespeichert ist, oder aber ein gleichwertiges anderes Teil bereits vorhanden ist. Ist das der Fall, wird das HTZ der zugehörigen Identnummer zugeordnet, andernfalls kommt es zur Vergabe einer neuen Identnummer.

Der Suchvorgang ist aufgrund folgender Rahmenbedingungen erschwert:

- in gewissen Grenzen existieren mehrere Einträge für ein HTZ in verschiedenen Schreibweisen
- es gibt gleichwertige Teile verschiedener Hersteller, deren HTZ nur sehr wenige gemeinsame Bezüge aufweisen
- es gibt kein sicheres beschreibbares Verfahren (manuell/IV-gestützt) welches aufgrund eines vorgegebenen HTZ und zusätzlicher Attribute einen gleichwertigen Eintrag in dem Datenbestand lokalisiert

Der Prüfvorgang soll nun durch ein Expertensystem unterstützt werden, welches zu einem vorgegebenen HTZ die Menge der in der HTZ-DB vorhandenen gleichwertigen Teile möglichst genau bestimmt. Dazu zählt u.a. die Auffindung von Schlüsselähnlichkeiten basierend auf ähnlichen Schreibweisen oder ähnlicher Generierungssyntax (z.B. bei Normenbezeichnungen).

KI-Lab, TW5115	Identnummernvergabe	Dezember 1989
----------------	---------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 53
--------	--------------------------------------	-----------

In einer ersten Phase sollte ein solches System auf die Teilmenge der Normteile eingeschränkt werden. Um die Anpassung an Veränderungen (neue Normen etc.) leicht vornehmen zu können, muß die Wissensbasis durch den Anwender eigenhändig erweitert werden können.

Folgeentwicklungen dieses Systems sollten Erweiterungen des Arbeitsbereiches auf die Katalogteile sowie die Einbeziehung des Generalisierungslernens aus den vorhandenen Beziehungsmengen (Artikelstamm und HTZ-DB) vorsehen.

Beschreibung der KI-Lösung

Die verschiedenen Möglichkeiten und Verfahren zur Zuordnung eines HTZ lassen sich gut im Rahmen eines regelbasierten Expertensystems formulieren. Die Forderung nach Erweiterbarkeit der Regelbasis kann vermutlich durch vorhandenes Expertensystem-Werkzeug weitgehend befriedigt werden. Eine Komponente zum Generalisierungslernen ist methodisch unproblematisch, bedarf jedoch bei der Anwendung größerer Aufmerksamkeit und Erprobung.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Einfaches Expertisesystem, zahlreiche vergleichbare Vorbilder.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Leistungsfähiger PC oder Host-Rechner mit Datenbankzugriff.

Aufwandschätzung

Für ein zunächst auf Normteile beschränktes Expertisesystem inklusive Erweiterbarkeit und Lernmöglichkeit: Ca. 2 PJ (davon ca. 4 PM Kontakt mit Fachleuten für Wissensakquisition und Erprobung).

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Die heutige manuelle Vorgehensweise setzt ein beträchtliches Erfahrungswissen des Sachbearbeiters voraus, welches in der Regel weder kurz- noch mittelfristig erworben werden kann. Es ist daher sinnvoll, die vorhandene Expertise abzusichern. Die Produktausweitung auf weitere Baumuster und das damit verbundenene höhere Arbeitsvolumen könnten mit bestehenden Kapazitäten abgedeckt werden.

Der Problemstellung liegt darüberhinaus ein strategischer Ansatz zugrunde, nämlich die konsistente Zusammenführung von Artikelbeständen mehrerer Unternehmensbereiche in naher Zukunft. Dazu müßte das Expertensystem befähigt sein, im Stapelverarbeitungsmodus Massendaten verarbeiten zu können.

Integration in bestehende Systeme

Die Frage der Integration kann erst nach tiefergehender Analyse geklärt werden.

KI-Lab, TW5115	Identnummernvergabe	Dezember 1989
----------------	---------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 54
---------------	---	------------------

Betrachtung von konventionell realisierten Alternativen

Konventionelle Alternativen bestehen aus einer Kombination von menschlicher Interpretationstätigkeit und der Unterstützung des Suchprozesses durch Retrievalsysteme auf der Basis von FOCUS bzw. durch IMS-Transaktionen.

KI-Lab, TW5115	Identnummernvergabe	Dezember 1989
-----------------------	----------------------------	----------------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 55
--------	--------------------------------------	-----------

3.6.3 Unterstützung der Investitionsplanung

Das Detailgespräch wurde am 2. Juni 1989 durchgeführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Wutke	TF21
Dr. Wischmann	TF211
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Wittgen	TW5115

Problembeschreibung

Zu den Aufgaben von TF21 gehört die Planung von Investitionen im Bereich der Fertigung. Grundlage für diese Planungen sind Detailplanungen, die in den Werken vorgenommen werden. Außerdem werden von TF21 Planungsvarianten mit Hilfe von Planspielen untersucht.

Dabei ist es notwendig, die Folgen einzelner Investitionsmaßnahmen möglichst genau abzuschätzen.

Beispiel:

In einem Werk ist eine Kapazitätserweiterung an einer bestimmten Stelle vorzunehmen. Das hat zur Folge, daß eine neue Maschine und neue Mitarbeiter eingesetzt werden müssen. Für den Einsatz der Maschine ist evtl. eine Hallenerweiterung notwendig, was möglicherweise eine Erweiterung der Heizungsanlage zur Folge hat. Für die neuen Mitarbeiter sind evtl. zusätzliche Parkplätze vorzusehen.

Außerdem sind bei Investitionen evtl. Restriktionen zu beachten (etwa die zulässige Höhe von Gebäuden in Flughafennähe).

Ein rechnergestütztes System, das diese beiden Gesichtspunkte berücksichtigt, könnte den Planer bei der Investitionsplanung unterstützen. Zur Zeit werden diese Aufgaben aufgrund von Erfahrungswissen und mit Hilfe von schriftlichen Aufzeichnungen bearbeitet.

Ein solches System müßte sowohl bei TF21 als auch in den entsprechenden Planungsabteilungen der Werke zur Verfügung stehen. Anpassungen und Erweiterungen sollten möglichst durch die Planer vorgenommen werden können. Das Abspeichern durchgeführter Planungsvorgänge ist vorzusehen, um spätere Nachprüfungen zu ermöglichen.

Beschreibung der KI-Lösung

"Intelligente Checkliste" gekoppelt mit Planungswissen. Durch eine regelbasierte Architektur kann leichte Erweiterbarkeit erreicht werden. Erfassung von Planungsprotokollen ist ohne besondere KI-Techniken zu realisieren. Wegen des Bedarfs an koordinierter dezentraler Planung ist das vorgesehene Verfahren vorher mit allen Beteiligten abzustimmen.

KI-Lab, TW5115	Investitionsplanung	Dezember 1989
----------------	---------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 56
--------	--------------------------------------	-----------

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Für intelligente Checklisten ähnlicher Art gibt es zahlreiche Vorbilder, darunter auch Expertensysteme für Investitionsplanung in anderen Branchen.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

PC oder Host-Rechner mit einfachem Expertensystem-Werkzeug.

Aufwandschätzung

Ca. 1 PJ, dazu ca. 6 PM für Abstimmung und Koordination bei dezentralem Einsatz.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Ein solches System kann helfen, die

- Genauigkeit,
- Vollständigkeit und
- Einheitlichkeit

der Planungen zu erhöhen. Außerdem könnte ein solches System vorhandenes Wissen konservieren und die Einarbeitung neuer Mitarbeiter unterstützen.

Integration in bestehende Systeme

Das System kann isoliert von anderen Systemen laufen.

KI-Lab, TW5115	Investitionsplanung	Dezember 1989
----------------	---------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 57
--------	--------------------------------------	-----------

3.7 TFV: Werk Varel

Die Informationsveranstaltung für TFV wurde am 8. März 1989 durchgeführt. Teilnehmer waren:

H. Flothow	TFV11
H. Heimann	TFV12
H. Magdanz	TFV1233
H. Eickhorst	TFV21
H. Knoop	TFV214
H. Dittmar	TFV2
H. Plischke	TFV22
H. Dr. Hebbeler	TFV3
H. Kentler	TFV31
H. Mann	TFV344
H. Sager	TFV53
H. Frers	TFV81
H. Ankermann	TQV43
H. Jaschinski	TW5115
H. Wittgen	TW5115
H. Cunis	KI-Labor (Referent)

KI-Lab, TW5115		Dezember 1989
----------------	--	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 58
--------	--------------------------------------	-----------

3.7.1 Diagnose von Fehlern in einem flexiblen Fertigungssystem (FFS)

Das Detailgespräch wurde am 28. April 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Heimann	TFV12
H. Schelling	TFV122
H. Sauer	TFV123
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Wittgen	TW5115

Problembeschreibung

Im Bereich "Werkserhaltung" befaßt man sich u. a. mit der Instandsetzung und Instandhaltung von automatischen Produktionsanlagen. In diesem Detailgespräch beschränkte man sich auf die Betrachtung des FFS (Flexibles Fertigungssystem) zum Fräsen von Bauteilen.

Bei auftretenden Störungen im FFS kommt es darauf an, möglichst schnell die Fehlerursache zu finden und zu beseitigen, um die Produktionsausfallzeit möglichst gering zu halten. Für diese Aufgabe gibt es im Werk Varel Spezialisten. Auf die Hersteller der Maschinen kann im allgemeinen nicht zurückgegriffen werden (Entfernung; Zusammenwirken von Geräten verschiedener Hersteller). Allerdings stehen diese Spezialisten nicht während des gesamten 3-Schichten-Betriebes zur Verfügung.

Gewünscht wird deshalb ein System, das den Bediener der Anlage bei der Ermittlung der Ursache einer Störung unterstützt, so daß dieser in der Lage ist, einen erheblichen Anteil der Störungen ohne Hilfe eines Spezialisten für Instandsetzung zu beheben. Dies soll dadurch geschehen, daß das System Diagnosemaßnahmen vorschlägt (z. B. "Prüfe Endschalter B!") und gegebenenfalls eine Diagnose liefert.

Beispiel einer Störung im FFS:

Der Werkzeugwechsler, der das Werkzeug vom Magazin zur Maschine befördern soll, "hängt".
Ursachen dafür können u. a. sein:

- Schalter verstellt oder verschmutzt
- Fehler in der Antriebseinheit
- Fehler im Steuerungsprogramm oder in den Daten (z. B. falsche Werkzeugnummer)

Aufgrund der Komplexität der Aufgabenstellung kann es erforderlich sein, daß das System Wissen über die funktionalen Zusammenhänge im FFS enthält.

Es wird außerdem gewünscht, daß das System durch die Eingabe neuer aufgetretener Fehlerfälle erweitert werden kann. Für die Formalisierung der Fehlerfälle kann möglicherweise ein bereits vom Werk Varel erarbeitetes Verzeichnis von Störungs-Codes als Ausgangspunkt genommen werden.

KI-Lab, TW5115	Fehlerdiagnose im FFS	Dezember 1989
----------------	-----------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 59
--------	--------------------------------------	-----------

Beschreibung der KI-Lösung

Kombination eines fallbasierten, regelbasierten und modellgestützten Diagnosesystems.

Fallbasierte Diagnose wird durch das Führen einer Falldatenbank mit inhaltsbezogenem Zugriff ermöglicht. Die Falldatenbank unterstützt auch das Erstellen von Fehlerstatistiken und Störfall-Protokollen.

Regelbasierte Diagnose erfolgt mit klassischer, regelbasierter Expertensystem-Architektur. Die Eingabe neuer Regeln (z.B. aufgrund von Falldaten) muß unterstützt werden.

Für Fehler, die nicht durch Regeln abgedeckt sind, erfolgt eine modellgestützte Diagnose. Als Voraussetzung dafür ist aus den technischen Unterlagen der Fertigungsmaschinen ein (partielles) computerinternes Funktionsmodell zu erstellen. Daraus müssen z.B. mögliche Ursachen für den "hängenden" Werkzeugwechsler ableitbar sein.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Regelbasierte Diagnose ist vielfach erprobt und wird durch entsprechendes Software-Werkzeug unterstützt. Fallbasierte Diagnose erfordert den Aufbau einer strukturierten Falldatenbank mit erprobten Techniken der KI-Wissensrepräsentation. Modellgestützte Diagnose ist aktueller Forschungsgegenstand, erste Entwicklungswerkzeuge sind erhältlich.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Leistungsfähiger Arbeitsplatzrechner mit KI-Basissoftware und ggf. Entwicklungswerkzeugen für Diagnose-Expertensysteme der 2. Generation.

Aufwandschätzung

Erster Prototyp nach 2 PJ (davon 6 PM Expertenkontakte). Weitere 3 PJ für Evaluierung und Ausbau (davon 6 PM Feldtest).

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Von einem solchen System wird die Verminderung der Ausfallzeiten des FFS erwartet.

Integration in bestehende Systeme

Abgesehen von den Diagnosehilfen in einzelnen Maschinen und von Fehlerstatistiken auf PCs werden zur Zeit keine DV-Systeme zur Bearbeitung dieser Aufgabenstellung eingesetzt. Ein Expertensystem kann deshalb zunächst isoliert arbeiten. Angaben zum Störfall sind dann vom Bediener von Hand einzugeben.

KI-Lab, TW5115	Fehlerdiagnose im FFS	Dezember 1989
----------------	-----------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 60
---------------	---	------------------

Abgrenzung zu bereits bestehenden Vorhaben

Zur Zeit wird daran gearbeitet, für einzelne Maschinen Diagnosehilfen aufzubauen. Grundlage dafür sind Programme, die vom Maschinenhersteller mitgeliefert worden sind. Bei Ausfall einer Komponente, kann ein solches System nur eine grobe Diagnose liefern (z. B. "Antriebsfehler"). Außerdem kann es nicht übergreifend auf mehrere Maschinen eingesetzt werden.

KI-Lab, TW5115	Fehlerdiagnose im FFS	Dezember 1989
-----------------------	------------------------------	----------------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 61
--------	--------------------------------------	-----------

3.7.2 Erstellung von NC-Programmen für Drehteile

Das Detailgespräch wurde am 28. April 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Knoop	TFV214
H. Morawietz	TFV2141
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Wittgen	TW5115

Problembeschreibung

Im Bereich "NC-Programmierung" befaßt man sich u. a. mit der Erstellung von Programmen für die Steuerung von Drehbänken. Diese Programme werden mit Hilfe der Programmiersprache EXAPT erstellt.

Ein EXAPT-Programm enthält unter anderem die folgenden Informationen:

- die Geometrie des Bauteils
- die Geometrie des Rohteils
- das zu verwendende Werkzeug
- das anzuwendende Bearbeitungsverfahren

EXAPT-Anweisungen zur Beschreibung der Geometrie des Bauteils werden in näherer Zukunft mittels der Standard-Schnittstelle IGES aus den CAD-Modellen (CADAM) erstellt.

Ein Expertensystem hätte in erster Linie die Aufgabe, den NC-Programmierer zu unterstützen

- bei der Auswahl des Werkzeuges und der Übernahme der Werkzeugdaten,
- bei der Wahl des Bearbeitungsverfahrens.

Beispiele:

- Ein Gewinde kann je nach Geometrie des Bauteils geschnitten oder gerollt werden.
- Abhängig von der geforderten Oberflächenqualität kann das Bauteil geschliffen oder gedreht werden. Wenn die Oberfläche gehärtet ist, ist Vordrehen notwendig.

Beschreibung der KI-Lösung

Eine KI-Lösung erscheint nur in unmittelbarer Verbindung mit dem EXAPT-System akzeptabel. Der NC-Programmierer gibt Bearbeitungsforderungen (z.B. Gewinde in Hartmetall-Bolzen) an eine KI-Beratungskomponente und erhält Hilfestellung für die erforderlichen Bearbeitungsschritte, möglichst als

KI-Lab, TW5115	NC-Programmierung	Dezember 1989
----------------	-------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 62
--------	--------------------------------------	-----------

NC-Programmsequenz. Die KI-Komponente ist ein regelbasiertes Hilfesystem, das auch auf die Teilebeschreibung (CAD-Daten und IMS-Teiledatenbank) Zugriff erhalten sollte, um unnötige manuelle Dateneingaben zu vermeiden.

Das Hauptproblem liegt in der Integration mit dem EXAPT-System. KI-Methodik wird nur in überschaubarer Weise beansprucht.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Für regelbasierte Hilfesysteme vergleichbarer Funktionalität gibt es zahlreiche Vorbilder. Systeme für das gleiche Sachproblem sind den Autoren nicht bekannt.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Arbeitsplatzrechner oder PC als gemeinsame Basis für EXAPT und die KI-Komponente.

Aufwandschätzung

1-2 PJ.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Durch die Entlastung bei der NC-Programmierung soll ein Rationalisierungseffekt erreicht werden. Die Entlastung wird in erster Linie bei der Durchführung von Routinearbeiten gesehen.

Bei erfolgreicher Bearbeitung dieser Aufgabe könnte die Aufgabenstellung auf die Erstellung von NC-Programmen für die Steuerung von Fräsern erweitert werden.

Integration in bestehende Systeme

Das EXAPT-System befindet sich zur Zeit auf einem IBM-Rechner. Es ist geplant, in Zukunft einen VAX-Rechner dafür zu verwenden. Das Expertensystem muß in der Lage sein, auf Werkzeug- und Maschinendaten auf dem EXAPT-Rechner zuzugreifen.

Außerdem wird langfristig eine automatische Übernahme von Daten aus dem Arbeitsplanverwaltungssystem (APS) gewünscht (Basis: IMS). Zur Zeit werden die Arbeitsplandaten in Form von Listen an den NC-Programmierer übergeben.

Abgrenzung zu bereits bestehenden Vorhaben

Abgesehen von einer automatisierten Umwandlung von Geometriedaten aus CAD-Modellen (CADAM) in EXAPT-Anweisungen sind keine Vorhaben zu dieser Aufgabenstellung in Sicht.

KI-Lab, TW5115	NC-Programmierung	Dezember 1989
----------------	-------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 63
--------	--------------------------------------	-----------

3.7.3 Generierung von Arbeitsplänen

Das Detailgespräch wurde am 3. Juli 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Plischke	TFV22
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Wittgen	TW5115

Problembeschreibung

Betrachtet wurde in diesem Detailgespräch die Erstellung von Arbeitsplänen für die Fertigung von Frästeilen. Zur Zeit sind im Werk 35 Mitarbeiter mit der Erstellung und Betreuung von solchen Arbeitsplänen beschäftigt.

Die hier betrachteten Werkstücke werden im allgemeinen den folgenden Fertigungsverfahren unterzogen:

- Sägen (Stange oder Block)
- Planfräsen und Bohren
- Fräsen im FFS (Flexibles Fertigungs-System)
- Entgraten, Entfernen von Haltevorrichtungen
- Halte- und Reißprüfung
- Kontrolle der Abmessungen des Bauteils
- Kennzeichnung des Bauteils
- Versand
- Oberflächenschutz (durchgeführt im Montagewerk, geplant im Werk Varel)

Im allgemeinen ist dieser Ablauf fest. Ein Arbeitsplan besteht im Durchschnitt aus 16 Arbeitsgängen. Dabei ist jeder Arbeitsgang durch die Angabe der zugehörigen Kostenstelle und der Arbeitsplatzgruppe grob gekennzeichnet.

Es wird ein System gewünscht, das die Erstellung neuer Arbeitspläne unterstützt, indem es nach Vorgabe

- des Werkstoffs,
- der Abmessungen und
- der Folge der an der Fertigung beteiligten Kostenstellen und Arbeitsplatzgruppen

KI-Lab, TW5115	Arbeitsplangenerierung	Dezember 1989
----------------	------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 64
--------	--------------------------------------	-----------

eine Menge vorhandener Arbeitspläne anbietet. Anhand der dazugehörenden Zeichnungen kann der Sachbearbeiter entscheiden, welcher Arbeitsplan als Vorlage für den zu erstellenden Arbeitsplan geeignet ist. Das Kopieren der Vorlage und die weitere Bearbeitung erfolgen im System APS.

Zur Zeit werden monatlich 200 - 250 neue Arbeitspläne erstellt. Für die Suche nach geeigneten Vorlagen ist ein Bestand von etwa 16.000 Arbeitsplänen zu berücksichtigen.

Beschreibung der KI-Lösung

Intelligenter Zugriff auf eine Falldatenbank. Durch Kennzeichnen der abzulegenden Arbeitspläne mit geeigneten Merkmalen (z.B. Folge der involvierten Kostenstellen) und durch merkmalsbezogenen Zugriff können geeignete Arbeitspläne als Vorlagen für einen neu zu erstellenden Arbeitsplan bereitgestellt werden. Nach Auswahl eines Vorbildes können die Daten des alten Planes als Vorbesetzungen für den neuen Plan übernommen werden. Hierzu ist ein intelligenter Editor zu entwickeln. KI-Methodik unterstützt eine strukturierte objektorientierte Organisation der Daten in der Falldatenbank sowie eine benutzeradäquate Schnittstelle.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

KI-Lösungen für Falldatenbanken in Gestalt von strukturierten Wissensbasen sind grundsätzlich bekannt, ebenso vergleichbare Benutzerschnittstellen. Ein KI-System für die hier betroffene Anwendung ist den Autoren nicht bekannt.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Arbeitsplatzrechner, PC oder Host-Rechner mit großem virtuellen Speicherbereich und KI-Software zur Wissensrepräsentation.

Aufwandschätzung

Ca. 18 PM (davon ca. 4 PM Expertenzeit und Erprobung).

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Ein solches System soll dazu führen, daß in Zukunft neue Arbeitspläne schneller, einheitlicher und mit geringerem personellen Aufwand erstellt werden können.

Integration in bestehende Systeme

Die Arbeitspläne werden ab Herbst 1989 durch das System APS (Basis: IMS) verwaltet werden. Wegen der begrenzten Zahl der für die Suche relevanten Arbeitspläne ist es aber möglich, für dieses System eine separate Datenbank (evtl. auf einem separaten Rechner) zu führen. Diese kann bei Bedarf durch Extraktion von Daten aus dem System APS mit Hilfe eines Batch-Programms aktualisiert werden.

KI-Lab, TW5115	Arbeitsplangenerierung	Dezember 1989
----------------	------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 65
--------	--------------------------------------	-----------

Abgrenzung zu bereits bestehenden Vorhaben

Im Werk Bremen wird zur Zeit an einem System gearbeitet, das die Erstellung von Arbeitsplänen für die Fertigung von Blechteilen unterstützen soll. Dieses System soll aus einer Beschreibung des Bauteils die für die Fertigung notwendigen Arbeitsgänge generieren. Insofern handelt es sich hier um einen anderen Lösungsansatz.

Betrachtung von konventionell realisierten Alternativen

In der Vergangenheit hat es mehrere Ansätze gegeben, die Erstellung von Arbeitsplänen mit Hilfe konventioneller Methoden (z. B. Entscheidungstabellen) zu unterstützen. Bei solchen Systemen wird der hohe Aufwand für die Anpassung an veränderte Rahmenbedingungen bemängelt (Schaele, Hellberg: "Wissensbasierte Generierung von Arbeitsgangfolgen". VDI-Z Bd. 129 (1987) Nr. 9).

KI-Lab, TW5115	Arbeitsplangenerierung	Dezember 1989
----------------	------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 66
--------	--------------------------------------	-----------

3.7.4 Rückverfolgung von Bauteilfehlern im Fertigungsprozeß

Das Detailgespräch wurde am 3. Juli 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

Dr. Schrader	TQV4
H. Ankermann	TQV43
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Wittgen	TW5115

Problembeschreibung

Ein Frästeil durchläuft im Fertigungsprozeß im Werk Varel bis zu 12 Stationen. Jeder durchlaufenen Station entspricht eine Überprüfung der Geometrie des Bauteils im Rahmen der Qualitätssicherung. Wird bei einer solchen Prüfung ein Fehler festgestellt, so wird versucht, die folgenden Daten zu ermitteln und für statistische Auswertungen festzuhalten:

- die Fehlerart
- die Auswirkungen des Fehlers auf die Verwendungsmöglichkeiten des Bauteils
- die Fehlerursache

Die Ermittlung der genauen Fehlerursache ist manchmal nur schwer möglich. Deshalb wird ein Expertensystem gewünscht, das hier Hilfe bietet.

Beispiel:

Fehlerart: Paßbohrung ist zu groß.

Mögliche Fehlerursachen:

- Die Maschine hat das Werkzeug falsch positioniert.
- Das Werkstück ist nicht korrekt eingespannt worden.
- falsche Voreinstellung von Parametern
- Verwendung eines falschen Werkzeuges

Es sind Regeln bekannt, die es erlauben, die Fehlerursache einzugrenzen.

Beschreibung der KI-Lösung

Ein regelbasiertes Expertensystem vom Diagnosetyp ist geeignet, die Aufgabe zu lösen. In einer ersten Phase ist Expertenwissen zu erheben und für ein interaktives Diagnosesystem zu verwenden. Dabei ist zu prüfen, inwieweit auf bereits elektronisch erfaßte Informationen (z.B. Maschinenstatusdaten) zugegriffen werden muß.

KI-Lab, TW5115	Rückverfolgung von Bauteilfehlern	Dezember 1989
----------------	-----------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 67
--------	--------------------------------------	-----------

In einer zweiten Phase sind ggf. automatische Zugriffsmöglichkeiten auf derartige Informationen einzurichten. Die Inferenzregeln des Expertensystems sind entsprechend zu erweitern.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Es gibt zahlreiche Vorbilder für Expertensysteme zur Diagnose von Bauteilfehlern.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Arbeitsplatzrechner, PC oder Host-Rechner mit den erforderlichen Zugriffsmöglichkeiten auf gespeicherte Daten. Einfaches Expertensystem-Entwicklungswerkzeug.

Aufwandschätzung

Phase 1: Ca. 14 PM (davon 2 PM Expertenzeit). Phase 2: Weitere 12 PM.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Durch eine genauere Bestimmung der Fehlerursache und durch die damit ermöglichten wirksameren Abhilfemaßnahmen können die Kosten, die durch Fehler an Bauteilen verursacht werden, vermindert werden.

Integration in bestehende Systeme

Als erste Version dieses Expertensystems ist ein isoliertes System ausreichend. Die für die Durchführung der Analyse notwendigen Daten müssen vom Benutzer jeweils eingegeben werden.

Abgrenzung zu bereits bestehenden Vorhaben

Im Herbst 1989 soll das System BEA (Beanstandungserfassungs- und Auswertungssystem) im Werk Varel eingeführt werden. Eine UT-weite Einführung dieses Systems ist vorgesehen. In dieses System wird die Fehlerursache in Form eines Schlüssels eingegeben. Es ist vorgesehen, daß das hier vorgeschlagene Expertensystem eine genauere Bezeichnung der Fehlerursache liefert als es für die Eingabe in das System BEA notwendig ist.

Betrachtung von konventionell realisierten Alternativen

Mit Hilfe statistischer Auswertungen wird versucht, Trends bei Bauteilabweichungen zu erkennen und diesen durch gezielte Instandhaltungsmaßnahmen an den Maschinen möglichst frühzeitig entgegenzuwirken. Allerdings stellen diese Verfahren eher Ergänzungen als Alternativen zu dem hier vorgeschlagenen Expertensystem dar.

KI-Lab, TW5115	Rückverfolgung von Bauteilfehlern	Dezember 1989
----------------	-----------------------------------	---------------

3.8 TFE: Werk Einswarden

Die Informationsveranstaltung für TFE wurde am 8. März 1989 durchgeführt. Teilnehmer waren:

H. Bock	TFE
H. Meiners	TFE11
H. Kewer	TFE2
H. Glüsing	TFE22
H. Hansen	TFE24
H. Voß	TFE3
H. Pols	TFE33
H. Kleen	TFE34
H. Kühn	TFE8
H. Puhl	TQE41
H. Jaschinski	TW5115
H. Wittgen	TW5115
H. Cunis	KI-Labor (Referent)

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 69
--------	--------------------------------------	-----------

3.8.1 Rechnergestützte Arbeitsplangenerierung

Das Detailgespräch wurde am 28. April 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Kewer	TFE2
H. Glüsing	TFE22
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Wittgen	TW5115

Problembeschreibung

Im Werk Einswarden werden Strukturteile für den Airbus erstellt. Einige wichtige Fertigungstechnologien sind:

- chemisches Abtragen (chemisches Fräsen)
- NC-Fräsen
- Verformung
- Metallklebung
- Nietmontage

Ein System zur Unterstützung der Arbeitsplangenerierung soll insbesondere die anzuwendenden Fertigungsverfahren und die Arbeitsgangfolgen bestimmen. Es ist in folgenden Ausbaustufen denkbar:

- 1. Stufe: Ein System, das einen Arbeitsplan auf Plausibilität überprüft (z. B. auf Verträglichkeit des vorgesehenen Warmbehandlungsverfahrens mit dem geforderten Materialendzustand).
- 2. Stufe: Ein System, das einen Arbeitsplan aufgrund folgender Eingangsdaten erstellt:
 - Stücklistendaten
 - CAD-Modell
 - Informationen über Produktionsanlagen
 - Auftragsdaten

Der damit erstellte Arbeitsplan sollte einen Fertigstellungsgrad haben, der nahe bei 100 % liegt (etwa 95 %).

Beschreibung der KI-Lösung

Beide Teilaufgaben lassen sich mithilfe von strukturiert abgelegtem Planungswissen (Planstrukturen und Planexpertise) lösen. Die Wissensbasis des Expertensystems enthält alle Forderungen, die an akzeptable Pläne zu stellen sind. Eine Plausibilitätsprüfung ist mit einer Standard-KI-Komponente (einem "Realisierer") zu leisten.

Die aktive Planerstellung erfordert zusätzlichen Aufwand für die benutzeradäquate Ablaufsteuerung. Periphere Komponenten (automatische Zuführung von Eingabedaten, Formatierung der Ausgabedaten, etc.) sind mit konventionellen Methoden zu lösen.

KI-Lab, TW5115	Rechnergestützte Arbeitsplangenerierung	Dezember 1989
----------------	---	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 70
--------	--------------------------------------	-----------

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Für den Expertensystemtyp "Plausibilitätsprüfung" gibt es Vorbilder, insbesondere Standardlösungen für einen "Realisierer". Dazu muß allerdings eine besondere (formale) Wissensrepräsentations-Methodologie verwendet werden.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Fortgeschrittenes Wissensrepräsentations-Werkzeug auf Arbeitsplatzrechner, PC oder Host-Rechner.

Aufwandschätzung

Phase 1 (Plausibilitätsprüfung): Ca. 18 PM (davon 3 PM Expertenzeit und Erprobung).

Phase 2 (aktive Planerstellung): Ca. weitere 16 PM.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Ein System in der 1. Ausbaustufe (Plausibilitätsprüfung) erhöht die Planungssicherheit und reduziert Kosten, die durch Fehler in Arbeitsplänen in der Produktion entstehen.

Ein System der 2. Ausbaustufe führt zusätzlich zur Erhöhung der Produktivität der Arbeitsplaner.

Integration in bestehende Systeme

Ein System in der ersten Ausbaustufe kann isoliert von vorhandenen Systemen arbeiten. In einer späteren Ausbaustufe ist eine Verknüpfung mit folgenden Systemen sinnvoll:

- Arbeitsplanverwaltungssystem (APS); Basis: IMS
- FEMI-System; Basis: IMS
- ANADATA/ZEBADATA (Zeitbausteine-Stammdatei); Basis: CICS/VSAM

Eine solche Verknüpfung kann stufenweise ausgebaut werden.

Abgrenzung zu bereits bestehenden Vorhaben

Im Werk Bremen wird zur Zeit an einem System gearbeitet, das die Erstellung von Arbeitsplänen für die Fertigung von Blechteilen unterstützen soll. Wegen des frühen Stadium dieses Projektes kann noch nicht geklärt werden, inwieweit das in hier entstehende System an die Anforderungen des Werkes Einswarden angepaßt werden kann.

KI-Lab, TW5115	Rechnergestützte Arbeitsplangenerierung	Dezember 1989
----------------	---	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 71
---------------	---	------------------

Betrachtung von konventionell realisierten Alternativen

In der Vergangenheit hat es mehrere Ansätze gegeben, die Erstellung von Arbeitsplänen mit Hilfe konventioneller Methoden (z. B. Entscheidungstabellen) zu unterstützen. Bei solchen Systemen wird der hohe Aufwand für die Anpassung an veränderte Rahmenbedingungen bemängelt (Schaele, Hellberg: "Wissensbasierte Generierung von Arbeitsgangfolgen". VDI-Z Bd. 129 (1987) Nr. 9).

KI-Lab, TW5115	Rechnergestützte Arbeitsplangenerierung	Dezember 1989
-----------------------	--	----------------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 72
--------	--------------------------------------	-----------

3.8.2 Diagnose von Fehlern in Produktionsanlagen

Das Detailgespräch wurde am 28. April 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Dr. Mecke	TFE11
H. Meiners	TFE11
H. Czenkusch	TFE12
H. Bolting	TFE12
H. Janßen	TFE12
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Wittgen	TW5115

Problembeschreibung

Betrachtet wurden in diesem Gespräch Produktionsanlagen, wie sie im Werk Einswarden verwendet werden (z. B. Nietautomaten, Fräsmaschinen, Bohrmaschinen).

Eine Störung in einer Produktionsanlage äußert sich darin, daß die Anlage offensichtlich falsch reagiert (z. B. stoppt) oder daß das Bauteil nach der Bearbeitung nicht die gewünschten Eigenschaften hat (z. B. Abmessungen liegen nicht innerhalb der geforderten Toleranzen).

Ursachen für Störungen können sein:

- Fehler in einer Mechanik oder Elektrik des Systems (Kabel, Antrieb, Endschalter defekt)
- Fehler in einer Elektronik-Karte
- Programmfehler in der Software für die Anlagensteuerung

Bei den wichtigsten Anlagen werden über die bisher aufgetretenen Fehler Statistiken geführt. Außerdem gibt es im Werk Einswarden Experten, die Erfahrungen mit der Fehlerdiagnose und Fehlerbehebung bei diesen Anlagen haben. Die Anzahl der möglichen Störungsursachen pro Maschine ist eng begrenzt (auf weniger als 50). Neu auftretende Fehlerarten sind selten (in etwa 1 - 5 % der Störfälle).

Es wird ein System gewünscht, das auch weniger qualifizierte Mitarbeiter in die Lage versetzt, bei auftretenden Störungen in solchen Anlagen in Standardfällen die Ursachen zu finden und zu beseitigen.

Beschreibung der KI-Lösung

Lösung durch ein regelbasiertes Diagnosesystem. Umfang der Fehlerursachen und vorhandene Expertise lassen erwarten, daß der klassische Expertensystem-Ansatz adäquat ist.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Diagnosesysteme ähnlicher Art sind der bisher häufigste implementierte Typ eines Expertensystems. Es gibt zahlreiche Vorbilder sowohl hinsichtlich der Systemarchitektur als auch des Anwendungsbereiches.

KI-Lab, TW5115	Fehlerdiagnose in Produktionsanlagen	Dezember 1989
----------------	--------------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 73
--------	--------------------------------------	-----------

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Arbeitsplatzrechner, PC oder Host-Rechner mit einfachem Expertensystem-Werkzeug.

Aufwandschätzung

Ca. 1 PJ (davon 3 PM Expertenbefragung und Erprobung).

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Die Maschinenausfallzeiten könnten durch die Anwendung eines solchen Systems reduziert werden. Insbesondere ist dies der Fall, wenn bei einer auftretenden Störung kein Instandsetzungsexperte verfügbar ist (z. B. nachts).

Integration in bestehende Systeme

Bisher werden für die Fehlerdiagnose keine DV-Systeme verwendet.

KI-Lab, TW5115	Fehlerdiagnose in Produktionsanlagen	Dezember 1989
----------------	--------------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 74
--------	--------------------------------------	-----------

3.8.3 Ermittlung optimaler Losgrößen bei der Fertigung von Spanten

Das Detailgespräch wurde am 2. Juli 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Pols	TFE33
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Wittgen	TW5115

Problembeschreibung

Im Werk Einswarden werden Spanten für den Einbau im Airbus gefertigt. Die Fertigung dieser Spanten erfolgt in Losen. Um den Bedarf für die Fertigung der Airbusse zu befriedigen, wird zur Zeit vier mal im Jahr die Fertigung eines Loses veranlaßt. Nicht sofort benötigte Spanten werden zwischengelagert.

Bei gegebener Bedarfsentwicklung haben die Anzahl der Lose und die jeweiligen Losgrößen Einfluß unter anderem auf die

- Lagerkosten

Die Lagerung von Spanten ist wegen ihrer Form und Größe aufwendig.

- Rüstzeiten

Hohe Losgrößen führen zu niedrigen Rüstzeiten pro Stück.

- Kosten für Fertigungsmittel

Bei hoher Losgröße sind evtl. wegen überlappend durchzuführender Arbeitsgänge zusätzliche Fertigungsmittel vorzusehen.

Ein System zur Ermittlung optimaler Losgrößen muß ohne großen Aufwand an Bedarfsveränderungen bei Spanten anpaßbar sein.

Zur Zeit wird zusammen mit der Hochschule Bremerhaven an der Erstellung eines solchen Systems gearbeitet.

Beschreibung der KI-Lösung

Kern der Problematik ist ein Optimierungsproblem, das mit Methoden des Operations Research und anderen bekannten Verfahren aus den Wirtschaftswissenschaften gelöst werden kann. Es ist zu prüfen, ob der Materialfluß simuliert und graphisch aufbereitet werden sollte. Hier könnten KI-Methoden zur Gestaltung der Benutzerschnittstelle herangezogen werden.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Vorbilder aus den Wirtschaftswissenschaften.

KI-Lab, TW5115	Ermittlung optimaler Losgrößen	Dezember 1989
----------------	--------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 75
--------	--------------------------------------	-----------

3.8.4 Auswertung von Röntgenaufnahmen in der Qualitätssicherung

Das Detailgespräch wurde am 2. Juli 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Brecht	TQE4
H. Puhl	TQE41
H. Wagener	TQE41
H. Köster	TQE42
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Wittgen	TW5115

Problembeschreibung

Mit Hilfe von Röntgenaufnahmen werden im Rahmen der Qualitätssicherung im Werk Einswarden die folgenden Prüfungen vorgenommen:

- Prüfung der Schweißnähte von Titan-Rohrleitungen auf das Vorhandensein von Wolframeinschlüssen und Poren (ab 2 mm Durchmesser)
- Prüfung von Klebestellen:
 - Prüfung der Anbindung der Wabe zum Blech bei Sandwichbauweise
 - Prüfung auf das Vorhandensein von Poren (ab 2 mm Durchmesser)
 - Prüfung auf das Vorhandensein von eingeschlossenen Fremdkörpern
- Prüfung von chemisch gefrästen Teilen auf Untermaß an der Fräskante

Es werden alle in Frage kommenden Bauteile dieser Prüfung unterzogen.

Die zu prüfenden Teile werden teilweise rechnergesteuert vor dem Aufnahmegerät bewegt. Bei der Lieferung der Prüfungsergebnisse kann eine gewisse Verzögerung toleriert werden.

Beschreibung der KI-Lösung

Das Problem kann mit Methoden der automatischen Bildauswertung gelöst werden. Die vorgelegten Beispiele lassen keine Probleme hinsichtlich der Analysierbarkeit mittels erprobter Bildverarbeitungsverfahren erkennen.

Es ist zu prüfen, inwieweit Bedarf an rechnergestützter Konfigurierung der Qualitätsprüfung besteht. Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, die Bildverarbeitungsprogramme als "Baukastensystem" anzubieten. Dadurch könnte das Modifizieren und Anpassen eines Prüfverfahrens (z.B. bei veränderten Prüflingen) erleichtert werden.

KI-Lab, TW5115	Auswertung von Röntgenaufnahmen	Dezember 1989
----------------	---------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 76
--------	--------------------------------------	-----------

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Qualitätsprüfung von Röntgenbildern mithilfe von automatischer Bildauswertung wird industriell verschiedentlich angewendet.

Baukastensysteme zur Konfigurierung von Bildverarbeitungssystemen sind aktueller Forschungs- und Entwicklungsgegenstand, speziell an der Universität Hamburg.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Für Bildauswertung unter Echtzeitanforderungen ist in der Regel ein leistungsfähiger Prozessor erforderlich. Auswahl und Zusammenspiel von Prozessor, Sensor-Hardware und Präsentationsvorrichtungen bedürfen weiterer Vorüberlegungen, bevor Verarbeitungszeiten und Prozessoranforderungen geschätzt werden können.

Aufwandschätzung

Aufbau der Prüfumgebung (Präsentationsvorrichtungen, Sensor, Rechner) ca. DM 100000.-. Entwicklung der Prüfsoftware ca. 9 PM. Einbettung in Baukastensystem ca. weitere 12 PM.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Durch eine automatische Auswertung der Röntgenaufnahmen kann die Prüfsicherheit erhöht werden.

Integration in bestehende Systeme

Ein Bedarf, ein solches System an bereits bestehende IV-Systeme anzubinden, besteht nicht.

KI-Lab, TW5115	Auswertung von Röntgenaufnahmen	Dezember 1989
----------------	---------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 77
--------	--------------------------------------	-----------

3.9 TFB: Werk Bremen

Die Informationsveranstaltung für TFB wurde am 12. April 1989 durchgeführt. Teilnehmer waren:

H. Dennemarck	TFB11
H. Dörsing	TFB2
H. Dr. Klauke	TFB201
H. Sander	TFB221
H. Kupke	TFB222
H. Froehner	TFB24
H. Maier	TQB41
H. Ehrhardt	TFB81
H. Dr. Brouwer	Firma IKOSS
H. Jaschinski	TW5115
H. Wittgen	TW5115
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor (Referent)

KI-Lab, TW5115		Dezember 1989
----------------	--	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 78
--------	--------------------------------------	-----------

3.9.1 Generierung von Arbeitsplänen für die Blecheinzelteilfertigung

Es handelt sich hier um ein laufendes Projekt, das seit Mitte 1988 von MBB-UT und der Firma IKOSS bearbeitet wird. Weitere Fragen zu diesem Projekt können von Herrn Froehner (TFB24) beantwortet werden.

Problembeschreibung

Im Werk Bremen werden Kleinblechteile für den Flugzeugbau gefertigt. Verarbeitet werden Aluminiumwerkstoffe, TITAN und VA.

Der Produktionsprozeß umfaßt (grob vereinfacht) die folgenden Schritte:

- Platinenerstellung (Zuschnitt, Fräsen, Entgraten)
- Warmbehandlung
- Umformung (Kanten, Gummikissen-Umformung)
- Nacharbeiten (Richten, Bohren, Fräsen)
- Maßnahmen zur Qualitätssicherung
- Maßnahmen zum Oberflächenschutz

Ausgehend von der Konstruktionszeichnung und den Stücklistendaten zu einem Blechteil werden vom Arbeitsplaner im Rahmen der Arbeitsplanerstellung festgelegt:

- die hier einsetzbaren Fertigungstechnologien (z. B. Einsatz einer Fluid-Cell- oder einer Gummikissenpresse für die Umformung)
- die notwendigen Fertigungsschritte und die Reihenfolge ihrer Ausführung
- die notwendigen Vorgabezeiten (arbeitsgangbezogen)
- die benötigten Fertigungsvorschriften
- die notwendigen Qualitätssicherungsangaben
- die benötigten Fertigungsmittel (z.B. NC-Band für das Fräsen)

Das System, an dem im Rahmen von APGEN zur Zeit gearbeitet wird, soll die Arbeitsplaner bei der Erstellung der Arbeitspläne unterstützen. Dabei ist vorgesehen, daß über einen Dialog mit dem System die fertigungsrelevanten Daten zu einem Bauteil vom Arbeitsplaner vorgegeben werden. Mit Hilfe eines Expertensystems sollen daraus ein vollständiger Arbeitsplan und ein vollständiges Fertigungsmittel-Konzept erstellt werden. Gegebenenfalls ist dabei aus mehreren möglichen Arbeitsplänen der kostengünstigste auszuwählen. Das Ergebnis wird dann an das Arbeitsplanverwaltungssystem (APS) übertragen.

KI-Lab, TW5115	APGEN	Dezember 1989
----------------	-------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 79
--------	--------------------------------------	-----------

Beschreibung der KI-Lösung

Für das Problem ist eine Lösung mithilfe eines regelbasierten Expertensystems möglich. Eine solche wird offenbar auch im Rahmen des bestehenden Projektes verfolgt. Eine alternative KI-Lösung mit einem Konfigurierungsansatz wird unter dem Titel "Rechnergestützte Arbeitsplangenerierung" weiter oben beschrieben.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Für Planerstellungssysteme gibt es verschiedene Ansätze und dementsprechend verschiedenartige Vorbilder. Für den Konfigurierungsansatz sind grundlegende Arbeiten an der Universität Hamburg durchgeführt worden.

KI-Lab, TW5115	APGEN	Dezember 1989
----------------	-------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 80
--------	--------------------------------------	-----------

3.9.2 Extraktion von CAD-Daten für ein Arbeitsplangenerierungssystem

Das Detailgespräch wurde am 2. Juni 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Froehner	TFB24
H. Blase	TFB242
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Wittgen	TW5115

Problembeschreibung

Auf der Basis von Geometrie-Daten in einem CAD-System sollen Geometrie-Informationen ermittelt werden, die für die Erstellung von Arbeitsplänen für Blechteilefertigung relevant sind. Diese Informationen sind anschließend an ein Arbeitsplangenerierungssystem zu übergeben.

Die Geometriedaten liegen zur Zeit hauptsächlich in 2-dimensionaler Darstellung im CAD-System CADAM vor. Das 3-D-System CATIA wird gegenwärtig nur testweise eingesetzt. Außerdem wird an der Erstellung des Arbeitsplangenerierungssystems APGEN für die Blechteilefertigung im Werk Bremen gearbeitet. Der Status dieses Projektes und der geplante Leistungsumfang dieses Systems werden an einer anderen Stelle in dieser Studie genauer beschrieben.

Beispiele relevanter Geometrie-Informationen:

- Bei einer Bohrung in der Nähe einer Umformstelle ist zu entscheiden, ob die Bohrung durch die Umformung gefährdet ist oder nicht. Falls eine Gefährdung möglich ist, ist die Bohrung nach der Umformung vorzunehmen. Sonst kann sie vor der Umformung vorgenommen werden. Ob eine Gefährdung möglich ist, hängt ab von der Geometrie des Bauteils, von den zulässigen Toleranzen und vom Durchmesser der Bohrung.
- Bei einer Durchsetzung ist zu entscheiden, ob es sich um eine starke oder weniger starke Durchsetzung handelt. Eine starke Durchsetzung erfordert wegen der Gefahr von Rissen besondere Behandlung im Umformungsprozeß.

Beschreibung der KI-Lösung

Grundsätzlich kommen KI-Techniken der Bildverarbeitung und der räumlichen Repräsentation in Frage (es geht um räumliche Deutung von Projektionen). Die Fähigkeit von Fachleuten, CADAM-Daten dreidimensional zu deuten, erscheint mit solchen Methoden durch ein Rechnerprogramm simulierbar. Für das vorliegende Problem sind jedoch besondere Verfahren erforderlich, die auf das spezifische Informationsangebot seitens CADAM abgestimmt sind. Es wird folgendes Vorgehen empfohlen:

1. Machbarkeitsstudie
2. Erstellung einer eingegrenzten Lösung
3. Entwicklung eines voll nutzbaren Systems

KI-Lab, TW5115	CAD-Daten für die Arbeitsplangenerierung	Dezember 1989
----------------	--	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 81
--------	--------------------------------------	-----------

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Den Autoren sind keine vergleichbare Lösungen bekannt.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Arbeitsplatzrechner, PC oder Host-Rechner mit leistungsfähigem Prozessor und graphikfähigem Bildschirm.

Aufwandschätzung

Machbarkeitsstudie: ca. 2 PM. Eingegrenzte Lösung: ca. 15 PM. Volle Lösung: ca. 3 PJ.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Mit Hilfe eines solchen Programmes können die Eingaben in ein Arbeitsplangenerierungssystem vermindert werden.

Integration in bestehende Systeme

Das Programm muß in der Lage sein, CADAM-Modelle zu lesen und die Ergebnisse an das in Erstellung befindliche Arbeitsplangenerierungssystem APGEN zu übergeben.

Betrachtung von konventionell realisierten Alternativen

Eine ähnliche Problematik liegt vor bei der Auswertung von CADAM-Modellen zur Erstellung von Programmen für NC-gesteuerte Fräser. Bevor ein NC-Programm aus einem CADAM-Modell automatisch erstellt werden kann, muß es heute in der Regel von einem Sachbearbeiter mit Hilfe eines interaktiven Programms aufbereitet werden.

KI-Lab, TW5115	CAD-Daten für die Arbeitsplangenerierung	Dezember 1989
----------------	--	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 82
--------	--------------------------------------	-----------

3.9.3 Konstruktion von Umformwerkzeugen

Das Detailgespräch wurde am 2. Juni 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Froehner	TFB24
H. Blase	TFB242
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Wittgen	TW5115

Außerdem stützt sich die Problembeschreibung auf ergänzende Angaben von Herrn Dr. Klauke, TFB201.

Problembeschreibung

Methoden der Künstlichen Intelligenz sollen die Konstruktion von Umformwerkzeugen vereinfachen, indem nach Vorgabe der Werkstückgeometrie und mit Hilfe einer Wissensbasis von einem Expertensystem

- die Anzahl und die Geometrien der benötigten Werkzeuge (z. B. Pressenformen) und
- die sonstigen Umformparameter (z. B. Pressendruck)

ermittelt werden. Dabei wird eine möglichst kostengünstige Gestaltung des Umformvorganges angestrebt. Außerdem sollen die Ergebnisse so genau sein, daß ein möglichst geringer Aufwand für die Werkzeugprüfung notwendig ist.

Falls diese Daten nicht mit Hilfe der Wissensbasis ermittelt werden können, sollen in einem weiteren Schritt Simulationsrechnungen auf der Basis der Finite Elemente Methode durchgeführt werden. Die Ergebnisse sollen anschließend in die Wissensbasis eingebracht werden.

Die Werkstückgeometrien liegen in Form von CAD-Modellen (System: CADAM) vor. Diese Daten sollen möglichst ohne manuelle Aufbereitung von dem Expertensystem verarbeitet werden können. Bei der Erstellung der Wissensbasis kann man sich auf umfangreiche Tabellen stützen.

Zur Klärung der Machbarkeit eines solchen Systems soll eine Studie beitragen, die zur Zeit vom Institut für Umformtechnik der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich erstellt wird.

KI-Lab, TW5115	Konstruktion von Umformwerkzeugen	Dezember 1989
----------------	-----------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 83
--------	--------------------------------------	-----------

3.9.4 Spracherkennung in der Ausrüstungsmontage

Das Detailgespräch wurde am 16. Juni 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Maier	TQB41
H. Ostendorf	TQB412
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Jaschinski	TW5115

Problembeschreibung

In Abstimmung mit der zentralen Qualitätssicherung führt TQB41 ein Pilotprojekt zum Thema "Einsatz eines Spracherkennungssystems in der Qualitätssicherung" durch (s.a. Lastenheft TQB412).

Die Leistungsbeschreibung sieht ein System vor, welches den Prüfer bei der Bauzustandsüberwachung der Tragwerk-ausrüstung unterstützen soll. Mittels akustischer Bedienung soll der verfolgungspflichtige Bauzustand gegen einen vorgegebenen Datenbestand auf Zulässigkeit geprüft und darüberhinaus für die spätere Dokumentation (Auslieferungsakte) festgehalten werden. Zulässig heißt, daß an einem Einbauort eines der von der Entwicklungsabteilung vorgeschriebenen Geräte verwendet wird. Die Soll-Daten liegen in Form einer relationalen Datenbank - als Auszug einer Host-DB - auf einem PC vor.

Das System zielt darauf, die bisherige listen- und bildschirmorientierte Arbeitsweise unter Vermeidung der Medienbrüche durch eine akustisch gesteuerte Datengewinnung und -eingabe während des Prüfvorgangs am Montageort zu ersetzen. Unter Beibehaltung der Dialogschrittzerlegung konventioneller Systeme wird die Tastatur/Bildschirmschnittstelle (manuelle Steuerung, visuelle Wiedergabe) durch eine akustische Ein-/Ausgabe-Schnittstelle ersetzt. Die technische Lösung basiert dabei auf der Verbindung einer Spracherkennungskomponente mit einem PC.

Der Sprachschatz des verwendeten Spracherkennungssystems umfaßt derzeit ca 30 Worte plus Alphabet und Ziffermenge. Als Basistechnik der Spracherkennung wird ein einzelwortorientiertes Verfahren benutzt. Kommandos werden als Wort, Eingabedaten zeichenweise erkannt. Datenretrieval wird zeichen- oder wortweise akustisch übermittelt.

Ausgehend von den jetzigen Rahmenbedingungen könnte eine Erweiterung des Systems in folgenden Bereichen erforderlich werden:

- automatische Fehlerkorrektur der Spracheingabe (analog zu Datenvalidierung und -korrektur bei Transaktionsverarbeitung)
- Erweiterung der Spracherkennung auf die Behandlung natürlichen Sprachflusses

Zur Zeit wird folgende Konfiguration zur Realisierung benutzt:

- Spracherkennungssystem SEAS in Verbindung mit
- PC-AT mit 3270-Emulation, DBMS ORACLE Version 5.0

KI-Lab, TW5115	Spracherkennung Ausrüstungsmontage	Dezember 1989
----------------	------------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 84
--------	--------------------------------------	-----------

Beschreibung der KI-Lösung

Der Spracherkennungsteil der Problemlösung sollte so weit wie möglich als fertiges Produkt gekauft werden (zunächst für Einzelworte, später möglicherweise für fließend gesprochene Sprache). Heutige Spracherkennungssysteme werten jedoch nur den akustischen Teil des Gesagten, nicht den inhaltlichen Teil aus. Durch rechnerbasierte Repräsentation der betroffenen Inhalte (mithilfe von Wissensrepräsentationstechniken) kann zusätzliche Sicherheit beim Sprachverstehen und damit verbesserte Akzeptanz erreicht werden.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Die für den KI-Anteil erforderlichen Wissensrepräsentationstechniken sind erprobt und unproblematisch. Die Schnittstelle zum akustischen Spracherkennung erfordert spezielle Entwicklungsarbeit.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Leistungsfähiger Arbeitsplatzrechner oder PC mit KI-Basissoftware.

Aufwandschätzung

Für den KI-Teil ca. 1 PJ abhängig vom Integrationsaufwand mit dem Spracherkennung.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

In Form einer Pilotentwicklung sollen Aussagen über die Eignung eines Sprachein/-ausgabesystems im Einsatz unter realen Produktionsbedingungen gewonnen werden. Neben der technischen Zuverlässigkeit wird dabei ein besonderes Augenmerk auf die Akzeptanz durch den Bediener gelegt.

Abgrenzung zu bereits bestehenden Vorhaben

TW5 ist in den Realisierungsprozeß einbezogen. Bei Redaktionsschluß stand eine Entscheidung über das zu übernehmende Arbeitsvolumen noch aus.

KI-Lab, TW5115	Spracherkennung Ausrüstungsmontage	Dezember 1989
----------------	------------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 85
--------	--------------------------------------	-----------

3.9.5 Unterstützung der Angebotskalkulation

Das Detailgespräch wurde am 16. Juni 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Dörsing	TFB2
H. Zimmermann	TFB23
H. Witt	TFB232
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Jaschinski	TW5115

Problembeschreibung

Angebotskalkulation setzt die Ermittlung von Aufwendungen für den Fertigungsprozeß von

- Einzelteilen
- Baugruppen und schließlich
- des gesamten Flugzeugs

voraus. Die Aufwendungen sind im Rahmen der Vorkalkulation in Form von Abschätzungen des Material- einstandswerts und der Zeitleistungen an fertigungsbeteiligten Kostenstellen zu ermitteln.

Ausgangsmaterial für eine Vorkalkulation von Einzelteilen sind z.B. Zeichnungen (nicht notwendig CAD-basiert), die mit textuellen Erläuterungen versehen sind. Diese Beschreibungen sind mehr oder weniger genau und stellen hohe Anforderungen an die Interpretationsfähigkeiten des kalkulierenden Sachbearbeiters. Darüberhinaus müssen tiefe Kenntnisse und sichere Erfahrungen über Fertigungsverfahren und -schritte eingebracht werden, um hinreichend gute Aufwandsschätzungen zu erzielen.

Bei Bewertung eines neu zu fertigenden Teils oder einer Modifikation ist es erfahrungsgemäß sinnvoll, die Kalkulationswerte eines möglichst ähnlichen Teils für Berechnungen zugrunde zu legen, bzw. als Schätzergebnis ganz zu übernehmen. Die Ähnlichkeit von Teilen läßt sich z.B. über die Zuordnung zu Größenklassen oder Zeitklassen oder durch eine Reihe von beschreibenden Merkmalen ermitteln.

Die Ermittlung des "ähnlichsten Teils" soll durch Einsatz eines Systems vorgenommen werden, welches aus einem Repertoire von wenigen kalkulierten Teilen den Vertreter mit den geringsten "Abweichungen" von der Vorgabe ermittelt. Ähnlichkeit sollte über eine minimal große Merkmalsmenge definiert werden, um iterative Konsultationen zu ermöglichen (kurze Dialoge). Begleitend muß die Definition und Pflege einer signifikanten Stichprobe von Teilen, sowie die Bewertung mit Zeitaufwendungen über alle Arbeitsgänge und Kostenstellen unterstützt werden.

In Erweiterung dieses Ansatzes könnte die Ähnlichkeitssuche auf einen Teilbereich der Baugruppen, die einfachen Strukturgruppen, erweitert werden. In die Kalkulation fließen dort neben den Aufwendungen für die Erstellung der Einzelteile Montageaufwendungen für Verbindungen ein. Wie im Fall der Einzelteile soll die Beschreibung einer zu kalkulierenden Baugruppe möglichst kurz erfolgen; z.B. durch eine Nennung der (Anzahl) Zerspanungs-, Blech- und Verbindungsteile, aus der diese Gruppe gefertigt wurde.

KI-Lab, TW5115	Unterstützung der Angebotskalkulation	Dezember 1989
----------------	---------------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 86
--------	--------------------------------------	-----------

Ein erster Prototyp sollte sich im Bereich der Einzelteile zunächst auf die Blechteile beschränken. Nach schrittweisen Erweiterungen wird endgültig ein System angestrebt, welches die Vorkalkulation von Einzelteilen, Baugruppen bis hin zum vollständigen Flugzeug unterstützt. Die bevorzugte Ablaufumgebung wäre ein PC, der außerdem Standard-Kalkulationsprogramme abwickeln kann.

Beschreibung der KI-Lösung

Die Lösung des Problems beruht im Kern auf einer strukturierten Repräsentation von Beispielen in einer Beispieldatenbank und der Möglichkeit von inhaltsbezogenem (merkmalsbezogenem) Zugriff. Dies kann in Form einer Wissensbasis mit KI-Wissensrepräsentationstechniken realisiert werden. Geeignete beschreibende Merkmale konnten bereits im Detailgespräch vorgeschlagen werden, müssen jedoch vertieft untersucht werden.

Über den KI-Kern hinaus sind weitere Arbeiten erforderlich, die im wesentlichen mit konventionellen Methoden zu bewältigen sind. Dazu gehören:

- Überführung vorhandener Arbeitspläne aus IMS-Datenbanken in die Wissensbasis
- Benutzerschnittstelle für interaktive Aufwandsbestimmung;
- Ausgabe von Protokollen für durchgeführte Kostenrechnungen

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Die hier geforderten Wissensrepräsentationstechniken sind unproblematisch und vielfach erprobt. Systeme für eine vergleichbare Anwendung sind den Autoren nicht bekannt.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Arbeitsplatzrechner oder PC mit KI-Basissoftware.

Aufwandschätzung

Für die Entwicklung eines zunächst auf Blechteile beschränkten Systems werden 12 PM geschätzt (davon ca. 3 PM Expertenzeit und Erprobung).

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Die Systemunterstützung erlaubt iterative Vorkalkulationen bei zeitlicher Verkürzung des einzelnen Kalkulationsvorganges. Angebote können dadurch auf eine qualifiziertere Schätzbasis gestellt werden. Es wird allerdings erwartet, daß ein solches System die Kalkulation von Modifikationen (Änderungskalkulation) in dem typisch sehr engen Zeitrahmen nicht unterstützen kann.

KI-Lab, TW5115	Unterstützung der Angebotskalkulation	Dezember 1989
----------------	---------------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 87
--------	--------------------------------------	-----------

3.9.6 Diagnose von Maschinenfehlern

Das Detailgespräch wurde am 26. September 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Fox	TFB15
H. Dennemark	TFB11
H. Hamburger	TFB11
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Jaschinski	TW5115

Problembeschreibung

Fehlerdiagnose und Fehlerbehebung an Fertigungsanlagen können nur von wenigen Experten umfassend vorgenommen werden. Ein Experte ist im wesentlichen auf eine Anlage spezialisiert und verfügt in diesem Bereich über hervorragendes Fall- und Historienwissen sowie über anlagenspezifisches Knowhow.

Die Fehlerdiagnose am Trumatik-Fräser oder an der Simpelkamp-Pressen soll durch Systemunterstützung erleichtert werden, so daß Diagnosediensteleistungen auch in Abwesenheit der Experten (Schichtdienst etc.) umfassend erledigt werden können. Die Einsatzanforderungen eines Systems sehen vor, daß

- aus der Interaktion eine Fehlerfall-DB erstellt wird
- Fehlersystematiken durch Prüfroutinen erkannt werden können
- der Zugriff auf Fehlerfallwissen unterstützt wird

Für den Systementwurf kann auf dokumentierte Behebungsberichte von zurückliegenden Störfällen zurückgegriffen werden.

Beschreibung der KI-Lösung

Als Lösung wird ein regelbasiertes Diagnosesystem in Verbindung mit einer Falldatenbank vorgeschlagen. Die Falldatenbank kann in Form einer Wissensbasis mit KI-Wissensrepräsentationstechniken realisiert werden. Für die Auswertung der Falldatenbank sind konventionelle Verfahren (z.B. zur statistischen Fehleranalyse) sowie KI-Methoden (zum Lernen neuer Diagnoseregeln) anzuwenden. Eine modellgestützte Diagnose erscheint entbehrlich.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Für regelbasierte Diagnosesysteme gibt es zahlreiche Vorbilder, auch für vergleichbare Anwendungen. Die für die Falldatenbank benötigten Wissensrepräsentationstechniken sind unproblematisch und erprobt. Die Kombination von Diagnosesystem und Falldatenbank erfordert Entwicklungsarbeit mit mäßigem Innovationsgehalt.

KI-Lab, TW5115	Diagnose von Maschinenfehlern	Dezember 1989
----------------	-------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 88
--------	--------------------------------------	-----------

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Arbeitsplatzrechner, PC oder Host-Rechner mit einfachem Expertensystem-Werkzeug und KI-Basissoftware.

Aufwandschätzung

Ca. 18 PM (davon ca. 4 PM Expertenzeit und Erprobung).

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Im Mittel treten pro Woche an jeder der genannten Anlagen 3-4 Störungen auf, die in einer Zeit von 1 bis ca. 5 Stunden behoben werden. Zwei Drittel aller Fehlerfälle werden von unerfahrenen Mitarbeitern behoben. Vorteile durch den Einsatz eines Diagnosesystems bestehen in der Verkürzung von Ausfallzeiten, Früherkennung von sich anbahnenden Störungen und der schnelleren Verbreitung der Expertise in den Teams.

KI-Lab, TW5115	Diagnose von Maschinenfehlern	Dezember 1989
----------------	-------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 89
--------	--------------------------------------	-----------

3.9.7 Infrastruktur für Anlagenplatzierung

Das Detailgespräch wurde am 26. September 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Fox	TFB15
H. Dennemark	TFB11
H. Hamburger	TFB11
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Jaschinski	TW5115

Problembeschreibung

Gegenstand des Gesprächs war die Rechnerunterstützung bei Entwurfstätigkeiten zur Anlagenpositionierung in Fertigungshallen.

Konkret soll für eine vorgegebene Anlage und einen geplanten Hallenstandort ermittelt werden, ob die Versorgungsstruktur die Maschinenerfordernisse z.B. hinsichtlich Strom-, Wasser-, und Druckluftzuteilung abdecken kann. Darüberhinaus sollen mögliche zulässige Standortalternativen aufgezeigt werden können.

Erfüllt ein zu prüfender Standort nicht die Erfordernisse, soll eine Bewertung durch Kostenermittlung der noch bereitzustellenden Infrastruktur erfolgen.

Basis der Entwurfsarbeiten sind heute Hallen- und Netzzeichnungen sowie Erkenntnisse aus Ortsbesichtigungen. Es gibt Bestrebungen, die Versorgungsinfrastruktur in Auszügen (Versorgungswege und -leistungen sowie wesentliche Netzelemente etc.) in Form eines Handbuchs niederzulegen.

Beschreibung der KI-Lösung

Das Problem läßt sich als Selektionsproblem formulieren. Aus einer überschaubaren Menge möglicher Standorte ist derjenige auszusuchen, der eine bestmögliche Infrastruktur bietet. Dies schließt ein, daß ein vorgegebener Standort auf seine Infrastrukturanforderungen überprüft wird und die erforderlichen Anschluß- und Erweiterungskosten berechnet werden.

Die KI-Lösung benutzt Techniken der Wissenrepräsentation, um die verschiedenen Infrastrukturanforderungen durchschaubar und modifizierbar im Rechner zu repräsentieren. Die Selektion wird zusätzlich durch ein rechnerbasiertes topographisches Modell unterstützt, in dem die Lage der Versorgungsleitungen und -wege sowie deren technische Daten abgelegt sind. Der Selektionsvorgang kann als ein Suchprozeß implementiert werden, der möglicherweise durch Heuristiken (Leitregeln) gesteuert wird.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Für den vorliegenden Problemtyp gibt es erprobte Lösungsmodelle. Systeme zur Unterstützung von Infrastruktur-bezogener Platzierung sind den Autoren nicht bekannt.

KI-Lab, TW5115	Anlagenplatzierung	Dezember 1989
----------------	--------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 90
--------	--------------------------------------	-----------

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Arbeitsplatzrechner oder PC oder Host-Rechner mit KI-Basissoftware.

Aufwandschätzung

Ca. 15 PM (davon ca. 3 PM Expertenzeit und Erprobung).

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Durch Systemunterstützung können zulässige Anlagenstandorte erheblich schneller ermittelt werden. Durch systematische Kostenbewertung wird die Alternativenplanung sinnvoll ermöglicht.

Abgrenzung zu bereits bestehenden Vorhaben

Es existiert ein Vorhaben zur Beschaffung eines Fabrikplanungssystems für den Einsatz auf Werksebene. Ansprechpartner für dieses Projekt ist Herr Gestefeld, TW561.

KI-Lab, TW5115	Anlagenplatzierung	Dezember 1989
----------------	--------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 91
--------	--------------------------------------	-----------

3.9.8 Infrastruktur für Bauvorhaben

Das Detailgespräch wurde am 26. September 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Fox	TFB15
H. Dennemark	TFB11
H. Hamburger	TFB11
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Jaschinski	TW5115

Problembeschreibung

Analog zur vorangegangenen Problemstellung der Anlagenplatzierung soll im vorliegenden Fall die Standortwahl und Konfigurierung von Gebäuden durch ein Expertensystem unterstützt werden.

Eine typische Fragestellung, wie die Konfigurierung und Positionierung eines Bürogebäudes auf einem vorgegebenen Werksgelände für eine bestimmte Anzahl von Personen, soll beantwortet werden in Form von

- Vorschlägen für zulässige Standorte
- Entwürfen des Gebäudes bezogen auf Grundflächen- und Geschoßanzahlbedarf

Darüberhinaus sollen eigengewählte Standorte einer Zulässigkeitsprüfung unterzogen werden können, die als Ergebnis ein Mängelprotokoll ausweist, welches die Unzulässigkeiten der Infrastruktur spezifiziert.

Zulässigkeit eines Entwurfes ist gegeben, wenn

- Restriktionen durch Vorschriften und Bebauungspläne erfüllt werden
- Bodenhindernisse, wie Versorgungsleitungen etc., einbezogen werden
- Verkehrswege für die Gebäudeanbindung auch im Hinblick auf weitere Bebauungen berücksichtigt werden

Für den systemgestützten Zugriff liegen Lagepläne und Gebäudezeichnungen bereits auf Rechnerbasis vor. Es ist geplant, die Führung der Versorgungsleitungen (Strom, Wasser, Schwachstrom) im Gelände ebenfalls für Rechnerzugriff bereitzustellen.

Beschreibung der KI-Lösung

Das hier vorliegende Problem ist dem Typ nach ein Konfigurierungsproblem. Dazu werden die gemäß allgemeiner Regeln und Restriktionen grundsätzlich möglichen Platzierungs- und Gestaltungsmöglichkeiten in einer strukturierten Wissensbasis repräsentiert.

KI-Lab, TW5115	Infrastruktur f. Bauvorhaben	Dezember 1989
----------------	------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 92
--------	--------------------------------------	-----------

Die Platzierung wird wie das vorhergehende Problem durch ein rechnerbasiertes topographisches Modell unterstützt, in dem die Lage der Versorgungsleitungen und -wege sowie deren technische Daten abgelegt sind. Nach Eingabe von Anforderungen an eine konkrete Platzierung bietet das System mögliche Lösungen an. Durch Bewertung nach planerischen Kostenmodellen wird eine Rangfolge für die vorgeschlagenen Lösungen festgelegt.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Es gibt bereits einige Systeme zur Unterstützung von räumlicher Planung, z.B. zur Erschließung von Industrieflächen. Der hier vorgesehene Konfigurierungsansatz und die Verwendung topographischer Modelle sind an der Universität Hamburg grundlegend untersucht worden.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Arbeitsplatzrechner oder PC oder Host-Rechner mit KI-Basissoftware.

Aufwandschätzung

Ca. 18 PM (davon ca. 3 PM Expertenzeit und Erprobung). Durch Verbindung mit dem vorhergehenden Projekt ergibt sich ein Gesamtaufwand von ca. 24 PM.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Der Entwurf wird heute im wesentlichen manuell vorgenommen. Dabei können Entwurfsalternativen nur unvollständig berücksichtigt werden. Durch Systemunterstützung wird die Einbeziehung aller zulässigen Entwürfe bei geringerem Zeitaufwand möglich. Das bedeutet Zeitgewinne für die Entwurfsbewertung und daraus folgt direkt die Vermeidung von zukünftigen Kosten, die im wesentlichen aus Planungsfehlern resultieren.

KI-Lab, TW5115	Infrastruktur f. Bauvorhaben	Dezember 1989
----------------	------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 93
--------	--------------------------------------	-----------

3.9.9 Ermittlung des Personalfächenbedarfs

Das Detailgespräch wurde am 26. September 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Fox	TFB15
H. Dennemark	TFB11
H. Hamburger	TFB11
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Jaschinski	TW5115

Problembeschreibung

Eng verbunden mit der vorgenannten Problemstellung ist das vorliegende Thema.

Ausgehend von einer mit Arbeitsfläche zu versorgenden Anzahl von Personen ist die gesamte erforderliche Mindestfläche zu ermitteln, die die Unterbringung sicherstellt. Dabei kann es sich um allgemeine Büroarbeitsfläche oder aber um Ingenieurarbeitsfläche handeln.

Die Bedarfsermittlung muß rechtlichen Rahmenbedingungen (BVG und Betriebsvereinbarungen) sowie innerbetrieblichen Gepflogenheiten (Funktionszuschläge) genügen. Der Flächenbedarf ermittelt sich aus Basisfläche plus der Fläche aus Funktionszuschlägen plus der bereitzustellenden Sozialfläche.

Durch Systemunterstützung soll der Flächenbedarf und die zugehörige Kostenbewertung der Flächenbereitstellung abgeschätzt werden. Durch Gegenüberstellung mit Ist-Flächendaten sollen erforderliche Bedarfe ausgewiesen werden.

Beschreibung der KI-Lösung

Die hier gefragte Problemlösung kann als Teillösung des vorhergehenden Problems angesehen werden.

Der Personalfächenbedarf und die Kosten für seine Erstellung können durch eine Kombination konventioneller mit regelbasierten Berechnungstechniken ermittelt werden. Um eine Anpassung und Ergänzung der Berechnungsregeln zu ermöglichen, sind eine deklarative Repräsentation und benutzerfreundliche Modifikationsmöglichkeiten vorzusehen. Hierfür gibt es entsprechende KI-Techniken.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Der Problemtyp (Durchführung einer regelbasierten Berechnung) ist aus vergleichbaren Anwendungen (z.B. Einkommensteuerberechnung, Baukostenplanung, etc.) bekannt. Systeme für dieselben Aufgabe sind den Autoren nicht bekannt.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Arbeitsplatzrechner oder PC oder Host-Rechner mit KI-Basissoftware.

KI-Lab, TW5115	Personalfächenbedarf	Dezember 1989
----------------	----------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 94
---------------	---	------------------

Aufwandschätzung

Ca. 6 PM (davon ca. 1 PM Expertenzeit und Erprobung).

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Zur Unterstützung von Modellrechnungen im Rahmen des Airbus-Hochlaufs müssen monatlich mehrfach Flächenbedarfe ermittelt und bewertet werden. Durch bessere Modellierung sind genauere Abschätzungen zu erwarten. Zusätzlich können Berechnungsaufwendungen erheblich verringert werden.

KI-Lab, TW5115	Personalfächenbedarf	Dezember 1989
-----------------------	-----------------------------	----------------------

3.10 TB1: Product Support

Die Informationsveranstaltung für TB1 wurde am 8. Mai 1989 durchgeführt. Teilnehmer waren:

H. Meyer	TB1
H. Winter	TB11
H. Bukowski	TB111
H. Molzen	TB113
H. Wolters	TB12
H. Schomann	TB121
H. Schnieders	TB132
H. Körschenhausen	TB14
H. Wulff	TB141
H. Weyh	TB15
H. Körner	TB154
H. Klotz	TB16
H. Lüdemann	TB18
H. Grund	TB19
H. Wehebrink	TW562
H. Jaschinski	TW5115
H. Wittgen	TW5115
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor (Referent)

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 96
--------	--------------------------------------	-----------

3.10.1 Wartbarkeitsbewertung - Vendor Selection

Das Detailgespräch wurde am 2. Juni 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Weyh	TB15
H. Adler	TB152
H. Schweers	TB1522
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Leutloff	TW58
H. Wittgen	TW5115

Problembeschreibung

Zu den Aufgaben von TB15 gehört es, die Wartbarkeit von Flugzeugbestandteilen zu beurteilen. Dies geschieht dadurch, daß

- Zielvorgaben erarbeitet und an die Entwicklung weitergegeben werden;
- Anhand der Konstruktionsunterlagen überprüft wird, inwieweit diese Zielvorgaben eingehalten worden sind;
- Angebote von Zulieferfirmen im Hinblick auf die Wartbarkeit der Produkte beurteilt werden (Vendor-Selection).

Beispiele:

- Aus der Sicht der Wartbarkeit ist die Verwendung von Standardgeräten anzustreben. Diese sollten außerdem so in das Flugzeug eingebaut werden, daß sie durch das Wartungspersonal leicht zugänglich sind.
- Aus der Sicht der Wartbarkeit des Flugzeuges sollte die Flügeloberfläche rauh sein, damit sie gefahrlos begehbar ist. Aus aerodynamischer Sicht könnte eine möglichst glatte Oberfläche günstiger sein.

Es wird ein System angestrebt, das den Sachbearbeiter von TB15 bei der Beurteilung der Wartbarkeit unterstützt.

Das Teilgebiet der Vendor-Selection ist bereits im Rahmen einer Diplomarbeit näher betrachtet worden. Auf der Basis der Expertensystemumgebung ESE (Expert System Environment) ist hier ein Expertensystem entstanden, das Teilbereiche dieses Problemfeldes abdeckt (ca. 10 %). Um für den praktischen Einsatz geeignet zu sein, müßte dieses System weiter ausgebaut werden.

KI-Lab, TW5115	Wartbarkeitsbewertung	Dèzember 1989
----------------	-----------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 97
--------	--------------------------------------	-----------

Beschreibung der KI-Lösung

Die Kriterien zur Beurteilung der Wartbarkeit und zur Vendor Selection können als Regeln formuliert werden, die im Rahmen eines "intelligenten Fragebogens" aktiviert werden. Durch die Verwendung von KI-Wissensrepräsentationstechniken kann erreicht werden, daß die Bewertung objektiviert wird (durchschaubar bleibt) und Regeln leicht modifiziert werden können.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Der Problemtyp entspricht dem eines adaptiv und deklarativ zu gestaltenden Bewertungsverfahrens. Dafür gibt es zahlreiche Vorbilder. Für den konkreten Anwendungsbereich sind den Autoren keine Beispiele außer der o.g. rudimentären ESE-Implementation bekannt.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Arbeitsplatzrechner oder PC oder Host-Rechner mit einfachem Expertensystem-Entwicklungswerkzeug.

Aufwandschätzung

Ca. 12 PM (davon ca. 3 PM Expertenzeit und Erprobung).

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Die Verwendung eines solchen Systems würde zu einer Vereinheitlichung der Vorgehensweise bei der Wartbarkeitsbewertung führen. Außerdem könnte es die Einarbeitung neuer Mitarbeiter unterstützen.

Integration in bestehende Systeme

Die Notwendigkeit des Datenaustausches mit anderen Systemen wird zur Zeit nicht gesehen.

KI-Lab, TW5115	Wartbarkeitsbewertung	Dezember 1989
----------------	-----------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 98
--------	--------------------------------------	-----------

3.10.2 Unterstützung von Schulungsmaßnahmen

Das Detailgespräch wurde am 9. Juni 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Lüdemann	TB18
H. Rostalsky	TB1332
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Jaschinski	TW5115

Problembeschreibung

Die Schulung von Wartungs- und Flugpersonal wird im wesentlichen in Form von Classroom-Unterricht oder on-the-job durch die Technische Schule durchgeführt.

Mit zunehmendem Systemeinsatz innerhalb des Flugzeugs wachsen die Anforderungen an das schulungsunterstützende Material und die Unterrichtsform. Diesen Anforderungen soll durch den Einsatz rechnerbasierter Techniken im theoretischen Unterricht entsprochen werden.

Ein unterstützendes System sollte in der Lage sein, ein bestimmtes Gerät oder Flugzeugsystem sowohl graphisch als auch funktional an einem Trainings-Terminal abzubilden. Konform zu einer bestimmten Lerneinheit sollen dann Systemfunktionen interaktiv durch den Bediener ausgelöst und entsprechende Reaktionen zurückgemeldet werden. Dabei soll die Nachbildung von Aktionen und (System-)Reaktionen möglichst wirklichkeitstreu realisiert sein.

Auf diese Art und Weise können bereits im theoretischen Unterricht Steuerungsmöglichkeiten von Systemen, das Systemverhalten, Maßnahmen zum Trouble-shooting etc. individuell geübt werden.

Lehrbeispiele sind:

- Benutzung des CIDS (cabine intercommunication data system) zur Umverteilung von Raucherzonen im Flugzeug
- Durchführung einer Störfallanalyse anhand von Meldungen eines zentralen Überwachungssystems
- Nachführen von Anzeigeelementen in Störfall- bzw. Normalsituationen des Flugbetriebs
- Darstellung von Schaltbildern und Schaltfunktionen elektrischer Systeme

Leistungsanforderungen an ein unterstützendes System werden wie folgt gestellt:

- Fähigkeit zur graphischen Nachbildung von Flugzeugsystemen
- regelbasierte Nachbildung von Systemfunktionen bis hin zur Simulation auf Basis von Ein-/Ausgabefunktionen
- leichte Modifizierbarkeit, um technische Änderungen schnellstens aufnehmen zu können

KI-Lab, TW5115	Schulungsunterstützung	Dezember 1989
----------------	------------------------	---------------

- Lauffähigkeit auf im Bereich der Schulung verwandte gängige Hardware, wie IBM-kompatible PC-AT (eventuell vernetzt)
- einfache Verteilbarkeit (Einbeziehung von Kunden in die Schulung)
- Protokollierung des Lernfortschritts

Der Wirkungsbereich eines Prototypen sollte zunächst auf einige Lehreinheiten zum CIDS (s.o.) eingeschränkt werden. Regelbasis und Regelarbeitung müssen realen Gegebenheiten leicht anzupassen sein, um die Aktualität der Lehrinhalte sicherstellen zu können.

Beschreibung der KI-Lösung

Das zu entwickelnde System kann sich auf verschiedene KI-Techniken stützen:

- Beschreibung von Situations-Aktionspaaren mittels einer Regelsprache (z.B. zur Grobsimulation von Eingabe-Ausgabe-Verhalten),
- quantitative Simulation mit objektorientierten Komponentenmodellen,
- Gestaltung der Benutzeroberfläche mit vordefinierten Graphikbausteinen,
- Aufbau einer Lehreinheit nach Konzepten tutorieller KI-Systeme.

Die genannten Anforderungen, speziell die Forderung nach Modifizierbarkeit, können durch deklarative KI-Repräsentationstechniken realisiert werden. Entwurf und Abstimmung der einzelnen Komponenten stellen insgesamt eine anspruchsvolle Aufgabe dar.

Es wird ein zweiphasiges Vorgehen empfohlen:

- Phase 1: Schnelle Prototyp-Entwicklung am Beispiel des CIDS. Evaluierung der Lösungskonzepte.
- Phase 2: Entwickeln vollständiger Lehreinheiten.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Für die genannten KI-Techniken gibt es zahlreiche Anwendungen. Ein Lehrsystem mit der hier vorliegenden Kombination von Anforderungen ist den Autoren nicht bekannt.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Je Schülergruppe ein Arbeitsplatzrechner oder leistungsfähiger PC mit hochauflösendem Bildschirm. Verteilung der Software evtl. über Vernetzung.

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 100
--------	--------------------------------------	------------

Aufwandschätzung

Phase 1: Ca. 24 PM (davon ca. 6 PM Expertenzeit und Erprobung).

Phase 2: Ca. weitere 24 PM.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Neben der qualitativen Verbesserung der Schulung kann eine erhöhte Effizienz mit positiven Auswirkungen auf die Schulungskapazität, wie z.B. verkürzte Lehrdauer gegenüber herkömmlichen Verfahren, erwartet werden. Die Bereitsstellung hochwertigen, stets aktuellen Schulungsmaterials ist Bestandteil der Serviceleistungen mit erheblichen Auswirkungen auf die Produkt-Image-Bildung.

Integration in bestehende Systeme

Die Anbindung an vorhandene Simulationsprogramme ist noch detailliert zu untersuchen.

KI-Lab, TW5115	Schulungsunterstützung	Dezember 1989
----------------	------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 101
--------	--------------------------------------	------------

3.10.3 Ermittlung des Logistikkennzeichens von Airbus-Teilen

Das Detailgespräch wurde am 23. Juni 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Wulff	TB141
H. Kipke	TB1412
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Jaschinski	TW5115

Problembeschreibung

Auf Basis der System-Shell ESE wurde 1987 von Mitarbeitern von TW5123 und TB142 sowie der Firma IBM ein Expertensystem zur Klassifizierung von Airbus-Teilen erstellt (P. Wittgen, Erfahrungen mit dem Aufbau des Expertensystems "Klassifikation von Airbus-Teilen", 3. MBB-Symposium "Artificial Intelligence", Bremen 1987). Dieses System unterstützt den Ersatzteilplaner bei der Festlegung des Logistikkennzeichens von Airbus-Teilen, die seitens MBB gefertigt wurden. Im Detail wird ermittelt, ob ein Ersatzteil beim Kunden (Airliner), oder im zentralen Lager zu bevorraten ist, oder aber bei Bedarf seitens MBB gefertigt wird.

Das System befindet sich heute in sporadischem Einsatz, speziell

- zur Unterstützung der Einarbeitung neuer Mitarbeiter
- zur Unterstützung des Experten bei Entscheidungen in Grenzbereichen (auch Verifikation)

Das System deckt den angestrebten Sachbearbeitungskomplex vollkommen ab und ist unter der Voraussetzung grundsätzlicher Fachkenntnisse als leicht hantierbar zu bezeichnen.

Als Verbesserungs- bzw. Erweiterungsmöglichkeiten werden gesehen

- Verbesserung der Oberfläche bezüglich Verkürzung der Dialogschritte, Einsatz neuer Menue- und Bedienungstechniken (z.B. Pop-up- und Pull-down-Menues, Steuerung mit Hilfe einer "Maus")
- Verbesserung des Antwortzeitverhaltens
- Erweiterung hinsichtlich stärkerer Einbindung in bestehende DV-gestützte Abläufe (Konservierung einer Konsultation, Datenübergabe an die nachrangige Bearbeitungsinstanz ASD, Auslösung einer IMS-Transaktion zur Übergabe des ermittelten Logistikkennzeichens an das System CADABAS)
- Erweiterung hinsichtlich des Anwendungsspektrums (Klassifikation nach internationalen Spezifikationen wie Chapter 200, ATA etc.; Erstellung eines Bevorratungsvorschlages für ASD)

KI-Lab, TW5115	Ermittlung des Logistikkennzeichens	Dezember 1989
----------------	-------------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 102
--------	--------------------------------------	------------

Beschreibung der KI-Lösung

Die angestrebten Verbesserungen und Erweiterungen können im wesentlichen durch leistungsfähigere Hardware, möglicherweise eine andere KI-Grundsoftware, sowie durch Überarbeitung des ersten Prototypen erreicht werden.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Für den hier vorliegenden Problemtyp "Klassifikationsproblem" gibt es zahlreiche Vorbilder.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Ein den Benutzererwartungen angepaßtes System mit modernen Interaktionsmöglichkeiten (Maus, ikonische Oberfläche, Menues, etc.), z.B. einfacher Macintosh-Rechner. Das Integrationsproblem kann möglicherweise eine andere Wahl erzwingen.

Aufwandschätzung

Ca. 9 PM.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Durch Modifikation der bestehenden Benutzerschnittstelle ist höhere Nutzerakzeptanz zu erwarten. Eine stärkere Einbindung des Systems in bestehende Anwendungen sichert die Datenaktualität und führt zu Ablaufverbesserungen. Die Erstellung von Bevorratungsvorschlägen zielt auf die Minimierung von Lagerbeständen.

Integration in bestehende Systeme

Wie oben bereits genannt, soll ein bestätigtes Konsultationsergebnis (Logistikkennzeichen) an das System CADABAS übergeben werden.

KI-Lab, TW5115	Ermittlung des Logistikkennzeichens	Dezember 1989
----------------	-------------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 103
--------	--------------------------------------	------------

3.10.4 Rechnergestützte Zerlegung von CADAM-Modellen

Das Detailgespräch wurde am 29. Juni 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Wolters	TB12
H. Schomann	TB121
H. Ehlers	TB125
H. Bünning	TB1251
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Wittgen	TW5115

Problembeschreibung

Eine Konstruktionszeichnung, in der der Stromkreis einer elektrischen Anlage dargestellt wird, ist für die Belange der Flugzeugwartung zu modifizieren. Das Ergebnis ist ein Satz von schematischen Darstellungen im Format DIN A3 (in Zukunft DIN A4), wobei jedes Blatt einen funktional und örtlich zusammengehörenden Teil der gesamten Anlage darstellt. Diese Überführung erfolgt in mehreren Schritten:

- Ausgangspunkt ist eine Konstruktionszeichnung. Sie liegt in Form eines CAD-Modells vor und kann mit Hilfe des Systems CADAM bearbeitet werden. Die Ausgabe eines solchen Modells auf einem Zeichengerät ergibt manchmal ein Papier mit einer Länge von ca. 9.5 Meter.
- Bevor eine Zerlegung in sinnvolle Teilzeichnungen erfolgen kann, müssen eventuell Teile in der Zeichnung verschoben werden. Unter anderem wird angestrebt, daß
 - Kreuzungspunkte von Leitungen beseitigt werden und daß
 - die Verbindungsleitungen nach Möglichkeit gerade gezeichnet sind.
- Die Darstellungen einzelner Bauelemente (z. B. Stecker) werden modifiziert.
- Die Bezeichnungen in der Konstruktionszeichnung werden vervollständigt. Beispielsweise werden Oberbegriffe in der der Konstruktionszeichnung durch genauere Bezeichnungen ersetzt (etwa "relais" durch "relais for power supply").

Jährlich werden zur Zeit bei TB12 etwa 500 Zeichnungen zerlegt.

Beschreibung der KI-Lösung

Das Problem ist in großen Teilen mit konventionellen Methoden zu lösen. Die Lösung kann allerdings durch unkonventionelle Datenstrukturen aus der KI erleichtert werden, z.B. durch eine computerinterne analogische (flächige) Repräsentation der graphischen Strukturen. Dadurch können Layout-Fragen und andere raumbezogene Teilaufgaben einfacher bearbeitet werden.

KI-Lab, TW5115	Zerlegung von CADAM-Modellen	Dezember 1989
----------------	------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 104
--------	--------------------------------------	------------

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Den Autoren ist kein vergleichbares System bekannt.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Leistungsfähiger Arbeitsplatzrechner mit CAD-geeignetem Bildschirm.

Aufwandschätzung

Ca. 15 PM.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Ein Programm könnte die Sachbearbeiter von Routinearbeiten befreien, die in diesem Zusammenhang auftreten. Als Folge davon kann von ihnen ein größeres Arbeitsvolumen bewältigt werden.

Integration in bestehende Systeme

Die Zeichnungen liegen in Form von CAD-Modellen des Systems CADAM vor. Das KI-System muß deshalb CADAM-Daten lesen und manipulieren können.

Ergänzend zu den Informationen aus den Konstruktionszeichnungen werden von den Sachbearbeitern zur Zeit Daten verwendet, die verschiedenen Datenbanken entnommen werden. Es handelt sich hier insbesondere um Datenbanken des Systems ELSY (läuft unter IMS im MBB-Rechenzentrum Hamburg) und um Datenbanken auf einem Rechner der Firma AEROSPATIALE in Toulouse. Eine automatische Entnahme von Daten aus diesen Quellen wurde in dem Gespräch allerdings nicht in Betracht gezogen.

KI-Lab, TW5115	Zerlegung von CADAM-Modellen	Dezember 1989
----------------	------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 105
--------	--------------------------------------	------------

3.10.5 Trouble Shooting am Beispiel eines Teil-Systems von CIDS

Das Detailgespräch wurde am 14. August 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Wolters	TB12
H. Schomann	TB121
H. Runge	TB1242
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Wittgen	TW5115

Problembeschreibung

Beim CIDS (Cabin Integrated Data System) handelt es sich um eine Anlage, die es den Flugbegleitern erlaubt, Ressourcen wie Licht, Musik usw. flexibel auf die einzelnen Bereiche in der Kabine zu verteilen. Diese Anlage wird von MBB hergestellt und in den AIRBUS eingebaut. Aufgrund unterschiedlicher Anforderungen der Fluggesellschaften wird das CIDS häufig in modifizierter Form ausgeliefert.

Um die Einsatzmöglichkeiten von Methoden der Künstlichen Intelligenz im Bereich des Product Supports besser beurteilen zu können, wird vorgeschlagen, einen Prototypen für ein Expertensystem zu erstellen. Die Aufgabe des Expertensystems soll sein, das Wartungspersonal der Fluggesellschaften bei der Analyse und Behebung von Fehlern in einem Teilsystem des CIDS zu unterstützen. Das Teilsystem ist noch näher zu spezifizieren.

Es wurde in dem Gespräch betont, daß ein solches Expertensystem änderungsfreundlich sein muß.

Beschreibung der KI-Lösung

Für die vorgesehene Aufgabe kommen zwei KI-Lösungstechniken in Frage:

1. Fehlerdiagnose aufgrund eines regelbasierten Erfahrungsmodells,
2. Fehlerdiagnose mittels eines rechnerbasierten Funktionsmodells.

Die erste Lösungsart setzt zugreifbares Expertenwissen (z.B. von Wartechnikern) voraus. Bei der zweiten Lösungsart muß eine Simulation auf der Grundlage technischer Unterlagen möglich sein.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Für beide Lösungstechniken gibt es bekannte Verfahren, für den regelbasierten Ansatz auch zahlreiche erprobte Anwendungen. Der regelbasierte Ansatz wird auch durch Expertensystem-Werkzeug unterstützt.

KI-Lab, TW5115	Trouble Shooting	Dezember 1989
----------------	------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 106
--------	--------------------------------------	------------

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Arbeitsplatzrechner oder leistungsfähiger PC mit guter Expertensystem-Entwicklungsumgebung.

Aufwandschätzung

Ca. 36 PM, davon ca. 12 PM Expertenzeit und Erprobung.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Der Prototyp dient zunächst dazu, zu testen, inwieweit es sinnvoll ist, das heute bereits vom Product Support erstellte und den Fluggesellschaften ausgelieferte Material (z. B. CMM: Component Maintenance Manual) durch Expertensysteme zu ergänzen.

Integration in bestehende Systeme

Für den Prototypen wird kein Austausch von Daten mit bereits vorhandenen Systemen gefordert.

Nachtrag

Aktuellen Informationen gemäß (Okt. 1989) soll das System CIDS in naher Zukunft eine Komponente zur automatischen Störungssuche erhalten, so daß sich die Erstellung eines Expertensystems hierfür erübrigt. Es wird deshalb erwogen, eine andere Aufgabenstellung auszuwählen. Eine solche Auswahl kann aber erst im 2. Quartal 1990 getroffen werden.

KI-Lab, TW5115	Trouble Shooting	Dezember 1989
----------------	------------------	---------------

3.11 TBL: Flugzeugwartung Lemwerder

Die Informationsveranstaltung für TBL wurde am 22. Mai 1989 durchgeführt. Teilnehmer waren:

H. Schildmann	TBL
H. Puhlmann	TBL1
H. Müller	TBL11
H. Tittel	TBL2
H. Renken	TBL201
H. Vossen	TBL21
H. Pompe	TBL22
H. Dobberkau	TBL23
H. Langhuber	TBL24
H. Bade	TBL241
H. Köhler	TBL31
H. Spötter	TBL4
H. Meierdierks	TBL43
H. Scharlottenberg	TQL4
H. Müller	TQL424
H. Jaschinski	TW5115
H. Wittgen	TW5115
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor (Referent)

Die in der Informationsveranstaltung vereinbarten Detailgespräche wurden am 14. September 1989 in einer gemeinsamen Runde geführt. Teilnehmer waren:

H. Tittel	TBL2
H. Pompe	TBL22
H. Meinecke	TBL522
H. Renken	TBL201
H. Thesdorf	TBL231
H. Bade	TBL241
H. Schenk	TQL41
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Jaschinski	TW5115

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 108
--------	--------------------------------------	------------

3.11.1 Fehlerdiagnose für das Landeklappensystem des A300

Problembeschreibung

Erstes Thema der Besprechung war die Problemstellung der Fehlersuche und Fehlerverfolgung im Rahmen der Ausführung von Maintenance-Programmen im Werk Lemwerder.

Basismaterial zur Unterstützung der Fehlerdiagnose sind zum einen Herstellerdokumentationen, wie Trouble Shooting Manuals, und zum anderen hauseigene Niederschriften der Wartungserfahrungen. Darüberhinaus fließen in den Diagnoseprozeß ganz erheblich persönliche (kaum dokumentierte) Erfahrungen der Wartungsmitarbeiter ein.

Eingeschränkt auf ein Flugzeugteilsystem, das Landeklappensystem des A300, soll ein IV-System-Prototyp zur Diagnosehilfe entstehen.

Dieses System soll in der Lage sein,

- vorhandenes Expertenwissen zu konservieren und akkumulieren
- bestehende Dokumentation aufzunehmen
- Fehlerhistorien aufzubewahren und für den fallbasierten Zugriff bereitzuhalten
- Handlungsanweisungen für Nichtexperten zu generieren
- externe Dokumente zu erstellen (z.B. Konsultationsprotokoll, Arbeitsunterlagen etc.)

Weitere Anforderungen an das System sind:

- Konsultation auch durch mehrere Anwender gleichzeitig
- Unterstützung des Benutzers bereits bei der Fragestellung (Formulierungen)
- Systemeinsatz im Hallenbereich

Zur Realisierung dieser Anwendung stehen Arbeitsplatzsysteme des Typs IBM PS/2 im Fachbereich zur Verfügung.

Beschreibung der KI-Lösung

Angesichts der großen Zahl von Komponenten (ca. 200) eines Landeklappensystems erscheint ein modellgestützter Diagnoseansatz nicht realisierbar.

KI-Lab, TW5115	Fehlerdiagnose Landeklappensystem	Dezember 1989
----------------	-----------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 109
--------	--------------------------------------	------------

Es wird ein "klassischer" regelbasierter Ansatz empfohlen, der sich auf Erfahrungswissen seitens der Wartungstechniker und entsprechende Dokumentation stützt.

Die Lösung umfaßt folgende Teilaufgaben:

1. Kodifizieren der Fehler
2. Aufstellen eines Systems von Diagnoseregeln
3. Einrichten einer Falldatenbank
4. Unterstützung der Dokumentation

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Für die vorliegende Diagnoseaufgabe gibt es zahlreiche ähnliche Beispiele.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

PC, möglicherweise Arbeitsplatzrechner, mit Expertensystem-Entwicklungssoftware.

Aufwandschätzung

Ca. 24 PM, davon ca. 9 PM Expertenzeit und Erprobung.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Die Zusammenführung von Herstellerinformationen und Erfahrungen der Wartungstätigkeit vor Ort sowie die kontinuierliche Bereitstellung in Form eines Expertensystems wird die Fehlerdiagnose erheblich verkürzen und damit positive Auswirkungen auf Reparaturzeiten haben. Die breite Erfahrungsnutzung wird außerdem auch qualitätsverbessernd wirken.

Integration in bestehende Systeme

Es ist zu beachten, daß die Flugzeughersteller in naher Zukunft ihre Dokumentationen auf Datenträgern bereitstellen, die durch bestehende IV-Systeme verarbeitbar sind.

KI-Lab, TW5115	Fehlerdiagnose Landeklappensystem	Dezember 1989
----------------	-----------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 110
--------	--------------------------------------	------------

3.11.2 Fehlererfassung und -klassifikation

Problembeschreibung

Zweites Thema der Besprechung war der Aufbau eines Bestandes an Fehlerbeschreibungen aus angefallenen Beanstandungsmeldungen. Dabei sollen die Fehlerfälle nach ATA-Kapiteln und Gerätebezeichnungen (laut Illustrated Parts Catalog) per System klassifiziert werden. Aufgenommen werden sollen Symptome, Ursachen und Behebungsmaßnahmen von Beanstandungen.

Ziel ist, in der Bearbeitung von Beanstandungen soweit wie möglich auf bereits notierte Fälle Referenz zu nehmen, d.h.

- die Wiederauffindbarkeit von Beanstandungen nach Fehlerart oder ATA-Kapitel und Komponente zu unterstützen
- die Generierung von Beanstandungsmeldungen sowie deren Ausstattung mit Zusatzinformationen (z.B. über beanstandete Teile) zu ermöglichen

Beschreibung der KI-Lösung

Kern der Lösung ist eine Datenbank für strukturierte Fehlerbeschreibungen. Die systematische Beschreibung aller relevanten Fehleraspekte (Art, Ort, ATA-Kapitel, Flugzeugdaten, Maßnahmen zur Behebung, etc.) und ein darauf basierender inhaltsbezogener Zugriff können durch KI-Wissensrepräsentationstechniken realisiert werden.

Das Fehlerklassifikationsproblem kann möglicherweise auf eine Klassifikation mittels einer Standardkomponente einer KI-Wissensbasis (einem "Classifier") zurückgeführt werden.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Für inhaltsbezogenen Zugriff zu strukturierten Falldatenbasen gibt es zahlreiche Vorbilder. Die angesprochene Classifier-Lösung ist erforscht aber bisher nur im Labor angewandt.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Leistungsfähiger PC oder Arbeitsplatzrechner mit großem Adreßraum.

Aufwandschätzung

Ca. 18 PM, davon ca. 6 PM Expertenzeit und Erprobung.

KI-Lab, TW5115	Fehlererfassung und -klassifikation	Dezember 1989
----------------	-------------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 111
--------	--------------------------------------	------------

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Zur Zeit fallen pro Wartungsereignis ca. 700 bis 1500 Beanstandungen an. Der Rückgriff auf den Fundus der gesammelten Beanstandungen über die Fehlerbeschreibung oder Teil-Bezeichnung wird den Anteil von Mehrfacharbeiten erheblich reduzieren.

Integration in bestehende Systeme

Da dieses System Eingangsdaten für Systeme der Betriebsdatenerfassung, der Arbeitsplanung und Materialbeschaffung liefern kann, sind Schnittstellen zu diesen Anwendungen im Systementwurf mit vorzusehen. Die Erfassung und Weiterbearbeitung von Störungsmeldungen soll durch ein Projekt mit TW561 abgedeckt werden. Es ist noch zu klären, inwieweit gemeinsame Schnittstellen vorzusehen sind.

Abgrenzung zu bereits bestehenden Vorhaben

Die Behandlung von Störungsmeldungen soll durch ein Projekt von TW561 abgedeckt werden.

KI-Lab, TW5115	Fehlererfassung und -klassifikation	Dezember 1989
----------------	-------------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 112
--------	--------------------------------------	------------

3.11.3 Kundenbezogene Wartungsprogramme

Problembeschreibung

Wartungsaufträge werden als Zusammenstellung von Wartungsaufgaben auf sogenannten Task Cards spezifiziert.

Als Service-Leistung bietet die Airbus Industrie die Zusammenstellung von kundenspezifischen Wartungsprogrammen auf Standard Task Cards an. Diverse Fluggesellschaften verwenden dennoch eigene Zusammenstellungen, die in Form und Inhalt von den standardisierten Karten abweichen. Der Detaillierungsgrad reicht von der einfachen Beschreibung der Wartungsforderung über die Spezifikation des Wartungsumfangs bis hin zur Beschreibung der auszuführenden Tätigkeiten auf der Basis von Maintenance Manuals. Die Task-Card-Beschriftung "SOV auf allgemeinen Zustand" zum Beispiel bedeutet in Langtext "Shut of Valve auf allgemeinen Zustand untersuchen".

Vor der Aufnahme von Wartungstätigkeiten muß der vorgegebene Kartensatz auf den Standardkartensatz abgebildet werden; d.h. Fremdkarten müssen durch Standardkarten ersetzt werden.

Der Abgleich von Fremd- und Standardkarten soll durch Systemeinsatz vorgenommen werden. Die Voraussetzung der Nennung eines minimalen Standardkartensatzes ist laut Aussage des Fachbereiches erfüllbar.

In einer Ausbaustufe soll das System in der Lage sein, Texte von Karten automatisch zu erfassen und durch Bedeutungsvergleiche die äquivalente(n) Standardkarte(n) zuzuordnen.

In Form einer Vorstudie soll für eine Teilmenge der Fälle ein System mit o. gen. Eigenschaften ermittelt werden. Nach Vorlage der Ergebnisse soll das weitere Vorgehen erneut abgestimmt werden. Ziel ist, die Wartung des A300 vollständig auf der Basis von Standard Task Cards abwickeln zu können.

Beschreibung der KI-Lösung

Die Aufgabe enthält drei Teilaufgaben, die grundsätzlich mit KI-Methoden lösbar sind.

1. Texterfassung von Task Cards. Hierfür ist eine apparative Lösung erforderlich, d.h. ein kommerziell erhältliches Texterfassungssystem.
2. Textverstehen. Das vorliegende Problem läßt sich möglicherweise weitgehend durch Übertragen von Synonymen in ein Standard-Repertoire von Begriffen lösen. In jedem Fall scheint das Verstehensproblem mit vorhandenen Techniken lösbar.
3. Identifizieren von Standard-Tasks. Dies kann mit einer entsprechend strukturierten Wissensbasis erfolgen. Die Fremd-Tasks und Standard-Tasks werden dazu solange in kleinere Task-Einheiten zerlegt, bis eine gemeinsame Basis gegeben ist.

KI-Lab, TW5115	Kundenbezogene Wartungsprogramme	Dezember 1989
----------------	----------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 113
--------	--------------------------------------	------------

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Den Autoren ist kein vergleichbares Gesamtsystem bekannt. Für die genannten Teilaufgaben gibt es zahlreiche Vorbilder.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Leistungsfähiger PC oder Arbeitsplatzrechner mit KI-Basissoftware. Zusatzgerät für Texterfassung.

Aufwandschätzung

Ca. 24 PM (davon ca. 12 PM Expertenzeit und Erprobung).

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Die Umsetzung der Wartungsaufträge in eine standardisierte Form erfordert heute erheblichen Personaleinsatz. Verbesserungen in diesem Bereich werden in zeitlicher und auch wirtschaftlicher Hinsicht immens positive Auswirkungen auf die Servicetätigkeit im Werk Lemwerder haben.

KI-Lab, TW5115	Kundenbezogene Wartungsprogramme	Dezember 1989
----------------	----------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 114
--------	--------------------------------------	------------

3.12 TFH: Werk Hamburg

Die Informationsveranstaltung für TFH wurde am 8. Juni 1989 durchgeführt. Teilnehmer waren:

H. Hein	TFH
H. Waetjen	TFH-A
Dr. Schmidt	TFH1
H. Czeranowsky	TFH11
H. Domin	TFH22
H. Krug	TFH3
H. Weidmüller	TQH4
H. Zeiher	TQH413
H. Kästner	TQH42
H. Jaschinski	TW5115
H. Wittgen	TW5115
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor (Referent)

KI-Lab, TW5115		Dezember 1989
----------------	--	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 115
--------	--------------------------------------	------------

3.12.1 Fehleranalyse in der Ausstattungsphase

Das Detailgespräch wurde am 23. Juni 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Weidmüller	TQH4
H. Kluge	TQH41
H. Steffen	TQH412
H. Freter	TQH4121
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Jaschinski	TW5115

Problembeschreibung

Ground Tests werden durch die Qualitätssicherung anhand von kunden- und los-bezogenen Prüfvorschriften, den Ground Test Instructions, durchgeführt. Im Fall von Unstimmigkeiten, Abweichungen von Prüfergebnis und Soll-Ergebnis, erstellt der Qualitätsprüfer eine Prüfdokumentation bestehend aus Prüfbericht und Beanstandungsmeldung. Die Beanstandungsmeldung ist Basis für die Beauftragung der Fehleranalyse und -behebung durch die für das "trouble shooting" zuständige MAP-Abteilung des Entwicklungsbereiches.

Beanstandungsmeldungen werden heute als Textdokumente im System BEA erfasst. Dieses System bietet nicht die Möglichkeit, eine Fehlersymptombeschreibung auf ein wiederholtes Vorkommen in der Beanstandungshistorie zu untersuchen. Daraus können sich unnötige Doppelarbeiten im Bereich der Prüftätigkeit und im ungünstigen Fall sogar bei der Fehleranalyse ergeben.

Doppelarbeiten sowohl im Prüfbereich als auch bei der Behebung sollen durch Systemunterstützung vermieden werden. Ausgehend von der Nennung eines Symptoms soll aus der Fehlerbehebungshistorie ähnlicher Fälle ein Rückschluß auf die Fehlerursache und deren Behebung durchgeführt werden. Das Ergebnis dieser Konsultation soll in Form

- einer Beanstandungsmeldung für einen ähnlichen (gleichen) Sachverhalt
- eines Ursachenvorschlages bei Behebung eines ähnlichen (gleichen) Fehlers

einem Prüfer, bzw. Entwickler oder Mechaniker vorgelegt werden. Der System-Dialog kann über strukturierte Textein/ausgaben betrieben werden, Erkennung einer informellen Symptombeschreibung wird zur Zeit als nicht erforderlich angesehen.

Der Anwendungsbereich für einen ersten Lösungsansatz kann auf die Ausstattung des Airbus in Halle 14 (Phase II) eingegrenzt werden.

Beschreibung der KI-Lösung

Das Problem kann durch Einrichten einer strukturierten Falldatenbank und geeignete inhaltsbezogene Zugriffsmöglichkeiten gelöst werden. Dazu sind erforderlich:

KI-Lab, TW5115	Fehleranalyse in der Ausstattungsphase	Dezember 1989
----------------	--	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 116
--------	--------------------------------------	------------

1. Erfassung von Beanstandungsmeldungen und Fehlerbehebungshistorien in Form kodifizierter Inhaltsangaben.
2. Inhaltsbezogener Zugriff auf gespeicherte Fehlerberichte. Eine Lösung kann mit KI-Wissensrepräsentationstechniken entwickelt werden.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Die hier betroffenen KI-Verfahren sind durchweg erprobt und werden nicht extrem beansprucht. Fehlerfalldatenbanken sind auch in verschiedenen anderen Projekten dieses Berichtes gefragt.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

PC oder Arbeitsplatzrechner mit großem Adreßraum. KI-Basissoftware.

Aufwandschätzung

Ca. 24 PM (davon ca. 9 PM Expertenzeit und Erprobung).

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Verbesserungen sind sowohl im Bereich der Prüfung (Zugriff auf Resultate aller Prüfer) als auch bei der Fehleranalyse (Effektivitätssteigerung) und der Behebung (explizite Führung) zu erwarten. Darüberhinaus wird eine höhere Integration der drei Aufgabengebiete erreicht.

Integration in bestehende Systeme

Es bleibt zu untersuchen, inwieweit das System BEA zur Bereitstellung flugzeugbezogener Beanstandungsdaten verwandt werden kann.

KI-Lab, TW5115	Fehleranalyse in der Ausstattungsphase	Dezember 1989
----------------	--	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 117
--------	--------------------------------------	------------

3.12.2 Oberflächenprüfung von Fußbodenplatten

Das Detailgespräch wurde am 7. Juli 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Kästner	TQH42
H. Volkmer	TQH423
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Jaschinski	TW5115

Problembeschreibung

Fußbodenplatten gehören mit zur tragenden Struktur des Flugzeuges und müssen daher bestimmten Belastungsanforderungen genügen. Bei der Fertigung von Fußbodenplatten treten eine Reihe von festigkeitsrelevanten Fehlern auf, wie:

- Falten im Laminat
- Delaminationen
- Druckarme Härtung
- Grübchenbildung
- Weißbruch an Wabenstegen (zuviel Druck in der Härtung)
- versetzte Stopfen
- Fremdkörpereinschlüsse

Prüfungen finden als Erstprüfung für neu zu erstellende Formen (inkl. NC-Programm-Verifikation) bzw. als Serienprüfung von variablen Chargen statt.

Dabei sind Belastungs-, Maßhaltigkeits- und Oberflächenprüfungen zu unterscheiden. Oberflächenprüfungen werden als Sichtprüfungen stets an beiden Hauptflächen einer Standardvorlage (sog. Multiplatte 2m x 3m) vorgenommen.

Die in zwei Arbeitsschichten absolvierte Sichtprüfung und Maßhaltigkeitsprüfung soll durch ein automatisiertes Verfahren per Bildauswertung (Basis Zeilenkameras) unterstützt werden.

Es ergeben sich für ein System folgende Rahmenbedingungen:

- Beleuchtungsverhältnisse kontrollierbar
- Auflösungsvermögen der Bilderfassung adäquat zu den Erkennungserfordernissen bei Fehlern wie Grübchen und Falten etc. (siehe oben)

KI-Lab, TW5115	Oberflächenprüfung von Fußbodenplatten	Dezember 1989
----------------	--	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 118
--------	--------------------------------------	------------

- Durchmesser 0,4 DIN 7184 Form- und Lagetoleranzen bei der Positionsermittlung von Bohrungen und Durchbrüchen
- 0,5 mm max. Abweichung bei der Maßhaltigkeit
- 0,1 mm max. Abweichung bezogen auf die Bauteilhöhe
- Prüfvolumen: 12 Platten pro Stunde
- Produktionsvariabilität nach Maßgabe der Bauteilgeometrie aus dem CAD und Bauteilposition aus dem Chargierungsrechner bei ca. 3500 verschiedenen NC-Programmen

Ein erster Lösungsansatz sollte sich auf den Bereich der Oberflächenprüfung konzentrieren und die Einbindung von Meßmethoden in einer späteren Phase vorsehen. Der Prüfungsvorgang soll durch geeignete Maßnahmen in den Fließprozess der Produktion eingebunden werden.

Beschreibung der KI-Lösung

Oberflächenprüfung durch Bildverarbeitung erfordert das Zusammenwirken von geeigneten Geräten und Methoden. Den Voruntersuchungen nach erlaubt heutige Gerätetechnik das Aufnehmen von Bildern, aus denen die gewünschten Ergebnisse mit relativ einfachen Analysemethoden gewonnen werden können. Es sind keine neue Bildanalyseverfahren zu entwickeln.

Ein Projekt sollte in zwei Phasen vorgehen:

1. Laborimplementierung der Bildaufnahme und Bildanalyse ohne aufwendigen Vorrichtungsbau.
2. Entwickeln der erforderlichen Vorrichtungen und betriebliche Einbindung.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Vergleichbare Qualitätsprüfungen sind in zahlreichen Fertigungsbetrieben implementiert (z.B. Automobilbau). Die wesentlichen Unterschiede bestehen in den äußeren Abmessungen und den gerätetechnischen Randbedingungen.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Bildaufnahme-Hardware (Zeilenkamera, Beleuchtung, Positioniereinrichtung, Analog-Digital-Konverter) und leistungsfähiger PC oder Arbeitsplatzrechner. Die benötigte Prozessorleistung hängt von den geforderten Antwortzeiten und dem Durchsatz ab.

KI-Lab, TW5115	Oberflächenprüfung von Fußbodenplatten	Dezember 1989
----------------	--	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 119
---------------	---	-------------------

Aufwandschätzung

Phase 1: Ca. 1 PJ Laborentwicklung, ca. DM 20000.- Bildaufnahme-Hardware, ggf. 1 Arbeitsplatzrechner (ca. DM 50000.-).

Phase 2: Ca. 1 PJ Vorrichtungsbau und Inbetriebnahme.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Es wird erwartet, die Fehlererkennungsrate durch Systemeinsatz signifikant zu erhöhen. Der automatisierte Prüfvorgang soll außerdem genügend Kapazität für den zu erwartenden Produktionshochlauf bereitstellen.

Integration in bestehende Systeme

Zur Überprüfung der Lage von Stopfenbohrungen sind die Geometriedaten aus dem CAD und die Bauteilposition in der Multiplatte aus dem Chargierrechner heranzuziehen. Überprüfungen dürfen nur gegen die Bauunterlagen durchgeführt werden, um fehlerhafte NC-Programme aufzudecken.

KI-Lab, TW5115	Oberflächenprüfung von Fußbodenplatten	Dezember 1989
-----------------------	---	----------------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 120
--------	--------------------------------------	------------

3.12.3 Erkennung elektronischer Bauteile

Das Detailgespräch wurde am 7. Juli 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Krug	TFH3
H. Klarmann	TFH522
H. Winkler	TFH5225
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Jaschinski	TW5115

Problembeschreibung

Der Fertigungsbereich in Hamburg produziert in kleinen Serien Spezialelektronik für den Einbau in Flugzeugen. Es handelt sich hier um Steuerungsrechner, Decoder-Encoder-Units sowie Handhabungsgeräte und Ersatzteile.

Die Platinenbestückung wird heute von Hand an einem Bestückungstisch, ausgestattet mit ca. 100 Teilemagazinen, vorgenommen. Bei den Bauteilen handelt es sich dabei um Widerstände, Kondensatoren, Dioden und weitere Standardbauteile.

Der Bestückungsvorgang läßt sich in folgender Weise für eine maschinelle Bearbeitung strukturieren:

1. Erkennen eines Bauteils in einem Behältnis (lose Häufung)
2. Greifen eines Bauteils aus dem Behältnis
3. Bauteil in konforme Lage bringen für den nachfolgenden Steckvorgang
4. Bauteil auf den Einbauort stecken

In Form einer Machbarkeitsstudie soll ermittelt werden, ob der Bestückungsvorgang durch den kombinierten Einsatz von Bildverarbeitungs- und Greiftechniken automatisiert werden kann.

Zur Zeit werden ca. 20 Platinen mit Bauteilen aus einer Gesamtmenge von ca. 500 verschiedenen Bauteilen bestückt. Der Fertigungstakt unterliegt dabei keinen außergewöhnlichen Zeitanforderungen. Allerdings sind einige Bauteile nur schwer einsetzbar (weiche Drähte) und machen eine zusätzliche Justierung erforderlich.

Eine Systemlösung muß in einfacher Weise durch den Anwender an Veränderungen angepaßt werden können. Das bezieht sich insbesondere auf die Adaption veränderter Bauteile bzw. Hinzunahme neuer Bauteile.

Beschreibung der KI-Lösung

Der hier benötigte "Griff-in-die-Kiste" ist ein bekanntermaßen schwieriges Problem der Bildverarbeitung. Das Problem ist gekoppelt mit Greifproblemen und Pfadplanungsproblemen beim Einsatz der Bauteile in die Platine. Die finanziellen Randbedingungen (kostengünstiger als 2 Personen) schränken die Lösungsmöglichkeiten zusätzlich ein.

KI-Lab, TW5115	Erkennung elektronischer Bauteile	Dezember 1989
----------------	-----------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 121
--------	--------------------------------------	------------

In der Machbarkeitsstudie sind zwei Problemkreise experimentell zu untersuchen:

1. Lokalisierung von Bauteilen in Vorratsbehältern mithilfe von Bildverarbeitungsmethoden. Als mögliche Lösung kommt eine Manipulator-geführte CCD-Kamera in Frage. Die benötigte dreidimensionale Bildanalyse kann durch Mehrbildanalyse erreicht werden.
2. Greifen und Einsetzen von Bauteilen. Aufarbeiten von Greifertechnologie im Zusammenhang mit bestehenden Systemen. Zugänglichkeitsuntersuchung am Beispiel der zu fertigenden Platinen.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Aussagen über existierende Systeme sollen in der Machbarkeitsstudie gewonnen werden. Der Stand der Bildverarbeitungsforschung und Greifertechnologie sowie Erkenntnisse aus ähnlichen Systemen lassen erwarten, daß das hier vorliegende Problem lösbar ist.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Manipulator, Greifer, CCD-Kamera und ggf. spezielle Vorrichtungen zur Unterstützung der Lokalisierungsaufgabe. Leistungsfähiger Arbeitsplatzrechner.

Aufwandschätzung

Ca. 1 PJ sowie DM 30000.- an Hardware für die Machbarkeitsstudie. Arbeitsplatzrechner und spezielle Hardware sind nach Möglichkeit aus vorhandenen Beständen vorzuhalten bzw. zu simulieren.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Durch Automatisierung des Bestückungsprozesses kann eine Reduktion des Personaleinsatzes erreicht werden. Darüberhinaus wird erwartet, Kapazität für die Produktionsausweitung bereitstellen zu können. Ein zusätzlicher Aspekt ist die Pflege und Weiterentwicklung des vorhandenen Know-hows im Bereich der Erstellung von Spezialelektronik.

Integration in bestehende Systeme

Die Abteilung setzt sowohl im Hardware-Test als auch in der Materialverwaltung PC's der Klasse IBM AT ein. Eine Anbindung des Bestückungssystems in Form einer Vernetzung mit der vorhandenen Hardware wird zur Zeit als nicht notwendig erachtet.

Betrachtung von konventionell realisierten Alternativen

Es wurden unter besonderer Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit Standard-Bestückungsverfahren (Bestückungsroboter mit gegurteter Bauteilzuführung) analysiert. Die hier herrschenden Rahmenbedingungen, wie hochflexible Fertigung von Kleinstserien, lassen einen wirtschaftlichen Einsatz dieser Verfahren allerdings bis heute nicht zu.

KI-Lab, TW5115	Erkennung elektronischer Bauteile	Dezember 1989
----------------	-----------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 122
--------	--------------------------------------	------------

3.12.4 Spracherkennung und Sprachsynthese in der Qualitätssicherung

Das Detailgespräch wurde am 26. Juli 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Kästner	TQH42
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Jaschinski	TW5115

Problembeschreibung

Im folgenden werden drei Problemstellungen dargestellt, die den Einsatz der Spracherkennung bzw. Sprachgenerierung in der Qualitätssicherung des Werkes Hamburg erforderlich machen. In einer Erprobung sollen die verschiedenen Leistungsanforderungen an Systeme auf technische Machbarkeit untersucht werden.

1. Aufzeichnung von Gerätenummern

Im Rahmen der flugzeugbezogenen Aufzeichnung von Geräteeinbauten werden Gerätenummern in einer IMS-Datenbank abgespeichert. Diese Eingaben sollen während der Begutachtung im Flugzeug durch Spracheingaben in ein dediziertes System vorgenommen werden. Dabei genügt es, den gesprochenen Text per Einzelworterkennung aufzunehmen.

2. Abruf von Prüfvorschriften

Am Prüfort im Flugzeug soll durch gesprochene Vorgabe eines Schlüssels (z.B. GTI-Nummer) eine Prüfvorschrift abgerufen werden und sprachlich ausgegeben werden. Anhand der Sprachausgabe soll der Prüfablauf und die Verifikation des erwarteten Ergebnisses vollzogen werden.

3. Beanstandungsbearbeitung

Der dokumentatorische Anteil der Beanstandungsbearbeitung soll durch Spracheingabe direkt am Fertigungsort abgehandelt werden. Die Fehlerreports sollen dann in ein werksübergreifendes System eingebracht werden. Bei den Texten handelt es sich um kurze Sätze, wie "Nietkopf zu tief gesenkt", die kontinuierlich gesprochen erkannt werden müssen. Für den Prüfbereich Bauteilstruktur wird der Sprachumfang auf ca. 800 Fachworte ohne Synonyme und Füllwörter eingeschätzt.

Folgende Einsatzbedingungen können für alle drei Problemstellungen skizziert werden:

- die Verbindung des Sprachverarbeitungssystems zu einem lokalen oder zentralen Rechner wird über Funkkopplung erreicht
- akustische Störungen sind durch direkten Einsatz im Fertigungsbereich zu erwarten (kurzzeitig max. 120 dB durch Niethämmer)
- alle Systeme werden von mehreren Sprechern benutzt

KI-Lab, TW5115	Spracherkennung und Sprachsynthese	Dezember 1989
----------------	------------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 123
--------	--------------------------------------	------------

Beschreibung der KI-Lösung

Systeme zur Spracherkennung und Sprachgenerierung bestehen in der Regel aus speziellen, kommerziell erhältlichen Komponenten für die akustische Analyse und Generierung sowie aus anwendungsspezifischen Programmsystemen, die im Einzelfall zu entwickeln sind.

Die für das hier vorliegende Problem erforderlichen Spracherkennungs- und Sprachgenerierungs-Module sind im Handel erhältlich (auch für fließend gesprochene Sätze). Die darüberhinaus zu leistende Software-Entwicklung dient der zusätzlichen Fehlererkennung und -korrektur sowie der Gestaltung der Benutzerschnittstelle. Dazu gibt es erprobte KI-Methoden (z.B. syntaktisch-semantische Grammatiken).

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Die bisher realisierten Spracherkennungsanwendungen bei fließend gesprochener Sprache sind im Zusammenhang mit einer Marktanalyse entsprechender kommerzieller Produkte festzustellen. Die neuesten veröffentlichten Leistungsdaten dieser Geräte lassen eine erfolgreiche Anwendung für die hier vorliegenden Probleme erwarten.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Spracherkennungs- und Sprachgenerierungsgeräte, leistungsstarker Rechner.

Aufwandschätzung

Ca. 3 PM für eine Machbarkeitsstudie mit dem Ziel, kommerzielle Geräte auf Einsetzbarkeit unter den gegebenen Randbedingungen zu prüfen. Für das Hauptprojekt sind ca. 1,5 - 2 PJ sowie Hardware-Investitionen von ca. DM 80000.- erforderlich.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Durch fertigungsbegleitende Qualitätsprüfungen soll die frühestmögliche Fehlererkennung erreicht werden. Dazu ist es nötig, den Prüfvorgang zu verstetigen, d.h. den Prüfer von der dokumentatorischen Arbeit zugunsten einer erhöhten Prüftätigkeit am Fertigungsort zu entlasten. Es bietet sich an, die Dokumentation während der Prüfung oder Zustandsaufnahme durch Spracheingabe vorzunehmen. Ebenso entlastet die sprachliche Ausgabe einer Prüfvorschrift den Prüfer von unnötiger "Papierarbeit" während des Prüfvorgangs.

Integration in bestehende Systeme

Die Problemstellungen 1 und 3 zeigen Bezüge zu großrechnerbasierten Systemen wie BEA und GESY (IMS-basiert) auf.

KI-Lab, TW5115	Spracherkennung und Sprachsynthese	Dezember 1989
----------------	------------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 124
--------	--------------------------------------	------------

3.12.5 Konfigurierung von Sensorauswertungssystemen

Das Detailgespräch wurde am 14. August 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Zeiher	TQH41
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Wittgen	TW5115

Problembeschreibung

Betrachtet wurde in diesem Gespräch das Problem, einen Nietautomaten automatisch auf dem Werkstück innerhalb einer vorgegebenen Toleranz zu positionieren. Als Anhaltspunkte für die Positionierung kommen hier markante Punkte am Bauteil in Frage. Neben Markierungen können dies auch Konturlinien von aufgelegten Blechteilen sein.

Außerdem wurde die automatische Überprüfung von Nietkopfausprägungen mit Hilfe eines Bildverarbeitungssystems betrachtet.

Im Laufe des Gespräches stellte sich heraus, daß unter anderem die softwaremäßige Konfigurierung eines solchen Systems ein Problem darstellt.

Beschreibung der KI-Lösung

Zur Verbesserung der Nietautomatpositionierung ist das optische Erfassen und Auswerten von markanten Bildteilen (Kanten, Bohrungen, etc.) erforderlich. Die hierfür geeigneten Bildverarbeitungsmethoden sind im Prinzip bekannt und erprobt. Um dem Bildverarbeitungslaien eine Neugestaltung ("Konfigurierung") des Auswertemoduls zu ermöglichen (z.B. bei wechselnden Aufgaben), ist ein Expertensystem für die Konfigurierung vorzusehen. Die hierfür erforderliche Technologie ist in den letzten fünf Jahren entwickelt worden, u.a. auch an der Universität Hamburg.

Phase 1 des Projektes hat das Ziel, die Leistungsfähigkeit der benötigten Bildverarbeitungsverfahren anhand von experimentell gewonnenen Probed Bildern nachzuweisen.

In Phase 2 ist das Konfigurierungssystem zu entwickeln.

In Phase 3 ist das System betrieblich zu integrieren.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Prototypen für die Konfigurierung von Bildverarbeitungssystemen ähnlicher Aufgabenbereiche sind vorhanden.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Leistungsstarker Arbeitsplatzrechner mit hochauflösendem Bildschirm für die Bildauswertung und Konfigurierung.

KI-Lab, TW5115	Konfigurierung von Sensorsystemen	Dezember 1989
----------------	-----------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 125
--------	--------------------------------------	------------

Aufwandschätzung

Phase 1: Ca. 9 PM (davon ca. 3 PM von Fachleuten vor Ort).

Phase 2: Ca. 2 PJ.

Phase 3: Ca. 1 PJ (davon ca. 6 PM von Fachleuten vor Ort).

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Die Einhaltung der geforderten Toleranzen bei der Erstellung der Bauteile macht in einigen Fällen den Einsatz von Sensorsystemen notwendig. Durch geeignete Konfigurierungswerkzeuge kann die flexible Handhabung solcher Systeme unterstützt werden.

Integration in bestehende Systeme

Zur Zeit wird hier nur eine Schnittstelle zu dem zu steuerenden Werkzeug (z. B. Nietautomat) gesehen.

KI-Lab, TW5115	Konfigurierung von Sensorsystemen	Dezember 1989
----------------	-----------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 126
--------	--------------------------------------	------------

3.12.6 Disposition von Bauteilen

Das Detailgespräch wurde am 17. August 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Krug	TFH3
H. Marks	TFH33
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Jaschinski	TW5115

Problembeschreibung

Vor der Übernahme der für die Beauftragung freigegebenen Bedarfe in die Auftrags-DB wird das Frühwarnsystem aktiv. Es prüft die Daten zu diesen Bedarfen (Stammdaten, Termine etc.). Werden Unstimmigkeiten festgestellt, die eine Übernahme eines Bedarfs in die Auftrags-DB verhindern oder die eine rechtzeitige Fertigstellung des Bauteils in Frage stellen, so wird eine Fehlermeldung ausgegeben.

Fehlermeldungen können harmlos, z.B. durch Disponenten willentlich ausgelöst, oder aber ernstzunehmen sein, d.h. kritische Auswirkungen auf die Fertigungsaufgaben haben.

Es ist nun die Aufgabe des Disponenten, die Fehlerursache festzustellen und dafür zu sorgen, daß die rechtzeitige Fertigstellung eines Bauteils ermöglicht wird. Nichtbeachtung einer Meldung kann zu Fehlteilen führen.

Aufgrund des Umfangs des Fehlerprotokolls wird vorgeschlagen, die Disponenten bei der Bearbeitung dieses Fehlerprotokolls zu unterstützen. Es wird geschätzt, daß ca. 50% der Fehlermeldungen deterministisch abgearbeitet werden können.

Beschreibung der KI-Lösung

Das zu entwickelnde System hat die Aufgabe, Ausnahme- und Fehlermeldungen der Disposition zu analysieren sowie geeignete Korrekturmaßnahmen zu empfehlen, und ggf. durchzuführen. Dazu wird eine regelbasierte Expertensystem-Architektur vorgeschlagen, in der Situations-Aktions-Paare in flexibler Weise programmiert werden können. Die erforderlichen Zugriffe auf Datenbanken sind konventionell zu realisieren.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Expertensysteme dieses Aufgabentyps ("Expertise-Systeme") sind in großer Zahl im Einsatz. Systeme für den hier vorliegenden Anwendungsbereich sind den Autoren nicht bekannt.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Arbeitsplatzrechner, PC oder Host-Rechner mit einfacher Expertensystem-Entwicklungsumgebung und Integrationsmöglichkeiten in bestehende Strukturen.

KI-Lab, TW5115	Disposition von Bauteilen	Dezember 1989
----------------	---------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 127
---------------	---	-------------------

Aufwandschätzung

Ca. 18 PM (davon 6 PM Expertenzeit und Erprobung).

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Programmunterstützung bei der Analyse der Fehlermeldungen setzt Mitarbeiter für die Bewältigung anderer Tätigkeiten (z.B. im Rahmen des Hochlaufs) frei. Nachfolgende Bearbeitungsstellen- und Stufen werden entlastet.

Integration in bestehende Systeme

Im vorliegenden Fall handelt es sich um eine Anwendung aus der Systemfamilie Fertigung UT. Integration in die Ablaufumgebung von IMS- und DB2-Applikationen ist daher unumgänglich.

Abgrenzung zu bereits bestehenden Vorhaben

Zwischen Fachbereich und TW5 besteht eine Vereinbarung, diese Problemstellung in Projektform zu bearbeiten. Der Beginn des Projektes ist auf Oktober 1989 festgelegt.

KI-Lab, TW5115	Disposition von Bauteilen	Dezember 1989
-----------------------	----------------------------------	----------------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 128
--------	--------------------------------------	------------

3.12.7 Analyse von Maßabweichungen

Das Detailgespräch wurde am 27. August 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Zeiher	TQH413
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Jaschinski	TW5115

Problembeschreibung

Maßhaltigkeit ist eines der wichtigsten Qualitätskriterien für die Fertigung speziell von Großbauteilen.

Maßabweichungen an Bauteilen können die verschiedensten Ursachen haben, wie z.B.

- Veränderungen der Bauvorrichtung durch Temperaturschwankungen während des Fertigungsvorgangs
- Veränderung des Hallenbodens durch Tiede (Werk HAM) oder Auffrieren des Bodens
- vorgeschalteter Produktionsprozeß liefert nicht maßhaltig

Fehler in der Maßhaltigkeit lassen sich im allgemeinen nicht auf eine einzige, sondern eher auf eine Kombination von mehreren Ursachen zurückführen. Um die Fehlerverfolgung jederzeit zu ermöglichen, werden regelmäßig Prüfungen an Bauteilen und -vorrichtungen vorgenommen, die in Form von Meßprotokollen und Prüfberichten dokumentiert werden. Prüfberichte liegen in Form von Akten vor, Meßdaten werden von automatischen Meßanlagen geliefert, die in naher Zukunft auch an Rechner im SNA-Netz weitergegeben werden können.

Bezogen auf eine exemplarische Bauvorrichtung und die dort gefertigten Bauteile soll ein System zur Analyse von Maßabweichungen erstellt werden. In einem regelbasierten Ansatz soll Expertenwissen und prinzipielles Wissen unter Hinzuziehung einfacher Modelle für den Bauvorgang (Bauvorrichtung etc.) in einem Kernsystem abgebildet werden.

Nach Erprobung des Prototypen soll die Einbeziehung tieferer Modelle (geometrisches, physikalisches Grundwissen) sowie die Erweiterung der Anwendung auf werkübergreifende Fertigungsprozesse geprüft werden.

Beschreibung der KI-Lösung

Phase 1: Die Expertise von Fachleuten sowie qualitative physikalische Zusammenhänge werden in Regelform formuliert und mit Methoden der automatischen Rückwärtsverkettung zur Rückverfolgung von Maßabweichungen verwendet. Dabei ist zu prüfen, inwieweit der regelbasierte Ansatz für die teilweise komplexen physikalischen Zusammenhänge adäquat ist.

KI-Lab, TW5115	Analyse von Maßabweichungen	Dezember 1989
----------------	-----------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 129
--------	--------------------------------------	------------

Phase 2: Es ist ein "funktionales" Modell der Fertigungsumgebung zu entwickeln, das die Simulation aller für Maßabweichungen relevanten Vorgänge erlaubt. Eine Fehlerbestimmung kann dann mit "modellgestützter" Diagnose erfolgen. Dieser Ansatz ermöglicht auch Aussagen für Fälle, die nicht durch menschliche Expertise abgedeckt sind.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Für den Aufgabentyp "Fehlerbestimmung durch Rückverkettung" gibt es erprobte Lösungen. Für den hier vorliegenden Anwendungsbereich sind den Autoren keine vergleichbaren Systeme bekannt.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

PC, Arbeitsplatzrechner oder Host-Rechner mit erweiterbarem Expertensystem-Entwicklungswerkzeug.

Aufwandschätzung

Ca. 15 PM für Phase 1 (davon ca. 3 PM Expertenzeit und Erprobung). Weitere 15 PM für Phase 2.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Mithilfe eines Analysesystems werden Fehlerursachen früher erkannt und bieten aufgrund systematisierter Vorgehensweise die Möglichkeit der besseren Korrektur.

Integration in bestehende Systeme

Meßreihen werden von IBM-kompatiblen PC's aufgenommen, die i.a. über eine SNA-Verbindung verfügen. Ziel-Hardware für eine Implementierung des Expertensystems soll einer dieser Rechner sein.

KI-Lab, TW5115	Analyse von Maßabweichungen	Dezember 1989
----------------	-----------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 130
--------	--------------------------------------	------------

3.13 TE3: Entwicklung - Bauweisen / Werkstoffe und Versuche

Die Informationsveranstaltung für TE3 wurde am 17. April 1989 durchgeführt. Teilnehmer waren:

H. Meyer	TE31
H. Dr. Malek	TE32
H. Stupperich	TE321
H. Dr. Dey	TE35
H. Renken	TE3501
H. Dr. Dreier	TE352
H. Lutzer	TE3521
H. Fischer	TE3523
H. Girlich	TE353
H. Kleeman	TE353
H. Recksiek	TE353
H. Jaschinski	TW5115
H. Wittgen	TW5115
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor (Referent)

KI-Lab, TW5115		Dezember 1989
----------------	--	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 131
--------	--------------------------------------	------------

3.13.1 On-board-Expertensystem zur Echtzeit-Fehlerbehandlung

Das Detailgespräch wurde am 9. Juni 1989 durchgeführt. Gesprächsteilnehmer waren:

Dr. Dey	TE35
Dr. Dreier	TE352
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Jaschinski	TW5115

Problembeschreibung

Der Airbus A320 ist mit vielfältigen elektronischen Systemen ausgestattet, die in hohem Maße vermascht interagieren. Zur schnellen Fehlererkennung gibt es Builtin-Test-Equipment, das Fehler an ein zentrales Überwachungssystem meldet (CFDS - Central Fault Display System), welches wiederum Meldungen an den Piloten via Bildschirm abgibt.

Damit es im Fehlerfall nicht zu einer verwirrenden Häufung von Fehlermeldungen kommt, wobei die Meldeihenfolge nicht notwendig auch die zeitliche Entstehung wiedergibt bzw. eine Ursache leicht erkennbar macht, wird die Trennung der ursächlichen Meldung von den Folgemeldungen, bzw. die Isolierung des ursächlichen Fehlers zur Zeit von einem On-board-System unter Echtzeitbedingungen vorgenommen. Dieses System ermittelt weitergehend Handlungsalternativen und stellt sie dem Piloten dar.

Es soll nun exemplarisch mit den Mitteln wissensbasierter Systeme nachgebildet werden, um die Leistungsfähigkeit dieser neuen Technologie zu überprüfen.

Beschreibung der KI-Lösung

Echtzeit-Fehlerdiagnose in komplexen technischen Systemen ist aktueller Forschungsgegenstand. Das sich abzeichnende Lösungsprinzip beruht

1. auf einer Mehrprozeß-Struktur mit priorisierbaren Einzelprozessen, und
2. einem computerinternen simulierbaren Modell des technischen Systems.

Die nach heutigem Forschungsstand zu bewältigenden Aufgaben lassen das vorliegende Problem als schwierig erscheinen. Ein Projekt sollte deshalb zunächst nur geeignet ausgewählte, exemplarische Teillösungen anstreben.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Es gibt erste Entwicklungswerkzeuge für modellgestützte Echtzeit-Diagnose, allerdings noch keine signifikanten Referenz-Lösungen.

KI-Lab, TW5115	Echtzeit-Fehlerbehandlung	Dezember 1989
----------------	---------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 132
--------	--------------------------------------	------------

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Leistungsfähiger Arbeitsplatzrechner, Entwicklungs-Software.

Aufwandschätzung

Ca. 3 PJ für eine exemplarische Lösung bei Verwendung geeigneter Entwicklungs-Software. Ca. DM 70000.- für Entwicklungs-Software.

Abgrenzung zu bereits bestehenden Vorhaben

Diese Aufgabenstellung wurde im Rahmen eines BRITE-EURAM-Projektes vorgeschlagen.

KI-Lab, TW5115	Echzeit-Fehlerbehandlung	Dezember 1989
----------------	--------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 133
--------	--------------------------------------	------------

3.13.2 . Wartungsunterstützung für MPC75

Das Detailgespräch wurde am 9. Juni 1989 durchgeführt. Gesprächsteilnehmer waren:

Dr. Dey	TE35
Dr. Dreier	TE352
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Jaschinski	TW5115

Problembeschreibung

Die Entwicklung und Konstruktion von Flugzeugen wird heute weitgehend IV-gestützt vorgenommen, z.B. mit Hilfe von CAD-Systemen auf Host-Rechnern, Post-processing-Systemen auf Workstations etc. Das in den Phasen Entwicklung und Montage adaptierte Know-how wird später in der Betriebsphase eines Flugzeugtyps zur effizienten Durchführung der Wartungsmaßnahmen benötigt.

Im Rahmen der Bestrebungen, bei der Entwicklung des MPC75 nahezu alle Tätigkeiten IV-gestützt durchzuführen, soll ein Expertensystem entstehen, welches wartungsrelevantes Wissen in allen Phasen akkumulieren kann und speziell in der Maintenance-Phase zur Fehlerdiagnose bereitstellt.

Der Entstehungsprozess dieses Systems soll parallel zu den Entwicklungsphasen des MPC75 verlaufen. Aus Simulationserkenntnissen und Ergebnissen der Layout-Verifikation soll zunächst die Struktur einer umfassenden Wissensbasis ermittelt werden. Bei der Unterstützung von Integrations- und Testmaßnahmen in der Montagephase sollen dann die wesentlichen Erkenntnisse in die Wissensbasis eingebracht werden und für den Abruf bei Wartungsaktivitäten bereitgestellt werden.

Ein erster Expertensystem-Prototyp sollte sich auf die Abbildung eines exemplarischen Systems (z.B. Hydraulik, Stromversorgung, Klimatisierung...) konzentrieren. Für einen umfassenden Einsatz in der Wartung muß eine Weiterentwicklung des Prototypen eine möglichst weitgehende Modellierung möglichst vieler Flugzeugsysteme leisten.

Zur Sicherstellung der Aktualität muß die Wissensbasis in der Hinzufügung weiterer Systemabbildungen bzw. Änderung bestehender Modelle leicht modifizierbar sein.

Beschreibung der KI-Lösung

Das vorliegende Problem ist von zentraler Bedeutung für zukünftige Verbesserungen von Entwurf, Fertigung, Diagnose und Wartung komplexer technischer Geräte. Die zu entwickelnden Simulationsmodelle sind ein fundierter und vielseitiger Ansatz für diesen Aufgabenbereich. Nach heutigem Stand ist die benötigte Verbindung zwischen "tiefen" computerinternen Modellen und "flachen" qualitativen Beschreibungen (wie sie z.B. menschliche Experten verwenden) noch nicht hinreichend erforscht. Eine Lösung sollte exemplarisch und fundiert (d.h. unter Berücksichtigung von Forschungsbedarf) entwickelt werden.

In einer ersten Phase sollen Simulationsmöglichkeiten für einen geeignet gewählten technischen Bereich (z.B. Hydraulik) geschaffen werden.

KI-Lab, TW5115	Wartungsunterstützung MPC75	Dezember 1989
----------------	-----------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 134
--------	--------------------------------------	------------

In einer zweiten Phase ist eine qualitative Beschreibung menschlichen Expertenwissens bei der Fehlerdiagnose zu entwickeln, in ein wissensbasiertes System zu implementieren und an Hand konkreter Beispiele zu validieren.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Es gibt Simulationsansätze mithilfe klassischer Simulationsmethoden. Für modellgestützte Diagnose auf der Basis von KI-Methoden gibt es erste Entwicklungswerkzeuge, allerdings noch keine signifikanten Referenz-Lösungen. Es wird allerdings an verschiedenen Stellen intensiv an Prototypen gearbeitet.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Leistungsfähiger Arbeitsplatzrechner mit bestmöglicher KI-Entwicklungsumgebung.

Aufwandschätzung

4 - 6 PJ.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Der Einsatz eines derartigen Systems beschleunigt die Fehlerfindung in der externen Wartungsphase und wird durch Rückkopplung auf den Entwicklungsprozess erhebliche Beiträge zur Qualitätssicherung bzw. -erhöhung leisten.

Integration in bestehende Systeme

Eine Anbindung an bestehende Simulations-Systeme ist noch zu untersuchen.

KI-Lab, TW5115	Wartungsunterstützung MPC75	Dezember 1989
----------------	-----------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 135
--------	--------------------------------------	------------

3.14 TE4, TE5, TE6, TE7: Entwicklung/Konstruktion

Die Informationsveranstaltung wurde am 4. Juli 1989 durchgeführt. Teilnehmer waren:

H. Sobing	TE42	
H. Nagel	TE423	
H. Weinhauer	TE52	
H. Schulz	TE53	(Vertreter)
H. Wagner	TE602	
H. Hildebrandt	TE61	
H. Rechter	TE6243	
H. Terheiden	TE6312	
H. Saldeitis	TE6312	
H. Mühlmeister	TE712	
H. Rössner	TE7122	
H. Jaschinski	TW5115	
H. Wittgen	TW5115	
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor	(Referent)

KI-Lab, TW5115		Dezember 1989
----------------	--	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 136
--------	--------------------------------------	------------

3.14.1 Unterstützung bei der Einhaltung von Konstruktionsrichtlinien

Das Detailgespräch wurde am 17. August 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Sobing	TE42
H. Nagel	TE423
H. Brunßen	TE4231
Fr. Meier	TE4231
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Wittgen	TW5115

Problembeschreibung

Bei der Erstellung von Konstruktionszeichnungen mit dem CAD-System CADAM muß der Konstrukteur Richtlinien beachten, die zur Zeit in zahlreichen Handbüchern verzeichnet sind. Die Nichtbeachtung dieser Richtlinien kann beispielsweise zur Folge haben, daß das Teil so nicht gefertigt werden kann oder darf, weil etwa bei Nieten nicht die Mindestabstände untereinander, zum Rand oder zu einer Umformkante beachtet worden sind.

Außerdem gibt es Richtlinien, deren Einhaltung gewährleisten soll, daß die CAD-Modelle (d. h. die rechnerischen Darstellungen der Konstruktionszeichnungen) durch die Fertigungsvorbereitung problemlos weiterverarbeitet werden können. Eine solche Weiterverarbeitung kann beispielsweise die Erzeugung eines NC-Programms für einen programmgesteuerten Fräser sein.

Maßnahmen, die die Einhaltung dieser Richtlinien überwachen (z. B. die Bauunterlagenprüfung), sind sehr aufwendig.

Es wird daher ein Expertensystem vorgeschlagen, das die Konstrukteure bei der Beachtung dieser Richtlinien unterstützt.

Aufgrund der Beschränkungen, die durch das CADAM-System bei der Einbindung zusätzlicher Programme vorgegeben sind, wird vorgeschlagen, zunächst ein System ins Auge zu fassen, das nach der Erstellung des CAD-Modells aufgerufen werden kann. Als Ergebnis der Verarbeitung sollen Fehlerprotokolle und Verbesserungsvorschläge ausgegeben werden.

Außerdem wird vorgeschlagen, sich zunächst auf eine überschaubare Menge von Richtlinien zu beschränken. In Frage dafür kommen solche, die sich auf die Nietproblematik beziehen. Aufgrund der Erfahrungen bei der Erstellung dieses Teilsystems kann die Machbarkeit eines umfassenderen Systems besser beurteilt werden.

Beschreibung der KI-Lösung

Entsprechend der eingeschränkten Aufgabenstellung besteht eine Lösung aus drei Teilen:

1. Eine systeminterne Repräsentation von Nietvorschriften. Hierzu eignet sich eine Darstellung in Regelform.

KI-Lab, TW5115	Konstruktionsrichtlinien	Dezember 1989
----------------	--------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 137
--------	--------------------------------------	------------

2. Verfahren zur Erkennung regelrelevanter Situationen in CADAM-Daten. Hierzu ist es eventuell sinnvoll, die CADAM-Daten in eine geeignete Zwischenrepräsentation zu überführen, in der die durch Regeln betroffenen Größen und Eigenschaften explizit gemacht werden.
3. Auswerten der exemplarischen Lösung im Hinblick auf eine breitere Aufgabenstellung.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Für Teil 1 gibt es zahlreiche vergleichbare Vorbilder. Die weiteren Teile erfordern neuartige Lösungen.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Arbeitsplatzrechner, PC oder Host-Rechner mit einfacher Expertensystem-Software und Schnittstelle zu KI-Sprache.

Aufwandschätzung

Ca. 18 PM (davon ca. 4 PM Expertenzeit und Evaluierung).

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Durch ein solches System sollen Fehler vermieden werden, die sich auf die Produktion auswirken können. Außerdem soll die bevorstehende Abschaffung der Bauunterlagenprüfung aufgefangen werden.

Integration in bestehende Systeme

Das System muß in der Lage sein, Modelle des CAD-Systems CADAM zu lesen. Dieses System befindet sich zur Zeit hauptsächlich auf IBM-Großrechnern.

Manche Informationen zum Bauteil (z. B. über das verwendete Material) können der Stückliste entnommen werden. Die Stücklisten befinden sich im System GRUSY (Basis: IMS).

Betrachtung von konventionell realisierten Alternativen

Es wurde in dem Gespräch erwogen, mit Hilfe von HELP-Makros den Konstrukteuren die zu beachtenden Richtlinien, Normen etc. leichter zugänglich zu machen, als dies durch Handbücher möglich ist. Bei den Makros handelt es sich um Programme, die während einer CADAM-Sitzung aufgerufen werden können. Diese könnten eine Ergänzung zu dem oben dargestellten Expertensystem sein.

KI-Lab, TW5115	Konstruktionsrichtlinien	Dezember 1989
----------------	--------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 138
--------	--------------------------------------	------------

3.14.2 Erstellung von 3D-Modellen aus 2D-Modellen

Das Detailgespräch wurde am 17. August 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Sobing	TE42
H. Nagel	TE423
H. Brunßen	TE4231
Fr. Meier	TE4231
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Wittgen	TW5115

Problembeschreibung

Die Konstruktionszeichnungen werden bei MBB-UT heute vorwiegend mit dem CAD-System CADAM erstellt. Dabei beschränkt man sich weitgehend auf die Erstellung von 2-dimensionalen Geometrien. So enthalten CAD-Modelle (d. h. rechnerinterne Darstellungen von Konstruktionszeichnungen), die als Bauunterlagen freigegeben werden, heute keine 3-dimensionalen Geometrieelemente. Gegebenenfalls werden auf einer Zeichnung zusätzliche Ansichten des Bauteils erstellt.

Für einige Prüfungen (etwa ob sich das so konstruierte Bauteil kollisionsfrei in einen vorgegebenen Raum einbringen läßt) wird eine 3-dimensionale Volumendarstellung des Bauteils benötigt.

Es wird deshalb ein System vorgeschlagen, das den Konstrukteur bei der Erstellung eines 3-dimensionalen Volumen-Modells aus dem vorhandenen 2-dimensionalen CAD-Modell unterstützt.

Beschreibung der KI-Lösung

Eine 3-dimensionale Interpretation kann nicht mit einfachen Verfahren aus den CADAM-Daten gewonnen werden, da diese im wesentlichen 2-dimensionale Informationen enthalten. Es ist daher erforderlich, Techniken eines menschlichen Betrachters oder Prüfers zu simulieren, die diesen in die Lage versetzen, 3-dimensionale Prüfungen vorzunehmen. Dies kann in Teilen durch Erkennen relevanter Situationen (wie bei der voranstehenden Aufgabe) geschehen. Es ist jedoch zu erwarten, daß sich diese Erkennungsprozesse auf diverse Kontextinformationen stützen müssen und eine wissensbasierte Architektur von Vorteil ist.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Den Autoren sind keine vergleichbaren Lösungen bekannt.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Arbeitsplatzrechner, PC oder Host-Rechner mit einfacher Expertensystem-Software und Schnittstelle zu KI-Sprache.

KI-Lab, TW5115	Erstellung von 3D-Modellen	Dezember 1989
----------------	----------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 139
--------	--------------------------------------	------------

Aufwandschätzung

Machbarkeitsstudie von ca. 3 PM, dann ggf. Hauptprojekt von ca. 24 PM.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Durch genauere Analysen des CAD-Modells (z. B. durch Einbauuntersuchungen) können Konstruktionsfehler besser erkannt werden.

Betrachtung von konventionell realisierten Alternativen

Es ist möglich, die 2-dimensionalen Geometrieelemente von CADAM in 3-dimensionale Geometrieelemente umzuwandeln und in dem CAD-System CATIA zu speichern. Dabei werden die verschiedenen Ansichten des Bauteils entsprechend berücksichtigt. Aus dieser Darstellung kann ein Drahtmodell des Bauteils erstellt werden. Daraus kann dann über ein Flächenmodell ein Volumenmodell entwickelt werden.

Dieses Verfahren wird allerdings als umständlich empfunden. Es treten auch häufig Probleme bei der Bestimmung der Volumina auf, die aus Rundungsfehlern bei den vorhergehenden Bearbeitungsschritten resultieren.

KI-Lab, TW5115	Erstellung von 3D-Modellen	Dezember 1989
----------------	----------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 140
--------	--------------------------------------	------------

3.14.3 Unterstützung bei der Auswahl von Strukturoptimierungsverfahren

Das Detailgespräch wurde am 29. August 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Wellen	TE530
H. Wittgen	TW5115

Problembeschreibung

Mit Hilfe von Verfahren der Strukturoptimierung werden bei MBB-UT Strukturen wie Flügel, Seitenleitwerk, Spoiler, Spante und Landeklappen optimiert.

Beispiel für eine Strukturoptimierungsaufgabe:

Bei der Untersuchung eines Flügels sind Merkmale wie Material und Geometrie vorgegeben. Durch Variation einiger Größen wie Blechstärke und Stringerquerschnittsfläche soll das Gewicht des Flügels minimiert werden. Dabei sind Nebenbedingungen bezüglich der Steifigkeit, Spannung, Dehnung, Frequenz und Flattergeschwindigkeit zu beachten.

Zur Zeit werden für die Strukturoptimierung die Systeme STARS und ADS verwendet. Diese enthalten mehrere Optimierungsverfahren, die sich u. a. durch ihre Anwendungsbereiche und ihren Rechenaufwand voneinander unterscheiden. Es ist viel Erfahrungswissen erforderlich, um das für die Lösung eines konkreten Problems am besten geeignete Verfahren zu finden. Deshalb wird ein Expertensystem vorgeschlagen, das die Anwender bei dieser Auswahl unterstützt.

Das Expertensystem soll nach Vorgabe der Problemklasse (Steifigkeitsoptimierung, Flatteroptimierung, kombinierte dynamisch-statische Optimierung) und der Problemgröße (z. B. Größe des Finite-Elemente-Modells, Anzahl der zu variierenden Parameter, Anzahl der Nebenbedingungen) eine Liste der am besten dafür geeigneten Verfahren liefern.

Der Aufbau eines solchen Expertensystems ist als Teilaufgabe in einem Projektvorschlag im Rahmen von BRITE/EURAM enthalten. An diesem Projektvorschlag ist MBB-UT beteiligt.

KI-Lab, TW5115	Strukturoptimierung	Dezember 1989
----------------	---------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 141
--------	--------------------------------------	------------

3.14.4 Konfigurierungshilfe für Kabinenlayout

Das Detailgespräch wurde am 21. September 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Rössner	TE7122
H. Mühlmeister	TE7124
H. Hehemann	TE731
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Wittgen	TW5115

Problembeschreibung

Bezüglich der Ausstattung der Kabine eines Flugzeugtyps mit Sitzen, Küchen, Toiletten etc. gibt es Variationsmöglichkeiten. Diese dienen dazu,

- die Sicherheitsanforderungen der Behörden,
- die Wünsche der Fluggesellschaften (Anzahl der Passagiere, Aufteilung der Kabine in Klassen, Anzahl der Küchen und Toiletten, Komfortniveau, Temperatur in bestimmten Bereichen etc.) und die
- die Wünsche des Flugzeugherstellers (z. B. leichte Montierbarkeit der Einrichtungsgegenstände, Verwendbarkeit bestimmter Teile)

in Übereinstimmung zu bringen.

Beispielsweise können folgende Merkmale variiert werden:

- der Abstand zwischen den Sitzreihen und die Anzahl der Sitze pro Sitzreihe
- die Anzahl der Küchen und Toiletten, ihre Typen und ihre Positionen in der Kabine
- das Volumen der Gepäckablage

Eingeschränkt werden die Variationsmöglichkeiten durch folgende zusätzlich zu beachtende Bedingungen:

- räumliche Einschränkung durch die Krümmung der Kabinenwand
- Schnittstellen zu den Versorgungssystemen

An bestimmten Positionen in der Kabine ist beispielsweise nur eine beschränkte Menge elektrischer Energie vorhanden.

- Befestigungsmöglichkeiten auf den Fußböden

Vor diesem Hintergrund werden Verhandlungen zwischen Vertretern von Airbus Industries, von MBB und von den am Airbus interessierten Fluggesellschaften über das Kabinenlayout geführt.

KI-Lab, TW5115	Kabinenlayout	Dezember 1989
----------------	---------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 142
--------	--------------------------------------	------------

Es wird ein KI-System vorgeschlagen, das die MBB-Vertreter bei der Erstellung von Vorschlägen für Kabinenlayouts unterstützt. Dabei wird gewünscht, daß das System harte Anforderungen (z. B. Sicherheitsanforderungen) von weniger harten Anforderungen (d. h. solchen, über die man verhandeln kann) unterscheidet und entsprechend berücksichtigt.

Da diese Verhandlungen bei den Fluggesellschaften geführt werden, ist ein System, das über einen tragbaren PC bedient werden kann, besonders nützlich.

Beschreibung der KI-Lösung

Die Aufgabe ist in vier Phasen zu lösen.

1. Phase: Bestandsaufnahme und Strukturierung des relevanten Wissens.

Hier kann zum Teil auf einen Cabin Configuration Guide zurückgegriffen werden.

2. Phase: Entwickeln des Konfigurators.

Bei einer Kooperation mit der Universität Hamburg kann auf ein in den letzten vier Jahren entwickeltes komfortables Konfigurierungswerkzeug zurückgegriffen werden. Es treten spezielle Probleme der räumlichen Konfigurierung auf, die auch in Anbetracht der 2-dimensionalen CADAM-Daten besonderen Entwicklungsaufwand erfordern.

3. Phase: Systemintegration, Benutzeroberfläche, Ergebnisausgabe.

4. Phase: Entwickeln einer portablen Version zur direkten Unterstützung von Kundengesprächen.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Das an der Universität Hamburg entwickelte Expertensystem-Werkzeug PLAKON löst einen Teil der hier vorliegenden Probleme.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Leistungsfähiger PC oder Arbeitsplatzrechner mit KI-Software. Für Phase 4 ggf. ein Laptop-Rechner.

Aufwandschätzung

Ca. 2 - 3 PJ.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Die Festlegung des Kabinenlayouts soll durch ein solches System beschleunigt werden. Außerdem wird erwartet, daß ein solches System hilft, falsche Layouts zu vermeiden.

KI-Lab, TW5115	Kabinenlayout	Dezember 1989
----------------	---------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 143
---------------	---	-------------------

Integration in bestehende Systeme

Es ist ein Datenaustausch mit dem CAD-System CADAM vorzusehen.

Betrachtung von konventionell realisierten Alternativen

Als Hilfe bei der Festlegung des Kabinenlayouts ist ein Katalog möglicher Konfigurationen in Form eines Handbuchs erstellt worden (Cabin Configuration Guide). Dieser Katalog kann bei der Erstellung der Wissensbasis des KI-Systems verwendet werden.

KI-Lab, TW5115	Kabinenlayout	Dezember 1989
-----------------------	----------------------	----------------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 144
---------------	---	-------------------

3.15 TM: Marketing und Strategie

KI-Lab, TW5115		Dezember 1989
-----------------------	--	----------------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 145
--------	--------------------------------------	------------

3.15.1 Management Informationssystem Produkte und Technologien

Das Detailgespräch wurde am 16. August 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Naeve	TM121
H. Wendt	TM121
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor
H. Jaschinski	TW5115

Problembeschreibung

Zur Unterstützung der Entscheidungsfindung benötigt das Management in zunehmendem Maße unternehmensexterne und -interne Informationen.

Im Vorfeld von produktstrategischen Entscheidungen sind folgende Quellen von besonderer Wichtigkeit:

- Marktinformation aus den Medien, Erhebungen und Untersuchungen
- Produktdaten der eigenen Angebotspalette von Flugzeugtypen
- Produktdaten der konkurrierenden Flugzeughersteller
- externe und unternehmensbezogene Technologieinformation
- Wirtschaftsdaten MBB-UT

Relevante Informationen aus diesen Quellen sollen in einer Daten- oder Wissensbasis zusammengestellt und abrufbar gemacht werden. Folgende Leistungsanforderungen werden an ein zu erstellendes System gestellt:

- Bereitstellung von Retrievalfunktionen aus dem Datenbestand
- Verknüpfung der heterogenen Daten korrespondierend zu den produktions-, wirtschafts- und markttechnischen Gegebenheiten (z.B. zur Analyse des Marktes nach Segmenten)
- Unterstützung der Berichterstellung (z.B. Flottenvergleiche, Merk- und Leistungsblätter)
- Darstellung des technologischen Standes der Produkte
- transparente Darstellung der Flugzeugtypen unter Kostengesichtspunkten (z.B. Entwicklungskosten, Kostenabweichungen zum Standardtyp)
- Bereitstellung wirtschaftlicher Kennzahlen
- Unterstützung von Machbarkeitsuntersuchungen (Flugzeugtypen)

KI-Lab, TW5115	MIS Produkte u. Technologien	Dezember 1989
----------------	------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 146
--------	--------------------------------------	------------

Die in die Wissensbasis einzubringenden Daten unterliegen einer fachlichen Bewertung und werden von der Organisationseinheit selbst ermittelt und in die Datenbasis eingebracht. Die Benutzerschnittstelle muß darüberhinaus den Änderungsdienst komfortabel unterstützen (Fenstertechnik, Graphik).

Die Realisierung einer Systemlösung wird in drei Stufen angestrebt. Die erste Stufe beinhaltet den Aufbau einer Wissensbasis inklusive der relevanten Verknüpfungen. In der zweiten Stufe sollen die Retrievalfunktionen bereitgestellt werden. In der folgenden dritten Stufe soll unter Hinzunahme einer Methodenbasis Simulation und Prognose ermöglicht werden.

Beschreibung der KI-Lösung

Die Lösung beruht im wesentlichen auf einer strukturierten Wissensrepräsentation und einer benutzerfreundlichen Oberflächengestaltung. Für beide Aspekte gibt es erprobte KI-Techniken, die bei den hier gefragten Eigenschaften keiner besonderen Weiterentwicklung bedürfen.

Die Hauptanstrengung wird in der Entwicklung eines harmonischen und für das Management akzeptablen Gesamtkonzepts liegen.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Es gibt bereits verschiedene Beispiele von Management-Unterstützungssystemen aus anderen Wirtschaftszweigen.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

PC oder Arbeitsplatzrechner mit Maus und hochauflösendem Bildschirm.

Aufwandschätzung

Ca. 3 PJ.

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Die Bereitstellung qualitativ hochwertiger Informationen aus heterogenen Sachzusammenhängen führt zu beschleunigter und verbesserter Entscheidungsfindung.

Integration in bestehende Systeme

(siehe "konventionell realisierte Alternativen")

Betrachtung von konventionell realisierten Alternativen

Zur Zeit existieren isolierte Lösungsansätze. Einige Verfahren sind in Form von Basic-Programmen (Cash-Flow-Analyse) umgesetzt worden. Im weiteren werden Standardsoftwarepakete wie LOTUS, FREELANCE, und GEM zur Ergebnisdarstellung bzw. -aufbereitung verwendet.

KI-Lab, TW5115	MIS Produkte u. Technologien	Dezember 1989
----------------	------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 147
--------	--------------------------------------	------------

3.16 TE1, TE2: Entwicklungssteuerung, Entwurf/Aerodynamik

Die Informationsveranstaltung wurde am 25. Juli 1989 durchgeführt. Teilnehmer waren:

H. Dr. Volk	TE1
H. Pahl	TE141
H. Brach	TE143
H. Sievers	TE143
H. Surek	TE151
H. Lange	TE161
H. Hesse	TE164
H. Struck	TE202
H. Keiser	TE202
H. Dr. Becker	TE220
H. Dr. Brink-Spalink	TE244
H. Schröter	TW511
H. Jaschinski	TW5115
H. Wittgen	TW5115
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor (Referent)

KI-Lab, TW5115		Dezember 1989
----------------	--	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 148
--------	--------------------------------------	------------

3.16.1 Aufbereitung von Planungsdaten

Das Detailgespräch wurde am 21. September 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Dr. Volk	TE1
H. Höft	TE143
H. Rieckmann	TE16
H. Schandert	TE16
H. Wittgen	TW5115
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor

Problembeschreibung

Bei der Planung und Überwachung von Entwicklungsvorhaben fallen im Rahmen des Soll-Ist-Vergleichs große Datenmengen an. Diese sind vom Planer zu interpretieren, um rechtzeitig solche Vorhaben zu ermitteln, die sich in einem kritischen Zustand befinden.

Ein kritischer Zustand kann beispielsweise daran erkannt werden, daß im Soll-Ist-Vergleich erhebliche Abweichungen auftreten. Welche Abweichung erheblich ist, hängt von der Art des Vorhabens ab. Außerdem stützen sich die Planer bei dieser Beurteilung auf Erfahrungen mit bisher durchgeführten Vorhaben.

Wegen der Größe der auszuwertenden Datenmenge und wegen der Vielfalt der zu berücksichtigenden Aspekte ist die Interpretation dieser Daten schwierig. Es wird daher ein System gewünscht, das den Planer bei der Aufbereitung und Interpretation dieser Daten unterstützt.

Beschreibung der KI-Lösung

Die Lösung besteht im wesentlichen aus zwei Bestandteilen:

1. Erfassung planerischer Regeln und Zusammenhänge in der Regelbasis eines Expertensystems.
2. Erkennen von Situationen in den Planungsdaten, die mit Situations-Aktionspaaren in der Regelbasis korrespondieren. Hierfür sind Zugriffe zu umfangreichen Planungsdaten in konventionellen Datenbasen und ggf. eine Aufbereitung der Daten in einer strukturierten Form erforderlich.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Für den vorliegenden Aufgabentyp (regelbasierte Interpretation großer Datenmengen) gibt es zahlreiche Vorbilder. Den Autoren ist kein System in einer vergleichbaren Anwendungssituation bekannt.

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

PC, Arbeitsplatzrechner oder Host-Rechner mit einfacher Expertensystem-Software.

KI-Lab, TW5115	Aufbereitung von Planungsdaten	Dezember 1989
----------------	--------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 149
--------	--------------------------------------	------------

Aufwandschätzung

Ca. 2 PJ (davon ca. 6 PM Expertenzeit und Erprobung).

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Durch ein KI-System soll die Sicherheit bei der Interpretation der Daten erhöht werden. Beispielsweise soll dadurch gewährleistet werden, daß kritische Punkte nicht übersehen werden können.

Integration in bestehende Systeme

Zu Zeit werden die folgenden DV-Systeme bei der Planung verwendet:

- REPIUS (Soll-Ist-Vergleich von Stunden)
- KOSIV (Kosten-Soll-Ist-Vergleich)
- TEMIS (Technical Engineering Management Information System)

Diese Systeme verwenden das DB/DC-System IMS bzw. das System AS mit dem Datenbanksystem SQL/DS.

Es wurde in dem Gespräch ein Extraktionsprogramm in Betracht gezogen, das die relevanten Daten aus den Datenbanken dem KI-System in einem Batch-Lauf zur Verfügung stellt.

KI-Lab, TW5115	Aufbereitung von Planungsdaten	Dezember 1989
----------------	--------------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 150
--------	--------------------------------------	------------

3.16.2 Aufgabenbewertung mit Hilfe eines Kennwertsystems

Das Detailgespräch wurde am 21. September 1989 geführt. Gesprächsteilnehmer waren:

H. Dr. Volk	TE1
H. Höft	TE143
H. Rieckmann	TE16
H. Schandert	TE16
H. Wittgen	TW5115
Prof. Dr. Neumann	KI-Labor

Problembeschreibung

Mit Hilfe von Kennwerten soll der Aufwand von Entwicklungsvorhaben abgeschätzt werden. Dies wird dadurch erreicht, daß ein Grundwert (etwa das Gewicht des zu entwickelnden Bauteils) mit bestimmten Faktoren multipliziert wird. Die Wahl der Faktoren hängt ab von der Art des Bauteils (z. B. von seiner Komplexität, der Bauweise, seinen Abmessungen). Als Ergebnis der Multiplikation ergibt sich der Entwicklungsaufwand in Stunden.

Die Erstellung eines solchen Kennwertsystems erfolgt zunächst durch Auswertung von Daten über bereits bearbeitete Entwicklungsaufgaben. Nach dem Aufbau dieses Systems sind durch Vergleich des geschätzten mit dem tatsächlichen Aufwand eines abgeschlossenen Vorhabens die Faktoren zu überprüfen und gegebenenfalls zu modifizieren.

In dem Gespräch wurde die Frage aufgeworfen, inwieweit Methoden der Künstlichen Intelligenz Beiträge zur Bearbeitung dieser Problematik liefern können.

Beschreibung der KI-Lösung

Eine Lösung kann in zweierlei Hinsicht angeboten werden:

1. Erfassen von Expertenregeln zur Aufgabenbewertung. Hierfür ist eine regelbasierte Expertensystem-Architektur geeignet.
2. Beurteilen neuer Aufgaben durch Vergleich mit einer Falldatenbasis. Die Qualität dieses Ansatzes hängt von Vergleichskriterien ab, die vorgegeben werden müssen, um die Relevanz von Falldaten hinsichtlich einer aktuellen Aufgabe beurteilen zu können. Der Ansatz kann allerdings auch schon durch das einfache Bereitstellen von Vergleichsdaten nützlich sein. In diesem Fall würde die Bewertung durch den menschlichen Benutzer erfolgen müssen.

Bereits existierende KI-Lösungen zu vergleichbaren Problemen

Für Systeme mit vergleichbarer Software-Architektur gibt es zahlreiche Vorbilder. Beispiele für den hier vorliegenden Anwendungsbereich sind den Autoren nicht bekannt.

KI-Lab, TW5115	Aufgabenbewertung	Dezember 1989
----------------	-------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 151
--------	--------------------------------------	------------

Notwendige Hilfsmittel (Hardware, Software)

Arbeitsplatzrechner, PC oder Host-Rechner mit einfachem Expertensystem-Werkzeug.

Aufwandschätzung

Ca. 12 PM für Lösung 1 (davon ca. 4 PM Expertenzeit und Erprobung). Ca. weitere 12 PM für Lösung 2 (davon ca. 4 PM Expertenzeit und Erprobung).

Qualitative Beschreibung des Nutzens

Ein solches System soll die Genauigkeit von Aufwandschätzungen erhöhen.

Integration in bestehende Systeme

Die Notwendigkeit eines Datenaustausches mit anderen Systemen wurde in diesem Gespräch nicht gesehen.

Betrachtung von konventionell realisierten Alternativen

Bei MBB-UT stehen die folgenden Kennwertssysteme zur Verfügung:

- PRICE

Es handelt sich hier um Software, die von MBB angemietet wurde. Das System wird bei MBB-UT nur selten verwendet. Der Einsatzschwerpunkt liegt bei den Unternehmensbereichen in Süddeutschland.

- ACOS

Das System hilft bei der Ermittlung von Entwicklungs- und Herstellkosten von Flugzeugteilen. Es wurde von MBB-UT erstellt und wird zur Zeit von Mitarbeitern des Entwicklungsbereiches genutzt.

- KWS (Kennwertsystem für Transportflugzeuge)

Das System ist von MBB-UT auf der Basis von FOCUS entwickelt worden. FOCUS ist ein System, mit dessen Hilfe Anwendungen zur Verwaltung und Auswertung von Datenbeständen erstellt werden können.

KWS enthält Datensammlungen zu Vorhaben, die von MBB-UT bearbeitet worden sind. Diese sind so strukturiert, daß sie zur Beurteilung des Aufwandes geplanter Vorhaben herangezogen werden können.

KI-Lab, TW5115	Aufgabenbewertung	Dezember 1989
----------------	-------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 152
--------	--------------------------------------	------------

4.0 Auswertung

In diesem Abschnitt werden Kriterien vorgeschlagen, die von MBB-UT für die Auswahl erster KI-Projekte aus der voranstehenden Sammlung von Projektvorschlägen herangezogen werden können. Es werden Projekte identifiziert, die den Kriterien entsprechen. Schließlich wird ein konkreter Vorschlag für erste Projekte unterbreitet.

4.1 Kriterien

Für die Auswahl durchzuführender Projekte müssen ohne Zweifel zahlreiche Aspekte abgewogen werden, die in dieser Studie nicht vorweggenommen werden können. Wenn hier dennoch der Versuch gemacht wird, Bewertungskriterien zu definieren, so geschieht dies aus dem Bemühen, die Materialsammlung zugänglicher zu machen und mit dem Bewußtsein, daß andere Kriterien möglicherweise Vorrang haben müssen.

4.1.1 Kosten-Nutzen-Verhältnis

Das möglicherweise wichtigste Kriterium für die Projektauswahl ist der erwartete wirtschaftliche Nutzen der Projektergebnisse im Verhältnis zu Aufwand und Kosten. Beide Merkmale - Nutzen und Aufwand - sind im Rahmen der Studie qualitativ untersucht worden. Die Einschätzungen von Dringlichkeit und Nutzen variierten beträchtlich: von "wünschenswert aber nicht so dringlich" bis "für das Überleben des Betriebs erforderlich", ebenso der erwartete Aufwand, gemessen in Personenmonaten und Sachmitteln. Zusätzlich wird eine Einschätzung des Erfolgsrisikos mit in das Kosten-Nutzen-Verhältnis einbezogen. Projekte mit hohem Innovationsgrad werden also als risikoreicher und damit potentiell teurer eingestuft. Schließlich muß auch der Aufwand an MBB-Expertenzeit - also einer in der Regel knappen Ressource - als gravierender als der Aufwand an sonstiger Entwicklungszeit angesehen werden. Das von uns vorgeschlagene und im weiteren angewandte Kosten-Nutzen-Kriterium berücksichtigt also im wesentlichen die folgenden Merkmale:

- wirtschaftlicher Nutzen, Dringlichkeit
- Sach- und Personalaufwand, insbesondere Expertenzeit
- Innovationsgrad, Erfolgsrisiko

KI-Lab, TW5115	Auswertung	Dezember 1989
----------------	------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 153
--------	--------------------------------------	------------

4.1.2 Know-How-Bereiche

Wir gehen davon aus, daß MBB-UT mit der Realisierung eines Projektes auch das strategische Ziel verfolgt, KI-Know-How für weitere Projekte zu erwerben. In diesem Zusammenhang ist es interessant, welche KI-Techniken und KI-Systemarchitekturen in einem Projekt zum Einsatz kommen. Man kann davon ausgehen, daß die in ersten Projekten verwendeten KI-Techniken entsprechendes Know-How für zukünftige Projekte vermitteln.

Darüberhinaus sind auch Problemfelder erkennbar, die im Zusammenhang mit zahlreichen Projekten auftreten aber nicht zum Kern der KI zu rechnen sind, z.B. Techniken zur Integration in konventionelle Umgebungen. Auch hier dürfte ein Interesse daran bestehen, Know-How zu erwerben.

Auf der Basis der Projektvorschläge lassen sich folgende Know-How-Bereiche identifizieren:

- Techniken der Wissensrepräsentation
- Falldatenbasen
- Regelbasierte Expertensysteme
- Tiefe Modellierung, Simulation
- Modellgestützte Konfigurierung
- Planung und Scheduling
- Textverarbeitung und Textverstehen
- Spracherkennung
- Bildverarbeitung und Bildverstehen
- Robotik
- Intelligente Benutzeroberflächen
- Integration mit Datenbanken und Kommunikations-Systemen

Es ist zu beachten, daß in dieser Aufstellung nicht alle KI-Techniken schlechthin enthalten sind. Z.B. fehlen Unsicheres Schließen, Neuronale Netze, Deduktionsverfahren, Nichtmonotone Wissensverarbeitung, Rechtfertigungsverwaltung (TMS, ATMS) u.a. Andererseits kann man davon ausgehen, daß die genannten Know-How-Bereiche den derzeitigen KI-Bedarf von MBB-UT im wesentlichen abdecken.

KI-Lab, TW5115	Auswertung	Dezember 1989
----------------	------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 154
--------	--------------------------------------	------------

4.2 *Projektbewertung*

4.2.1 Projekte mit günstigem Kosten-Nutzen-Verhältnis

Für die folgenden Projekte zeichnet sich ein besonders günstiges Kosten-Nutzen-Verhältnis entsprechend der o.g. Merkmale ab:

- Erstellung eines Bevorratungsvorschlages für den Airbus-Kunden (TLA)
- Diagnose von Fehlern in einem flexiblen Fertigungssystem (TFV)
- Generierung von Arbeitsplänen (TFV)
- Diagnose von Fehlern in Produktionsanlagen (TFE)
- Diagnose von Maschinenfehlern (TFB)
- Kundenbezogene Wartungsprogramme (TBL)
- Disposition von Bauteilen (TFH)
- Wartungsunterstützung für MPC75 (TE3)
- Konfigurierungshilfe für Kabinenlayout (TE7)

4.2.2 Projekte mit signifikanten Beiträgen zu Know-How-Bereichen

Techniken der Wissensrepräsentation

- Planung von Weiterbildungsmaßnahmen für MBB-Mitarbeiter (TW5)
- Erstellung eines Bevorratungsvorschlages für den Airbus-Kunden (TLA)
- Inhaltsbezogener Zugriff auf Bau- und Prüfvorschriften (TLQ)
- Diagnose von Fehlern in einem flexiblen Fertigungssystem (TFV)
- Rechnergestützte Arbeitsplangenerierung (TFE)
- Infrastruktur für Anlagenplatzierung (TFB)
- Unterstützung von Schulungsmaßnahmen (TB1)
- Fehlererfassung und -klassifikation (TBL)
- Kundenbezogene Wartungsprogramme (TBL)
- Wartungsunterstützung für MPC75 (TE3)
- Konfigurierungshilfe für Kabinenlayout (TE7)

Falldatenbasen

- RFC-Klassifikation (TW5)
- Terminplanung für Flugzeugprogramme (TF)
- Diagnose von Fehlern in einem flexiblen Fertigungssystem (TFV)
- Generierung von Arbeitsplänen (TFV)
- Unterstützung der Angebotskalkulation (TFB)
- Diagnose von Maschinenfehlern (TFB)
- Fehleranalyse in der Ausstattungsphase (TFH)
- Aufgabenbewertung mit Hilfe eines Kennwertsystems (TE1)

KI-Lab, TW5115	Auswertung	Dezember 1989
----------------	------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 155
---------------	---	-------------------

Regelbasierte Expertensysteme

- Planung von Weiterbildungsmaßnahmen für MBB-Mitarbeiter (TW5)
- Abwicklung von Eilaufträgen bei Airspares (TLA)
- Bewertung von Zulieferern (TLQ)
- Fehlerdiagnose bei CFK-Bauteilen (TFS)
- Kontierung von Aufwendungen (TW)
- Unterstützung bei der Angebotserstellung (TW)
- Zuordnung von Herstellerteilekennzeichen zu Identnummern (TF)
- Unterstützung der Investitionsplanung (TF)
- Diagnose von Fehlern in einem flexiblen Fertigungssystem (TFV)
- Erstellung von NC-Programmen für Drehteile (TFV)
- Rückverfolgung von Bauteilfehlern im Fertigungsprozeß (TFV)
- Diagnose von Fehlern in Produktionsanlagen (TFE)
- Diagnose von Maschinenfehlern (TFB)
- Ermittlung des Personalflächenbedarfs (TFB)
- Unterstützung von Schulungsmaßnahmen (TB1)
- Trouble Shooting am Beispiel eines Teil-Systems von CIDS (TB1)
- Fehlerdiagnose für das Landeklappensystem des A300 (TBL)
- Disposition von Bauteilen (TFH)
- Analyse von Maßabweichungen (TFH)
- Unterstützung bei der Einhaltung von Konstruktionsrichtlinien (TE4)
- Aufbereitung von Planungsdaten (TE1)
- Aufgabenbewertung mit Hilfe eines Kennwertsystems (TE1)

Tiefe Modellierung, Simulation

- Notorganisation bei Störfällen in der Produktion (TW5)
- Fehlermöglichkeits- und Einflußanalyse (TLQ)
- Bewertung von Zulieferern (TLQ)
- Optimierung der FTS-Steuerung (TFS)
- Diagnose von Fehlern in einem flexiblen Fertigungssystem (TFV)
- Wartbarkeitsbewertung (TB1)
- Trouble Shooting am Beispiel eines Teil-Systems von CIDS (TB1)
- Analyse von Maßabweichungen (TFH)
- On-board-Expertensystem zur Echtzeit-Fehlerbehandlung (TE3)
- Wartungsunterstützung für MPC75 (TE3)

Modellgestützte Konfigurierung

- Chargierung von Autoklaven (TFS)
- Rechnergestützte Arbeitsplangenerierung (TFE)
- Infrastruktur für Bauvorhaben (TFB)
- Konfigurierung von Sensorauswertungssystemen (TFH)
- Konfigurierungshilfe für Kabinenlayout (TE7)

KI-Lab, TW5115	Auswertung	Dezember 1989
-----------------------	-------------------	----------------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 156
---------------	---	-------------------

Planung und Scheduling

- Chargierung von Autoklaven (TFS)
- Optimierung der FTS-Steuerung (TFS)
- Rechnergestützte Arbeitsplangenerierung (TFE)

Textverarbeitung und Textverstehen

- RFC-Klassifikation (TW5)
- Abwicklung von Eilaufträgen bei Airspares (TLA)
- Inhaltsbezogener Zugriff auf Bau- und Prüfvorschriften (TLQ)
- Bewertung von Zulieferern (TLQ)
- Spracherkennung in der Ausrüstungsmontage (TFB)
- Kundenbezogene Wartungsprogramme (TBL)
- Spracherkennung und Sprachsynthese in der Qualitätssicherung (TFH)

Spracherkennung

- Spracherkennung in der Ausrüstungsmontage (TFB)
- Spracherkennung und Sprachsynthese in der Qualitätssicherung (TFH)

Bildverarbeitung und Bildverstehen

- Auswertung von Röntgenaufnahmen in der Qualitätssicherung (TFE)
- Oberflächenprüfung von Fußbodenplatten (TFH)
- Erkennung elektronischer Bauteile (TFH)
- Konfigurierung von Sensorauswertungssystemen (TFH)

Robotik

- Erkennung elektronischer Bauteile (TFH)

Intelligente Benutzeroberflächen

- Berater-Support-System (TW5)
- Planung von Weiterbildungsmaßnahmen für MBB-Mitarbeiter (TW5)
- Erstellung eines Bevorratungsvorschlages für den Airbus-Kunden (TLA)
- Abwicklung von Eilaufträgen bei Airspares (TLA)
- Fehlerdiagnose bei CFK-Bauteilen (TFS)
- Unterstützung bei der Angebotserstellung (TW)
- Generierung von Arbeitsplänen (TFV)
- Unterstützung von Schulungsmaßnahmen (TB1)
- Konfigurierungshilfe für Kabinenlayout (TE7)

KI-Lab, TW5115	Auswertung	Dezember 1989
-----------------------	-------------------	----------------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 157
---------------	---	-------------------

- Management Informationssystem Produkte und Technologien (TM)

Integration mit Datenbanken- und Kommunikations-Systemen

- RFC-Klassifikation (TW5)
- Planung von Weiterbildungsmaßnahmen für MBB-Mitarbeiter (TW5)
- Unterstützung bei der Angebotserstellung (TW)
- Terminplanung für Flugzeugprogramme (TF)
- Erstellung von NC-Programmen für Drehteile (TFV)
- Disposition von Bauteilen (TFH)
- Konfigurierungshilfe für Kabinenlayout (TE7)
- Aufbereitung von Planungsdaten (TE1)

Bei den folgenden Projekten handelt es sich um laufende Projekte oder um solche, die keinen signifikanten Beitrag zu den oben genannten Know-How-Bereichen liefern:

- Fehleranalyse in komplexen Softwaresystemen (TW5)
- Lagerung von Ersatzteilen bei Airspares (TLA)
- Ermittlung optimaler Losgrößen bei der Fertigung von Spanten (TFE)
- Generierung von Arbeitsplänen für die Blecheinzelteillfertigung (TFB)
- Extraktion von CAD-Daten für ein Arbeitsplangenerierungssystem (TFB)
- Konstruktion von Umformwerkzeugen (TFB)
- Ermittlung des Logistikkennzeichens von Airbus-Teilen (TB1)
- Rechnergestützte Zerlegung von CADAM-Modellen (TB1)
- Erstellung von 3D-Modellen aus 2D-Modellen (TE4)
- Unterstützung bei der Auswahl von Strukturoptimierungsverfahren (TE5)

4.3 Vorschlag einer Projektauswahl

Für eine erste Auswahl scheinen Projekte geeignet, die bei günstigem Kosten-Nutzen-Verhältnis wichtige Know-How-Bereiche erschließen. Die folgende Matrix zeigt, welche Know-How-Bereiche durch die unter 4.1.2 genannten Projekte abgedeckt werden.

KI-Lab, TW5115	Auswertung	Dezember 1989
-----------------------	-------------------	----------------------

Abdeckung von Know-How-Bereichen durch Projekte mit günstigem Kosten-Nutzen-Verhältnis

	Erstellung eines Bevorratungsvorschlags (TLA)	Diagnose von Fehlern in einem FFS (TFV)	Generierung von Arbeitsplänen (TFV)	Diagnose von Fehlern in Produktionsanlagen (TFE)	Diagnose von Maschinenfehlern (TFB)	Kundenbezogene Wartungsprogramme (TBL)	Disposition von Bauteilen (TFH)	Wartungsunterstützung für MPC75 (TE3)	Konfigurierungshilfe für Kabinenlayout (TE7)
Wissensrepräsentation	●	●				●		●	●
Falldatenbasen		●	●		●				
Regelbasierte Expertensysteme		●		●	●		●		
Tiefe Modellierung, Simulation		●						●	
Modellgestützte Konfigurierung									●
Planung und Scheduling									
Textverarbeitung						●			
Spracherkennung									
Bildverarbeitung									
Robotik									
Intelligente Benutzeroberflächen	●		●						●
Integration mit DB/DC-Systemen							●		●

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 159
---------------	---	-------------------

Demnach eignen sich die Projekte

- Diagnose von Fehlern in einem flexiblen Fertigungssystem (TFV)
- Konfigurierungshilfe für Kabinenlayout (TE7)

als Einstiegsprojekte mit günstigem Kosten-Nutzen-Verhältnis und guter Abdeckung wichtiger Know-How-Bereiche.

KI-Lab, TW5115	Auswertung	Dezember 1989
-----------------------	-------------------	----------------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 160
--------	--------------------------------------	------------

5.0 Anhang: Künstliche Intelligenz und Expertensysteme

Die Bezeichnung "Künstliche Intelligenz" (KI) spricht neuartige Techniken zur Programmierung und Systementwicklung an, mit denen komplexe Probleme der Informationsverarbeitung gelöst werden können. Dazu gehört auch die Expertensystemtechnik, die derzeit in zahlreichen Anwendungsbereichen erprobt wird. Dieser Abschnitt gibt einen Überblick über die Teilgebiete der KI und bewertet ihr heutiges Anwendungspotential. Dabei werden Expertensysteme sowie andere für den Problembereich "Fertigungstechnik" besonders relevante Teilgebiete ausführlicher dargestellt.

KI-Lab, TW5115	KI und Expertensysteme	Dezember 1989
----------------	------------------------	---------------

5.1 Was ist "Künstliche Intelligenz"?

Das Forschungsgebiet KI ist ein Teilgebiet der Informatik mit starken interdisziplinären Bezügen zu Mathematik, Logik, Philosophie, Linguistik, Psychologie und anderen Fächern. Hauptziele der KI sind das Verstehen von menschlicher Intelligenz und die Entwicklung von Computerprogrammen zur Implementierung intelligenter Problemlösungen. Zur KI gehören allgemein gültige Methoden sowie eine Reihe spezieller Anwendungen (s. Abbildung 1).

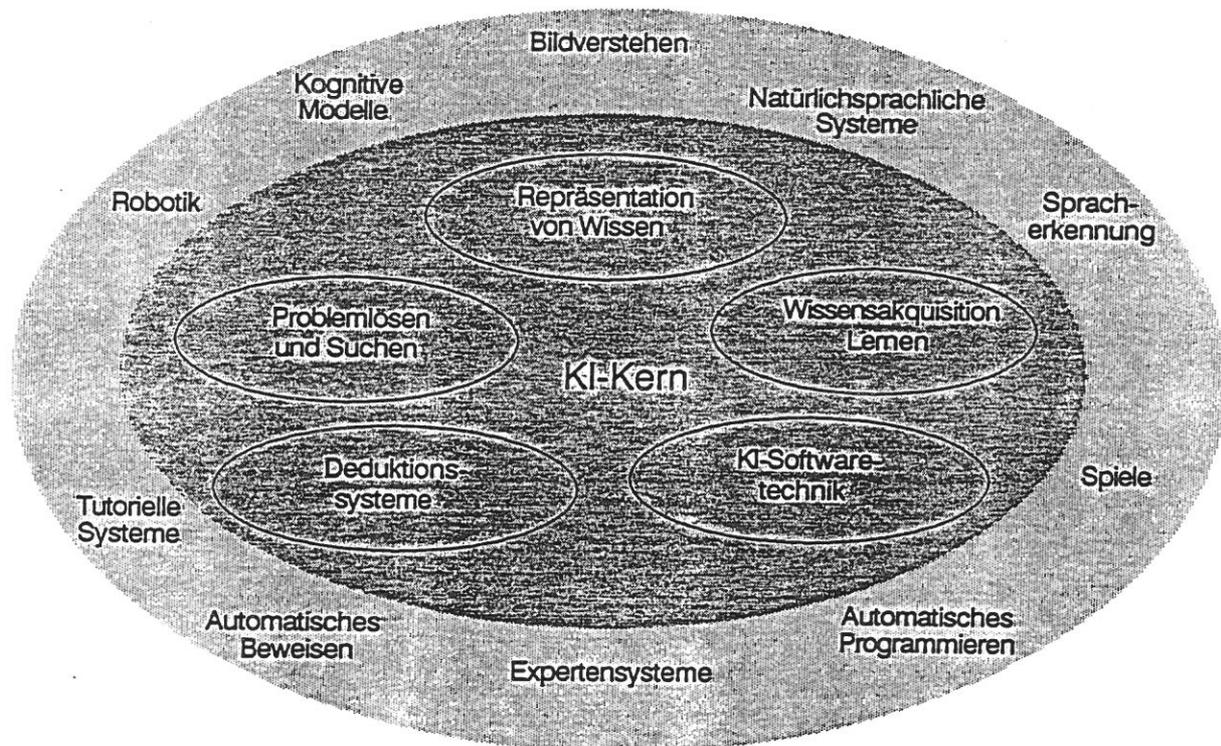


Abbildung 1: Teilgebiete der KI

Zu den allgemeingültigen, grundlegenden Methoden und damit zum Kern der KI gehören Suche und Wissensverarbeitung. Suche dient dazu, eine Lösung aus einer großen Zahl von Alternativen durch schrittweises Vorgehen zu ermitteln. Z.B. kann man einen komplexen Plan (etwa zur Reparatur einer defekten Anlage) durch schrittweises Erkunden geeigneter Teilschritte ermitteln. Im allgemeinen ist es nicht möglich, alle Alternativen erschöpfend zu prüfen. In der KI verwendet man zur einschränkenden Steuerung der Suche sog. "Heuristiken" (Regeln, Erfahrungswissen), die zum Auffinden einer Lösung beitragen.

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 162
---------------	---	-------------------

Wissen gilt als die wichtigste Komponente zum Lösen komplexer Aufgaben. Wissensrepräsentation, d.h. die systematische Repräsentation und Verarbeitung von Wissen aller Art, auch von informellem Alltagswissen, gehört zu den zentralen Themen der KI. Ein KI-System, in dem das für die Problemlösung erforderliche Wissen explizit und klar repräsentiert wird, heißt "wissensbasiertes System". Wissensbasierte Systeme weisen zahlreiche Vorteile gegenüber herkömmlichen Software-Lösungen auf. Dies wird weiter unten ausgeführt.

Die wichtigsten speziellen Anwendungsgebiete der KI sind Sprachverstehen, Bildverstehen, Robotik und Expertensysteme. Jedes dieser Gebiete ist mittlerweile ein eigenständiges Forschungsgebiet mit eigenen Konferenzen und Publikationen. Auf das Gebiet Expertensysteme wird weiter unten detailliert eingegangen.

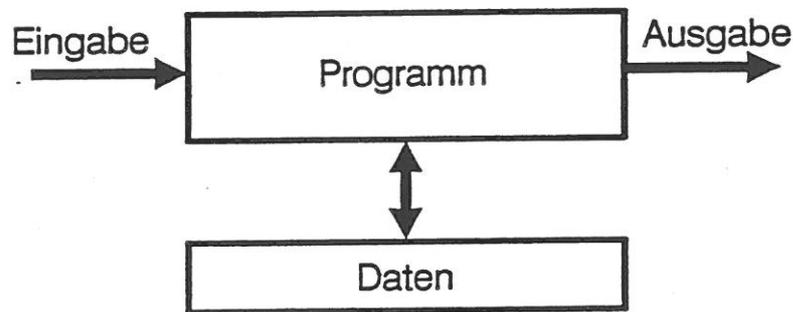
Über diese speziellen Anwendungen hinaus entwickelt die KI Problemlösungen und Techniken für eine kaum eingrenzbare Zahl weiterer Anwendungsgebiete, von der Chip-Herstellung über Wertpapierberatung bis hin zur Exploration von Bodenschätzen. Das Anwendungspotential der KI entspricht in dieser Hinsicht dem der Informationsverarbeitung schlechthin.

KI-Lab, TW5115	KI und Expertensysteme	Dezember 1989
-----------------------	-------------------------------	----------------------

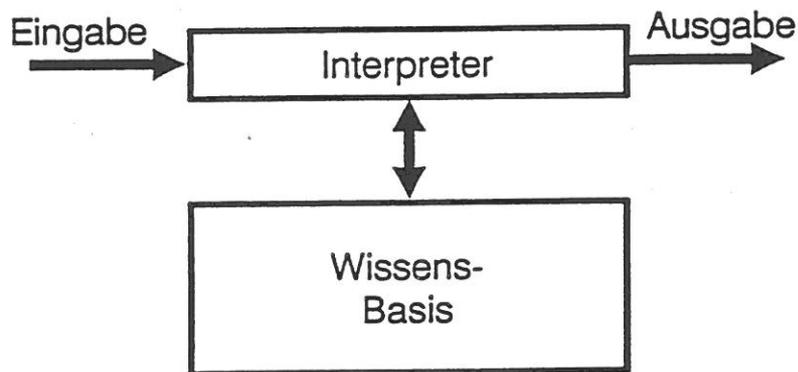
5.2 Wissensbasierte Systeme

Der wesentliche Unterschied zwischen herkömmlichen Software-Systemen und KI-Systemen wird in Abbildung 2 verdeutlicht.

In einem konventionellen System wird das Verhalten im wesentlichen durch das Programm (oder Programmsystem) bestimmt. Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit hängen entscheidend davon ab, inwieweit das Programm noch durchschaubar und damit modifizierbar, korrigierbar und wartbar ist. Die Erfahrung lehrt, daß Aufgaben großer Komplexität mit solchen Systemen nicht mehr zuverlässig gelöst werden können.



konventionelle Systemarchitektur



wissensbasierte Systemarchitektur

Abbildung 2: Konventionelle vs. wissensbasierte Systemarchitektur

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 164
---------------	---	-------------------

Ein wissensbasiertes System wird im wesentlichen durch eine Wissensbasis gesteuert. Sie enthält alle für die Problemlösung erforderlichen Daten in expliziter, wohlstrukturierter und für den Menschen durchschaubarer Form - sie enthält "Wissen". Darüberhinaus sind in einem wissensbasierten System systematische Verarbeitungsverfahren festgelegt, mit denen aus Wissen Schlüsse gezogen werden und neues Wissen generiert wird. Diese Verarbeitungsverfahren sind weitgehend allgemeingültig und werden in Gestalt eines "Interpreters" bereitgestellt. Dadurch reduziert sich der Aufwand für eine Systementwicklung im wesentlichen auf das Erstellen einer Wissensbasis.

Wissensbasierte Systeme bieten also aufgrund ihres Aufbaus erhebliche Vorteile bei der Bewältigung komplexer Aufgaben. Sie ermöglichen die Entwicklung von Systemen, die bisher außerhalb der Reichweite konventioneller Techniken lagen. Sie bieten größere Zuverlässigkeit aufgrund besserer Durchschaubarkeit und erprobter Methoden zur Wissensverarbeitung. Sie erlauben es, Lösungen von einer Aufgabe leicht auf andere, ähnliche Aufgabenstellungen zu übertragen.

Den Vorteilen stehen jedoch auch Risiken und Schwierigkeiten gegenüber. Für Wissensrepräsentation gibt es noch keine in allen Aspekten abgesicherte Theorie. Das Erstellen von Wissensbasen ist daher eine noch nicht völlig systematisch vollziehbare sondern eher explorative Tätigkeit. Zudem erfordert jeder Anwendungsbereich eine intensive Analyse hinsichtlich des dort gültigen Wissens, sei es durch Expertenbefragungen, sei es durch technisch-wissenschaftliche Untersuchungen.

Die Analyse eines Anwendungsbereiches ist allerdings im Prinzip nur einmal zu leisten. Man kann die anwendungsspezifischen Wissensstrukturen als Wissensbausteine aufbereiten und so die zukünftige Entwicklung von Systemen in diesem Anwendungsbereich erleichtern. Dieser Weg ist charakteristisch für das Erschließen neuer Anwendungen und wurde bereits für einige erste Anwendungsbereiche durchlaufen (z.B. medizinische Diagnosesysteme). Die Vorteile von wissensbasierten Systemen kommen also erst nach der Entwicklung von Pilotanwendungen und dem Bereitstellen anwendungsorientierten Werkzeugs voll zum Tragen.

KI-Lab, TW5115	KI und Expertensysteme	Dezember 1989
-----------------------	-------------------------------	----------------------

5.3 Expertensysteme

5.3.1 Funktion und Aufbau von Expertensystemen

Ein Expertensystem ist eine besondere Art eines wissensbasierten Systems. Es dient zur Unterstützung (im Extremfall zum Ersatz) von menschlichen Experten. Seine Wissensbasis ist nach dem Vorbild menschlicher Expertise modelliert. Dafür haben sich Regeln der Form "WENN ... DANN ..." bewährt. Abbildung 3 zeigt den grundsätzlichen Aufbau eines Expertensystems.

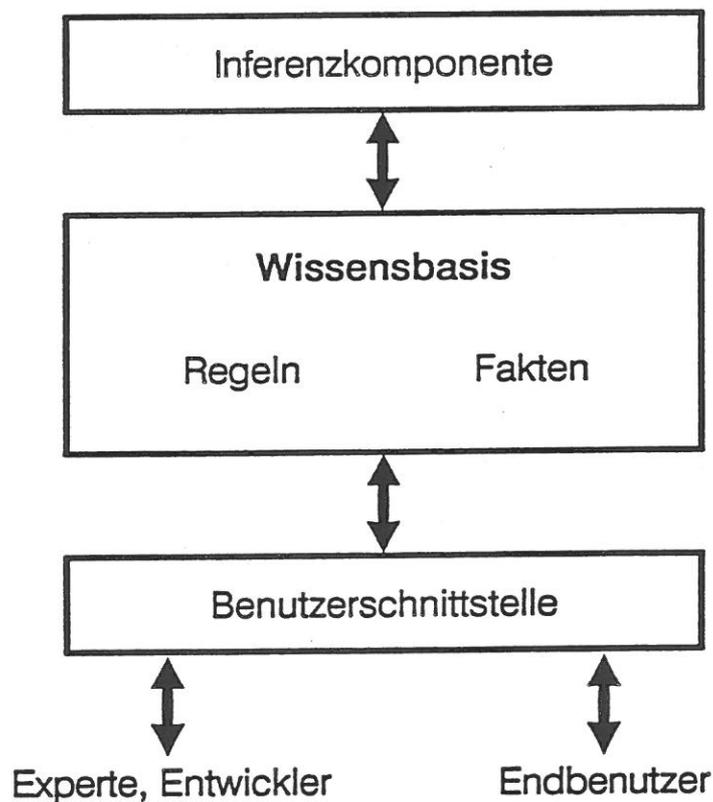


Abbildung 3: Grobstruktur eines Expertensystems

Expertensysteme stellen diejenige Bauform von KI-Systemen dar, die bisher am häufigsten in der Praxis zum Einsatz gekommen ist. Die Entwicklung eines Expertensystems bis hin zur Benutzung vollzieht sich im wesentlichen nach folgendem Schema:

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 166
--------	--------------------------------------	------------

1. Ein Wissensingenieur (Fachmann für Wissensakquisition und Wissensrepräsentation) befragt Experten des Anwendungsbereiches und formuliert das Expertenwissen in Form von Regeln und Fakten mithilfe eines Expertensystemwerkzeugs.
2. Nach Gestaltung einer Benutzerschnittstelle und Erprobung wird das Expertensystem an Endbenutzer (Anwendungsfachleute) übergeben.
3. Die Endbenutzer können Problemstellungen eingeben. Diese werden mithilfe von Schlußfolgerungsketten durch die Inferenzkomponente des Expertensystems und durch Interaktion mit dem Benutzer gelöst.
4. Mithilfe einer "Erklärungskomponente" können Begründungen für die Schlußfolgerungen des Systems erfragt werden.

5.3.2 Anwendungsarten für Expertensysteme

Aufgrund der an menschlichem Expertenwissen orientierten, leicht formulierbaren Regeln und der heute zur Verfügung stehenden ausgefeilten Expertensystem-Werkzeuge gelten Expertensysteme als besonders günstige Lösung für alle Aufgabenstellungen, in denen Expertenlösungen gefragt sind. Tatsächlich sind Expertensysteme bereits für die verschiedensten Anwendungsarten entwickelt worden. Dazu gehören insbesondere Diagnoseprobleme (z.B. Fehler in technischen Systemen finden) und Konfigurierungsprobleme (z.B. Computersysteme nach Kundenwünschen konfigurieren). Die folgenden Anwendungsarten werden für betriebliche Expertensysteme unterschieden.

Diagnosesysteme (z.B. Aufdecken von Schwachstellen oder Fehlern in einer Fertigungskette)

Expertisesysteme (z.B. Erstellen von Jahresabschlußanalysen)

Beratungssysteme (z.B. Anweisungen zur Bewältigung einer Schwierigkeit)

Intelligente Checklisten (z.B. Steuerung von komplexen Handhabungen)

Selektionssysteme (z.B. Auswahl eines Verfahrens zur Herstellung eines Bauteiles)

Konfigurationssysteme (z.B. Layout von Flugzeugen nach Kundenspezifikationen)

Planungssysteme (z.B. Planung von Arbeitsabläufen)

Zugangssysteme (z.B. Unterstützung bei der Benutzung eines Simulationssystems)

Aktive Hilfssysteme (z.B. aktive Hilfe beim Umgang mit komplexen Apparaturen)

Unterrichtssysteme (z.B. Schulung von Wartungspersonal)

Entscheidungssysteme (z.B. Klassifikation von Bodenproben bei der Exploration von Bodenschätzen)

KI-Lab, TW5115	KI und Expertensysteme	Dezember 1989
----------------	------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 167
--------	--------------------------------------	------------

Dieses breite Spektrum von Anwendungsarten unterstreicht die Vielseitigkeit des Expertensystem-Ansatzes. Kritische Beobachter weisen aber auch zurecht auf die Vielzahl von Pilotentwicklungen gegenüber der geringen Zahl von tatsächlich im Einsatz befindlichen Expertensystemen hin. Die Expertensystem-Technologie kann in der Tat nicht als ausgereift angesehen werden. Die derzeit bestehenden Schwächen und die erforderlichen Weiterentwicklungen bzw. Entwicklungen von Alternativen werden im folgenden Abschnitt diskutiert.

5.3.3 Defizite und Entwicklungsbedarf

Es ist erkennbar, daß Expertensysteme der "klassischen" regelbasierten Bauart nicht für alle Anwendungsarten gleichermaßen gut geeignet sind. Verschiedene Anwendungsarten erfordern verschiedene Problemlösungsstrategien, beanspruchen spezielle Wissensverarbeitung und verlangen angepaßte Benutzerschnittstellen. In Diagnosesystemen müssen beispielsweise besondere Verfahren zur Ableitung und Verifikation von Fehlerhypothesen, ggf. auch zur Differentialdiagnose, zur Verfügung stehen. Konfigurierungssysteme andererseits erfordern meist ein Beschränkungssystem, das ist eine besondere Software-Komponente zur Berechnung von Lösungen unter beschränkenden Randbedingungen.

Um Expertensysteme aufwandsgünstig entwickeln zu können und Grundlagenentwicklungen nicht immer wieder duplizieren zu müssen, sind für die jeweiligen Anwendungsarten spezifische Werkzeuge bereitzustellen. Dies ist bei den Anwendungsarten "Diagnose" und "Konfigurierung" bereits in Ansätzen erfolgt, bedarf aber noch weiterer Anstrengungen. Z.B. fehlen spezialisierte Expertensystem-Werkzeuge für Diagnoseprobleme in komplexen technischen Systemen. Ein solches Werkzeug würde z.B. geeignete Datenstrukturen und Prozesse zur Simulation komplexer technischer Aggregate bereithalten.

Aufwandsgünstige Lösungen erfordern auch eine Spezialisierung von Werkzeugen auf die jeweiligen Anwendungsbereiche, z.B. Medizin, Spritzgußtechnik oder Meerestechnik. Um das für einen Anwendungsbereich erforderliche Grundwissen nicht für jedes einzelne System immer wieder neu erheben und für die Rechnerrepräsentation aufbereiten zu müssen, sind sog. "generische Wissensbasen" erforderlich. Dies sind Wissensbasen, die grundlegende Zusammenhänge und Basiswissen über einen Anwendungsbereich enthalten und mit wenig Aufwand an konkrete Problemstellungen angepaßt werden können.

Ein dritter Entwicklungsbedarf betrifft Alternativen zur regelbasierten Wissensverarbeitung, die bisher bei Expertensystemen vorherrscht. Regeln eignen sich zwar gut zur Modellierung von menschlicher Expertise, sind aber für technische Zusammenhänge häufig inadäquat. Komplexes technisches Wissen spielt in wichtigen Anwendungsbereichen eine entscheidende Rolle, z.B. bei der rechnerunterstützten Fehleranalyse von elektronischen Schaltkreisen. In solchen Anwendungsbereichen ist menschliche Expertise auch häufig beschränkt. Man kann also nicht einfach das Know-How menschlicher Experten kopieren.

Neuere Entwicklungen zielen auf "modellgestützte" Expertensysteme ab. Diese stützen ihre Leistungsfähigkeit auf ein detailliertes und "tiefes" rechnerinternes Modell des Problembereiches ab. Modellgestützte Expertensysteme können dazu benutzt werden, komplexe technische Systeme zu simulieren, Fehlerhypothesen zu überprüfen, Systemverhalten vorherzusagen, mögliche Korrekturen zu ermitteln, etc. Die Entwicklung derartiger Systeme befindet sich allerdings noch in den Anfängen. Zur Zeit ist noch kein Expertensystem-Werkzeug verfügbar, mit dem komplexe technische Systeme simuliert werden können.

KI-Lab, TW5115	KI und Expertensysteme	Dezember 1989
----------------	------------------------	---------------

MBB-UT	Einsatzmöglichkeiten von KI-Methoden	Seite: 168
--------	--------------------------------------	------------

5.4 Zusammenfassung

Künstliche Intelligenz ist nach einer mehr als 30-jährigen Entwicklung zu einem etablierten Fachgebiet geworden. In verschiedenen Teilbereichen der KI, besonders im Bereich der Expertensysteme, sind heute kommerziell nutzbare Anwendungen möglich.

KI-Systeme können aufgrund ihrer wissensbasierten Systemarchitektur durchschaubarer und damit zuverlässiger als vergleichbare konventionelle Systeme gestaltet werden. Sie eignen sich besonders für hochkomplexe Anwendungen, mit denen konventionelle Systeme überfordert wären.

Expertensysteme sind eine besondere Ausprägung wissensbasierter Systeme. Expertensysteme besitzen ein vielseitiges Anwendungspotential und lassen sich dank ausgefeilter Expertensystem-Werkzeuge (sog. Shells) leicht entwickeln. Zur Erschließung weiterer Anwendungsfelder, insbesondere komplexer technischer Anwendungen, besteht allerdings noch beträchtlicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf:

1. Expertensystem-Werkzeuge müssen auf Anwendungsarten hin spezialisiert werden (z.B. Störfallbehandlung).
2. Für konkrete Anwendungsbereiche (z.B. Fertigungstechnik) müssen generische Wissensbasen erstellt werden.
3. Zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit sind rechnerinterne Simulationsmodelle und modellgestützte Problemlösungsverfahren erforderlich.

KI-Lab, TW5115	KI und Expertensysteme	Dezember 1989
----------------	------------------------	---------------

