

**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:** 72 (1994)

**Heft:** 11

**Artikel:** Computerunterstützte Analyse der Kommunikationsbedürfnisse von Unternehmen

**Autor:** Ernst, Joachim / Liver, Beat

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-874735>

### **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:** 30.04.2026

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

# Computerunterstützte Analyse der Kommunikationsbedürfnisse von Unternehmen

Joachim ERNST und Beat LIVER, Bern

## Zusammenfassung *Résumé*

*Computerunterstützte Analyse der Kommunikationsbedürfnisse von Unternehmen*

Die Netzplanungsgüte eines unternehmensweiten Netzes hängt wesentlich von der Qualität der Analyse der Kommunikationsbedürfnisse des Unternehmens ab. Während der Bedürfnisanalyse stellen sich Probleme der Vorhersage von Kommunikationsaufkommen, der Komplexität grosser Unternehmen und der Abstraktionsebene der Beschreibung. Bekannte Methoden werden diskutiert. Eine neue Methode, die auf einem Geschäftsprozessmodell beruht und obige Probleme löst, wird vorgestellt und an einem Beispiel illustriert. Die Aufbau- und Ablauforganisation sowie die Kommunikationstechnologie sind unabhängige Parameter der Analyse, so dass verschiedene Szenarien und die daraus entstehenden Kommunikationsbedürfnisse ermittelt werden können.

*Analyse des besoins en communication assistée par ordinateur pour les entreprises*

La valeur de planification d'un réseau s'étendant à toute une entreprise dépend dans une large mesure de ses besoins et de la qualité de l'analyse. En cours d'analyse, se posent des problèmes de prévision du volume de trafic, de complexité des grandes entreprises et du niveau d'abstraction de la description du réseau. Le présent article examine les méthodes connues et illustre, à l'aide d'un exemple, une méthode nouvelle, fondée sur un modèle de processus, qui sert à résoudre le problème posé. La structure et le déroulement, ainsi que la technologie de communication, constituent des paramètres d'analyse indépendants, de sorte qu'on peut en tirer différents scénarios débouchant sur des besoins en communication.

## Riassunto

*Analisi computerizzata delle esigenze di comunicazione di ditte*

La qualità della progettazione di una rete a livello aziendale dipende fondamentalmente dalla qualità dell'analisi delle esigenze di comunicazione dell'azienda. Durante l'analisi di tali esigenze sorgono problemi concernenti la probabile espansione del settore della comunicazione, la complessità delle grandi aziende e il livello sovente astratto delle descrizioni. Nel presente articolo gli autori esaminano dapprima i metodi conosciuti. Essi presentano e illustrano, con l'aiuto di un esempio, un nuovo metodo che si basa su un modello particolare di organizzazione aziendale. La struttura aziendale, i metodi di lavoro e la tecnologia di comunicazione sono parametri indipendenti nell'analisi. È pertanto possibile individuare diversi scenari e determinare le esigenze di comunicazione che ne derivano.

## Summary

*Computer Assisted Analysis of Corporate Communication Requirements*

The quality of corporate network planning depends essentially on the quality of the analysis of communications requirements of the business. When analyzing the requirements, problems arise regarding forecast of the communications traffic, the complexity of large businesses and the abstraction level of the description. Well-known methods are discussed. A new method based on a business process model and which solves the above problems is presented and illustrated by means of an example. The hierarchical and workflow organization as well as the communications technology are independent parameters of the analysis so that various scenarios and the communications requirements resulting therefrom can be determined.

## 1 Einleitung

Ein *unternehmensweites Kommunikationsnetz (Corporate Network)* ist der Verbund lokaler Kommunikationssysteme über zumeist öffentliche Netze [1]. Es umfasst alle Kommunikationsmittel um Sprache, Daten und Bilder zu übertragen. Die lokalen Kommunikationssysteme sind auf ein Firmengelände bzw. auf eine Unternehmenseinheit begrenzt und durch das *Enterprise Network*<sup>1</sup> (im folgenden kurz *Netz*) miteinander vernetzt. Es besteht aus Teilnetzen, beruhend auf verschiedenen Diensten, wie Mietleitungen, ISDN,

X.25, VPN-artige Dienste (virtuelle Privatnetze), um nur einige zu nennen.

Die Grundlagen für den Entwurf eines Netzes sind die Kommunikationsbedürfnisse eines Unternehmens. Diese geben an, welche Unternehmenseinheit mit welcher anderen Informationen austauscht und von welcher Art und Grösse dieser Informationsfluss ist. Die Informationsflüsse werden als logische Verbindungen qualitativ und quantitativ beschrieben. Mit qualitativen Parametern wird unter anderem festgelegt, ob es sich um eine permanente, zeit- oder volumenkritische Verbindung handelt. Quantitative Parameter beschreiben das durchschnittliche Datenvolumen, die Dauer einer Verbindung und die Anzahl der Verbindungen dieser Art je Tag.

<sup>1</sup> Nach [1] wird im deutschen Sprachgebrauch nicht zwischen Corporate und Enterprise Network unterschieden

Die Kommunikationsbedürfnisse können in einer Tabelle, der *Kommunikationsmatrix (KM)* dargestellt werden. In den Tabellenzellen werden die logischen Verbindungen zwischen den Unternehmenseinheiten eingetragen. Davon ausgehend wird der Netzentwurf in zwei Phasen aufgeteilt (Fig. 1):

- In der Bedürfnisanalyse werden die Kommunikationsbedürfnisse eines Unternehmens untersucht. Ausgangspunkt dieser Untersuchung ist das realweltliche Unternehmen. Das Ergebnis ist eine Kommunikationsmatrix.
- Der eigentliche Netzentwurf beruht auf den Angaben der Kommunikationsmatrix. Er setzt sich aus der Planung und Optimierung eines Netzes zusammen. Eine wesentliche Teilaufgabe ist die Auswahl geeigneter Dienste. Das Entwurfsergebnis ist ein Vorschlag für eine ausführbare Netzkonfiguration, die eine Kostenfunktion optimal erfüllt.

Daraus folgt, dass die Qualität des Netzentwurfes wesentlich von der Genauigkeit der Kommunikationsmatrix abhängt. Im folgenden wird gezeigt, wie diese in geeigneter Güte ermittelt wird.

## 2 Bedürfnisanalyse

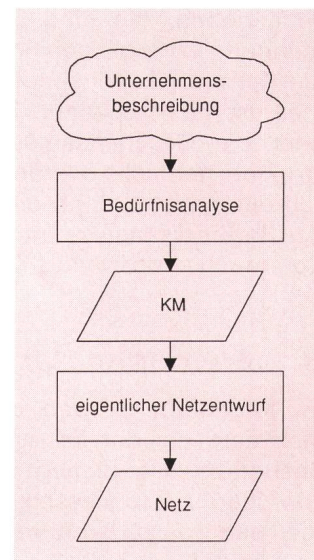
Wären alle Verbindungen in der Kommunikationsmatrix innert nützlicher Frist beschreibbar, würde sich die Bedürfnisanalyse auf deren Ausfüllen beschränken. Leider ist aber diese Herleitung nicht so einfach. Bei der Bedürfnisanalyse sieht man sich mit drei grundsätzlichen Problemen konfrontiert:

### Komplexitätsproblem

Es müssen die möglichen Verbindungen zwischen jedem Paar von Unternehmenseinheiten in beiden Richtungen untersucht werden. Die Zahl der Paare, die sich bilden lassen, steigt quadratisch mit der Zahl der Unternehmenseinheiten. In einem Unternehmen mit  $n$  Einheiten müssen  $n(n-1)$  Kombinationen untersucht werden. Es kann zwar davon ausgegangen werden, dass bei einem grossen Teil der Paare keine Verbindungen zu spezifizieren sind, so dass die Zellen der Matrix leer bleiben. Bei anderen Paaren bestehen jedoch mehrere Verbindungen mit unterschiedlichen Charakteristiken, die beschrieben werden müssen. Dies führt auch zu mehreren Einträgen in den entsprechenden Zellen.

Die Komplexität sei mit einem Beispiel erläutert: Ein Unternehmen besteht aus 50 Einheiten. Dies ergibt eine Kommunikationsmatrix mit 2450 Zellen. Es sei weiter angenommen, dass nur 10 % der Zellen mit einer Verbindung und 4 % mit zwei Verbindungen belegt werden. Die restlichen 2107 Zellen sind leer. Im ganzen sind also 441 Verbindungen einzutragen. Rechnet man mit einer Arbeitszeit von zehn Minuten je Verbindung, braucht die Spezifikation der gesamten Matrix mehr als 73 Arbeitsstunden oder beinahe zwei Wochen.

Fig. 1 Netzentwurf  
KM Kommunikationsmatrix



### Vorhersageproblem

Heute werden Telekommunikationsnetze für einen Zeitraum von drei bis fünf Jahren ausgelegt<sup>2</sup>. Eine Methode, mit der das Verkehrsaufkommen vorhergesagt wird, beruht auf mathematischen Modellen, mit denen bestehende Datenströme in die Zukunft extrapoliert werden. Diese Methode weist einige Probleme auf. So existieren für ein neu zu entwerfendes Netz oder neue Netzknoten keine Statistiken, die hochgerechnet werden können. Dasselbe Problem ergibt sich, falls in einem Unternehmen neue *vernetzte Anwendungen* zur Informationsverarbeitung oder neue *Technologien für den Transfer von Informationen* (im folgenden kurz: *Technologie*) eingeführt werden. Unter vernetzten Anwendungen werden Programme verstanden, die einen Datenverkehr über ein Netz zur Folge haben. Die Vorhersage wird zusätzlich durch einen möglichen Rückkopplungseffekt erschwert: die Bereitstellung von neuen Kommunikationsdiensten kann das Bedürfnis nach ihnen stärker wachsen lassen, als vorhergesagt wurde.

Im allgemeinen ist die Entwicklung des Verkehrsaufkommens von der geplanten Vernetzung und der Entwicklung der Geschäftsbereiche abhängig, in denen vernetzte Anwendungen eingesetzt werden. Die Frage, welche Geschäftsbereiche mit vernetzten Anwendungen unterstützt werden sollen, muss von der Geschäftsleitung entschieden werden. Auch die Entwicklung der Geschäftsbereiche kann vom Netzplaner nicht vorhergesagt werden. Hier ist er auf die Angaben der Unternehmensplanung angewiesen.

### Abstraktionsproblem

Die Angaben in der Kommunikationsmatrix dienen der Abbildung von Verbindungen auf reale Dienste, so dass die gestellten Anforderungen möglichst optimal erfüllt werden. Dementsprechend werden die Verbindungen vor allem mit technischen Parametern

<sup>2</sup> Durch die Möglichkeit, Kapazitäten nach Bedarf («on demand») zuzuweisen, erhöht sich die Flexibilität beim Betrieb eines Netzes erheblich, aber dies ersetzt die Netzplanung nicht

beschrieben, die eine Dienstausswahl und Preisberechnung ermöglichen. In dieser konkreten Form sind die Kommunikationsbedürfnisse in einem Unternehmen oft nicht bekannt. Es können jedoch Angaben über die Geschäftsabläufe und die Organisationsstruktur gemacht werden. Diese Unternehmensbeschreibung ist aber für die Netzplanung zu abstrakt. In der Bedürfnisanalyse müssen daraus stufenweise die Kommunikationsbedürfnisse abgeleitet werden.

### 3 Methoden der Bedürfnisanalyse

Im folgenden werden die wesentlichen Methoden diskutiert, die der Erfassung aktueller Kommunikationsbedürfnisse dienen und helfen, daraus auf die künftigen zu schliessen. Den ersten beiden ist gemeinsam, dass damit versucht wird, den Ist-Zustand zu ermitteln und die Kommunikationsbedürfnisse direkt daraus herzuleiten. Dies entspricht weitgehend dem in Figur 1 dargestellten Schema.

#### *Mündliche und schriftliche Befragungen*

Mit mündlichen Befragungen ist es möglich, sich einen ersten Überblick über die Kommunikationsbedürfnisse eines Unternehmens zu verschaffen. Im besonderen kann so ermittelt werden, wer mit wem Informationen austauscht und welche Technologien zurzeit dazu eingesetzt werden. Zur Erfassung von Zeit- und Häufigkeitsdaten wird anschliessend eine Erhebung mit Fragebogen durchgeführt. Als wirkungsvolle Methode hat sich das Führen von Strichlisten bewährt. Der Aufwand dafür ist verhältnismässig klein, und die Auswertung kann zumindest halbautomatisch vorgenommen werden. Untersuchungen haben zudem gezeigt, dass solche Strichlisten zur Präzisierung der Werte aus den mündlichen Befragungen nötig sind, denn Werte, die nur auf einer Selbsteinschätzung beruhen, sind mit zu grossen Fehlern behaftet [2].

#### *Messen von Datenflüssen*

Falls ein Unternehmen bereits ein Netz einsetzt und dieses ausgebaut oder optimiert werden soll, kann man das bestehende Verkehrsaufkommen messen und aus diesen Daten eine Kommunikationsmatrix erstellen. Zur Vorhersage werden die Messergebnisse mit mathematischen Methoden extrapoliert. In der Praxis werden üblicherweise zwei Arten von Verkehrsmessungen durchgeführt [3]:

- Entweder wird das gesamte Verkehrsvolumen über eine längere Zeitperiode gemessen,
- oder mit Messungen zu bestimmten Zeitpunkten wird das Verkehrsvolumen punktuell erfasst.

Beide Methoden haben Nachteile. Die erste gibt keinen Aufschluss über die Verteilung des Verkehrs, bei der zweiten kann nicht garantiert werden, dass sie repräsentativ ist. Ein weiterer Nachteil beider Verfahren ist, dass im allgemeinen nicht bekannt ist, welche Anwendungen den Datenverkehr erzeugen. Dies wäre aber wichtig, wenn man durch Extrapolation das künftige Verkehrsvolumen abschätzen will. Anwendungsbezogene Messungen sind zwar möglich, aber

mit sehr hohem Aufwand verbunden. Die Verkehrsmessung hat aber den Vorteil, dass die wirklichen Datenflüsse ermittelt werden. Mit Messungen ist es möglich, die Vorhersage von Datenflüssen zu überprüfen und typische Datenvolumina bestimmter Anwendungen festzustellen und zu sammeln.

#### *Abschätzen von Datenflüssen*

Wird in einem Unternehmen ein Telekommunikationsnetz neu installiert oder stark ausgebaut, kann kein bestehender Datenfluss gemessen werden. Trotzdem müssen die Kommunikationsbedürfnisse quantifiziert werden. Eine sehr einfache Methode zur Ermittlung von Datenvolumina besteht im Abschätzen der Bedürfnisse durch Einsetzen der für bestimmte Anwendungen bekannten Übertragungswerte. Aus Erfahrung ist beispielsweise bekannt, welche Übertragungskapazität nötig ist, wenn mit einem Terminal an einem Host gearbeitet wird.

Mit der systematischen Sammlung typischer Fälle aus Messungen und mit Hilfe statistischer Methoden ist es möglich, das Abschätzverfahren so zu verfeinern, dass damit brauchbare Datenflussprognosen erstellt werden können. Die Methode ist jedoch dann zu aufwendig, wenn das zu untersuchende Unternehmen so gross ist, dass die Beziehungen jeder Unternehmenseinheit zu jeder anderen nicht einzeln untersucht werden können (Komplexitätsproblem). In diesem Fall muss ein geeignetes Zwischenmodell des Unternehmens eingeführt werden. Die Analyse der Kommunikationsbedürfnisse wird so in zwei Teilaufgaben zerlegt, d. h. den Aufbau des Zwischenmodells und die Ableitung der Kommunikationsbedürfnisse aus diesem Modell. Das Zwischenmodell stellt eine Abbildung der realen Unternehmung dar, die deren wesentliche Eigenschaften formal wiedergibt.

#### *Bedürfnisanalyse mit Hilfe generischer Informationsflüsse*

Im Werkzeug *Extra* (Editeur expert du traffic), das vom Nationalen Forschungszentrum für das Fernmeldewesen CNET [4] in Frankreich entwickelt wurde, dient die Organisationsstruktur eines Unternehmens als Zwischenmodell. Das Organisationsmodell wird aufgebaut, indem in einem ersten Schritt die Unternehmenseinheiten ihrer Funktion nach typisiert und hierarchisch geordnet werden. Die Unternehmenseinheiten werden mit den für die Kommunikationsbedürfnisse wichtigen Parametern beschrieben. Die Organisationsstruktur einer Bank kann zum Beispiel mit den Typen *Filiale*, *Agentur* und *Zentralstelle* modelliert werden. Als beschreibende Parameter können z. B. die Zahl der Terminals und Angestellten oder jene der verwalteten Konten angegeben werden. In einem zweiten Schritt werden die Kommunikationsbeziehungen zwischen diesen Typen untersucht und als generische Flüsse formuliert. Ein generischer Fluss stellt im wesentlichen eine Regel dar, die definiert, wann zwischen zwei Unternehmenseinheiten ein elementarer Informationsfluss besteht und wie er qualitativ und quantitativ zu beschreiben ist. Ein generischer Fluss einer Bank kann z. B. so beschrieben werden: Er führt täglich vom Typ *Filiale* zum Typ *regiona-*

les Rechenzentrum, seine Grösse beträgt 1000mal die Zahl verwalteter Kundenkonten, und er ist zeitkritisch. Zur Bestimmung des Faktors können — falls vorhanden — Messungen herangezogen werden, die an diesem oder einem ähnlichen Netz durchgeführt wurden. Mit Hilfe der generischen Flüsse und der Beschreibung der Unternehmenseinheiten werden die *elementaren Informationsflüsse* erzeugt. Für das Beispiel bedeutet dies, dass zwischen jeder Filiale und dem zugeordneten regionalen Rechenzentrum ein elementarer Informationsfluss eingesetzt wird. Durch das Zusammenfassen gleichartiger elementarer Informationsflüsse zwischen denselben Unternehmenseinheiten wird die Kommunikationsmatrix gebildet.

#### 4 Bedürfnisanalyse mit Hilfe von Geschäftsprozessmodellen

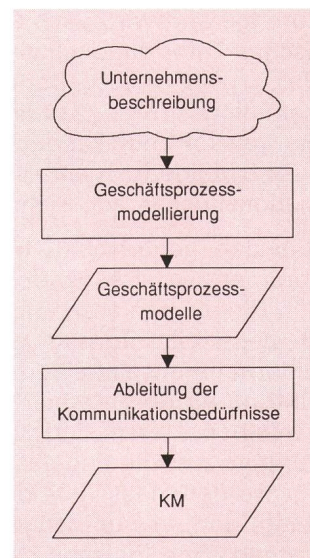
Mit dem Werkzeug Extra werden die Kommunikationsbedürfnisse vor allem aus der Organisationsstruktur eines Unternehmens abgeleitet. Die Informationsflüsse sind an die Unternehmenseinheiten gebunden und werden abhängig von diesen dimensioniert. Im Grunde ist es aber so, dass ein Informationsfluss aus einer Tätigkeit entsteht und die Unternehmenseinheit nur dessen Ursprungsort angibt. Der Weg und das zeitabhängige Volumen eines Informationsflusses hängen dabei im wesentlichen von drei Faktoren ab:

- der Ablauforganisation und dem Ort der Tätigkeiten
- der Häufigkeit, mit der die Tätigkeiten ausgeführt werden und
- der Technologie, mit der die Informationsflüsse abgewickelt werden

Mit Geschäftsprozessmodellen (*Fig. 2*) können diese Aspekte beschrieben werden. Ein Geschäftsprozess besteht aus einer Menge von Tätigkeiten, die durch *abstrakte Informationsflüsse* verbunden sind. Ein äusseres Ereignis löst die erste Tätigkeit eines Geschäftsprozesses aus. Sie wird im allgemeinen Quelle genannt. Von der *Quelle* weg führt ein Informationsfluss zur nächsten Tätigkeit und von dort zur übernächsten. Die letzte Tätigkeit eines Geschäftsprozesses wird Senke genannt. Tätigkeiten und Informationsflüsse sind rekursiv aufgebaut. Was auf einer Abstraktionsebene als eine Tätigkeit angesehen werden kann, erweist sich eine Ebene tiefer als Reihe elementarer Tätigkeiten, die wiederum durch Informationsflüsse verbunden sind [5].

Abstrakte Informationsflüsse verbinden die Tätigkeiten untereinander. Durch die Zuordnung von Tätigkeiten zu Unternehmenseinheiten wird der Weg realer Informationsflüsse festgelegt. Um die Komplexität der Konkretisierung zu vermindern, werden die Tätigkeiten nicht direkt an die Unternehmenseinheiten gebunden. Ähnlich wie im Verfahren Extra werden den Unternehmenseinheiten *Funktionstypen* zugeordnet. Mehreren Unternehmenseinheiten einer Bank kann beispielsweise der Funktionstyp «Filiale» zugeordnet werden, einigen davon gleichzeitig der Funktionstyp «Regionales Zentrum». Für die Tätigkeiten der abstrakten Informationsflüsse wird festgelegt, an wel-

Fig. 2 Bedürfnisanalyse mit einem Geschäftsprozessmodell



chen Funktionstyp sie gebunden sind. So wird z. B. die Tätigkeit «Sparkonto eröffnen» in jeder Unternehmenseinheit des Funktionstyps «Filiale» durchgeführt.

Ferner wird durch die Bindung von Informationsflüssen an Tätigkeiten und nicht direkt an Geschäftseinheiten ein zusätzlicher Freiheitsgrad gewonnen. Dieser erlaubt mit wenig Aufwand, Szenarien von Organisationsformen und deren Konsequenzen auf die Kommunikationsbedürfnisse zu analysieren.

Informationsflüsse von verschiedenen Geschäftsprozessen können auf denselben Informationen beruhen. Mit dem Informationsmodell<sup>3</sup> werden die Transfertechnologien und Archivierungsarten für Informationen festgelegt. Die Zuordnung von Archiven zu bestimmten Unternehmenseinheiten beeinflusst den Weg der Informationsflüsse. Die Technologie beeinflusst unter anderem das Volumen der Informationsflüsse. So ist es ein Unterschied, ob eine Anfrage per Telefon, Briefpost oder elektronischer Post gemacht wird. Durch Einbeziehen der Technologie als unabhängiger Parameter in die Beschreibung von Informationsflüssen gewinnt man einen zweiten Freiheitsgrad. Damit lassen sich die Konsequenzen von Technologieänderungen auf die Kommunikationsbedürfnisse ermitteln.

Die abstrakten Informationsflüsse aus den Geschäftsprozessen werden konkretisiert, indem den Informationen eine Transfer-technologie und den Tätigkeiten Funktionstypen (von Unternehmenseinheiten) zugeordnet werden. So werden generische Informationsflüsse gebildet, die wie im Werkzeug Extra in Form von parametrisierten Regeln angeben, von wo nach wo welche Informationen ausgetauscht werden. Aufgrund der Art der Information und der Transfercharakteristik können ähnliche generische Informationsflüsse zu Klassen zusammengezogen werden. Entscheidende Parameter können hier sein, ob es sich um eine interaktive Verbindung handelt oder nicht, ob der Datentransfer während der Nacht oder am Tag

<sup>3</sup> Das Informationsmodell der Geschäftsprozessmodellierung ist nicht zu verwechseln mit dem Informationsmodell von Datenbanken

durchgeführt wird usw. Die Klassenbildung bei generischen Informationsflüssen beruht auf den für den Netzentwurf massgebenden Charakteristiken der Informationsströme, das heisst sie geschieht aus Sicht der Telekommunikation. Ein abstrakter Informationsfluss bildet jedoch eine Klasse von generischen Informationsflüssen aus Sicht der Geschäftstätigkeiten.

Aus den generischen Informationsflüssen und den Parametern der konkreten Unternehmenseinheit werden die elementaren Informationsflüsse gebildet. Die elementaren Informationsflüsse, die von derselben Unternehmenseinheit zu einer gemeinsamen zweiten führen und deren generische Informationsflüsse von derselben Klasse sind, werden zu logischen Verbindungen zusammengefasst. Dabei muss berücksichtigt werden, dass Teile der Informationsflüsse gleichzeitig, andere nur nacheinander ausgeführt werden können. Eine logische Verbindung stellt ein Kommunikationsbedürfnis zwischen zwei Unternehmenseinheiten dar und wird in die Kommunikationsmatrix eingetragen.

### Diskussion

Die Herleitung von Kommunikationsbedürfnissen aus der Beschreibung der Unternehmenstätigkeit mit Geschäftsprozessen hat unter anderem folgende Vorteile:

- Das Vorhersageproblem wird durch die Kopplung der Prognose an die Entwicklung der Geschäftsprozesse entschärft bzw. auf das Vorhersageproblem der Geschäftsentwicklung zurückgeführt.
- Durch die Beschreibung der Kommunikationsbedürfnisse mit generischen Informationsflüssen wird die Komplexität der Bedürfnisanalyse verkleinert.
- Das Abstraktionsproblem wird entschärft, weil die Unternehmensbeschreibung als Ausgangspunkt der Bedürfnisanalyse in einer Form vorliegt, die in einem Unternehmen bekannt sein dürfte. Zudem werden vermehrt rechnergestützte Werkzeuge eingesetzt, die das Management der Geschäftsprozesse unterstützen, so dass Geschäftsprozessmodelle für die Bedürfnisanalyse vorliegen.
- Dadurch, dass die Technologie als unabhängiger Parameter im Informationsmodell in die Bedürfnisanalyse einfließt, kann deren Einfluss auf das Verkehrsvolumen untersucht werden. Zudem kann ein Kunde, der beispielsweise einen Wechsel von einer Terminal-Host- auf eine Client-Server-Architektur plant, auf die Konsequenzen im Datenverkehr aufmerksam gemacht werden.

Geschäftsprozesse sind bekannte Modelle, die zur Unternehmensplanung und -optimierung eingesetzt werden. Die eingesetzte Kommunikationstechnologie und die Organisation der Geschäftsprozesse stehen in enger Wechselwirkung zueinander. So haben Untersuchungen gezeigt, dass mit der Einführung von elektronischem Datenaustausch nach EDI (Electronic Data Interchange) und der gleichzeitigen Neugestaltung der wichtigsten Geschäftsprozesse eine Effizienzsteigerung im Geschäftsablauf von über 40 % möglich war [6]. Mit einer Bedürfnisanalyse, die die Freiheitsgrade der Unternehmensorganisation und

die Technologiewahl nutzt, kann flexibel auf Veränderungen im Unternehmen reagiert werden. Sie unterstützt die Untersuchung verschiedener Szenarien einer Unternehmensorganisation in einer Art und Weise, dass jeweils grosse Modellteile unverändert wiederverwendet werden können.

Die Herleitung der Kommunikationsbedürfnisse aus den Geschäftsprozessen stellt keinen Ersatz für die anderen Methoden dar, sondern baut auf ihnen auf. Sofern nicht schon Modelle vorliegen, sind Interviews und Fragebogen nötig, um überhaupt zu erfahren, wie die Geschäftsprozesse in einem Unternehmen organisiert sind. Die Methoden der Bedürfnisanalyse müssen durch den Vergleich der Prognosen und der tatsächlich entstandenen Informationsflüsse laufend verfeinert und verbessert werden. Durch das Messen und systematische Sammeln von Datenvolumina können die Zusammenhänge von Geschäftsprozessen, eingesetzter Technologie und entstandenen Informationsflüssen genauer ermittelt werden.

## 5 Beispiel

Am folgenden stark vereinfachten Beispiel wird gezeigt, wie aus einem Geschäftsprozessmodell nach Kapitel 4 die Kommunikationsbedürfnisse hergeleitet werden und welchen Einfluss die eingesetzte Technologie auf das Verkehrsvolumen hat.

### Geschäftsprozess

Ein Kunde will in einer Agentur eines Reisebüros ein Pauschalarrangement buchen. Der Filialmitarbeiter erkundigt sich in der Zentrale, ob die betreffende Reise schon ausgebucht ist oder ob noch freie Plätze zur Verfügung stehen. Ist letzteres der Fall, formuliert der Angestellte den Kundenwunsch und übermittelt ihn als Auftrag an das Hauptquartier. Dort werden dem Kunden eine schriftliche Bestätigung und eine Rechnung ausgestellt. Nach der Bezahlung der Rechnung werden ihm die Reisedokumente zugesandt.

Der beschriebene, reale Vorgang wird als Geschäftsprozess modelliert. Dazu werden in einem ersten Schritt die Tätigkeiten aufgeführt und in eine zeitliche Reihenfolge gebracht. Danach sind sie durch Informationsflüsse miteinander zu verbinden (*Fig. 3a*):

- A. Überprüfen des Platzangebots
- B. Erfassen des Auftrags
- C. Ausstellen der Bestätigung
- D. Ausstellen der Rechnung
- E. Saldoüberprüfung und Auslieferung der Dokumente

Mit dem Ausstellen der Rechnung wird ein weiterer Geschäftsprozess ausgelöst, jener des Inkassos. Darin werden die einbezahlten Beträge verbucht, für unbezahlte Rechnungen Mahnungen ausgestellt usw. Darauf soll hier nicht eingegangen werden.

Die Tätigkeiten werden daraufhin untersucht, ob sie weiter zu zerlegen sind. Als Kriterium hat sich die Einheit von Ort und Zeit bewährt. Eine Tätigkeit wird dann zerlegt, wenn ihre Teiltätigkeiten an verschiede-

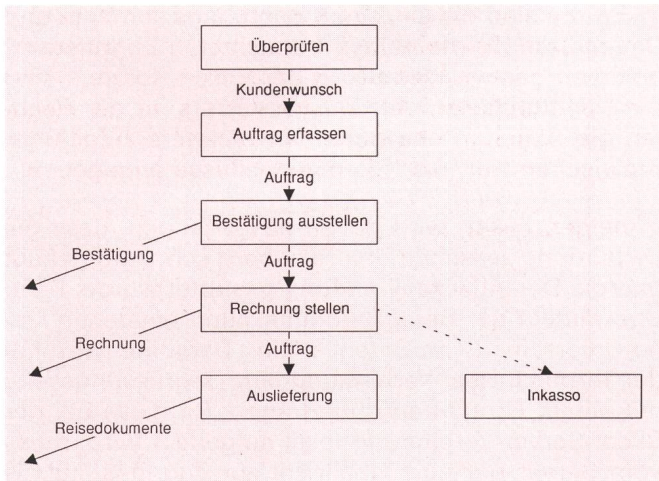


Fig. 3a Geschäftsprozessmodell

nen Orten durchgeführt werden oder die Zeitspanne zwischen ihnen zu gross ist. Im Beispiel wird die Überprüfung des Platzangebotes in die Teiltätigkeiten *Fragen* und *Antworten* zerlegt (Fig. 3b). Dazwischen fließt der bidirektionale Informationsfluss *Anfrage*.

Die Zuordnung der Tätigkeiten zu Unternehmenseinheiten und deren geographischen Lage ist ein wichtiger Schritt beim Modellieren eines Geschäftsprozesses. Aus der Beschreibung des Prozesses ist ersichtlich, dass die Tätigkeiten A und B in der Filiale von einem Mitarbeiter und die Tätigkeiten C bis E in der Zentrale ausgeführt werden. Mit der Einführung eines Netzes können die Geschäftsprozesse umgestaltet werden. So soll z. B. nur noch die Tätigkeit D im Hauptquartier ausgeführt werden, alle anderen werden vom Sachbearbeiter in der Filiale mit Hilfe eines Informationssystems erledigt. Möchte man wissen, welcher Datenverkehr entsteht, wenn die Tätigkeiten verlagert werden, sind sie im Modell an andere Funktionstypen von Unternehmenseinheiten zu binden, die übrigen Parameter bleiben erhalten. Hier soll aber von der ursprünglichen Arbeitsverteilung ausgegangen werden.

### Abstrakte Informationsflüsse

Im Geschäftsprozess des Beispiels sind die folgenden abstrakten Informationsflüsse für die Bedürfnisanalyse massgebend (Fig. 3a):

1. Anfrage, ob die Reise ausgebucht ist (Fig. 3b)
2. Übermittlung des Auftrags an das Hauptquartier
3. Weiterleiten zum Ausstellen der Bestätigung
4. Weiterleiten zum Ausstellen der Rechnung
5. Weiterleiten zur Überprüfung des Saldos und zur Auslieferung der Dokumente

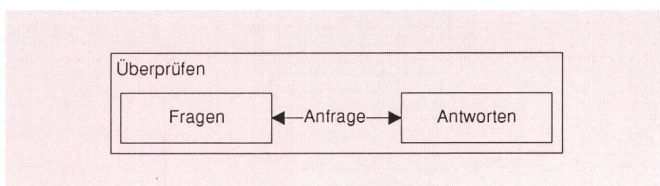


Fig. 3b Tätigkeit und Teiltätigkeiten

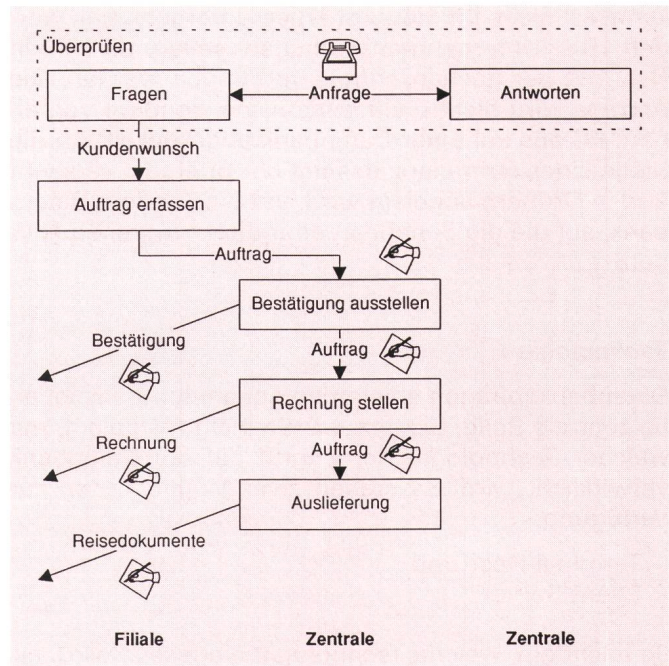


Fig. 4 Geschäftsprozess und Informationsflüsse mit Papier und Telefon

Die Informationsflüsse können auf unterschiedliche Art und Weise verwirklicht werden. Nehmen wir an, die Filiale sei nicht mit dem Hauptquartier vernetzt (Fig. 4). Der Filialmitarbeiter wird telefonisch nachfragen, ob noch freie Plätze vorhanden sind oder nicht. In einem Formular wird er den Kundenwunsch festhalten und mit Briefpost an die Zentrale senden. In der Zentrale wird das Formular von einem Sachbearbeiter weiter behandelt.

Ganz anders werden die Informationsflüsse verwirklicht, wenn man davon ausgeht, dass das Reisebüro ein Rechenzentrum aufbaut (Fig. 5). Aus Platzgründen

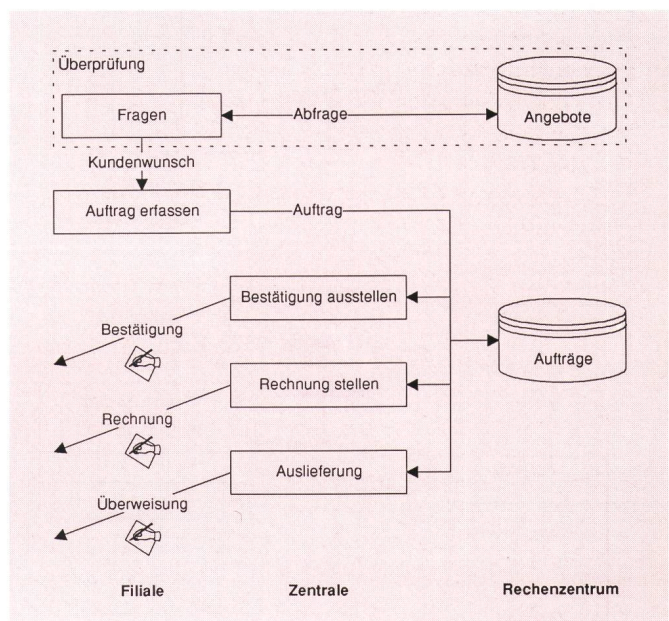


Fig. 5 Geschäftsprozess mit elektronischen Informationsflüssen

kann es nicht im Hauptquartier untergebracht werden. Die Unternehmenseinheiten sollen durch ein Netz mit der Rechenzentrale verbunden werden. Die Anfrage wird nicht mehr telefonisch, sondern von einem PC aus auf einer Datenbank abgewickelt. An die Stelle eines Formulars, das mit der Briefpost versandt und in Ordnern abgelegt wird, tritt eine andere Datenbank, auf die die Sachbearbeiter direkt zugreifen können.

### Technologie

Datenbankabfragen spielen im genannten Beispiel eine zentrale Rolle. Bis jetzt wurde nicht festgelegt, mit welcher Technologie der Zugriff auf die Datenbank verwirklicht wird. Es stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

- Terminal-Host und
- Client-Server

Je nachdem, welche Technologie eingesetzt wird, ergibt sich bei gleichem Verhalten des Benützers eine unterschiedliche Netzbelastung. Als Beispiel wird eine Datenbankabfrage aus obigem Geschäftsprozess in einzelne Handlungselemente zerlegt, und es wird untersucht, welche Daten dabei übertragen werden. Folgende Annahmen stellen einen typischen Verlauf einer Datenbankabfrage dar:

Der Benützer baut eine Verbindung zum Datenbankrechner auf und startet die Datenbankanwendung. Nach der Identifikation mit einem Passwort erscheinen eine Bildschirmseite zur Begrüssung und das Grundmenü. Er wählt eine Maske aus und gibt seine Suchkriterien ein. Das durchschnittliche Suchergebnis besteht aus zwei Einträgen, die auf je einer Bildschirmseite angezeigt werden. Ohne eine weitere Suche zu starten, beendet der Benützer die Arbeit an der Datenbank.

In *Figur 6* sind die einzelnen Handlungselemente und Datenflüsse für die beiden betrachteten Zugriffstechnologien gezeigt. Jeweils in der linken Kolonne sind die Handlungselemente des Benützers, in der Rechten die Aktionen des Datenbankrechners aufgeführt, dazwischen sind die Informationsflüsse angegeben.

In beiden Fällen wird davon ausgegangen, dass die Verbindung zwischen den Rechnern schon aufgebaut und die Datenbankanwendung gestartet wurde. Beim Übermitteln der Benutzeridentifikation entstehen keine Unterschiede im Datenverkehr. Daraufhin wird bei der Terminal-Host-Verbindung eine Begrüssungsseite mit einem Grundmenü übertragen. Da diese bei der Client-Server-Verbindung lokal aufgebaut wird, muss vom Server nur eine Nachricht zur Zugriffserlaubnis übermittelt werden. Ebenfalls lokal läuft darauf die Wahl einer Maske und die Eingabe der Suchkriterien ab. Bei der Terminal-Host-Verbindung wird die Maskenwahl an den Host übermittelt, der darauf eine Maske zum Terminal zurückgibt. Die Suchkriterien werden vom Terminal direkt an den Host weitergeleitet, bei der Client-Server-Verbindung müssen sie in einen Befehl der Datenbank-Abfragesprache umgewandelt werden. Die Ergebnisse der Suche werden bei der Terminal-Host-Verbindung zusammen mit der Anzeigemaske für jeden Bildschirm einzeln übermittelt. Dazwischen wird ein Befehl zum Weiterblättern an den Host gesendet. Bei der Client-Server-Verbindung werden nur die Daten des Ergebnisses übertragen. Der Aufbau der Darstellung am Bildschirm geschieht wiederum ganz auf der Client-Seite.

Zur Berechnung der Datenvolumina werden die folgenden geschätzten Werte eingesetzt:

- Zur Übertragung einer Bildschirmseite und Maske werden 1000 Bytes benötigt, zum Erneuern einer Maske ohne Inhalt 300 Bytes.
- Ein Eintrag der Datenbank ist 550 Bytes gross.

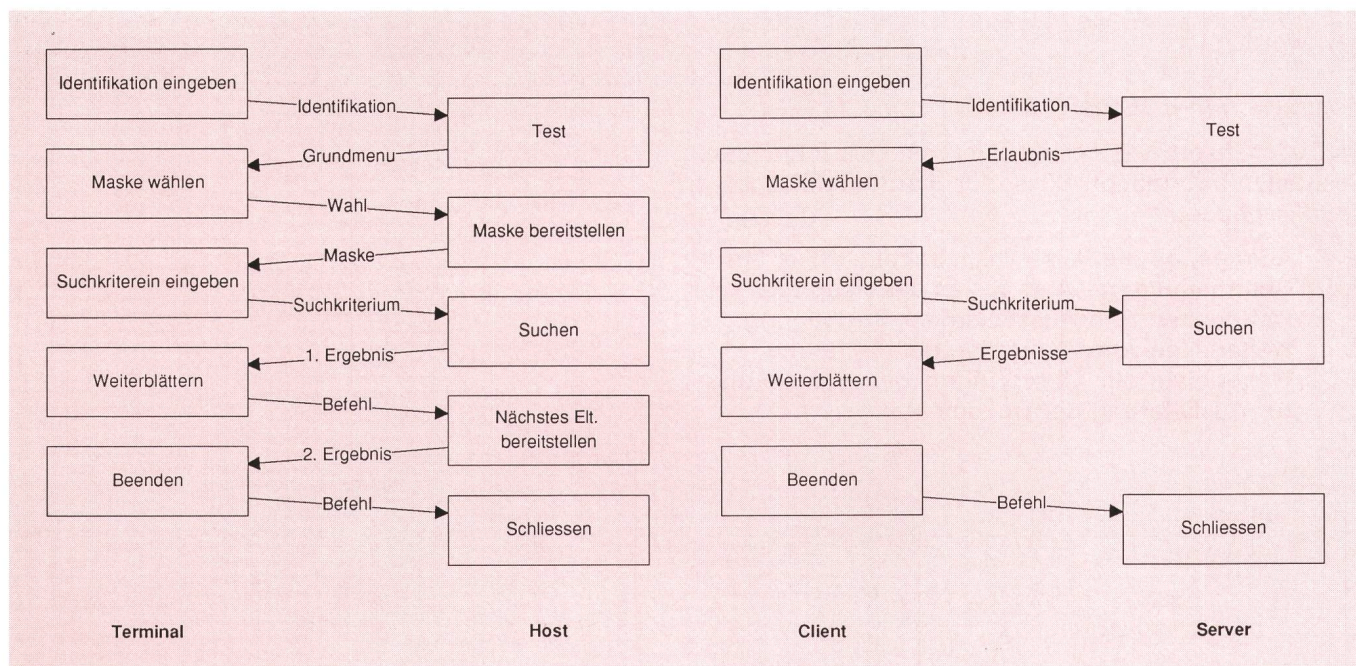


Fig. 6 Kommunikationsdiagramme einer Datenbankabfrage mit Terminal-Host- und Client-Server-Technologie

*Tabelle I. Berechnung der übertragenen Datenvolumina einer Datenbankabfrage*

Übermittelte Daten [Byte]	Terminal-Host	Client-Server
Identifikation	100	100
Grundmenü/Erlaubnis	1000	50
Maskenwahl	25	
Suchmaske anzeigen	1000	
Suchkriterien übermitteln	50	150
1. Ergebnis/Ergebnisse (2 Einträge)	1550	1100
Weiterblättern	25	
2. Ergebnis	850	
Verbindungsabbau	50	50
<b>Total</b>	<b>4650</b>	<b>1450</b>

– Die Suchkriterien sind 50 Bytes gross, die Umwandlung in die Datenbank-Abfragesprache der Client-Server-Technologie verdreifacht die Übertragungsmenge.

Die Berechnung der übertragenen Datenvolumina kann aus *Tabelle I* entnommen werden. Für die Terminal-Host-Technologie ergibt sich ein Datenvolumen von 4650 Bytes, für die Client-Server-Technologie ein Datenvolumen von 1450 Bytes<sup>4</sup>.

Beim Vergleich fällt auf, dass bei der Client-Server-Technologie keine Daten übertragen werden, die der Bildschirmdarstellung dienen. Das Anzeigen von Menüs, Abfragemasken und der gesamten Benutzeranleitung haben keinen Datenverkehr zur Folge. Daraus ergibt sich der viel geringere Datenverkehr.

Kommunikationsbedürfnisse werden nicht in Datenvolumina, sondern in Kapazitäten (Volumen je Zeiteinheit) angegeben. Nimmt man als zusätzliche Forderung an, dass die Datenübertragung für einen Bildschirmaufbau nicht länger als eine Sekunde dauern soll, kann für die Terminal-Host-Technologie eine minimale Kapazität von 12 400 bit/s angegeben werden. Auch wenn das Suchergebnis aus mehr als zwei Einträgen besteht, verändern sich die Kapazitätsanforderungen nicht, da immer bildschirmorientiert gearbeitet wird. Die Kapazität, die bei einer Client-Server-Verbindung verlangt wird, ist etwas schwieriger abzuschätzen. Sie hängt stark von der durchschnittlichen Zahl gleichzeitig übertragener Datenbankeinträge ab. Im günstigsten Fall kann nach der Übertragung des ersten Eintrages mit der Darstellung am Bildschirm begonnen werden, und der zweite Eintrag wird parallel dazu durch einen Hintergrundprozess eingelesen. Dies funktioniert unabhängig von der Anzahl der Suchergebnisse. Als minimale Kapazität können so 4400 bit/s veranschlagt werden.

Im erwähnten Geschäftsprozess wird das Nachführen (Update) von Software nicht berücksichtigt. In regel-

mässigen Abständen wird diese in den Filialen aber erneuert. Im allgemeinen ist eine Client-Software grösser und muss häufiger erneuert werden als ein Terminal-Emulationsprogramm. Dem Vorteil der kleineren Übertragungsmenge beim Arbeiten mit einer Datenbank mit einer Client-Server-Verbindung steht der Nachteil der grossen Datenvolumina für das Update der Software gegenüber. Andererseits ist zu beachten, dass dieser Informationsfluss nicht zeitkritisch ist, da es sich nicht um eine interaktive Arbeit handelt. Die Daten können auch in der Nacht verschoben werden.

#### *Kommunikationsbedürfnisse*

Bisher wurde folgendes erreicht:

- Im Geschäftsprozessmodell wurde der abstrakte Informationsfluss «Anfrage» definiert, der Teil der Tätigkeit «Überprüfen» ist. Er führt von der Unternehmenseinheit, an der Überprüfen durchgeführt wird, zur Datenbank, in der die Angebote für Pauschalarrangements abgelegt sind.
- Durch Zuordnung der Tätigkeit «Überprüfen» zu einer Unternehmenseinheit vom Typ Filiale, Zuordnung der Datenbank zum Rechenzentrum und Festlegung, dass als Technologie Terminal-Host eingesetzt wird, wurde aus dem abstrakten Informationsfluss ein generischer Informationsfluss gebildet. Von diesem wissen wir weiter, dass er etwa 2 min dauert und eine Kapazität von 12 400 bit/s verlangt. Aus Befragungen ist ersichtlich, dass jeder Filialmitarbeiter diesen Informationsfluss im Durchschnitt 12mal täglich in Gang setzt (*Tab. II*).

Aus den generischen können die elementaren Informationsflüsse gebildet werden. Für jeden Mitarbeiter einer Filiale führt dies zu täglich 12 elementaren Informationsflüssen. Sie führen von der Filiale zum Rechenzentrum und sind vom Typ «Interaktive Terminal-Host-Verbindung».

Für jeden Geschäftsprozess müssen die elementaren Informationsflüsse wie beschrieben abgeleitet werden. Die Menge der Informationsflüsse, die von einer

*Tabelle II. Beschreibung eines generischen Informationsflusses*

Produzent:	Filiale
Konsument:	Rechenzentrale
Zeit:	8.00 bis 17.00 Uhr
Dauer:	120 s
Modus:	Interaktiv
Typ:	Datenbankabfrage
Technologie:	<i>Terminal-Host oder Client-Server</i>
Einzelvolumen:	Falls Terminal-Host: 4500 Byte Falls Client-Server: 1500 Byte
Minimale Kapazität:	Falls Terminal-Host: 12 400 bit/s Falls Client-Server: 4400 bit/s
Tagesvolumen:	Mitarbeiter × Aufträge × Einzelvolumen
...	...

<sup>4</sup> Der Einfachheit halber sind in diesen Werten die durch die Übertragungsprotokolle verursachten zusätzlichen Volumina nicht einbezogen

Filiale X zum Rechenzentrum führen, wird in Teilmengen aufgegliedert, deren Elemente von generischen Informationsflüssen derselben Klasse stammen. Mit dem Informationsfluss «Anfrage» bilden beispielsweise alle anderen eine Teilmenge, die vom Typ «Interaktive Terminal-Host-Verbindung» sind, während den Bürozeiten ausgeführt werden und über den ganzen Tag verteilt auftreten. Aus dieser Teilmenge elementarer Informationsflüsse wird die logische Verbindung aufgebaut, die das Kommunikationsbedürfnis zwischen der Filiale X und dem Rechenzentrum darstellt. Die logische Verbindung muss so gross sein, dass im Normalfall und bei statistischer Verteilung keine Informationsflüsse blockiert werden.

In gleicher Weise werden die anderen logischen Verbindungen zwischen den beiden Unternehmenseinheiten gebildet, worauf die Kommunikationsmatrix mit den logischen Verbindungen zwischen allen Unternehmenseinheiten aufgebaut werden kann.

## 6 Schlussfolgerungen

Die Güte der Kenntnis aktueller und künftiger Bedürfnisse in Form einer Kommunikationsmatrix bestimmt die Qualität des Netzentwurfs (des Enterprise Networks). Die Komplexitäts-, Abstraktions- und Vorhersageprobleme sind zu lösen, um die Güte der Kommunikationsmatrix zu verbessern.

Mit der skizzierten Methode, auf einem geeigneten Geschäftsprozessmodell beruhend, können die beiden ersten Probleme gelöst und das Vorhersageproblem auf die Vorhersage des Geschäftsganges zurückgeführt werden. Im weiteren erlaubt dies, die Bedürfnisse, die sich aus Reorganisationen und der Einführung neuer Kommunikations- und Informationstechnologien ergeben, zu ermitteln. Der Aufwand ist verhältnismässig gering, da nur die Änderungen selbst modelliert werden müssen.

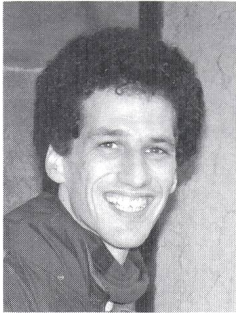
Die Methode zur Herleitung von Kommunikationsbedürfnissen aus Geschäftsprozessmodellen bietet dem Netzanbieter die Möglichkeit, künftige Kundenwünsche abzuschätzen. Den Unternehmen bieten sich neue Organisationsformen wie Parallelentwicklung (Concurrent Engineering), zeitgerechte Lieferung (Just in Time) oder «schlanke» Produktion (Lean Production) an. Neue Technologien zur Verwirklichung von Informationsflüssen wie asynchroner Transfermodus (ATM), Multimedia und verteilte Systeme gewinnen zunehmend an Bedeutung. Der Einfluss dieser Änderungen auf die Kommunikationsbedürfnisse soll untersucht werden, da damit auch potentielle neuartige Telekommunikationsdienste erkannt werden können.

Natürlich ist die Modellierung von Geschäftsprozessen aufwendig, aber die Unternehmen erstellen ohnehin zunehmend solche Modelle, um die Geschäftsabläufe zu optimieren. Dies ist unter dem Schlagwort «Business Process Reengineering» bekannt geworden. Somit sind nur noch die besonderen Aspekte, die bei der Analyse der Kommunikationsbedürfnisse auftreten, zu modellieren. Zudem ist zu bemerken, dass nur die massgebenden zentralen Geschäftsprozesse erfasst werden.

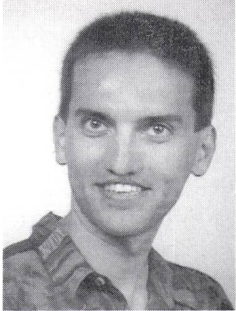
Die Methode ist offensichtlich nur im Zusammenhang mit einem rechnergestützten Analysewerkzeug praktikabel, das die komplexe Modellierung sowie die Berechnung von Szenarien und Kommunikationsmatrizen unterstützt. Das Beispiel zeigt die komplexe Interaktion zwischen abstrakten Informationsflüssen, Technologien und Organisationsformen, obwohl die zeitlichen und stochastischen Aspekte zur Vereinfachung weitgehend weggelassen wurden. Ohne Rechnerunterstützung können all diese Interaktionen in der Analyse kaum korrekt behandelt werden. Der hier dargestellte Ansatz ist vielversprechend, aber weitere Forschungsarbeiten sind nötig, um die Methode zu bewerten und zu verfeinern.

## Bibliographie

- [1] *Oppliger R. und Stüssi Ph. J.* Unternehmensweite Kommunikationsnetze. Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden, 1994.
- [2] *Krallmann H., Feiten L., Hoyer R. und Koelzer G.* Die Kommunikationsstrukturanalyse (KSA) zur Konzeption einer betrieblichen Kommunikationsarchitektur. In: Kurbel K., Mertens P., Scheer A.-W.: Interaktive betriebswirtschaftliche Informations- und Steuersysteme. Walter de Gruyter Verlag, Berlin, New York, 1989.
- [3] *Cole A. C.* Progress in Forecasting and Traffic Measurement Techniques. In: Teletraffic Science for New Cost-Effective Systems, Networks and Services. ITC-12, Torino, 1988. Elsevier Science Publishers B.V. (North-Holland), IAC, 1989.
- [4] *André F.* EXTRA, Telecommunication traffic needs evaluation for corporate network design. FAIST 92, Toulouse, 1992.
- [5] *Ferstl O. K. und Sinz E. J.* From Business Process Modeling to the Specification of Distributed Business Application Systems — An Object-Oriented Approach. In: Bamberger Beiträge zur Wirtschaftsinformatik, Juni 1994.
- [6] *Addor P.* Ablaufprozesse in den Griff bekommen. In: Output (1994) 4, S. 64—65, Goldach, 1994.



**Joachim Ernst**, Dipl.-Informatiker, arbeitet seit April 1994 bei der Direktion Forschung und Entwicklung der Generaldirektion PTT. Bis Anfang 1994 studierte er an der Universität Bern Informatik mit den Schwerpunkten Netzwerkoptimierung, grafische Benutzeroberflächen, Softwareergonomie und relationale Datenbanken sowie Mathematik und Ur- und Frühgeschichte. In seiner jetzigen Position beschäftigt er sich mit Werkzeugen und Methoden des Entwurfs von Enterprise Networks



**Beat Liver**, Dipl. Informatik-Ing. ETH, ist seit Mitte 1989 bei der Generaldirektion PTT in der Direktion Forschung und Entwicklung tätig. Sein Informatikstudium an der ETH Zürich schloss er mit Vertiefung in den Gebieten rechnergestützte Werkzeuge für VLSI, Kommunikation und verteilte Systeme ab. In seiner jetzigen Position erforscht er rechnergestützte Werkzeuge für das Netzwerkmanagement im weitesten Sinne des Wortes, besonders Diagnose und Entwurf, beruhend auf bekannten und neuartigen Informatikverfahren, wie «Constraint Satisfaction Programming», wissensbasierten Systemen usw.

---

*Die nächste Nummer bringt unter anderem:*

*Vous pourrez lire dans le prochain numéro:*

*Potrete leggere nel prossimo numero:*

**12/94**

Utz A.,  
Jergen E.

Neue Rechnung der Telecom PTT  
Nouvelle facture Télécom PTT

Fenner D.,  
Röösli P.,  
Scherler M.

Das digitale Kommunikationssystem Ascotel bcs 8:  
ISDN-Komfort für Kleinbetriebe

Pfister B.,  
Schaub A.

Service téléphonique automatique d'informations  
Servizio telefonico automatico d'informazione

Bajenescio T. I. Which European Strategy for Telecommunications?