

**Zeitschrift:** Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

**Herausgeber:** Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

**Band:** 69 (1991)

**Heft:** 1

**Artikel:** Wissensbasierte Systeme im Netzwerkmanagement : Teil 1: eine Einleitung = Systèmes experts pour la gestion de réseaux : 1re partie: une introduction

**Autor:** Liver, Beat / Prim, André

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-876273>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 05.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Wissensbasierte Systeme im Netzwerkmanagement. Teil 1: Eine Einleitung

## Systemes experts pour la gestion de réseaux. 1<sup>re</sup> partie: Une introduction

Beat LIVER und André PRIM, Bern

### 1 Einleitung

Im Rahmen eines Forschungsprojektes wird der Einsatz von wissensbasierten Systemen zur Unterstützung der Netzwerkmanagement studiert. In diesem Artikel werden mögliche Einsatzgebiete von wissensbasierten Systemen im Telekommunikationsbereich, die Unterschiede zur Entwicklung von konventioneller Software und die Erfahrungen bei der Entwicklung eines Prototyp-Systems dargestellt. Die eingesetzten Techniken und die Erfahrungen bei der Definition und Entwicklung eines konkreten Prototyp-Systems werden in einem weiteren Artikel abgehandelt.

### 2 Einführung in wissensbasierte Systeme

#### 21 Prinzipielle Systemarchitektur

Nach L. Luft [1] ist ein *wissensbasiertes System* oder ein *Expertensystem* ein Datenverarbeitungssystem, das einen Experten bei der Lösung von Problemen unterstützt. Wissensbasierte Systeme mechanisieren also bestimmte Aspekte der Tätigkeit von Experten und können interaktiv für die Lösung der damit verbundenen Probleme genutzt werden. Ein wissensbasiertes System besteht aus (Fig. 1):

- einer *Wissensbank*, in der Fakten- und Problemlösungswissen über ein Fach- und Problemgebiet in symbolischer Form gespeichert sind. Dieses Wissen kann wie folgt klassifiziert werden:
  - erklärendes (deklaratives) Faktenwissen
  - prozedurales Verarbeitungswissen, das sind Regeln, die besagen, dass wenn A gilt, so ist B auszuführen
  - Kontrollwissen, das die Verarbeitung von deklarativem und prozeduralem Wissen steuert
  - vages «Wissen», das sind Daumenregeln und Heuristiken
- einem *Verwaltungssystem* für die Wissensbank, ähnlich einem Managementsystem für Datenbanken
- einer *Dialogkomponente* oder Benützerschnittstelle
- einer *Wissenserwerbskomponente*, mit der der Wissensingenieur Wissen in die Wissensbank eingibt. Einfachere Anpassungen der Wissensbank können bei geeigneter Gestaltung der Wissenserwerbskomponente auch durch den Experten vorgenommen werden. Die Fachdisziplin *maschinelles Lernen* versucht die Eingabe von Wissen teilweise oder ganz zu auto-

### 1 Introduction

L'utilisation de systèmes experts pour la gestion de réseaux est étudiée dans le cadre d'un projet de recherche. Les domaines d'utilisation possibles de systèmes experts dans les télécommunications, les différences de développement dans les logiciels conventionnels et les expériences faites avec le développement d'un système prototype font l'objet de cet article. Les techniques utilisées, les expériences faites lors de la définition et du développement d'un système prototype concret feront l'objet d'un autre article.

### 2 Initiation aux systèmes experts

#### 21 Architecture de principe des systèmes

Selon L. Luft [1] un système expert est un système de traitement de données capable d'aider un expert lors de la solution de problèmes. Les systèmes experts rendent certains aspects de l'activité des experts plus «mécaniques» et peuvent être utilisés de manière interactive pour résoudre certains problèmes. Un système expert se compose des éléments suivants (fig. 1):

- une *banque de connaissance* dans laquelle la connaissance concernant des faits, ainsi que la solution des problèmes dans un domaine spécifique sont mémorisées symboliquement. Cette connaissance peut être classifiée de la manière suivante
  - la connaissance explicative (déclarative) concernant des faits
  - la procédure de traitement, il s'agit de règles qui indiquent que si A est valable, il y a lieu d'exécuter B
  - la connaissance de contrôle qui commande le traitement de la connaissance déclarative ou de procédure
  - la «connaissance» vague, c'est-à-dire les règles empiriques, heuristiques
- un *système de gestion* pour la banque de connaissance, semblable à un système de gestion pour les banques de données
- une *composante de dialogue* ou interface d'utilisateur
- une *composante d'acquisition de connaissance* avec laquelle l'ingénieur introduit du savoir dans la banque de connaissance. Des adaptations simples de la banque de données peuvent être réalisées par le sys-

matisieren. Diese Forschung hat Algorithmen hervor- gebracht, die Zusammenhänge oder Beziehungen aus einer grossen Menge von verschiedenen Fakten, wie sie oft in grossen Datenbanken vorhanden sind, ermit- teln

- einer *Problemlösungskomponente*, die mit dem Wis- sen in der Wissensbank und geeigneten Problem- lösungsverfahren Aufgaben löst
- einer *Erklärungskomponente*, die dem Benutzer eine Begründung der Lösung des Systems liefert, damit er die Ergebnisse interpretieren und bewerten kann. Die Verwirklichung dieses Teils ist sehr schwierig, daher sind die heutigen Erklärungskomponenten oft unge- nügend.

Wissensbasierte Systeme sind also ein Mittel für die Ra- tionalisierung und Automatisierung von Vorgängen, die Intelligenz benötigen. Die Notwendigkeit von wissens- basierten Systemen wird begründet mit:

- dem Mangel an wirklichen menschlichen Experten
- der langen Ausbildungszeit und -kosten für Experten
- der Normierung von Entscheidungen
- der besseren Qualität von Entscheidungen, da ein wis- sensbasiertes System keine Launen hat und für glei- che Probleme immer dieselben Lösungen liefert
- und damit, dass das Wissen eines Experten sich nicht beliebig vervielfältigen lässt.

Wissensbasierte Systeme eignen sich zur Unterstützung der Lösung von komplexen Problemen, wie der Fehler- diagnose in technischen Anlagen und der Konfiguration von komplexen Systemen, wo viele Randbedingungen zu berücksichtigen sind.

## 22 Anwendbarkeit der Technologie der wissensbasierten Systeme

Mit dieser Untersuchung will man abklären, ob die Machbarkeit bezüglich Technik und Umfeld angemessen

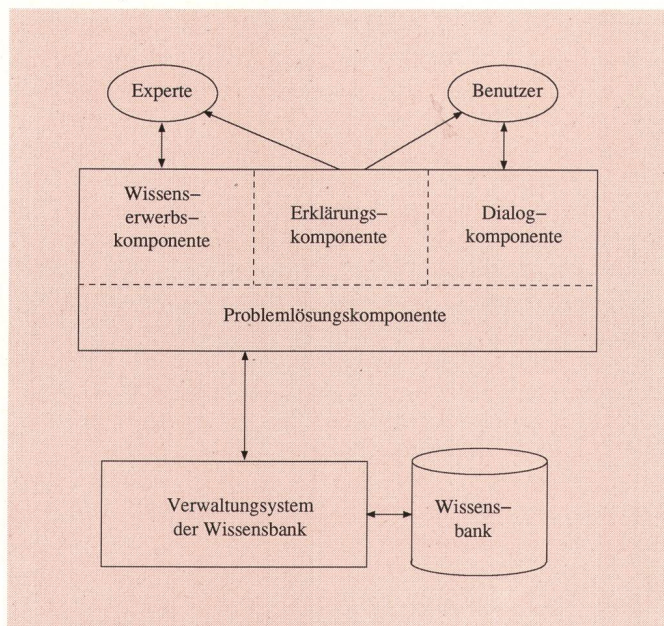


Fig. 1 Prinzipschema eines wissensbasierten Systems - Schéma de principe d'un système expert

tème expert lorsque les composantes d'acquisition de la connaissance sont configurées judicieusement. La discipline spécialisée «*apprentissage automatique*» tente d'automatiser partiellement ou entièrement l'in- troduction de connaissance dans la banque. Les re- cherches dans ce domaine ont fait apparaître des al- gorithmes qui permettent de découvrir les relations entre une grande quantité de faits dissemblables, tels qu'ils se trouvent dans les grandes banques de don- nées

- une *composante solution des problèmes* permettant de résoudre certains problèmes à l'aide de la connais- sance enregistrée dans la banque de connaissance et de procédures de solutions des problèmes appropriés
- une *composante explicative* exposant les raisons qui ont conduit à la solution proposée par le système, afin que l'utilisateur puisse interpréter les résultats et les pondérer. La réalisation de cette partie est très diffi- cile, raison pour laquelle les composantes explicatives sont souvent insuffisantes.

Les systèmes experts sont donc un moyen de rationali- ser et d'automatiser les procédures demandant de l'in- telligence. La nécessité de disposer de systèmes ex- perts est fondée sur les raisons suivantes:

- manque de véritables experts humains
- formation des experts longue et coûteuse
- normalisation des décisions
- meilleures qualités des décisions, étant donné que le système expert n'est pas «lunatique» et livre toujours les mêmes solutions pour les mêmes problèmes
- le fait que la connaissance d'un expert ne peut pas être multipliée à l'infini.

Les systèmes experts conviennent à la recherche de so- lutions pour les problèmes complexes, tels que le dia- gnostic de défauts dans les installations techniques ou dans la configuration de systèmes compliqués dans les- quelles il y a lieu de tenir compte de nombreuses condi- tions marginales.

## 22 Possibilité d'utilisation de la technologie des systèmes experts

Il s'agit d'examiner la possibilité de réalisation tant sur le plan technique que sur celui de l'environnement d'utili- sation. L'utilisation de la technologie sera d'autant plus *judicieuse* que la majorité des critères ci-après sont remplis:

- des systèmes semblables ont déjà été développés
- la connaissance dans le domaine considéré n'est pas soumise à une évolution rapide
- le domaine du problème n'est pas trop vaste et la so- lution recherchée ne dépend pas trop de la connais- sance générale
- il existe des normes pratiques et des règles empiri- ques
- il est possible d'utiliser la manipulation des symboles pour trouver la solution du problème.

La *réalisation du point de vue technique* est possible si l'on peut

- saisir et modéliser la connaissance
- définir clairement les tâches

ist. Die Anwendung der Technologie ist um so wahrscheinlicher *angemessen*, je mehr der folgenden Kriterien erfüllt sind:

- ähnliche Systeme wurden schon entwickelt
- das Wissen in der Domäne ist nicht einem zu raschen Wandel unterworfen
- der Problembereich ist nicht zu gross und die Problemlösung hängt nicht stark von Allgemeinwissen ab
- Praxishandlungsregeln sind vorhanden
- Symbolmanipulation wird für die Problemlösung verwendet.

Die *technische Machbarkeit* ist gegeben, wenn

- das Wissen erfassbar und modellierbar ist
- die Aufgabe klar definiert werden kann
- das zu entwickelnde System überprüft werden kann, d. h. es ist ein Experte vorhanden, der die Ergebnisse überprüfen kann
- Ähnlichkeiten zu anderen wissensbasierten Systemen vorhanden sind.

Die *umfeldbezogene Machbarkeit* ist gewährleistet, wenn

- ein kooperativer und motivierter Experte verfügbar ist
- die Geschäftsleitung das Vorhaben unterstützt
- die Beteiligten und Betroffenen über Grundkenntnisse im Bereich wissensbasierter Systeme verfügen
- die organisatorischen Konsequenzen und die System-einführung durchdacht sind.

### 3 Telekommunikationsindustrie

Die Telekommunikationsindustrie, die aus den Anbietern von Dienstleistungen und den Herstellern von Ausrüstung besteht, benötigt sehr viel Personal. In den USA sind nach [2] über eine Million Personen, die in 4 Millionen Kurstagen pro Jahr weitergebildet werden, beschäftigt. Davon sind ungefähr 50 000 Operatoren, die jährlich 3 Millionen Fehlerfälle bearbeiten. Die Telekommunikationsinfrastruktur der USA hat einen Wert von 300 Milliarden Dollar. Jährlich werden 30 Milliarden Dollar in Netzwerke investiert. Das Fernmeldedepartement der Schweizerischen PTT-Betriebe [3] beschäftigt etwa 20 000 Personen. Der Anschaffungswert und der Buchwert der technischen Infrastruktur beträgt 27 beziehungsweise 10 Milliarden Franken. 1989 wurden 2,7 Milliarden Franken in technische Einrichtungen investiert. Aus folgenden Gründen wandelt sich diese Industrie stark:

- die richtige Information zur richtigen Zeit auszutauschen wird für Unternehmen zu *dem* kritischen Faktor, daher müssen die Dienstleistungen der Telekommunikationsindustrie zunehmend flexibler, kostengünstiger und von besserer Qualität sein
- Liberalisierung und Globalisierung der Telekommunikationsmärkte
- Abbau der Monopole
- Digitalisierung, und damit verbunden der Einsatz von Informatik-Mitteln
  - Verschmelzung von Sprach-, Bild- und Datenübertragung
  - ISDN
- Einführung neuer Technologien, wie Glasfaser, mobile Telephonie und Teleinformatikdienste.

- contrôler le système à développer, c'est-à-dire disposer d'un expert capable de vérifier les résultats
- déceler des ressemblances avec d'autres systèmes experts.

La *réalisation du point de vue de l'environnement d'utilisation* peut être envisagée si

- on dispose d'un expert coopératif et motivé
- la direction de l'entreprise soutient la proposition
- les participants et les personnes touchées par le projet possèdent des connaissances de base dans le domaine des systèmes experts
- les conséquences du point de vue de l'organisation et de l'introduction du système ont été examinées à fond.

### 3 Industrie des télécommunications

L'industrie des télécommunications qui se compose des fournisseurs de prestations et des fabricants d'équipements a besoin de beaucoup de personnel. Aux USA, selon [2], plus d'un million de personnes sont occupées dans le domaine des télécommunications. La formation continue de ce personnel nécessite chaque année 4 millions de journées de cours. Environ 50 000 opérateurs traitent chaque année 3 millions de dérangements. L'infrastructure des télécommunications des USA représente une valeur de 300 milliards de dollars. 30 milliards sont investis chaque année dans les réseaux. Le département des télécommunications de l'Entreprise des PTT suisses occupe environ 20 000 personnes [3]. La valeur d'acquisition et la valeur comptable de l'infrastructure technique se montent à 27 milliards de francs et 10 milliards de francs respectivement. En 1989, on a investi 2,7 milliards de francs dans des installations techniques. L'industrie des télécommunications évolue fortement pour les raisons suivantes:

- l'échange d'informations judicieuses au bon moment devient de plus en plus *le* facteur critique pour les entreprises, raison pour laquelle les prestations de l'industrie des télécommunications doivent de plus en plus devenir flexibles, bon marché et de meilleure qualité
- la libéralisation et globalisation des marchés des télécommunications
- la réduction des monopoles
- la numérisation, entraînant l'utilisation de moyens informatiques
  - la fusion de la transmission de la parole, de l'image et des données
  - le RNIS
- l'introduction de nouvelles technologies, telles que les fibres optiques, la téléphonie mobile et les services téléinformatiques.

Les problèmes suivants préoccupent de ce fait tout fournisseur de prestations en matière de télécommunications:

- les investissements pour de nouvelles prestations et de nouvelles technologies sont très élevés et liés à de hauts risques
- les défauts sont très coûteux vu que

Daraus ergeben sich für einen Anbieter von Telekommunikationsdiensten folgende Probleme:

- die Investitionen für neue Dienstleistungen und Technologien sind sehr gross und mit einem erheblichen Risiko verbunden
- Fehler sind sehr kostspielig, da
  - die Bandbreiten der digitalen Übertragungsmedien gross sind
  - die Zeiten, die für die Fehlerbehebung aufgewendet werden können, immer kürzer werden
- die Heterogenität und die Komplexität der Infrastruktur und mit ihnen der Wartungsaufwand nehmen zu
- das Dilemma, dass einerseits die Erfahrung eines Mitarbeiters rasch wertlos wird und andererseits ohne Erfahrung eine Technologie nicht beherrschbar ist
- Mangel an Experten.

#### 4 Einsatz von wissensbasierten Systemen in der Telekommunikation

In diesem Kapitel soll der Einsatz von wissensbasierten Systemen anhand einiger konkreter Systeme gezeigt werden. Die Systeme, die sehr stark auf ein Produkt ausgerichtet sind, wurden von den Herstellern von Telekommunikationsgeräten entwickelt. Auf der anderen Seite gibt es Systeme, die das Management von Netzwerken erleichtern oder die zu neuen Dienstleistungen führen können. Diese Systeme wurden von Anbietern von Telekommunikations-Dienstleistungen entwickelt.

##### 41 Diagnose

1981 wurde bei *AT&T Bell Laboratories* ein Forschungsprojekt *Automated Cable Expertise (ACE)* [4] gestartet. 1983 wurde mit der Entwicklung eines produktiven Systems begonnen, das seit September 1990 kommerziell erhältlich ist. ACE ist ein wissensbasiertes System, das die Wartung der Teilnehmerleitungen unterstützt. Der menschliche Verkabelungs-Analyst identifiziert Komponenten, die oft gewartet wurden oder in denen die Qualität des Telefondienstes schlecht ist. Dazu analysiert er unter anderem Berichte über Unterhaltsarbeiten, die in einer Datenbank gespeichert sind. Die so gefundenen Komponenten werden repariert oder vorsorglich gewartet. ACE analysiert nun den Inhalt der Datenbank, identifiziert Problemquellen und die Art des Problems. Das System arbeitet ohne Interaktion mit einem Benutzer. Der Verkabelungs-Analyst kann die Ergebnisse von ACE in aufbereiteter Form abrufen.

Die Firma *GTE* hat mit *Compass* [4] ein wissensbasiertes System zur Diagnose von Fehlern bei der Vermittlungsanlage No. 2 EAX entwickelt. *Compass* liefert neben der Diagnose auch noch eine Erklärung und die Anweisungen zur Reparatur, die nach Dringlichkeit geordnet sind.

##### 42 Konfiguration

Ein wissensbasiertes System *Konfix* zur Konfiguration der Hardware von Haus-ISDN-Kommunikationssystemen, die das Unternehmen verkauft, wurde von *Tele-*

- les largeurs de bande des moyens de transmission numériques sont élevées
- le temps disponible pour supprimer les dérangements est toujours plus court
- l'hétérogénéité ainsi que la complexité de l'infrastructure et avec elles les moyens à mettre en œuvre pour l'entretien augmentent
- le dilemme selon lequel, d'une part, l'expérience d'un collaborateur devient rapidement sans valeur et, d'autre part, le fait que sans expérience il est impossible de maîtriser une technologie
- le manque d'experts.

#### 4 Utilisation de systèmes experts dans les télécommunications

Dans ce chapitre, on montre quelques possibilités d'utilisation de systèmes experts à l'aide de réalisations concrètes. Les systèmes fortement liés à un produit ont été développés par les fabricants d'équipements de télécommunications. En outre, il existe des systèmes qui facilitent la gestion de réseaux ou qui conduisent à de nouvelles prestations. Ces systèmes ont été développés par des fournisseurs de prestations en matière de télécommunications.

##### 41 Diagnostic

En 1981, *AT&T Bell Laboratories* ont mis en route le projet de recherche *Automated Cable Expertise (ACE)* [4]. Le développement d'un système productif a débuté en 1983. Il est disponible dans le commerce depuis septembre 1990. ACE est un système expert permettant l'entretien des lignes d'abonnés. L'analyste humain du câblage identifie des composantes qui doivent être souvent entretenues ou dans lesquelles la qualité du service téléphonique est mauvaise. A cet effet, il analyse entre autres choses les rapports des travaux d'entretien mémorisés dans une banque de données. Les éléments ainsi trouvés sont réparés ou entretenus à titre préventif. ACE analyse ensuite le contenu de la banque de données, identifie les sources de problèmes et le genre de difficulté. Le système travaille sans interaction avec un utilisateur. L'analyste du câblage peut extraire les résultats délivrés par ACE sous forme interprétée.

Avec *Compass*, la maison *GTE* a développé un système expert pour le diagnostic des défauts dans l'installation de commutation n° 2 EAX [4]. *Compass* livre aussi, en plus du diagnostic, une explication ainsi que des indications pour la réparation, classées selon le degré d'urgence.

##### 42 Configuration

Un système expert *Konfix* pour la configuration du matériel (hardware) de systèmes de communication domestiques RNIS, que l'entreprise vend sur le marché, a été développé par *Telenorma* [5]. L'utilisateur établit un modèle des conditions que doit remplir un élément du système de communication. Parmi ces conditions, il y a lieu de mentionner le genre du raccordement aux réseaux publics ou à des centres de traitement de don-

norma [5] entwickelt. Der Benutzer erstellt ein Modell der Anforderungen, die eine Komponente des Kommunikationssystems erfüllen soll. Zu den Anforderungen gehören die Art des Anschlusses an öffentliche Netze oder Datenverarbeitungszentren, die Datenübertragungsraten der Endgeräte usw. Der Benutzer erhält von Konfix alle möglichen Komponenten, die seine Anforderungen erfüllen. Daraus wählt er die gewünschten aus. Danach berechnet Konfix:

- wie viele Einschubkarten von welcher Sorte benötigt werden
- die Zahl der Schränke
- die Anordnung der Karten in den Schränken und die Stromversorgung der Karten.

In Zukunft soll das System so erweitert werden, dass neben der Hardware auch die Software konfiguriert werden kann. Im weiteren soll ein Diagnosesystem entwickelt werden.

### 43 Überwachung

Das australische Institut für Künstliche Intelligenz entwickelt in Zusammenarbeit mit der *Telecom Australia* das *Interactive Real-Time Telecommunications Network Management System (IRTNMS)* [5]. IRTNMS soll der Verkehrslenkung von Telekommunikationsnetzwerken dienen. Eine Diagnosekomponente stellt einen Fehlzustand, der durch verschiedene Arten von Gassenbesetzt (Congestion), Ausfällen oder Überlastung von Zentralen hervorgerufen wird, fest. Die Steuerkomponente verfügt über geeignete Strategien, die je nach Diagnose zur Behebung des Engpasses eingesetzt werden. So wird zum Beispiel veranlasst, dass, wenn eine Zentrale überlastet ist, die Verursacher die Belastung dieser Zentrale reduzieren, indem ein Teil des Verkehrs umgeleitet wird. Ein Monitor überwacht das Netzwerk und sorgt dafür, dass die Steuerkomponente dem zeitlichen Verlauf der Änderungen entsprechend das Netzwerk steuert. Der Operator hat eine graphische Darstellung des Netzwerkes. Zusätzlich sind die Informationen auch noch in Textform abrufbar. Damit kann er jederzeit die Arbeitsweise des Systems überwachen und wenn nötig das System übersteuern.

*Net/Advisor* [4] ist ein kommerzielles Produkt, das ein Netzwerk überwacht und Hinweise gibt, wie Verkehrsprobleme gelöst werden können.

### 44 Planung

Die japanische *Nippon Telegraph and Telephone Corporation (NTT)* hat im Rahmen eines Forschungsprojektes ein wissensbasiertes System *Strategist and Planner* [6] für die Planung von Multi-Medien-Netzwerken entwickelt. Dieses dient dazu, auf Grund der Kundenanforderungen zu entscheiden,

- ob ein privates oder öffentliches Netz verwendet werden soll
- was günstiger ist, ein integriertes Netz oder verschiedene separate Netze
- welche Geräte für das Netzwerk eingesetzt werden sollen.

nées, la vitesse de transmission de données des terminaux, etc. Konfix fournit à l'utilisateur tous les éléments possibles qui répondent à ses exigences. Il peut alors choisir celles qu'il désire. En se fondant sur ces indications, Konfix détermine les paramètres suivants:

- nombre de cartes enfichables de chaque sorte
- nombre d'armoires
- disposition des cartes dans les armoires et alimentation de celles-ci en courant.

A l'avenir, le système doit être développé de manière qu'on puisse configurer non seulement le matériel, mais aussi le logiciel. En outre, un système de diagnostic doit être développé.

### 43 Surveillance

L'institut australien pour l'intelligence artificielle développe, avec *Telecom Australia* le dispositif *Interactive Real-Time Telecommunications Network Management System (IRTNMS)* [5]. Ce système doit servir à l'acheminement du trafic dans les réseaux de télécommunications. Un élément de diagnostic détermine un état de défauts qui peut provenir de différentes causes d'encombrement (congestion), de la défaillance ou de la surcharge de centraux. Le dispositif de commande est doté de systèmes de stratégie, qui, selon le diagnostic, peuvent être utilisés pour supprimer la difficulté. Ainsi, si un central est surchargé, le système procède notamment à une déviation du trafic, afin de parer à la surcharge, ou, pour le moins, de la réduire. Un moniteur surveille le réseau et veille à ce que le dispositif de commande agisse conformément aux modifications de la situation dans le temps. L'opérateur dispose d'une représentation graphique de l'état du réseau. En outre, des renseignements sous forme de texte peuvent être édités. Il est ainsi possible de contrôler en tout temps la marche du système et, si nécessaire, de le commander manuellement.

*Net/Advisor* [4] est un produit commercial, capable de surveiller un réseau et de fournir des indications propres à résoudre des problèmes de trafic.

### 44 Planification

L'entreprise *Nippon Telegraph and Telephone Corporation (NTT)* a, dans le cadre d'un projet de recherche, développé un système expert *Strategist and Planner* [6] pour la planification de réseaux multimédias. Il sert, sur la base des conditions posées par la clientèle, à décider

- s'il y a lieu d'utiliser un réseau privé ou public
- ce qui est le plus avantageux, un réseau intégré ou différents réseaux séparés
- quels équipements doivent être utilisés pour le réseau.

La configuration est ensuite réalisée avec le système *Planner*. Actuellement, on étudie l'implémentation de tout un système, qui permettrait à NTT de conseiller la clientèle dans la planification de ces réseaux multimédias.

## 5 Développement de systèmes experts

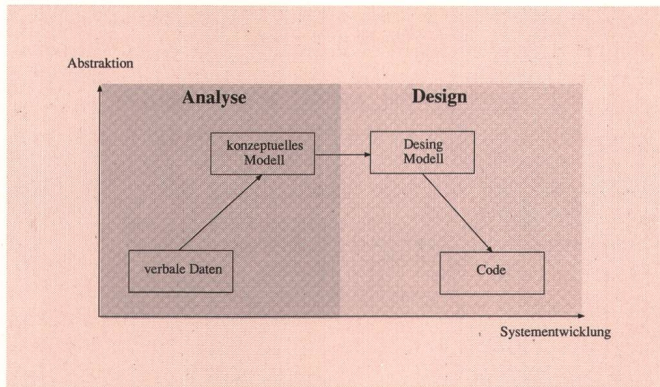


Fig. 2 Modelle in KADS-System – Modèles dans le système KADS

Die eigentliche Konfiguration wird dann mit dem System Planner durchgeführt. Nun wird die Implementation eines ganzen Systems untersucht. Mit einem solchen System könnte NTT die Kunden bei der Planung ihrer Multi-Medien-Netzwerke beraten.

### 5 Entwicklung wissensbasierter Systeme

In diesem Kapitel sollen anhand der Vorgehensweise zur Schaffung von wissensbasierten Systemen, die im Rahmen des ESPRIT-Projektes\* *Knowledge Acquisition and Documentation Structuring (KADS)* [7] entwickelt wurde, die wichtigsten Unterschiede zur Entwicklung konventioneller Software dargestellt werden. Der Entwicklungsprozess wird in die Phasen Analyse, Entwurf, Ausführung, Installation, Gebrauch und Wartung aufgeteilt. Die grössten Differenzen zur klassischen Programmentwicklung treten bei der Analyse auf. In KADS wird in der Analyse Wissen erhoben und in Textform, den *verbalen Daten*, dokumentiert. Dann wird aus diesen verbalen Daten ein *konzeptuelles Modell* erstellt. In der Analyse werden auch die Anforderungen an ein wissensbasiertes System ermittelt. In der Entwurfsphase wird das konzeptuelle Modell unter Berücksichtigung der Anforderungen in ein *Design-Modell* übergeführt, das in der Phase der Implementation in einer bestimmten Systemumgebung entwickelt wird. Das Ergebnis der Implementationsphase ist das *Modell Code* (Fig. 2).

In KADS wird das *Erstellen eines Prototyps (Prototyping)* als eine weitere Technik für die Analyse und den Entwurf betrachtet. Prototyping ist also nicht eine Vorgehensweise für die Entwicklung von Systemen. In dieser Phase werden an einem Prototyp gewisse Aspekte näher untersucht. So kann ein Prototyp der Benützerschnittstelle entwickelt werden, um die wichtigsten Anforderungen an diese zu überprüfen. Denn eine reale Benützeroberfläche kann der Anwender besser beurteilen als deren verbale Beschreibung. Mit einem Prototyp kann auch eine präzisere Aufwandschätzung in der Analysephase für die Entwicklung eines wissensbasierten Systems gewonnen werden. Für einen Prototyp sind

Les différences les plus importantes par rapport au développement de logiciels usuels sont démontrées dans ce chapitre à l'aide de la méthode permettant la création de systèmes experts telle qu'elle a été appliquée dans le développement de l'équipement *Knowledge Acquisition and Documentation Structuring (KADS)* [7] dans le cadre du projet ESPRIT\*. Le processus de développement est divisé en procédés partiels: analyse, projet, exécution, installation, utilisation et entretien. Les plus grandes différences par rapport au développement classique de programmes apparaissent dans l'analyse. Dans le système KADS on prélève de la connaissance dans l'analyse et on l'édite sous forme de texte correspondant aux *données verbales*. Ces données sont ensuite utilisées pour constituer un *modèle conceptuel*. Les conditions à remplir par un système expert sont également définies dans l'analyse. Au cours de la phase de projet, le modèle conceptuel est transformé en un *modèle concret*, compte tenu des conditions à remplir, qui est développé dans la phase de l'implémentation dans un environnement de systèmes défini. Les résultats de la phase d'implémentation correspondent au *modèle Code* (Fig. 2).

Dans le système KADS la *création d'un prototype* est considérée comme une technique supplémentaire d'analyse et de projet. La création de prototypes n'est donc pas une méthode de développement de systèmes. Dans cette phase, certains aspects sont examinés de plus près à l'aide du prototype. Ainsi, un prototype de l'interface avec l'utilisateur peut être développé pour vérifier les conditions requises pour cette interface. En effet, il est plus facile de juger de la qualité en se fondant sur une exécution concrète plutôt que sur une description verbale. Avec un prototype, il est également possible d'obtenir une évaluation plus précise de l'ensemble dans la phase d'analyse pour le développement d'un système expert. Il y a lieu, pour un prototype, de définir clairement les objectifs et les critères d'évaluation.

#### 51 Analyse

Le premier pas de l'analyse consiste à *délimiter* le projet. A cet effet, il s'agit de mettre au point une première définition de l'objectif, de l'environnement, du problème à résoudre et du domaine de problèmes, ainsi que de faire une première évaluation de la possibilité de réalisation. Cette délimitation doit être adaptée si au cours de l'analyse une meilleure compréhension du problème posé conduit à de nouveaux points de vue. Le deuxième pas consiste en l'*analyse des conditions à remplir* et en l'*analyse de l'expertise*. Ces deux activités peuvent être exécutées simultanément. Après l'analyse d'un aspect partiel on évalue la possibilité de réalisation du projet par rapport à cet aspect. Ainsi, le projet peut être interrompu si une partie de l'analyse montre qu'il n'est pas réalisable. Dans une version améliorée de la méthode KADS une troisième activité est prévue, à savoir l'ana-

\* ESPRIT = European Strategic Programme for Research and Development in Information Technology

\* ESPRIT = European Strategic Programme for Research and Development in Information Technology

eine klare Zielsetzung und Evaluationskriterien zu definieren.

## 51 Analyse

Der erste Schritt der Analyse ist die *Eingrenzung* (Scoping) des Projektes. Dazu gehört eine erste Definition der Zielsetzung, des Umfeldes, der Problemstellung und des Problemraumes (Domäne) sowie eine erste Abschätzung der Machbarkeit. Diese Eingrenzung ist im Verlauf der Analyse anzupassen, wenn sich auf Grund des tieferen Verständnisses der Aufgabenstellung neue Gesichtspunkte ergeben. Der zweite Schritt besteht aus der *Analyse der Anforderungen* und der *Analyse der Expertise*. Diese beiden Aktivitäten können gleichzeitig ausgeführt werden. Nach der Analyse eines Teilaspektes wird jeweils auch noch die Machbarkeit des Projektes bezüglich dieses Aspektes abgeschätzt. Damit kann ein Projekt abgebrochen werden, wenn ein Teil der Analyse zeigt, dass es gar nicht machbar ist. In einer überarbeiteten Vorgehensweise von KADS ist eine dritte Aktivität, die Analyse und Modellierung der Interaktion zwischen dem Benutzer und dem wissensbasierten System, vorgesehen, genannt *Analyse der Ausführungsart* (Modality). Da diese Technik relativ neu ist, ist sie noch nicht in die Vorgehensweise integriert. In diesem Artikel ist sie erwähnt, weil sie auch in der klassischen Softwareentwicklung verwendet werden kann. Bei der Analyse der Modality wird jede Aufgabe, die zu einer Problemlösung beiträgt, einem Agenten, der eine Klasse von Funktionen durchführen kann, zugeordnet. Danach wird der Datenfluss zwischen den Aufgaben, die von verschiedenen Agenten durchgeführt werden, bestimmt. Diese Datenflüsse oder Interaktionsmuster zwischen den Agenten beschreiben Schnittstellen. Wenn der eine Agent der Benutzer und der andere das System ist, so ist die Schnittstelle ein Teil der Benutzerschnittstelle des Systems. Im letzten Schritt dieser Phase wird die *Machbarkeit* des ganzen Projektes auf Grund der gewonnenen Erkenntnisse abgeklärt. Im Rahmen der Abklärung der Machbarkeit ist die *Anwendbarkeit* der Technologie der wissensbasierten Systeme zu untersuchen. *Figur 3* veranschaulicht den Ablauf der Analyse.

### 511 Analyse der Anforderungen

In diesem Kapitel werden nur die Verifikation, Validation und Evaluation von wissensbasierten Systemen behandelt, da die anderen Aspekte der Anforderungen aus der konventionellen Softwareentwicklung bekannt sind. Die Methoden und Techniken für die erwähnten Tätigkeiten sind nicht sehr weit entwickelt [8].

Unter der *Verifikation* wird der Nachweis der Vollständigkeit, Korrektheit und Konsistenz eines wissensbasierten Systems verstanden. Die *Validation* stellt sicher, dass ein bestimmter Grad an Eineindeutigkeit der Abbildung zwischen zwei Modellen vorhanden ist. Jedes der vier Modelle ist zu validieren und verifizieren, damit Fehler möglichst früh entdeckt werden können. Als Beispiel sind im folgenden die Verfahren für das wissensbasierte System, den Code, skizziert:

#### Verifikation

– Mit einer formalen Überprüfung wird sichergestellt, dass der Formalismus der Implementation korrekt ver-

lyse und die Modellierung de l'interaction entre l'utilisateur et le système expert. Cette activité est dénommée *analyse du genre d'exécution (modalité)*. Vu que cette technique est relativement nouvelle, elle n'est pas encore intégrée à la méthode. Elle est mentionnée dans cet article, vu qu'elle peut aussi être utilisée dans le développement de logiciel. Lors de l'analyse de la modalité, chaque tâche qui contribue à la solution du problème est dotée d'un agent qui peut exécuter une classe de fonctions. On détermine ensuite le flux de données entre les tâches exécutées par différents agents. Ces flux de données ou modèles d'interaction entre les agents décrivent des interfaces. Si un agent est l'utilisateur et l'autre le système, cette interface est une partie de l'interface homme-machine du système. Dans le dernier pas de cette phase, on tire au clair la *possibilité de réalisation* de tout le projet, en se fondant sur les résultats obtenus jusqu'ici. A l'occasion de cette étude, on examine également la *possibilité d'utilisation* de la technologie des systèmes experts. La *figure 3* illustre le déroulement de l'analyse.

### 511 Analyse des conditions à remplir

Seules la vérification, la validation et l'évaluation des systèmes experts sont traitées dans ce chapitre, vu que les autres aspects des conditions à remplir dans le domaine du développement du logiciel sont déjà connus. Les méthodes techniques pour les activités mentionnées ne sont pas très développées [8].

Avec la *vérification*, on apporte la preuve de l'intégralité, de l'exactitude et de la cohésion d'un système expert. La *validation* garantit dans une certaine mesure une réciprocity univoque entre deux modèles. Chacun des quatre modèles doit être validé et vérifié, afin que des

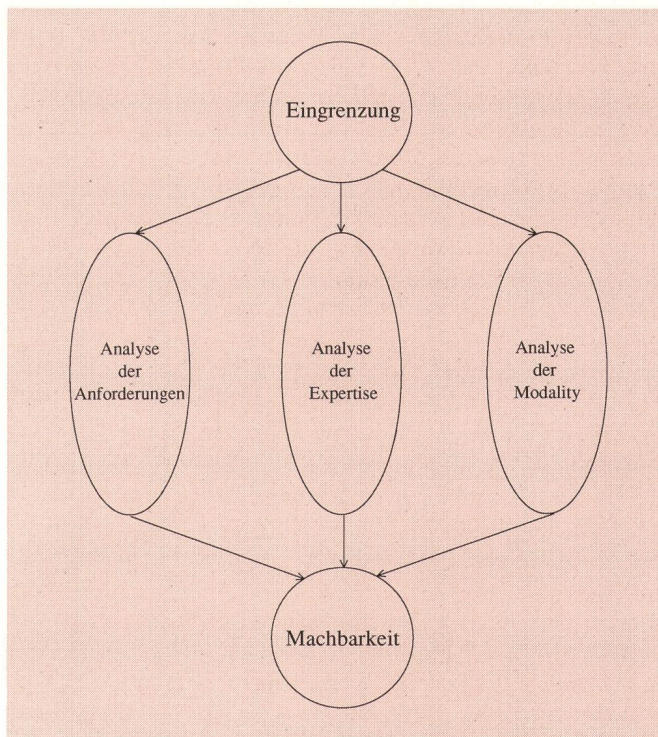


Fig. 3 Die Schritte und Aktivitäten der Phase Analyse – Pas et activités de la phase analyse

wendet wird. Dabei wird geprüft, ob die Syntaxregeln des Formalismus eingehalten wurden.

- Mit der *Verifikation der Struktur* soll unter anderem sichergestellt werden, dass in der Wissensbasis zum Beispiel die Regeln keine zirkulären Schlüsse zulassen oder keine Regeln vorhanden sind, die nie aktiviert werden können.

#### *Validation*

- *Die Funktion eines wissensbasierten Systems ist valid, wenn das System für Testfälle die gleichen Ergebnisse wie ein Experte liefert.*
- *Um diese Tests durchzuführen, ist eine Sammlung von repräsentativen Testfällen, deren Qualität und Repräsentativität auch validiert werden müssen, zu erstellen.*

#### *Evaluation*

- *der Qualität: dabei wird überprüft, ob das System die vorgegebenen Anforderungen erfüllt*
- *des Nutzens für den Anwender des wissensbasierten Systems*
- *der Verwendbarkeit und der Akzeptanz des Systems durch die Benutzer.*

An einem Beispiel soll gezeigt werden, dass eine Verifikation und Validation nicht genügen, um sicherzustellen, dass ein wissensbasiertes System erfolgreich eingesetzt werden kann. Ein validiertes System kann z. B. unbrauchbar sein, wenn der Experte, von dem die Expertise stammt, mit dem System zwar gut arbeiten kann, nicht aber die Anwender. Die Ursache ist in diesem Fall das sehr persönliche Problemlösungsverfahren des Experten. Wichtig ist auch zu wissen, dass ein validiertes wissensbasiertes System falsche Lösungen vorschlagen kann, weil nach der Erkenntnistheorie eine Expertise eine Theorie ist, deren Wahrheit nicht nachgewiesen, sondern nur entkräftet werden kann. Bei Diagnosesystemen für technische Anlagen, die im Fehlerfall keine Menschen gefährden, ist dies nicht kritisch, da bei einer falschen Diagnose bloss der Fehler nicht behoben werden kann. Somit wird jede Diagnose bei der Reparatur gerade auch auf ihre Richtigkeit überprüft. Problematisch ist der Einsatz von wissensbasierten Systemen in Bereichen, wo Menschenleben durch eine Entscheidung des Systems gefährdet sind, wenn kein Experte vorhanden ist, der eine Fehlentscheidung korrigieren kann. In diesem Zusammenhang ist aus juristischer und philosophischer Sicht zu klären, ob eine Maschine Verantwortung übernehmen kann und soll und wie dies allenfalls zu geschehen hätte. Dazu wäre sicher Wissen über die Aufgabenumwelt [9], d. h. die Bedeutung und den Zweck von Wissen und Handlungen, nötig, das in den heutigen wissensbasierten Systemen nicht vorhanden ist.

## **512 Analyse der Expertise**

Diese Tätigkeit kann in die Teilaufgaben Wissenserhebung, -interpretation, -analyse und -modellierung aufgeteilt werden. Diese Teilaufgaben werden so lange iterativ angewandt, bis das Ziel, die Konstruktion eines Modelles der Expertise, erreicht ist. Das Wissen wird mit direkten und indirekten Techniken erhoben und in verbaler Form vom Wissensingenieur protokolliert. Dies führt zum er-

reurs éventuelles soient découvertes aussitôt que possible. Les procédés pour le système expert, à savoir le code, sont esquissés dans l'exemple ci-après:

#### *Vérification*

- *Avec une vérification formelle on s'assure que le formel de l'implémentation est correctement utilisé. On examine ainsi si les règles de syntaxe du formel ont été respectées.*
- *Avec la vérification de la structure on s'assure entre autres choses que les règles de la connaissance de base ne conduisent pas à des déductions en boucle et qu'il n'existe aucune règle qui ne soit jamais activée.*

#### *Validation*

- *La fonction d'un système expert est validée si le système délivre en cas de test les mêmes résultats qu'un expert.*
- *Pour réaliser ces tests, il est nécessaire de créer une série de cas de tests représentatifs dont la qualité et la représentativité doivent également être validées.*

#### *Evaluation*

- *de la qualité: à cet effet, on examine si le système remplit les conditions fixées*
- *des avantages pour l'utilisateur du système expert*
- *de la possibilité d'utilisation et de l'accueil réservé au système par les utilisateurs.*

Sur la base d'un exemple, il est montré que la vérification et la validation ne suffisent pas pour garantir qu'un système expert peut être utilisé avec succès. Un système validé peut par exemple être inutilisable si l'expert, qui a fait l'expertise, peut travailler efficacement avec le système alors que l'utilisateur ne le peut pas. La cause réside dans le fait que l'expert a utilisé des procédés très personnels pour parvenir à résoudre le problème. Il est également important de savoir qu'un système expert validé peut proposer des solutions erronées parce que selon la théorie de la cognition une expertise est une théorie qui ne peut pas être confirmée mais seulement infirmée. Dans les systèmes de diagnostic pour les installations techniques qui, en cas d'erreurs, ne mettent pas des vies humaines en danger, la situation n'est pas critique, vu que dans le cas d'un diagnostic erroné seul le défaut ne peut pas être supprimé. Ainsi, l'exactitude de chaque diagnostic est vérifiée lors de la réparation. L'utilisation de systèmes experts est problématique dans les domaines où des vies humaines sont mises en danger en cas d'une décision erronée du système, si aucun expert n'est disponible qui puisse corriger ladite décision. Dans cette optique, il y a lieu de se demander, tant du point de vue juridique que du point de vue philosophique, si une machine peut et doit prendre des responsabilités et, dans l'affirmative, comment cela devrait se passer. A cet effet, il serait certainement nécessaire de disposer d'une connaissance sur l'environnement de la tâche à résoudre [9] c'est-à-dire de connaître la signification et le but de la démarche ce qui n'est pas le cas dans les systèmes experts actuels.

## **512 Analyse de l'expertise**

Cette activité peut être répartie en activité partielle de prélèvement, d'interprétation, d'analyse et de modélisation du savoir. Ces activités partielles sont utilisées de

sten Modell, den verbalen Daten. Zu den direkten Verfahren gehören

- die Befragung des Experten, wozu folgende Varianten gehören:
  - die Quasi-Befragung, bei der der Experte über die Domäne doziert
  - die strukturierte Befragung, bei der der Experte vorgegebene Fragen beantwortet
  - die fokussierte Befragung, bei der der Experte über einen Teilaspekt vertieft befragt wird
- die Beobachtung des Experten bei der Lösung einer typischen Aufgabe; zu diesen Techniken gehört das laute Denken oder die Gedankenstichprobe, bei der der Experte seine Handlung kommentiert.

Zu den indirekten Methoden zählen unter anderem Assoziationsverfahren und Konstruktgitterverfahren. Beim letzteren Verfahren wird untersucht, welche gemeinsamen Eigenschaften zwei von drei Begriffen haben und wie diese sich vom Dritten unterscheiden. Auf dem Markt sind Wissenserhebungswerkzeuge erhältlich, die sich auf das Konstruktgitterverfahren stützen. Das in verbaler Form vorhandene Wissen, die verbalen Daten, analysiert und interpretiert der Wissensingenieur. Damit kann er ein konzeptuelles Modell der Expertise, das aus den Ebenen Domäne, Inferenz, Aufgabe und Strategie besteht, erstellen. In der *Domänen-Ebene* ist das statische Bereichswissen in Form von *Konzepten* und *Relationen* zwischen Konzepten dargestellt. Die *Inferenz-Ebene* enthält die möglichen Schlussfolgerungen, die mit den Konzepten und Relationen der Domänen-Ebene gezogen werden können. In der *Aufgaben-Ebene* werden Schlussfolgerungen in Aufgaben und Teilaufgaben gruppiert. Die *Strategie-Ebene* beschreibt, wie die Aufgaben situationsgerecht ausgeführt werden. Dieses konzeptuelle Modell nach KADS beschreibt also, wie eine Aufgabe durchgeführt werden kann. Ein Mangel dieses Modells ist, dass damit kein Wissen über die Aufgabenwelt, wie Zweck und Bedeutung, modelliert werden kann [9].

Aufbauend auf solchen Wissensmodellen für eine ganze Unternehmung, die zum Teil in wissensbasierte Systeme umgesetzt würden, wird für die Zukunft ein eigentliches strategisches Wissensmanagement [10] vorausgesagt. Damit soll die Ressource Wissen und Expertise in einem Unternehmen besser genutzt werden.

## 6 Schlussbemerkungen

In diesem Artikel wurde zuerst gezeigt, was ein wissensbasiertes System ist und wozu es verwendet werden kann. Einige Daumenregeln, die zu bestimmen erlauben, ob ein wissensbasiertes System auf ein Problem anwendbar ist, sollen den Leser ermuntern, sich zu überlegen, ob gewisse vorhandene Probleme mit Hilfe von wissensbasierten Systemen besser gelöst werden könnten. Diese Regeln genügen natürlich nicht für eine seriöse Abklärung der Machbarkeit eines bestimmten wissensbasierten Systems. Die kurze Vorstellung einiger verwirklichter Systeme soll dem Leser als Anregung dienen. In diesem ersten Teil des Artikels wurde nur die Projektphase *Analyse* dargestellt, da sie Elemente enthält, die in der konventionellen Programmentwicklung

manière itérative jusqu'au moment où l'objectif, à savoir la construction d'un modèle d'expertise, est atteint. Le savoir est prélevé à l'aide de techniques directes et indirectes et protocolé sous forme verbale par l'ingénieur. Cela conduit au premier modèle, soit aux données verbales. Les procédés de prélèvement directe sont par exemple:

- l'interrogation de l'expert, qui comprend les variantes suivantes
  - l'interrogation approximative au cours de laquelle l'expert renseigne sur le domaine touché
  - l'interrogation structurée au cours de laquelle l'expert répond à des questions précises
  - l'interrogation focalisée au cours de laquelle l'expert est interrogé de manière approfondie sur un aspect partiel de la question
- l'observation de l'expert lors de la solution d'une tâche typique; ces techniques comprennent l'écoute du soliloque ou l'interprétation d'idées isolées pouvant être exprimées lorsque l'expert commande sa façon de procéder.

Il y a lieu de compter les procédés d'association et de matrice de construction. Avec cette dernière méthode, on examine quelles propriétés communes contiennent deux définitions sur trois et comment ces deux définitions se distinguent de la troisième. Des outils de prélèvement de la connaissance, fondés sur le procédé de la matrice de construction, sont disponibles sur le marché. La connaissance mémorisée sous forme verbale - les données verbales - est analysé et interprété par l'ingénieur. Il peut ainsi créer un modèle conceptuel de l'expertise constitué par des niveaux domaine, inférence, tâche et stratégie. Au *niveau domaine*, la connaissance statique du domaine est représenté sous la forme de *concepts* et de *relations* entre les concepts. Le *niveau inférence* contient les déductions qui peuvent être tirées des concepts et des relations du niveau domaine. Les déductions sont groupées en tâches et tâches partielles dans le *niveau tâche*. Le *niveau stratégie* décrit la manière d'exécuter les tâches conformément à la situation. Ce modèle conceptuel selon KADS décrit donc comment une tâche peut être exécutée. Le défaut de ce modèle réside dans le fait qu'il n'est pas possible de modéliser une connaissance concernant l'environnement de la tâche, telle que son but et sa signification [9].

En se fondant sur de tels modèles de la connaissance pour toute une entreprise, qui peuvent être transformés partiellement en systèmes experts, on prévoit pour l'avenir une véritable gestion stratégique de la connaissance [10]. Il devrait être possible ainsi de mieux utiliser les ressources connaissance et expertise dans une entreprise.

## 6 Conclusions

On a d'abord montré dans cet article ce qu'est un système expert et pourquoi il peut être utilisé. Quelques règles empiriques qui permettent de définir si un système expert peut être utilisé à la résolution d'un problème doivent encourager les lecteurs à se demander si certains problèmes existant ne pourraient pas mieux être résolus à l'aide de systèmes experts. Ces règles ne suffisent naturellement pas à un examen sérieux de la

nicht vorhanden sind. Im folgenden zweiten Teil soll die ganze Entwicklung von wissensbasierten Systemen an einem praktischen Beispiel dargestellt und die Technologie der wissensbasierten Systeme bewertet sowie die Einsatzmöglichkeiten bei den PTT-Betrieben gezeigt werden.

### Bibliographie

- [1] *Luft A. L.*: Informatik als Technik-Wissenschaft: Eine Orientierungshilfe für das Informatik-Studium. BI-Wissenschaftsverlag, Mannheim, Wien, Zürich, 1988.
- [2] *Euchner J. and Guillo P. Y.*: Expert Systems in Telecommunications. 10. International Workshop on Expert Systems and their Applications, Tutorial 19, Avignon, 1990.
- [3] Fernmeldedepartement 1989: Facts and Figures. Sektion Strategien und Information, Zentrale Dienste des Fernmeldedepartementes, Bern 1990.
- [4] *Liebowitz J. (ed.)*: Expert Systems Applications to Telecommunications. Wileys Series in Telecommunications, John Wiley & Sons, New York, 1988.
- [5] Specialized Conference Artificial Intelligence, Telecommunications and Computers. 10. International Workshop on Expert Systems and their Applications, Avignon, 1990.
- [6] *Kamimura K.*: Expert Systems Supporting Private Network Design – STRATEGIST for Strategic Decision, and PLANNER for the Multi-media Communication Network Design. NTT Review, 2 (1), January.
- [7] *Hickman F. R., Killin J. L., Land L., Mulhall T., Porter D. and Taylor R.M.*: Analysis for Knowledge-Based Systems. A Practical Guide to the KADS Methodology. Ellis Horwood Books on Information Technology, Chichester, 1989.
- [8] *Lopez B., Meseguer P. and Plaza E.*: Knowledge Based Systems Validation: A State of the Art. AICOM, 3(2), 58-72, June 1990.
- [9] *Laske O. E.*: Ungelöste Probleme bei der Wissensakquisition für Expertensysteme. Organisationsforum Wirtschaftskongress (Hrsg.), 2. Deutscher Wirtschaftskongress «Künstliche Intelligenz Hoffnung und Realität», Köln, März 1989.
- [10] *Wiing K.*: Management of Knowledge Perspectives of a New Opportunity. Proc. of the GDI International Conference on User Interfaces, Rüslikon, 1986.

### Zusammenfassung

#### *Wissensbasierte Systeme im Netzwerkmanagement*

Im ersten Teil dieses zweiteiligen Artikels werden wissensbasierte Systeme oder Expertensysteme definiert. Danach werden anhand einiger Expertensysteme aus dem Telekommunikationsbereich die Einsatzmöglichkeiten bei den Schweizerischen PTT-Betrieben gezeigt. Im letzten Kapitel werden die Unterschiede bei der Entwicklung von wissensbasierten Systemen und konventioneller Software dargestellt. Im zweiten Teil wird dann die Entwicklung eines Prototyp-Systems behandelt. In diesem auf die Praxis ausgerichteten Teil wird gezeigt, mit welchen Methoden und Techniken ein wissensbasiertes System entwickelt werden kann. Auf Grund der gewonnenen Erfahrungen wird die Technologie der wissensbasierten Systeme bewertet und ihr Einsatz bei den PTT dargestellt.

### Résumé

#### *Systèmes experts pour la gestion de réseaux*

La première partie de cet article en deux volets est réservée à la définition des systèmes experts. La deuxième illustre les possibilités d'emploi de quelques systèmes experts du domaine des télécommunications à l'Entreprise des PTT suisses. Le dernier chapitre révèle les différences lors du développement de systèmes experts et de logiciels classiques. Dans la dernière partie, on examine le développement d'un système prototype. Cette partie, réservée à la pratique, indique les méthodes et techniques selon lesquelles un système expert peut être développé. A l'appui des expériences acquises, la technologie des systèmes experts est analysée et leur emploi aux PTT est esquissé.

### Riassunto

#### *I sistemi basati sulla conoscenza nella gestione delle reti*

Nella prima parte di questo articolo (la seconda sarà pubblicata in uno dei prossimi numeri) l'autore definisce i sistemi basati sulla conoscenza o sistemi esperti. Mostra quindi in base ad alcuni sistemi esperti nel settore delle telecomunicazioni quali sono le possibilità d'impiego nell'azienda delle PTT. Illustra infine le differenze esistenti tra lo sviluppo di sistemi basati sulla conoscenza e quello di software convenzionale. Nella seconda parte dell'articolo, più imperniata sulla pratica, l'autore tratta invece lo sviluppo di un sistema prototipo e mostra con quali metodi e tecniche può essere sviluppato un sistema basato sulla conoscenza. In base alle esperienze acquisite, l'autore valuta la tecnologia di questi sistemi e ne illustra l'impiego presso le PTT.

### Summary

#### *Application of Knowledge Based Systems for Network Management*

In the first part of this article, which is published in two parts, the definition of Knowledge Based Systems or Expert Systems is presented. Furthermore, possibilities for their use within the Swiss PTT Enterprises are shown. In the last chapter of this first part the differences in the design phases of knowledge based systems and conventional software are explained. In the second part, which is centered on practical application, the design of a prototype system will be dealt with showing the methods and techniques to be used. Based on the practical experience, the technology of knowledge based systems will be evaluated and their application within the Swiss PTT will be explained.