

AUFGABENBEZOGENE, DIALOGORIENTIERTE  
SYSTEMENTWICKLUNG

---

Reinhard Keil-Slawik

Referat zum 5. Fachgespräch  
"ANFORDERUNGSGERECHTE SOFTWAREENTWICKLUNG"  
der Fachgruppe Software Engineering der GI

15.-16. November 1984, TU Berlin

Gliederung:

- 1 Einleitung
- 2 Aufgabenbezogene Anforderungsermittlung
  - 2.1 Zugrundeliegende Begriffe
  - 2.2 Vorgehensweise bei der Modellierung
  - 2.3 Verwendetes Darstellungsmittel
- 3 Zusammenfassung und Ausblick

## 1 EINLEITUNG

Die in den siebziger Jahren entwickelten Konzepte und Methoden für die frühen Phasen der Softwareentwicklung orientieren sich vorwiegend an den Eigenschaften des zu erstellenden Produktes Software bzw. den zugehörigen Dokumenten.

Entsprechend dieser nur auf das Produkt bezogenen Sichtweise kommt W. Wulf zu dem Schluß: "Es sind nur die menschlichen Schwächen, die die Qualität von Software begrenzen." Im Gegensatz zu physischen Geräten gilt:

- "(1) Es gibt keine Naturgesetze, die die Toleranz bezüglich der Erstellung eines Programmes begrenzen; es kann exakt nach der Spezifikation gebaut werden.
- (2) Es gibt keine Heisenbergsche Unschärferelation; einmal geschrieben wird sich das Programm genau wie vorgesehen verhalten.
- (3) Es gibt keine Reibung und keinen Verlust; die Korrektheit und Leistung eines Programmes wird nicht abnehmen mit der Zeit" (/Wulf 1979/, S. 40).

Dieser Sichtweise entsprechend sollen Dokumente zur Softwareentwicklung, wie beispielsweise die Anforderungsdefinition hauptsächlich folgende Eigenschaften aufweisen: sie sollen vollständig, eindeutig, konsistent, korrekt und verständlich sein. Als Hilfsmittel zur Erreichung dieser Eigenschaften bieten sich formale mathematische Modelle an, mit deren Hilfe Systemfunktionen beschrieben und verfeinert werden können.

Die damit verbundenen Aussagen und Eigenschaften beziehen sich aber nur auf ein in sich vollkommen geschlossenes System. Vor allem sind sie nur sinnvoll unter den Annahmen, daß es möglich ist:

- ein Programm in allen seinen Laufzeiteigenschaften vollständig formal zu beschreiben,
- das Problem, das mithilfe eines Programmes gelöst werden soll, vollständig formal zu beschreiben,

- die Korrektheit eines Programmes gegenüber seiner Spezifikation formal abzuleiten,
- den Nutzungskontext eines Programmes vor der Entwicklung vollständig zu erfassen,
- den Nutzen eines Programms lediglich nach programminternen Gesichtspunkten zu bewerten.

Die Analyse großer Programme hat jedoch ergeben, daß Software nicht losgelöst vom Einsatzumfeld betrachtet werden kann. Dies wird auch in der von L.A. Belady und M.M. Lehmann gegebenen Definition großer Programme deutlich:

"Ein Programm ist groß, falls der Code so unterschiedlich, so allumfassend ist, daß die Ausführungsreihenfolge sich an die potentielle Vielfalt der Einsatzumgebung anpaßt: die spezielle Eingabe, die erforderliche Ausgabe und die Umgebungsbedingungen während der Ausführung im auszuführenden System selbst und in der Benutzerumgebung. Ein Programm ist groß, wenn es in sich die Vielfalt menschlicher Interessen und Aktivitäten widerspiegelt" (/Belady, Lehmann 1979/, S. 108).

Traditionell werden aber Aspekte aus dem Einsatzumfeld bei der Softwareentwicklung nur unzureichend berücksichtigt. So werden als Anforderungen in der Regel Systemfunktionen beschrieben. Eine klare Trennung zwischen dem, was der Benutzer will und dem, was das System bietet, wird nicht gemacht.

Demgegenüber wird unter der Leitung von Frau Prof. Floyd in der Forschungsgruppe Softwaretechnik an der TU Berlin ein Methodenansatz mit der Bezeichnung STEPS (Softwaretechnik für evolutionäre, partizipative Systementwicklung) entwickelt, der den Erfordernissen einer auf den Menschen und seine Arbeitsaufgaben bezogenen Systementwicklung Rechnung tragen soll. Mit STEPS verbindet sich eine grundlegende Veränderung unserer Sichtweise. Im Vordergrund stehen weniger die Eigenschaften des Produktes Software als vielmehr die Prozesse der Herstellung und der Benutzung.

Schwerpunkte von STEPS sind:

- das prozeßorientierte Modell zur Softwareentwicklung,
- die aufgabenbezogene Anforderungsermittlung,
- der Entwurf von Dialogschnittstellen,
- die inkrementelle Vorgehensweise bei Entwurf und Implementierung mit einer darauf zugeschnittenen Entwurfssprache.

Beim prozeßorientierten Modell werden nicht nur Aktivitäten des Herstellers modelliert, sondern auch Pflichten und Aufgaben des Benutzers. Sie bestehen im wesentlichen darin, die Anforderungen aufzustellen sowie eine Auswertungsgrundlage für jeweils eine vom Hersteller produzierte Systemversion bereitzustellen (/Floyd 1981/). Grundlage für einen Entwicklungszyklus ist die Systemdefinition. Sie besteht aus zwei Dokumenten, der Anforderungsdefinition, die beschreibt, was der Benutzer will und der funktionellen Spezifikation, die beschreibt, was der Hersteller bietet.

Nachfolgend wird eine Vorgehensweise zur aufgabenbezogenen Anforderungsermittlung skizziert, deren Ergebnis die Anforderungsdefinition ist. Es wird ein Darstellungsmittel für die aufgabenbezogene Anforderungsermittlung skizziert, das diese Vorgehensweise geeignet unterstützt. Die dabei zugrundegelegte Sichtweise wird anhand des verwendeten Begriffsnetzes verdeutlicht.

## 2 AUFGABENBEZOGENE ANFORDERUNGSEMITTLUNG

### 2.1 Zugrundeliegende Begriffe

Ausgangspunkt für die Systementwicklung ist die Modellierung von Aufgaben und Tätigkeiten in einer Organisation dergestalt, daß die Einbettung des Rechners in die Arbeitsabläufe aufgezeigt werden kann.

Informationsverarbeitung wird als evolutionärer Prozeß betrachtet (s. /Keil 1985, Information ist Teil des menschlichen Bewußtseins. Zwar kann die menschliche Informationsverarbeitung nicht beschrieben werden, doch können sowohl die einer

Verarbeitung zugrundeliegenden Daten und Objekte angegeben werden, als auch diejenigen, die zwischen den Mitgliedern einer Organisation untereinander und mit Außenstehenden, beispielsweise Kunden und Lieferanten, ausgetauscht werden.

Daten und die ihrer Verarbeitung zugrundeliegenden Regeln - ebenso wie andere durch menschliche Arbeit geschaffene Objekte - können als Standardisierung kommunikativen Verhaltens verstanden werden. So hat sich beispielsweise aus der Vielfalt möglicher Arten der Zeitrechnung im abendländischen Kulturkreis der Gregorianische Kalender durchgesetzt. Der Angabe eines (Kalender-)Datums, die notwendigerweise immer auf eine spezifische Art der Zeitrechnung Bezug nimmt, liegt folglich eine historisch gewachsene Vereinbarung zugrunde, durch die festgelegt wird, nach welchen Regeln und auf welche Art und Weise der Darstellung ein bestimmtes Phänomen oder ein Sachverhalt behandelt wird. Dies gilt auch für physische Objekte, die im Rahmen eines zweckgerichteten Produktionsprozesses immer mit Normen und Verfahrensrichtlinien zu ihrer Herstellung, Verarbeitung und Verwendung versehen sind.

Jedem Entstehen eines Datums geht ein Prozeß der Verständigung und Vereinbarung voraus. Ein solcher Prozeß ist aber nicht ein einmaliger Schöpfungsakt, sondern entspricht einem mehrstufigen Wechselspiel, bei dem sowohl Erzeugung als auch Verwendung untrennbar miteinander verwoben sind. Erst in der Verwendung kann sich die Zweckmäßigkeit einer Vereinbarung erweisen. Damit diese jedoch zustande kommt, muß bereits vorher bei den am Prozeß beteiligten Menschen zumindest eine vage Vorstellung von der späteren Verwendung vorhanden sein. Sinngebung und menschliches Handeln sind untrennbar miteinander verbunden. Aus dieser Sichtweise lassen sich zwei Schlußfolgerungen ableiten:

- Ein Datum, nur für sich genommen, beispielsweise die Zeichenkette 18.3.1985 auf einem ansonsten leeren Blatt Papier, ergibt noch keinen Sinn. Erst die Einbeziehung des Kontextes, der Verweis auf eine letztlich auf den Menschen bezogenen Handlung, beispielsweise die Tatsache, daß am 18. März 1985 das vorliegende Manuskript überarbeitet wurde, stellt einen Zusammenhang her und erschließt durch diese Kenntnis weitere Handlungsmöglichkeiten, in die das Datum einfließt.

- Daten weisen einen unterschiedlichen Grad der Formalisierung auf, d.h. die ihrer Verarbeitung zugrundeliegenden Regeln sind entsprechend dem sie erzeugenden und verändernden Verständigungsprozeß bezüglich Eindeutigkeit und Vollständigkeit unterschiedlich ausgeprägt.

In diesem Sinn können Daten als Gedächtnis begriffen werden; als Ergebnis kommunikativen Handelns dokumentieren sie einen Entwicklungsstand, der zugleich Ausgangspunkt für eine Weiterentwicklung ist.

Der Übergang vom Gedächtnis zu einem Speicher im technischen Sinn beinhaltet die Reduzierung von Daten auf ihren formalen Aspekt, d.h. auf eindeutige Regeln, die eine mechanische bzw. maschinelle Verarbeitung ermöglichen. Das bedeutet aber, daß eine maschinelle Verarbeitung für sich genommen genausowenig einen Sinngehalt erschließt, wie ein isoliertes Datum und erst im Kontext der Maschinenbenutzung ein Sinnbezug hergestellt wird. Die Maschine führt lediglich - den formalen Regeln entsprechend - eine Transformation durch, die bei gleichen Randbedingungen jedesmal das gleiche Ergebnis liefert. Genau dies ist aber beim Menschen nicht der Fall.

Da Softwareentwicklung der Konstruktion datenverarbeitender Maschinen entspricht, ist das Ergebnis immer ein auf formale Aspekte reduziertes Gebilde. Im Rahmen der übergreifenden Systementwicklung kommt es deshalb darauf an, die Bereiche der Reduktion begrifflich zu fixieren, damit während des Entwicklungsprozesses die einer Reduktion zugrundeliegenden Entscheidungen transparent werden.

Neben den bereits beschriebenen Unterscheidungen von Information und Datum sowie Speicher und Gedächtnis wird eine weitere Unterscheidung mithilfe der Begriffe Aufgabe und Tätigkeit vorgenommen. Eine Aufgabe ist das Ziel oder die Pflicht, die ein Mensch vor sich sieht (Brockhaus Enzyklopädie). Aufgaben bedürfen der aktiven Ausgestaltung durch den Menschen; sie hängen zusammen mit "Begriffen wie Verstehen, Sinngebung, Erfolg und Motivation, aber auch mit Verantwortung und Obliegenheit" (/Floyd, Keil 1984/, S. 37). Diese Aspekte können nicht angemessen modelliert und damit auch nicht automatisiert werden.

Dagegen können aber Arbeitsabläufe modelliert werden, die der Mensch zur Realisierung von Aufgaben ausführt. Ein Arbeitsablauf besteht aus einer Folge von Tätigkeiten zur Manipulation von Daten und Objekten. Da es zu jeder Aufgabe eine Klasse möglicher Arbeitsabläufe gibt, folgt daraus, daß

- ein modellierter Arbeitsablauf lediglich ein typischer Repräsentant einer solchen Klasse ist und
- verschiedene Personen, die mit der gleichen Aufgabe betraut sind, unter Umständen unterschiedliche Arbeitsabläufe realisieren können.

Der Zusammenhang von Personen und Aufgaben wird durch den Begriff der funktionellen Rolle hergestellt. Er soll dazu dienen, sowohl die bestehenden als auch die mit der Einführung des Rechners neu zu definierenden Aufgaben mit den Zielen der Organisation und mit den Interessen der Benutzer nach einem zufriedenstellenden und qualifizierten Arbeitsplatz in Verbindung zu bringen. Eine funktionelle Rolle wird erst durch die Wünsche und Bedürfnisse des Menschen mit Leben erfüllt; er verändert sie mit seinen Vorstellungen und im Umgang mit Kollegen und Kunden. Eine funktionelle Rolle wird definiert über Aufgaben. Dabei wird das Konzept jedoch möglichst flexibel gehandhabt. So können an der Realisierung von Aufgaben verschiedene funktionelle Rollen beteiligt sein. Auch gilt, daß eine Person mehrere funktionelle Rollen übernehmen kann.

Das Konzept der funktionellen Rolle ermöglicht damit, Anforderungen von Personen oder Gruppen bezüglich der Übertragung von Aufgaben zu modellieren, und zwar unabhängig von einer möglicherweise für die Identifizierung von Aufgaben und Teilaufgaben vorgegebenen sachlogischen Begründung.

Jede funktionelle Rolle ist mit einem Gedächtnis versehen. Bezogen auf die Analyse von Arbeitsplätzen wird sich die Modellierung im allgemeinen auf die an diesem Platz verwalteten Daten und Objekte beziehen und die Regeln ihrer Verarbeitung. Gedächtnis bedeutet hier, daß eine Person oder Gruppe

von Personen durch ihre Erfahrung im Umgang mit diesen Daten und Objekten immer mehr Informationen besitzt als aus dem jeweils aktuellen Zustand des Datenmaterials ableitbar ist.

Da es gilt, mit der Modellierung der Arbeitsaufgaben in erster Linie Anforderungen zu ermitteln, dabei aber darauf zu achten ist, daß Lösungsmöglichkeiten nicht unnötig eingeschränkt werden, ist es nötig, den Begriff der Anforderungen zu präzisieren. Im Gegensatz zu einem weitverbreiteten Verständnis, bei dem Anforderungen und Systemfunktionen in eins gesetzt werden, unterscheiden wir:

Funktionelle Anforderungen legen fest, für welche Eingaben das System welche Ausgaben liefern soll.

Leistungsanforderungen beziehen sich auf die optimale Ausnutzung der Betriebsmittel; sie beinhalten die Angabe von Mengengerüsten.

Handhabungsanforderungen spezifizieren Aspekte der Benutzerschnittstelle, das Ein-/Ausgabeformat von Daten, die Fehler- und Ausnahmebehandlung, die Gerätebedienung usw.

Einbettungsanforderungen beziehen sich auf die organisatorische Einbettung in die Arbeitsabläufe. Sie umfassen die Regelung von Zugangsberechtigung, die Zerlegbarkeit und Kombinierbarkeit von Funktionen, die Benutzung bereits vorhandener Systeme usw.

Im Rahmen der aufgabenbezogenen Anforderungsermittlung müssen diese für die funktionelle Analyse benötigten Angaben zur Verfügung gestellt werden.

## 2.2 Vorgehensweise bei der Modellierung

Die nachfolgend beschriebene Vorgehensweise bei der aufgabenbezogenen Anforderungsermittlung beschreibt lediglich eine von vielen möglichen. Je nach dem Kenntnis- und Erfahrungsstand der beteiligten Personen und nach der jeweiligen Problemsituation wird diese Vorgehensweise variieren.

Die in dieser Beschreibung angegebenen, sequentiell auszuführenden Schritte oder Phasen sind insofern idealtypisch, als sie nicht eine streng methodisch einzuhaltende zeitliche Reihenfolge nahelegen, sondern sowohl aus Gründen einer zusammenfassenden Erläuterung gewählt wurden, als auch aus Gründen, die den bisherigen Erfahrungs- und Kenntnisstand des Autors widerspiegeln.

Die Anforderungsermittlung teilt sich in zwei Phasen, die Aufgabenanalyse und die Beschreibung der Rechnereinbettung.

Bei der Aufgabenanalyse beginnt die Modellierung mit der Festlegung der funktionalen Rollen. Jeder durch menschliche Tätigkeiten realisierte Austausch von Daten und Objekten kann unter Bezugnahme auf ein zugrundeliegendes Gedächtnis als funktionelle Rolle modelliert werden. Funktionelle Rollen können ineinander geschachtelt sein. Beispielsweise können Verwaltungskräfte, Benutzer und ein geschäftsführender Leiter funktionelle Rollen im Rahmen einer Fachbibliothek sein, die wiederum selbst als funktionelle Rolle modelliert wird. Das Gedächtnis der Fachbibliothek kann z.B. durch die Bücher, die Kataloge und die Ausgabeverzeichnisse verkörpert werden, das der Verwaltungskraft durch eine Liste von anzuschaffenden Büchern, Lieferscheinen, Rechnungen usw. Gibt es eine eindeutige Zuordnung in der Form, daß z.B. die Bücher nur von der Verwaltungskraft an ihren Platz gestellt werden und von dort entnommen werden, so ist es sinnvoll, die Bücher als Gedächtnis dieser funktionellen Rolle zu betrachten, auch wenn sie aus sachlogischen Erwägungen heraus eher zusammen mit den Katalogen als Gedächtnis der Fachbibliothek betrachtet werden könnten. Entscheidend ist immer die Verbindung zum eigenverantwortlichen bzw. gemeinschaftlichen menschlichen Handeln.

Entsprechend den von den funktionellen Rollen zu erledigenden Aufgaben werden für alle zur Erledigung dieser Aufgaben erforderlichen Daten und Objekte Tätigkeiten modelliert, die ein Datum bzw. Objekt in einen anderen Bearbeitungszustand überführen. Das gewünschte Ergebnis (Objekt in einem festgelegten Bearbeitungszustand) wird an andere Rollen weitergegeben oder verbleibt im Gedächtnis der Rolle. Auf diese Weise werden alle Arbeitsabläufe jeweils bezogen auf eine funktionelle Rolle modelliert.

Bezogen auf die Modellierung anderer funktioneller Rollen müssen die Schnittstellen zwischen den Rollen überprüft werden. Es muß festgestellt werden,

- ob alle Ergebnisse verwendet wurden,
- ob die Beschreibung eines Ergebnisses, das von einer Rolle geliefert wird, mit der Beschreibung der Rolle übereinstimmt, die dieses Ergebnis weiterverarbeitet und
- ob für bestimmte Ergebnisse auch eine Rückkopplung erfolgt ist, d.h. ob beispielsweise nach einer erfolgten Mahnung zur Rückgabe eines Buches eine weitere Mahnung erfolgen muß.

Funktionelle Rollen ermöglichen, insbesondere durch die explizite Beschreibung eines Gedächtnisses, sowohl die Innen- wie auch eine Außensicht. Nach innen gibt es eine gewisse Autonomie der Entscheidung, wie die Tätigkeiten ausgeführt werden, auf welche Art und Weise Zwischenergebnisse verwaltet werden, und wie das den einzelnen Tätigkeiten unterliegende Gedächtnis gestaltet wird. Nach außen sind die Daten und Objekte, die weiterverarbeitet oder geliefert werden, mit ihrem Bearbeitungszustand präzise festzulegen. Da die modellierten Arbeitsabläufe nur beispielhaften Charakter haben, soll keine unnötige Sequentialisierung vorgenommen werden und sollen Tätigkeiten nur soweit verfeinert werden, wie es zum Verständnis des erzeugten Ergebnisses erforderlich ist.

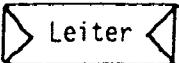
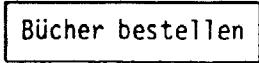
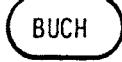
Nach der Aufgabenanalyse wird festgestellt, ob und in welchem Umfang Tätigkeiten DV-technisch realisiert werden sollen. Die Rechnereinbettung beschreibt, was der Benutzer wofür benötigt. Soweit dabei spezifische Wünsche an die Ausführung vorhanden sind, enthält eine solche Beschreibung immer auch Angaben über das

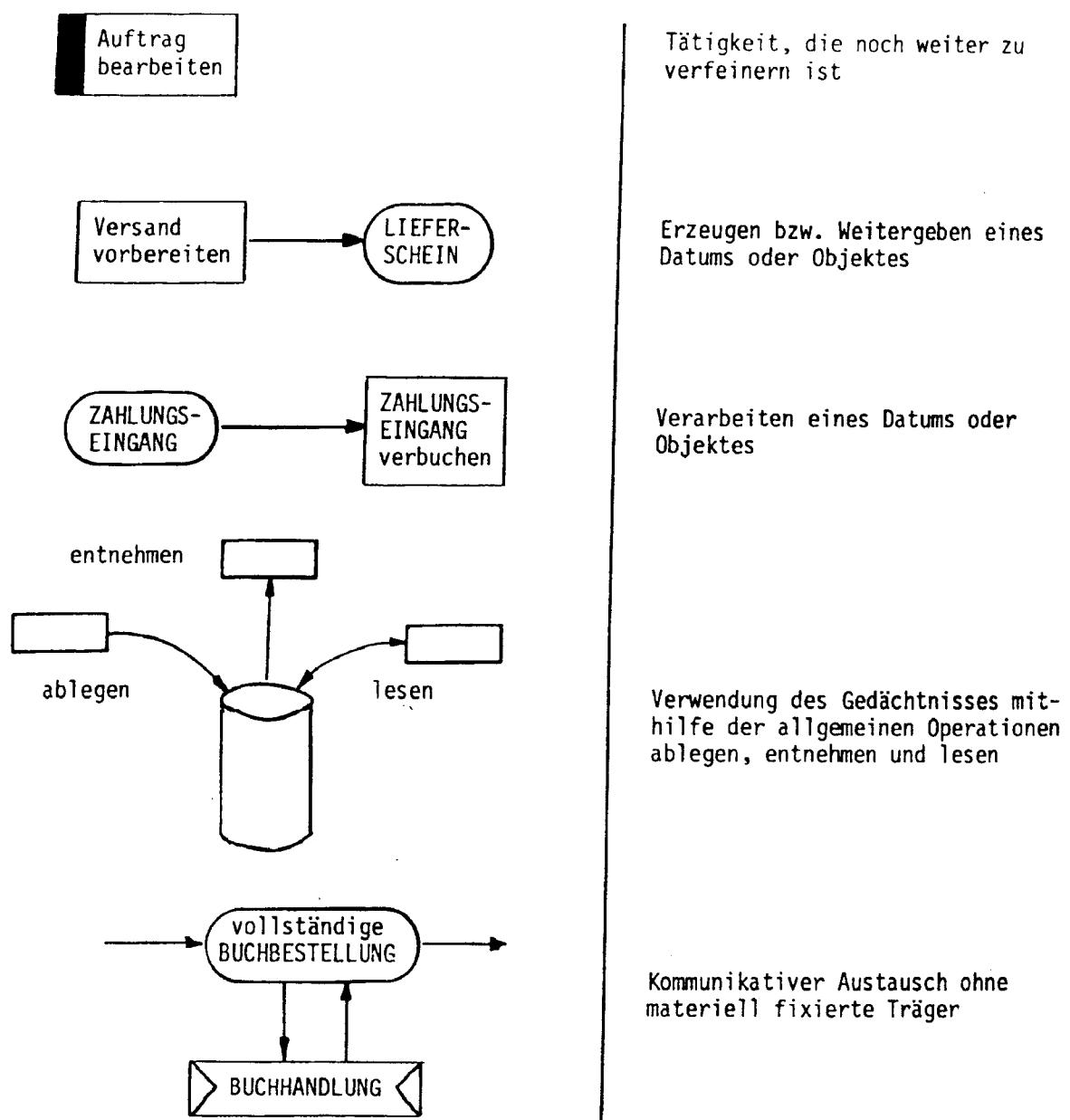
WIE - die mögliche Realisierung. Die Beschreibung konzentriert sich auf die Arbeitsaufgaben und geht bezogen auf den Rechner nur soweit, wie es zur Beschreibung der Einbettung in die Arbeitsaufgaben erforderlich ist. Dazu wird der Rechner als modifizierte funktionelle Rolle eingeführt. Der wesentliche Unterschied zu anderen Rollen besteht darin, daß für den Rechner kein Gedächtnis modelliert wird, sondern lediglich Funktionen angegeben werden sowie ihr Bezug zu den Tätigkeiten des Benutzers. Die Entwicklung eines logischen Datenmodells und die Gestaltung der Benutzerschnittstelle erfolgt in der nachfolgenden Phase der funktionellen Analyse.

Die Rechnereinbettung beschreibt bisher nur die im Zusammenhang mit dem Rechner änderten Arbeitsabläufe. Bevor dieses Konzept in einem weiteren Entwicklungszyklus zum Ausgangspunkt neuer oder veränderter Anforderungen gemacht wird, sind die Netze um die gegenüber der Aufgabenanalyse unveränderten Rollen und Arbeitsabläufe zu ergänzen und die Lexika entsprechend zu erweitern. Außer zu Beginn einer Entwicklung wird also in einem Zyklus jeweils nur die Rechnereinbettung entwickelt.

### 2.3 Verwendetes Darstellungsmittel

Funktionelle Rollen, Arbeitsabläufe, Tätigkeiten, Daten und Objekte werden durch Aufgabennetze beschrieben. Dabei werden folgende Symbole benutzt:

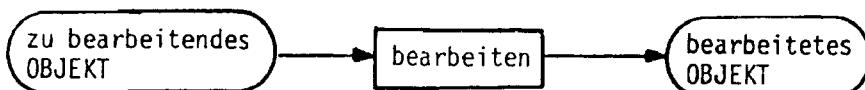
Symbol	Bedeutung
	Funktionelle Rolle
	Tätigkeit
	Daten oder Objekte
	R: Finanzrichtlinien Gedächtnis, kann mit Referenzen auf Regeln oder Gesetze versehen sein



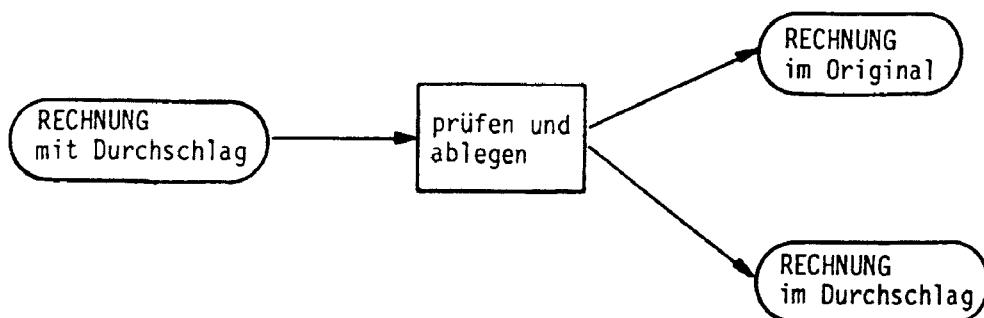
Bei der Modellierung wird davon ausgegangen, daß jeweils ein Netz oder Teilnetz auf einem Blatt mit einem entsprechenden Kopf vorhanden ist. Dieser Blattkopf enthält die Bezeichnung der funktionellen Rolle, die modellierte Aufgabe sowie, soweit es sich um eine Verfeinerung handelt, die Angabe der zu verfeinernden Tätigkeit.

In Anlehnung an allgemeine Petri-Netze aus Aktivitäten und Mitteln (bzw. aus Instanzen und Kanälen) entspricht die Verfeinerung einer Tätigkeit einem Netzmorphismus, d.h. eine Tätigkeit wird durch ein tätigkeitsumrandetes Netz ersetzt (vgl. /Kupka, Maass, Oberquelle 1981/, S. 29); die Umrandung wird gestrichelt gezeichnet.

Um die einzelnen Bearbeitungsschritte zu charakterisieren, wird ein Objekt neben seinem Bezeichner noch mit einem Attribut versehen, das seinen jeweiligen Bearbeitungszustand charakterisiert. Damit Bezeichner und Attribute unterscheidbar sind, werden die Bezeichner in großen Buchstaben notiert:

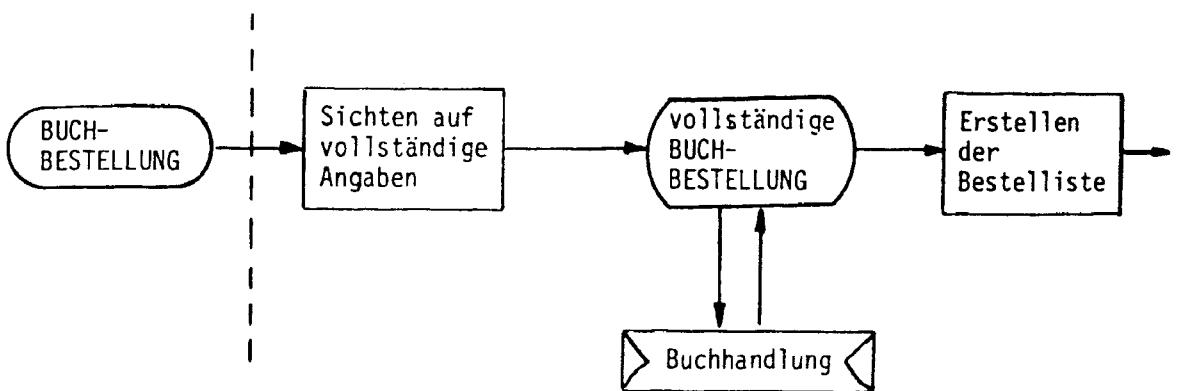


Die Modellierung von Daten bezieht sich letztlich immer auf ein physisches Objekt, das als materieller Träger einem Datum eine beschreibbare und durch Regeln festlegbare Existenz verleiht. Objekte, die nur "gedacht" werden, können nicht angemessen modelliert werden. Tatsächlich kann für eine Tätigkeit nur modelliert werden, was als sichtbare Voraussetzung eingeht und welches sichtbare Ergebnis entsteht. Erfahrung, Kreativität und Qualifikation desjenigen, der die Tätigkeit ausführt, können nicht angemessen dargestellt werden. Die Tätigkeitsnetze beziehen sich nur auf die explizit darstellbaren und in ihren Verknüpfungen analysierbaren Verarbeitungsprozesse. D.h. jedes Objekt wird durch eine Tätigkeit erzeugt und verarbeitet. In diesem Sinne kann das Attribut als Charakterisierung des Bearbeitungszustandes auch auf zwei physisch unterschiedliche Gebilde verweisen, die sich zwar hinsichtlich ihrer weiteren Verarbeitung unterscheiden, nicht jedoch hinsichtlich des zu erschließenden Bedeutungsgehaltes, was durch die Wahl desselben Bezeichners für beide Objekte ausgedrückt wird:



Attribute sind frei wählbare Beschriftungen; sie beziehen sich jeweils auf ein Objekt. Entsprechend dem gewählten Sprachgebrauch ist ein BUCH ein Objekt, ebenso wie eine KARTEIKARTE mit den bibliographischen Angaben oder auch der AUTORENNAME, wenn er beispielsweise auf einem Blatt Papier notiert wird oder aber auf einem Datensichtgerät ausgegeben wird.

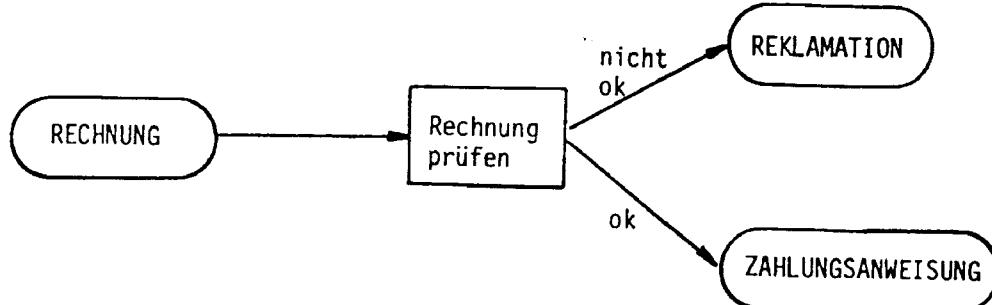
Ausnahmen hiervon sind Telefongespräche oder der persönliche Kontakt beispielsweise zwischen einem Kunden und einem Sachbearbeiter, da hier die Objekte des Austausches nur während des Zeitpunktes der Tätigkeit bestehen und insofern weder als Ergebnis der Tätigkeit noch als ein zu bearbeitendes Objekt vor Beginn dieser Tätigkeit angemessen modellierbar sind. Ein solcher Vorgang, der als kommunikativer Austausch bezeichnet wird, kann sich aber bezüglich der weiteren Arbeitsabläufe in einem physisch fixierten Ergebnis niederschlagen, beispielsweise beim Ausfüllen eines Formulars oder bei der Auswahl eines oder mehrerer Objekte aus einer Menge usw. Da ein solcher kommunikativer Austausch zwischen funktionellen Rollen nicht statisch fixiert ist, d.h. nicht zeitlich und materiell bezüglich Art und Reihenfolge der auszutauschenden Objekte festgelegt ist, es aber wichtig ist festzuhalten, daß ein solcher Austausch stattfindet, wird die funktionelle Rolle, mit der der Austausch stattfindet, direkt an das zu bearbeitende Objekt gekoppelt:



Beispielsweise müssen Vorschläge von Bibliotheksbenutzern zur Bestellung von Büchern dahingehend überprüft werden, ob die Angaben für das Anfertigen einer Bestelliste ausreichend sind. Um zeitliche Verzögerungen zu vermeiden,

versucht das Bibliothekspersonal in Rücksprache mit der Buchhandlung festzustellen, inwieweit im Zweifelsfall die vorhandenen Angaben hinreichend und eindeutig sind. Da ein solcher kommunikativer Austausch wesentlich vom Einzelfall und der Sachkenntnis der beteiligten Personen abhängt, kann er nicht detailliert modelliert werden. Ein solcher Austausch deutet zugleich auf einen vorhandenen Ermessensspielraum hin.

Arbeitsabläufe, modelliert durch Tätigkeiten und Objekte, beschreiben also lediglich die bezüglich der Verarbeitung notwendig einzuhaltende Reihenfolge. Im Gegensatz zum kommunikativen Austausch, wo die Frage der Verbindung zu anderen funktionellen Rollen von der Entscheidung desjenigen abhängt, der die entsprechende Tätigkeit ausführt, legt der Austausch von Objekten zwischen Rollen die Reihenfolge von Tätigkeiten bezogen auf das jeweilige Objekt fest. Jede Tätigkeit verbraucht also bestimmte Objekte und erzeugt ein oder mehrere Ergebnisse, die unabhängig voneinander weiterverwendet werden können. Besteht jedoch ein Zusammenhang zwischen den Ergebnissen in Form einer mit der Tätigkeit verbundenen Entscheidung, kann dies durch Kantenprädikate ausgedrückt werden:



Alle in den Netzen benannten Objekte werden in entsprechenden Lexika aufgeführt. Das Dialoglexikon enthält alle zwischen den funktionellen Rollen ausgetauschten Objekte. Für jede funktionelle Rolle wird ein Rollenlexikon angelegt, das alle nur von dieser Rolle bearbeiteten Objekte und das Gedächtnis enthält.

Die Netze und Lexika der Ist-Analyse sind Ausgangspunkt zur Entwicklung des Soll-Konzeptes.

Bezogen auf die Netze als Darstellungsmittel ändert sich mit der Einführung des Rechners als eine Art funktioneller Rolle ohne Gedächtnis lediglich die Art der Kanten. Und zwar werden zur Unterscheidung der Interaktionen zwischen Menschen untereinander und denen zwischen Mensch und Rechner die Kanten verstärkt gezeichnet, die die Schnittstelle zwischen den Rechnerfunktionen und den menschlichen Tätigkeiten markieren. Darüberhinaus können Doppelpfeile verwendet werden, um anzudeuten, daß es sich bei einer bestimmten Interaktion nicht nur um eine reine Eingabe (z.B. ein Funktionsaufruf) oder Ausgabe (z.B. Druckerausgabe) handelt, sondern vermutlich ein wenn auch eingeschränkter Dialog stattfindet.

Für die neu hinzukommenden Rechnerfunktionen wird ein Funktionslexikon erstellt. Die Objekte der Mensch-Rechner-Schnittstelle werden nicht in das Schnittstellenlexikon aufgenommen sondern in einem getrennten Dialoglexikon.

Alle Lexika enthalten alphabetisch sortiert nach den Bezeichnern eine Kurzbeschreibung des Objektes. Interaktions- und Rollenlexika enthalten zusätzlich eine Erläuterung der Attribute sowie eine Beschreibung der Objektstruktur. Das Funktionslexikon enthält neben den Erläuterungen Hinweise zur Handhabung sowie die Angabe der zu verarbeitenden Mengen. Das Dialoglexikon verzeichnet die Ein-/Ausgabe-Daten. Neben der Kurzerläuterung enthält es Hinweise auf die Struktur der Daten, soweit diese vom Benutzer vorgeschrieben werden (z.B. der Aufbau einer Kundennummer).

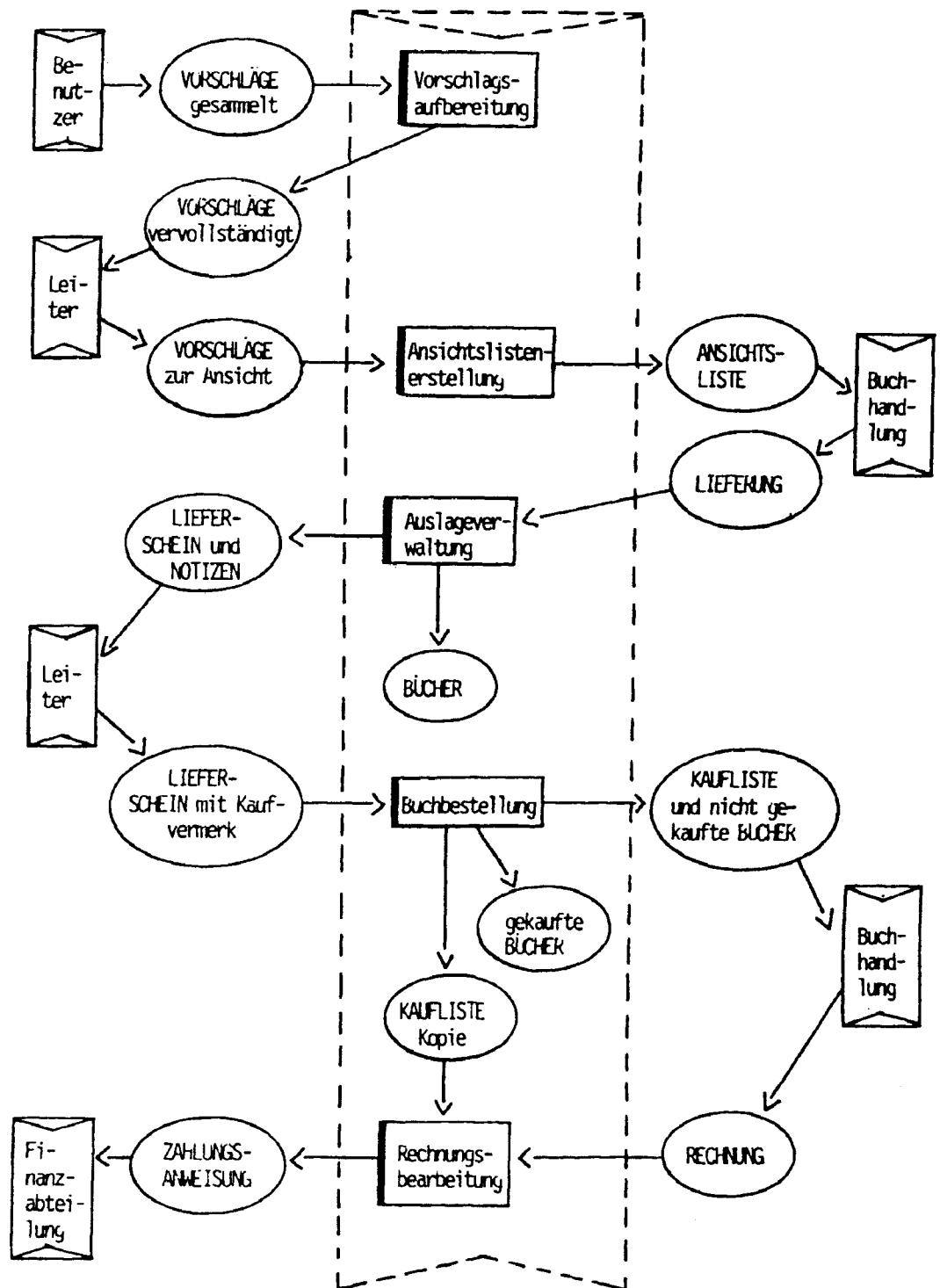
Es ist zu beachten, daß die hier vorgestellten Netze und Lexika nur ein Teil eines Dokumentes Anforderungsdefinition sind. Dieser Teil wird ergänzt durch allgemeine Rahmenanforderungen, sowie langfristige Ziele und Wünsche der Benutzer insbesondere hinsichtlich späterer Erweiterungen und zu erwartenden Änderungen. Allgemeine Rahmenanforderungen können sich beispielsweise beziehen auf die Hardware (z.B. Ein-Platz-System), generelle Eigenschaften der Software, die ergonomische Gestaltung des Arbeitsplatzes, die Gestaltung von Handbüchern, Schulung und Mitarbeiterqualifikation, zeitliche Rahmenbedingungen usw.

Nachfolgend werden einige Ausschnitte aus einem größeren Beispiel vorgestellt.  
Sie sollen in erster Linie den Gebrauch der Netze und Lexika veranschaulichen.  
Auf Vollständigkeit und detaillierte Beschreibung des Problems wird daher  
verzichtet.

Aufgabe: Bestandsaufbau

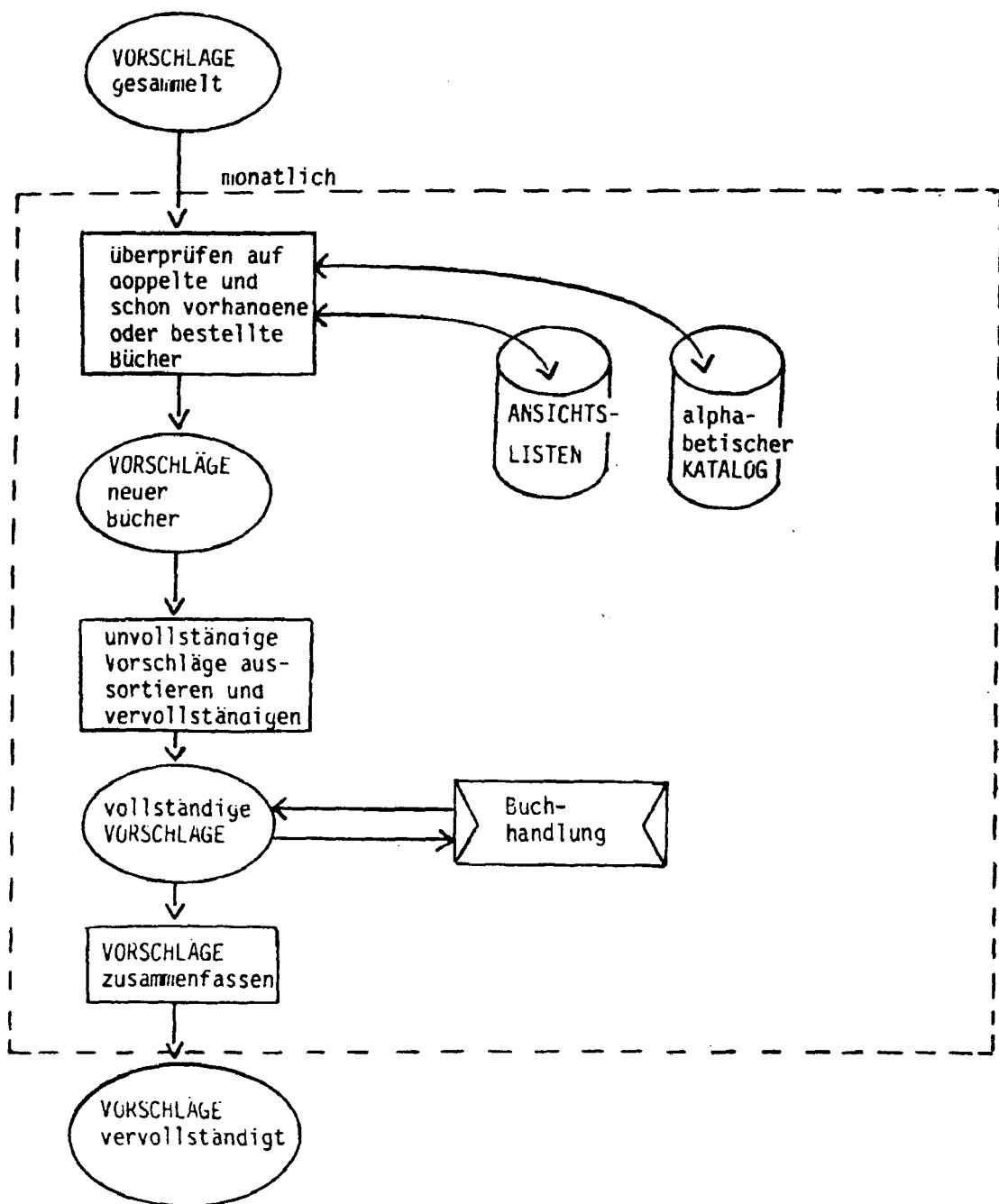
Funktionelle Rolle: Verwaltungskraft

Tätigkeit:



Beispielnetz aus der Aufgabenanalyse

Aufgabe: Bestandsaufbau  
Funktionelle Rolle: Verwaltungskraft  
Tätigkeit: Vorschlagsaufbereitung



Beispielnetz aus der Aufgabenanalyse

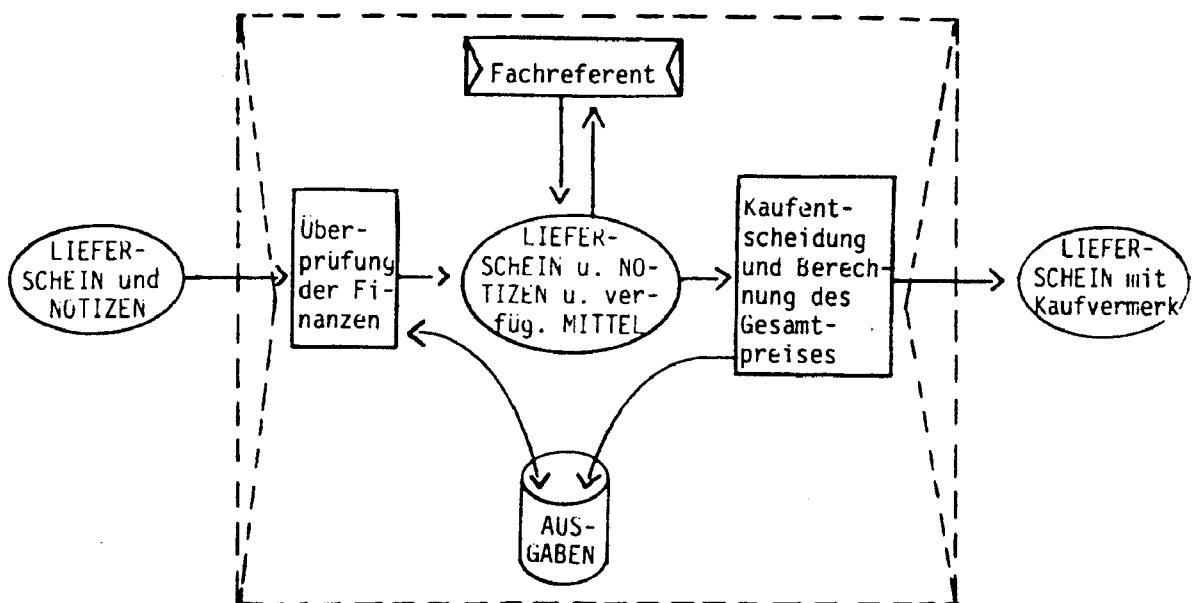
Werden die Aufgabennetze jeweils vom Standpunkt desjenigen entwickelt, der die zu einer funktionellen Rolle gehörende Tätigkeit ausführt, kann es vorkommen, daß die zwischen den Rollen ausgetauschten Daten und Objekte je nach Sichtweise unterschiedlich sind.

Beispielsweise hat der Leiter zu entscheiden, welche Bücher nach Maßgabe der finanziellen Mittel angeschafft werden sollen. Da die Verwaltungskraft aber die Bestellungen und Rechnungen verarbeitet, hat sie den Überblick über die jeweils schon verbrauchten Mittel. Beim Vorgang der Bestellung erhält der Leiter aber nur einen Lieferschein der Ansichtsexemplare und die Notizen, die die Bibliotheksbenutzer während der einmonatigen Auslage bezüglich der Anschaffung gemacht haben. In diesem Fall ist zu klären, ob der Leiter einen internen Kassenbestand führt, oder ob der Austausch zwischen Verwaltungskraft und Leiter um die Daten der verfügbaren Mittel bei jedem Bestellvorgang ergänzt wird. Im angegebenen Beispiel führt der Leiter selbst eine interne Mittelbuchhaltung durch. Nach Maßgabe der vorhandenen Mittel wird bei teuren Büchern eine Rücksprache mit den zuständigen Fachreferenten gehalten.

Aufgabe: Bestandsaufbau

Funktionelle Rolle: Leiter

Tätigkeit: Kaufentscheidung



Alle zwischen funktionellen Rollen ausgetauschten Objekte und Daten werden daraufhin überprüft, ob sie den gegenseitigen Erwartungen und Erfordernissen entsprechen. Die überprüften Angaben werden in einem Interaktionslexikon aufgelistet:

Bezeichner	Erläuterung	Attribute	Struktur
ANSICHTSLISTE	Liste der zur Ansicht bestellten Bücher	Kopie; Durchschrift der Ansichtsliste	Nach Autoren geordnet; Angaben wie VORSCHLAG
BUCHER		<p>zur Ansicht: Bücher, über die noch keine Kaufentscheidung getroffen wurde.</p> <p>gekauft: in der Fachbibliothek verbleibende Bücher</p> <p>nicht gekauft: Bücher, die zur Buchhandlung zurückgeschickt werden.</p>	
KAUFLISTE	Liste der Bücher, die gekauft werden	Kopie; Durchschrift der Kaufliste	Nach Autoren geordnet; Angaben wie VORSCHLAG
LIEFERSCHEIN	Liste der zur Ansicht gelieferten Bücher	mit Kaufvermerk: Kennzeichnung der zu kaufenden Bücher	Nach Autoren geordnet; Angaben wie VORSCHLAG
LIEFERUNG	Zur Ansicht bestellte Bücher mit Lieferschein		
NOTIZEN	Vermerke von Benutzern über die Bücher in der Auslage, die angeschafft werden sollen		
RECHNUNG	Enthält Betrag der gekauften Bücher		Liste der gekauften Bücher mit Einzelpreisen, Rechnungssumme, Rabatt und Mehrwertsteuer

Bezeichner	Erläuterung	Attribute	Struktur
VORSCHLAG	Zettel von Benutzern mit Buchwünschen; kein Format	gesammelt: werden jeweils monatsweise verarbeitet	
		vervollständigt: mit allen für eine Bestellung notwendigen Angaben versehen	Autor, Titel, Verlag, Ort, Jahr, Preis, ISBN
		zur Ansicht: markierte vollständige Vorschläge, die zur Ansicht bestellt werden	Wie VORSCHLAG mit Kennzeichen
ZAHLUNGSANWEISUNG	Aufforderung an die Finanzabteilung zur Begleichung der Rechnung		Bankverbindung der Buchhandlung, Rechnungsnummer, Rechnungsbetrag, Datum

Analog zum Interaktionslexikon wird für jede funktionelle Rolle ein Rollenlexikon erstellt, in dem sowohl die beiden einzelnen Tätigkeiten anfallenden Zwischenergebnisse, als auch die benutzten Speicher enthalten sind.

#### Verwaltungskraft

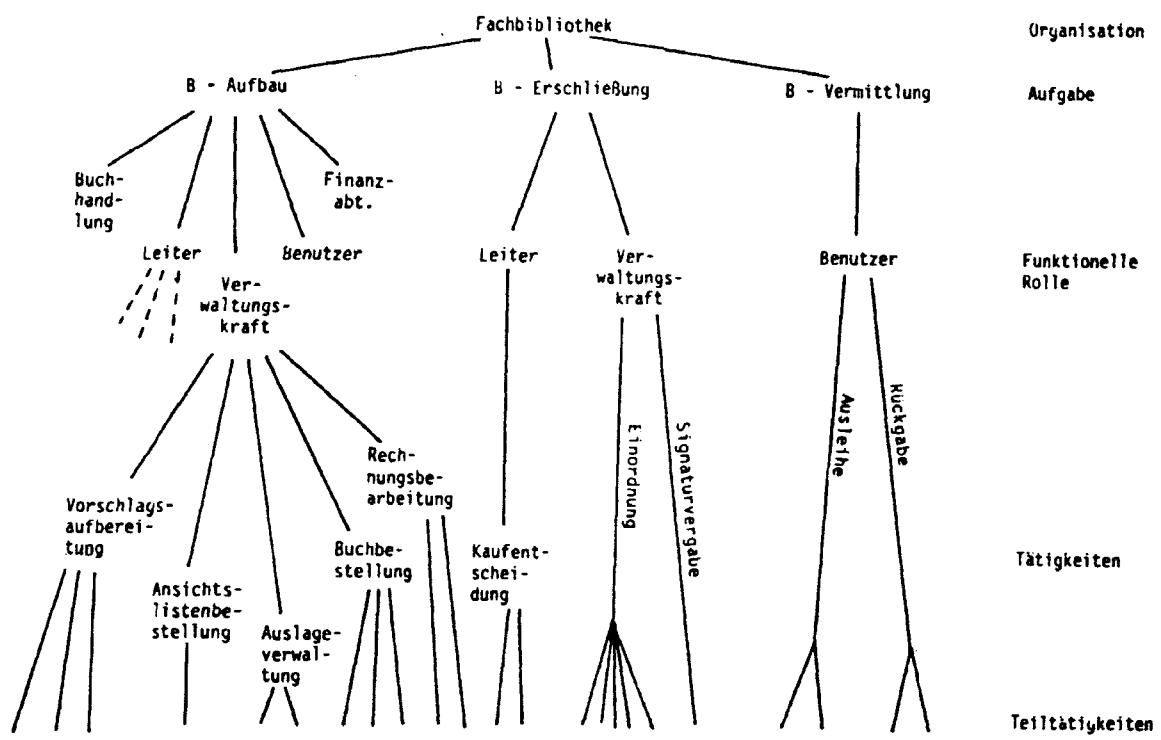
Bezeichner	Erläuterung	Attribute	Struktur
ALPHABETISCHER KATALOG	Enthält Karteikarten aller ausleihbaren Bücher nach Autoren bzw. Herausgebern alphabetisch sortiert		Karteikasten mit AUTORENKARTEN alphabetisch sortiert

Bezeichner	Erläuterung	Attribute	Struktur
ANSICHTSLISTEN	Ablage der Ansichtslisten. Wird benötigt, um bei Vorschlägen überprüfen zu können, ob das Buch schon bestellt ist.		Ordner mit ANSICHTSLISTEN
AUSLAGE	Zur Ansicht bestellte Bücher, die einen Monat in der Bibliothek ausliegen. Zu jedem Buch kann eine NOTIZ von dem Benutzer angefertigt werden.		
AUTORENKARTE	Karteikarte im ALPHABET. KATALOG		Autorennname, Vorname, Sachtitel, Untertitel, Ausgabebezeichnung, Beigabevermerk (Abbildungen, Karten), Erscheinungsvermerk (Ort, Verlag, Jahr), Seitenzahl, ISBN, Signatur, Dezimalklassifikatoren
BUCHERREGAL	Enthält alle ausleihbaren Bücher für jedermann zugänglich		BÜCHER in mechanischer Aufstellung mit Signaturen
KAUFBELEGE	Jeweils die Kaufliste und die Rechnung werden zusammen abgelegt		Ordner mit RECHNUNG und KAUFLISTE in zeitlicher Reihenfolge
KK (Karteikarte)	Karteikarte für ein Buch, das noch nicht einsortiert ist	ohne Dk: enthält noch keine Dezimalklassifikatoren  mit Dk: vollständig mit Dezimalklassifikatoren	wie AUTORENKARTE

Begriffe, die schon im Interaktionslexikon aufgeführt sind, werden im Rollenlexikon nicht mehr verzeichnet, es sei denn Daten und Objekte werden bei der internen Verarbeitung mit anderen Prädikaten versehen (Beispiel: VORSCHLÄGE).

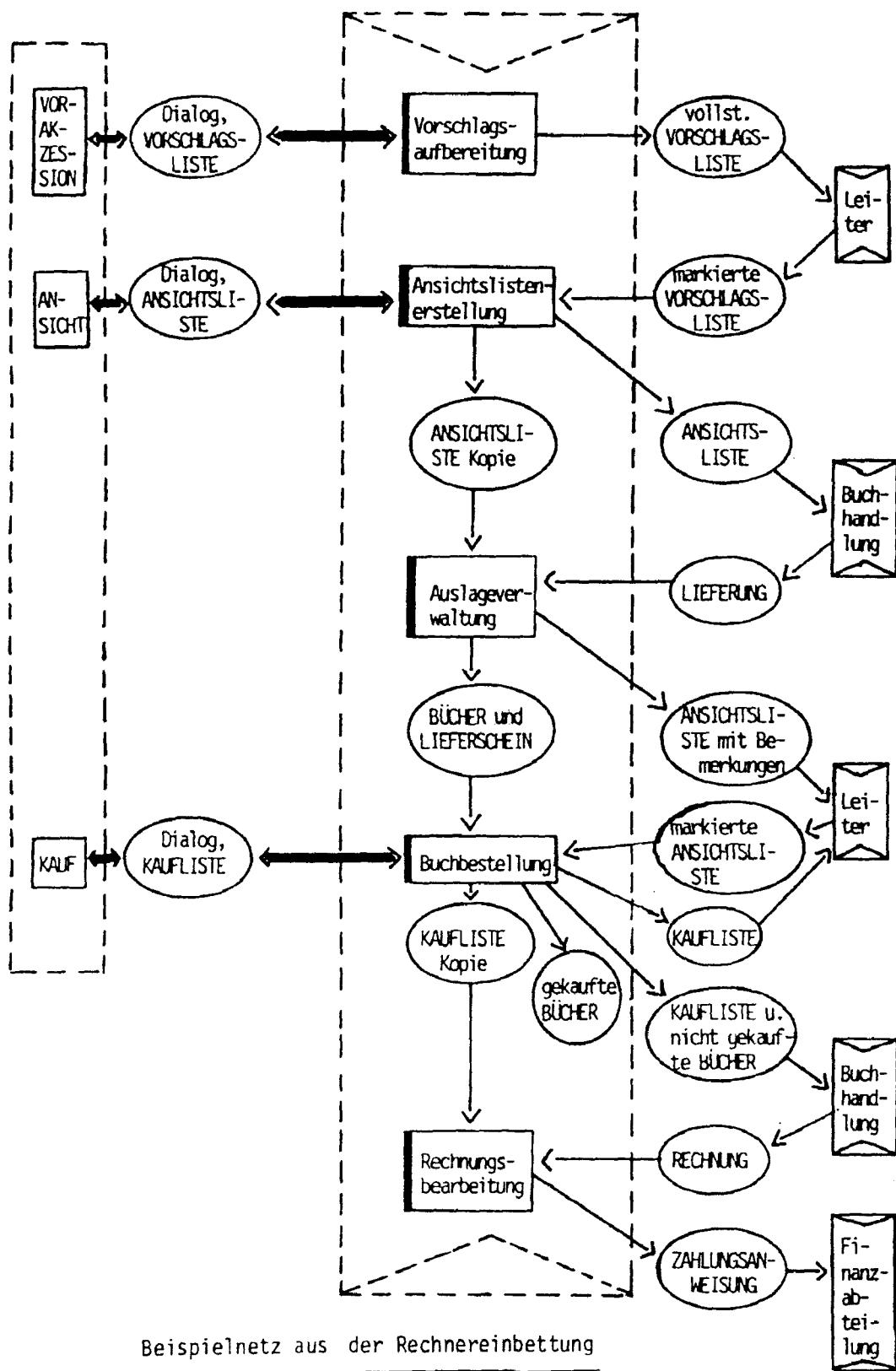
Die Aufgabennetze und ihre Beschreibungen werden in einem baumstrukturierten Verzeichnis zusammengefaßt.

Ein solches Verzeichnis kann zugleich ein geeignetes Numerierungsschema darstellen. Da aber während der Anforderungsermittlung die verwendeten Begriffe wesentlich sind, sollte der Bezug zwischen Daten, Objekten, Tätigkeiten usw. mittels der Namen erfolgen, auch wenn der Schreibaufwand größer ist. Das präzise Benennen von Tatbeständen ist bereits ein wesentlicher Schritt bei der Anforderungsermittlung.



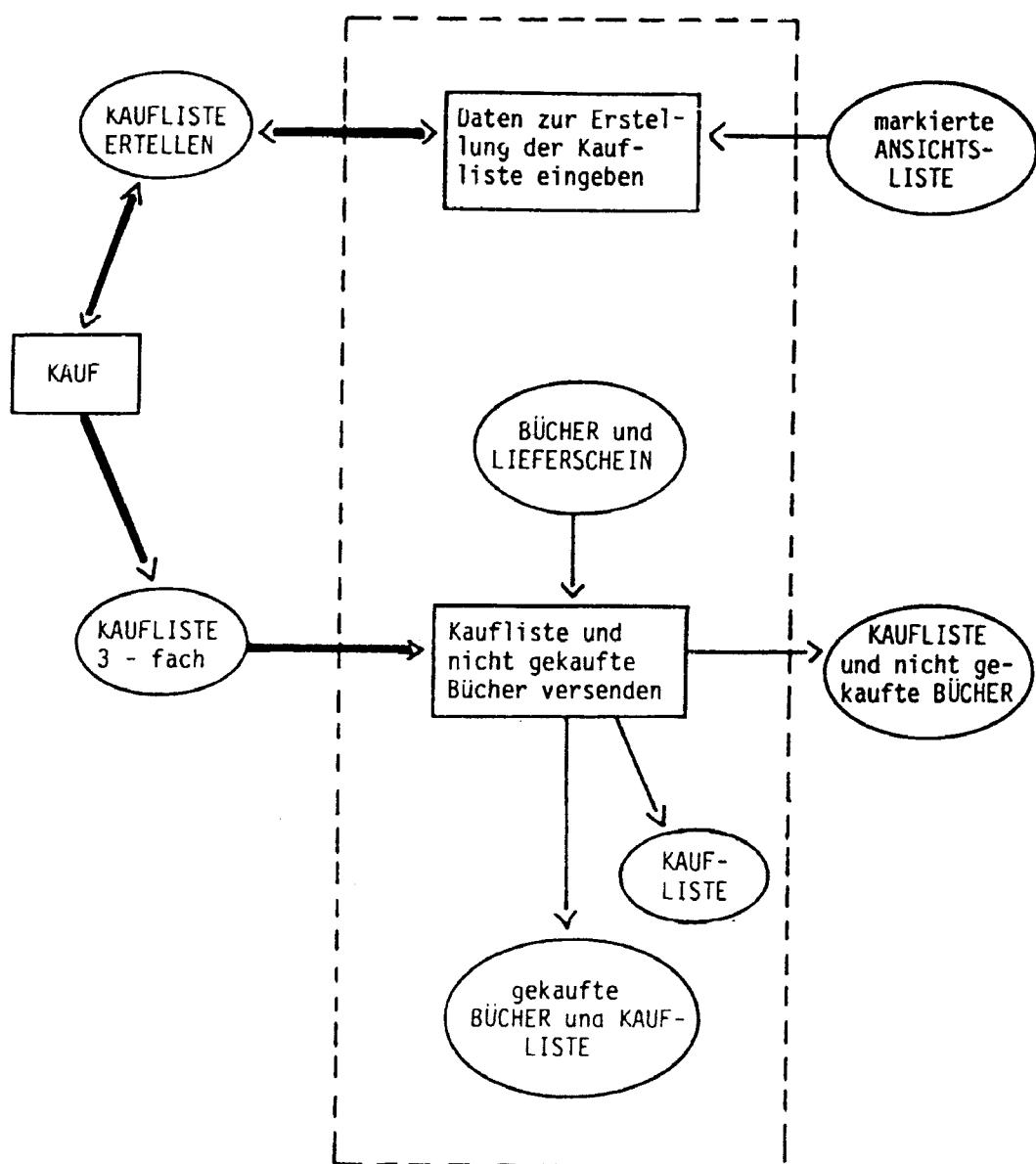
Verzeichnis der im Beispiel dargestellten Aufgabennetze

Aufgabe: Bestandsaufbau  
 Funktionelle Rolle: Verwaltungskraft  
 Tätigkeit: Überblick



Beispielnetz aus der Rechnereinbettung

Aufgabe: Bestandsaufbau  
Funktionelle Rolle: Verwaltungskraft  
Tätigkeit: Buchbestellung



Beispielnetz aus der Rechnereinbettung

Wie bei der Aufgabenanalyse werden die mit der Rechnereinbettung beschriebenen Begriffe in einem Funktions- und einem Dialoglexikon aufgeführt. Zusätzlich werden die durch den Rechnereinsatz bedingten Änderungen in den Interaktions- und Rollenlexika verzeichnet.

Nachfolgend das Funktionslexikon.

Bezeichner	Erläuterung	Bemerkungen	Menge
ANSICHT	Erstellt eine alphabetische Liste (nach Autoren) der Benutzer-vorschläge (ANSICHTSLISTE)	Funktionsaufruf	1 x pro Monat
AUFNAHME	Trägt ein neues Buch in alle Kataloge ein und erstellt AUFNAHTELISTE. Benutzt wird die gespeicherte KAUFLISTE.	Bei bereits vorhandenen Büchern erfolgt ein Vermerk als Mehrfachexemplar. Ausgangspunkt ist die KAUFLISTE.	ca. 10 BÜCHER monatlich
AUSLEIHE	Vermerkt Benutzerdaten und kennzeichnet Buch als ausgeliehen. Vermerk in Statistik.	Schriftliche Bestätigung nur auf Wunsch (siehe LEIHSTAND).	ca. 10 pro Tag
AUSTRAG	Löscht alle Katalog-einträge eines Buches. Erstellt Liste aller gelöschten BÜCHER.	Vor dem Löschen explizite Rückfrage erforderlich.	1 x pro Jahr
KATALOG	Erstellt Bandkataloge STANDORTKATALOG ALPHABET. KATALOG SYSTEMATIKKATALOG	Funktionsaufruf; Hinweis auf voraussichtliche Druckzeit und Papier erwünscht. Kann jederzeit unterbrochen werden.	1 x pro Jahr, Umfang bis zu 3000 Bücher
KAUF	Vervollständigt Benutzer vorschläge und erstellt alphabetische ANSICHTSLISTE	Hinweis, ob alle Vorschläge vollständig bearbeitet wurden, erwünscht	1 x pro Monat
LEIHSTAND	Zeigt alle von einem Benutzer ausgeliehenen Buchtitel an.	Es kann entweder ein einzelner Buchtitel ausgedruckt werden oder aber alle ausgeliehenen Titel.	

Dialoglexikon

Benutzer:

Bezeichner	Erläuterung	Struktur
AUSLEIHDATEN	SIGNATUR eingeben, sowie IDENTIFIKATION des Benutzers, sein Name und die Telefonnummer	
IDENTIFIKATION	Benutzernummer; dient zur Identifizierung des Benutzers	6 - stellige Zahl
LEIHLISTE	Liste der von einem Benutzer ausgeliehenen Bücher	Alphabetische Liste (Autor) Angaben: Autor, Titel, Ort, SIGNATUR
RÜCKGABE-BESTÄTIGUNG	Beleg über die Rückgabe eines Buches	Autor, Titel, Ort, SIGNATUR, Name (des Ausleihers), Datum 1 (Beginn), Datum 2 (Rückgabe)
SIGNATUR	Standortnummer, die vom System vorgegeben wird	4 - stellige Zahl
SUCHEN	Suchen eines Buches bzw. seine SIGNATUR	Suchbegriffe: Autor, Titel, Ort, Dk, Autor-Titel, Autor-Ort, Dk-Autor, usw.
VORSCHLAG	Siehe Schnittstellen-lexikon	
VORSCHLAGSDATEN	Eingaben für ein gewünschtes Buch. Nicht alle Angaben müssen vorhanden sein.	Siehe VORSCHLAG

### 3 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Softwaretechnik beinhaltet grundsätzlich die Reduktion eines Bereiches der Wirklichkeit auf maschinell zu verarbeitende Daten. Das Ergebnis einer solchen Reduktion hat aber nur im Kontext seiner Verwendung eine Bedeutung.

Betrachtet man nur das Ergebnis und seine Eigenschaften, stellen sich zwei Probleme:

- Die Benutzer können wegen der Reduktion auf formale Eigenschaften keine Aussagen über die Qualität der Arbeit machen.
- Die Hersteller können die Angemessenheit der Software bezüglich der Arbeitsaufgaben der Benutzer nicht überprüfen.

Auch ein Dokument wie die Anforderungsdefinition beinhaltet eine mehrfache Reduktion, nämlich

von der Vielfalt sozialer Gemeinschaft und Personen	auf funktionelle Rollen,
von der Vielfalt der Wünsche und Pflichten	auf Aufgaben,
von der Vielfalt individueller Verhaltensweisen	auf Arbeitsabläufe,
von der Vielfalt einzelner Verarbeitungsschritte	auf Tätigkeiten,
von der Vielfalt der sinnlichen Erfahrung im Umgang mit Personen und Dingen	auf Daten und Objekte.

Tatsächlich erhalten Daten und auch Dokumente ihren Gebrauchswert durch solche oder ähnliche Reduktionen. Wesentlich ist dabei aber der mit der Reduktion verbundene Prozeß. Der Sinngehalt von Daten wie auch Dokumenten erschließt sich erst aus der Partizipation an diesem Prozeß (bzw. auch durch Partizipation an vergleichbaren Prozessen); das Wissen um das "Warum" und "zu welchem Zweck". Dieses Wissen variiert von allgemein anerkannten Gegebenheiten bis zu sehr spezifischen, die nur durch die Kenntnis des Entstehungskontextes verständlich sind.

Ziel bei der aufgabenbezogenen Anforderungsermittlung ist es, durch ein geeignetes Begriffsnetz und eine entsprechende Vorgehensweise die mit der Systementwicklung verbundene Entscheidung möglichst explizit zu vollziehen. Insofern ist die aufgabenbezogene Anforderungsermittlung eine notwendige aber nicht hinreichende methodische Öffnung der Softwaretechnik im Hinblick auf die partizipative Entwicklung rechnergestützter Systeme. Durch die methodische Einbeziehung des Einsatzumfeldes verbessert sich zugleich das Verständnis des Softwareentwicklers bezüglich des zu entwickelnden Systems. Zusätzliche, durch die Anforderungsdefinition vermittelte Informationen über das Einsatzumfeld verringern die Gefahr von Mißverständnissen und Fehlinterpretationen, die dazu führen, daß das erstellte Produkt nicht den Benutzerwünschen entspricht.

Methoden und Techniken der Softwaretechnik müssen in erster Linie darauf abzielen, das Verständnis und die Verständigung der an der Systementwicklung beteiligten Personen zu fördern, indem sie den für ein kreatives Arbeiten notwendigen Handlungsspielraum eröffnen und nicht den Menschen auf fest formalisierte Handlungsfolgen einschränken. Dies gilt sowohl für die Herstellung wie auch für den Einsatz.

Bezogen auf die zu Beginn dieses Beitrages zitierte Feststellung von W. Wulf, daß es nur die menschlichen Schwächen sind, die die Qualität von Software begrenzen, stellen wir fest, daß die Beurteilung der Qualität von Menschen durchgeführt wird und sich letztendlich auf die Angemessenheit bezüglich des menschlichen Arbeitshandelns bezieht.

Nicht der Mensch ist folglich der limitierende Faktor, sondern eine Sichtweise, die die Maschine mit ihren Eigenschaften als isoliertes Gebilde in den Vordergrund stellt.

Im Rahmen von STEPS ist die aufgabenbezogene Anforderungsermittlung ein Schritt, der den Prozeß der Benutzung in den Vordergrund der Betrachtung stellt. Erfahrungen und Erkenntnisse sammeln wir dabei vor allem durch den Einsatz in Lehrveranstaltungen und Projekten. Unser Verfahren der aufgabenbezogenen Anforderungsermittlung wird dabei selbst aufgrund dieser Benutzung modifiziert und weiterentwickelt. Die Verbindung theoretischer Erkenntnisse und praktischer Erfahrungen ist der entscheidende Punkt für die Entwicklung unseres Ansatzes.