

# Reflexionen über eine Methode zur Ermittlung von Anforderungen mittels der systematischen Analyse von Aufgaben

Dipl.-Inform. Siegfried Nolte

1995

---

## Schlüsselwörter:

Anforderungsanalyse, Aufgabenanalyse, Prozessanalyse, Begriffsdefinitionen, Aufgabeninhalt, Aufgabenumfang, hierarchische Gliederung, ablauforientierte Kriterien, kausales Aufgabendiagramm

## Zusammenfassung:

Zu Beginn des Entwurfes von Software-Systemen steht die Phase der Analyse der Benutzeranforderungen an das zu erstellende System. Diese Aufgabe hat zum einen die Betrachtung der Informationen über die Gegenstände eines betrachteten Realitätsausschnittes und zum anderen die Spezifikation der Aufgaben der in der Unternehmung involvierten Personen zum Inhalt. Es wird ein Methodenkonzept vorgestellt, mit dem ein Anforderungsanalytiker in Zusammenarbeit mit den betroffenen Fachpersonen deren Bedarf, eingeschränkt auf den Aufgabenaspekt, systematisch und vollständig ermitteln kann. Die Methode der Aufgabenanalyse stützt sich ab auf das Prinzip der Definition von Begriffen, mit denen über die Aufgaben und die Bearbeitung der Aufgaben in dem Unternehmen kommuniziert wird. In die Sprachmittel der Methode werden Kriterien zur Gliederung von Aufgaben nach organisatorischen und ablauforientierten Gesichtspunkten integriert. So können in einem ersten Schritt der Analyse hierarchische Aufgabenbäume erstellt werden; diese werden dann auf der Basis der ablaufspezifischen Informationen nach weitgehend formalen Techniken transformiert in netzwerkartige Aufgabendiagramme, die den prozeduralen Verlauf der Aufgabebearbeitung widerspiegeln.

## 1. Einleitung

In dieser Arbeit wird eine Methode erörtert, mit deren Hilfe die Anforderungen von Personen eines betrachteten Ausschnittes der realen Welt analysiert und in formalen Strukturen abgebildet werden können. Das Ziel im weitesten Sinne ist, die in dem Realitätsausschnitt involvierten Personen bei der Erfüllung ihrer Aufgaben durch den Einsatz von rechnergestützten Informationssystemen zu unterstützen. Grundsätzlich besteht deren Bedarf an Rechnerleistung aus einer Automatisierung der innerbetrieblichen Prozesse und Prozessabläufe und aus einer konsistenten Verwaltung aller dabei anfallenden Daten. Die Anforderungsanalyse orientiert sich demzufolge an den Problemen, zum einen die Prozesse des Realitätsausschnittes zu begreifen, zum anderen alle relevanten Informationen zu erfassen.

Somit lässt sich die Anforderungsanalyse in drei Teilaufgaben gliedern, die entsprechend als Analysephasen durchzuführen sind:

1. Die Aufgabenanalyse, in der anhand der an die Mitarbeiter gerichteten Aufgaben die Prozesse und Prozessabläufe des Unternehmens ermittelt werden.
2. Die Informationsanalyse, in der die Informationen betrachtet werden, die zum Austausch und zur Weitergabe von Wissen über die Gegenstände, an denen Verrichtungen durchgeführt werden, von Bedeutung sind.
3. Die Kommunikationsanalyse, in der die Prozesse mit den für sie relevanten Informationen über die betroffenen Gegenstände verknüpft werden.

Informationssanalyse und Aufgabenanalyse sind weitgehend simultan, auf jeden Fall unabhängig voneinander, durchzuführen; die Kommunikationsanalyse basiert auf den Ergebnissen der Informations- und Aufgabenanalyse und kann in erster Instanz zu deren Validierung dienen. Obwohl die Betrachtung der Informationen sowohl über die Gegenstände als auch über die Aufgaben im Rahmen der Anforderungsanalyse wesentlich ist [13], soll hier ausschliesslich der aufgabenorientierte Aspekt behandelt werden. Es werden Überlegungen vorgestellt, die aus der Informatik resultierenden Analyseansätze der schrittweisen Verfeinerung von Prozessen mit den Theorien der Betriebswirtschaft, insbesondere der Organisationstheorie, zu verknüpfen. Dies erscheint äusserst sinnvoll, da die Software-Entwicklungsaufgaben in den frühen Phasen des Life Cycles häufig die Erörterung und Analyse von betrieblichen Sachverhalten und somit von betriebswirtschaftlichen Belangen zum Inhalt haben [11,12].

Die Organisationstheorie umfasst zum einen die Betrachtung des Aufbaus von Unternehmen und zum anderen die Beschreibung des Handlungsablaufes zur Bearbeitung der Geschäftsprozesse. Demzufolge kann die Organisationstheorie differenziert werden in Aufbauorganisation und Ablauforganisation. Jeder Unternehmung ist entweder eine selbstdefinierte oder von aussen auferlegte Aufgabe gestellt, die als Ziel die Hervorbringung von in der Regel wirtschaftlichen Leistungen hat. Diese zentrale Aufgabe, im folgenden auch als Gesamtaufgabe der Unternehmung bezeichnet, besteht aus Teilaufgaben oder Unteraufgaben, die durch Zerlegung der Gesamtaufgabe gewonnen werden können. Die Zerlegung und Gliederung der Gesamtaufgabe in Teilaufgaben ist eine organisatorische Massnahme, die dazu dient, die Unternehmung zu strukturieren und eine effiziente, systematische Lösung der Gesamtaufgabe zu ermöglichen.

Die Gliederung einer Aufgabe in Teilaufgaben ist kein logisch-deduktives Problem, sondern sie wird empirisch, nach "sachlogischen" Gesichtspunkten durchgeführt. Das bedeutet, dass zur Analyse von Aufgaben im wesentlichen Umfang Fachpersonen der Unternehmung als Kenntnisträger einzubeziehen sind.

Die im folgenden erläuterte Methode soll nun dazu dienen, die Aufgaben des Unternehmens präzise zu erfassen und zu definieren, so dass im weiteren eine ablauforientierte Darstellung der Prozesse der Unternehmung auf Basis der Aufgabenanalyse möglich wird. Dabei wird versucht, die Theorien der Betriebswirtschaft mit den Ansätzen der Informatik in geeignetem Maße miteinander zu verknüpfen, so dass eine adäquate Diskussions- und Analysegrundlage für Experten aus beiden Disziplinen geschaffen werden kann.

Zur Unterstützung der Sprach- und Modellierungstechniken der hier vorgestellten Methode werden die Analyse- und Beschreibungstechniken der strukturierten Analyse [3] herangezogen, so dass ein fließender Übergang zwischen der hier beschriebenen Methode und den Modellierungsebenen der frühen Phasen der Software-Entwicklung gewährleistet werden kann.

## **2. Methodische Grundlagen der Aufgabenanalyse**

Eine Methode unterstützt die Lösung eines fachlichen Problems im Rahmen von zuvor festgelegten Aspekten, indem sie ein Verfahren, mindestens eine Sprache und mindestens ein Werkzeug zur Behandlung des Problems zur Verfügung stellt. Je Problem und je Gesichtspunkt der Problemstellung existiert also eine Methode, nach der ein zielorientiertes Vorgehen ermöglicht werden kann. Aspekt bedeutet in diesem Zusammenhang, dass der Realitätsausschnitt nicht in seiner gesamten Komplexität betrachtet wird, sondern eingegrenzt auf bestimmte Teilbereiche, die bei der Analyse von Bedeutung sind. Das hat zur Folge, dass man zur Lösung komplexer Probleme mehrere aufeinander abgestimmte Methoden benötigt.

Das Grundprinzip der hier vorgeschlagenen Methode besteht nun darin, Aufgaben zu analysieren, indem die Begriffe, die sie im Sprachgebrauch des Unternehmens repräsentieren, im Gespräch mit Fachpersonen erörtert und präzise definiert werden. Hierzu werden die vom Deutschen Institut für Normung in einem Vorentwurf erarbeiteten Grundsätze zur Definition von Begriffen [5, 6] herangezogen und, da die Betrachtung von Aufgaben eines Unternehmens im allgemeinen ein betriebswirtschaftliches Problem darstellt, um organisatorische Kriterien ergänzt [10]. Das Ergebnis der Aufgabendefinition und Gliederung ist ein Aufgabenbaum, in dem ablauforientierte Ausführungsaspekte [7] integriert werden. Auf der Basis des so erweiterten Aufgabenbaumes kann ein kausales Aufgabendiagramm erstellt werden [2], welches das Ziel dieser Analysephase darstellt.

### **2.1 Definition von Aufgaben**

Gegenstände und Prozesse innerhalb eines betrachteten Realitätsausschnittes, im folgenden als Domäne bezeichnet, werden fachsprachlich repräsentiert durch Begriffe, d.h. durch Wörter der Fachsprache mit einer domänenspezifischen, kontextabhängigen Bedeutung.

Als Gegenstand der Aufgabenanalyse wird nun das betrachtet, was mit Begriffen der Fachsprache beschrieben werden kann, eingegrenzt auf die Aussagen, die die Aufgaben und Tätigkeiten der Personen betreffen. Die erste Phase der Aufgabenanalyse besteht nun darin, jeden aufgabenorientierten Fachbegriff zu erfassen und zu definieren, d.h. die fachspezifische Bedeutung herauszuarbeiten. Hierzu werden die Definitionsprinzipien herangezogen, wie sie lt. DIN 2330, "Begriffe und Benennungen" [4], vorgeschlagen worden sind:

*"Die Definition ist die Festlegung eines Begriffes durch Herstellung von Beziehungen zu anderen (bekannten oder bereits definierten) Begriffen mit dem Zweck der Abgrenzung von anderen Begriffen."*

Begriffsdefinitionen werden nach folgenden Prinzipien durchgeführt:

- 1.) Ein Begriff wird durch Angabe aller Merkmale, die ihn charakterisieren, beschrieben (Inhaltsdefinition). Dies kann geschehen durch a) Aufzählung aller (relevanten bzw. wesentlichen) Merkmale des Begriffes oder b) durch Angabe eines bekannten Oberbegriffes und der konkretisierenden Merkmale, die den zu definierenden Begriff von dem Oberbegriff abgrenzen.
- 2.) Ein Begriff wird beschrieben durch Spezifikation aller unter ihn erfassten Unterbegriffe (Umfangsdefinition). Dies kann im Rahmen der Aufgabenbetrachtung geschehen durch Aufzählung aller Unteraufgaben, die zur Erfüllung einer Aufgabe auszuführen sind. Eine Aufgabenspezifikation nach dem Prinzip der Umfangsdefinition führt zu einer hierarchischen Gliederung von Aufgaben, die gemäß der Reihenbildung von Begriffen [5] eine partitive Struktur (Bestandteilsreihe) oder eine generische Struktur (Abstraktionsreihe) ergibt.

Das Definitionsprinzip der Relationsdefinition, d.h. eine Beschreibung von Begriffen anhand ihrer (nicht partitiven oder generischen) Beziehungen zu anderen (bekannten) Begriffen, soll hier nicht weiter betrachtet werden.

Bei der Definition von Begriffen und der Bildung von Begriffssystemen sind folgende Grundsätze zu beachten:

- Jeder Begriff eines Begriffssystems muss eindeutig und unmissverständlich definiert sein. Ein Begriff darf stets nur eine domänenspezifische Bedeutung haben.
- Die in der Definition eines Begriffes verwendeten Begriffe müssen entweder allgemein bekannt oder an dieser oder einer anderen Stelle definiert sein.
- Eine Definition eines Begriffes muss mindestens so exakt sein, dass sie zum Abgrenzen von anderen Begriffen einer Domäne dienen kann.
- Ein Begriff wird im Rahmen der Definition mit Wörtern der Sprache benannt. Die Benennung muss eindeutig sein. Homonyme und Synonyme müssen als solche erkennbar sein.
- Falls Begriffe begrenzt auf einen durch die Anwendung festgelegten Aspekt gültig sind, muss dies explizit vermerkt werden.

- Zirkelschlüsse, d.h. die Definition eines Begriffes unter Bezugnahme auf andere Begriffe, die durch diesen definiert worden sind, sind innerhalb eines domänenspezifischen Begriffssystems zu vermeiden.
- Analog sind Widersprüche, d.h. die Definition eines Begriffes, die der Definition eines anderen Begriffes widerspricht, zu vermeiden.

## **2.2 Der Inhalt von Aufgaben**

Die Inhaltsdefinition umfasst die Spezifikation aller Merkmale, die eine Aufgabe beschreiben. Wie bereits erwähnt ist die Betrachtung einer Aufgabe ein betriebswirtschaftliches, organisatorisches Problem, weshalb Aufgaben grundsätzlich durch folgende Merkmale charakterisiert sind:

- Aufgaben werden stets von Personen bearbeitet; diese sind die Aufgabenträger oder Erfüllungssubjekte.
- Jede Aufgabe enthält einen Verrichtungsvorgang, d.h. zur Erfüllung einer Aufgabe ist die Durchführung von Tätigkeiten in einer bestimmten Reihenfolge erforderlich. Der Verrichtungsvorgang legt den Erfüllungsinhalt der Aufgabe fest.
- Jede Aufgabe bezieht sich auf einen bestimmten Gegenstand, an dem die Verrichtungen ausgeführt werden. Dies sind die Erfüllungsobjekte.
- Die Erfüllung von Aufgaben erfordert den Einsatz von dinglichen Hilfsmitteln, die wir als Erfüllungsmittel bezeichnen wollen. Hier sind Rechenanlagen bzw. rechnergestützte Werkzeuge einzuordnen.
- Die Bearbeitung einer Aufgabe ist abhängig von dem Umfeld (Raum und Zeit), das zur Erfüllung der Aufgabe vorgegeben ist. Raum und Zeit repräsentieren die Erfüllungsbedingungen (laut [8] werden auch die Objekte der Bearbeitung hierzu gezählt).

Die Merkmale der Aufgaben werden unter dem Oberbegriff Bestimmungselemente zusammengefasst. Zur inhaltlichen Definition der Aufgaben ist es nun erforderlich, deren Bestimmungselemente in Zusammenarbeit mit den Fachpersonen vollständig zu erfassen und präzise zu beschreiben, was nicht immer trivial ist, da seitens der Organisation von Unternehmungen Freiräume bei der Erfüllung von Aufgaben oft bewusst zugestanden werden, um so die Kreativität der Aufgabenträger zu begünstigen.

## **2.3 Der Umfang von Aufgaben**

Die Umfangsdefinition umfasst die Spezifikation aller Teilaufgaben, die zur Erfüllung einer betrachteten Aufgabe, im folgenden als Oberaufgabe bezeichnet, erforderlich sind. Die Zerlegung einer Aufgabe kann gemäß den Prinzipien der Begriffsdefinition nach partitiven Aspekten erfolgen, das heißt Detaillierung der Oberaufgabe, oder nach generischen Gesichtspunkten, das heißt Konkretisierung der Oberaufgabe. Detaillierung der Oberaufgabe bedeutet, die Erfüllung aller genannten Teilaufgaben ist erforderlich zur Erfüllung der Oberaufgabe; Konkretisierung bedeutet, die Erfüllung einer Teilaufgabe ist erforderlich zur Erfüllung der Oberaufgabe.

Zur Gliederung einer Aufgabe in Teilaufgaben werden die inhaltlichen Bestimmungselemente herangezogen.

- Gliederung nach Verrichtung

Eine Oberaufgabe wird in Teilaufgaben so zerlegt, dass jede Teilaufgabe durch ihren Erfüllungsinhalt eindeutig charakterisiert wird, d.h. jede Teilaufgabe wird durch einen eigenen Verrichtungsvorgang festgelegt. So sind z.B. im Kreditgeschäft im Rahmen einer Kreditantragsbearbeitung folgende Teilaufgaben durchzuführen:

- Akquisition und Kundenberatung,
- Einholen von Auskünften über die finanzielle Lage des Kunden,
- Prüfung der Kreditwürdigkeit des Kunden,
- Ermittlung von Sicherheitenwerten etc.

- Gliederung nach Objekten

Eine Oberaufgabe wird in Teilaufgaben so zerlegt, dass jede Teilaufgabe eindeutig durch ihr Erfüllungsobjekt beschrieben wird, d.h. die Teilaufgaben werden durch die Gegenstände festgelegt, an denen im Rahmen der Aufgabenerfüllung bestimmte Verrichtungen durchgeführt werden. So sind z.B. zur Ermittlung des Beleihungswertes einer Grundpfandrechtlichen Sicherheit die Ermittlung des Ertragswertes, die Ermittlung des Sachwertes und die Ermittlung des Verkehrswertes erforderlich.

- Gliederung nach Rang

Eine Oberaufgabe wird in Teilaufgaben so zerlegt, dass eine Teilaufgabe durch eine Entscheidungskomponente, eine andere Teilaufgabe durch eine Ausführungskomponente beschrieben wird. Z.B. wird nach der Bonitätsprüfung und Sicherheitenwertermittlung im Rahmen des Kreditgeschäftes zunächst über die Kreditvergabe entschieden und, falls positiv, der Kredit vergeben. Auch aus einer negativen Entscheidung können Teilaufgaben resultieren, z.B. eine erneute Kundenberatung. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, in Ergänzung zu [10] das Rangprinzip folgendermaßen zu erweitern: eine Oberaufgabe wird in eine Entscheidungskomponente, eine positive Ausführungskomponente und eine negative Ausführungskomponente zerlegt.

- Gliederung nach Phase:

Eine Oberaufgabe wird in Teilaufgaben so zerlegt, dass jede Teilaufgabe entweder durch eine Planungskomponente, eine Durchführungskomponente oder eine Kontrollkomponente beschrieben wird. Während der Planung einer Aufgabe werden die zu ihrer Erfüllung erforderlichen Erfüllungsbedingungen festgelegt. In der Durchführungskomponente wird eine Aufgabe gemäß den zuvor spezifizierten Rahmenbedingungen bearbeitet. Im Rahmen der Kontrolle wird das Ergebnis der Aufgabenerfüllung mit der Zielvorgabe abgeglichen.

So besteht z.B. das Kreditgeschäft aus

- der Planung des Kreditgeschäftes, hierzu zählen die Festlegung der Rahmenbedingungen, des Kreditvolumens, potentieller Kundenkreise etc.,
- der Durchführung des Kreditgeschäftes im Rahmen der vorgegebenen Bedingungen und
- der Kontrolle des Kreditgeschäftes, d.h. Abgleich des durchgeführten Kreditgeschäftes mit der Planung. Aus der Kontrolle resultiert in der Regel eine Neuplanung und erneute Durchführung nach geänderten Vorgaben; die Aufgabenteilung Planung, Durchführung, Kontrolle beschreibt also einen betriebswirtschaftlichen Regelkreis.

Die Gliederung von Aufgaben nach den Prinzipien Rang und Phase impliziert stets genau drei Teilaufgaben. Im Gegensatz dazu können Aufgaben nach den Kriterien Verrichtung und Objekt in beliebig viele Teilaufgaben zerlegt werden. Eine Strukturierung der Aufgaben nach Rang und Phase ist in der Regel recht hoch im Organisationsgefüge der Unternehmung anzusiedeln.

## **2.4 Die ablauforientierten Gliederungskriterien**

Um auf der Basis der hierarchisch angeordneten Zerlegung einen Überblick über die Dynamik des Aufgabengefüges - des Handlungsablaufes - zu erhalten, wird die Aufgabengliederung um Kriterien ergänzt, die die ablauforientierten Zusammenhänge zwischen den Teilaufgaben widerspiegeln. Auf Grund der so erweiterten Aufgabenstruktur ist mit Hilfe weitgehend formaler Techniken die Ableitung eines kausalen Aufgabendiagrammes möglich, welches das Ziel der hier vorgeschlagenen Aufgabenanalyse darstellt.

Als formale Ergänzung des Aufgabenbaumes werden die Gliederungsprinzipien des strukturierten Programmwurfes [9] herangezogen.

- Sequenz

Eine Sequenz legt die logische (und damit auch zeitliche) Reihenfolge der Durchführung der Aufgaben fest. Die Oberaufgabe ist genau dann erfüllt, wenn die Teilaufgaben in der vorgegebenen Reihenfolge abgearbeitet worden sind. Eine Sequenz zwischen Aufgaben impliziert eine partive Gliederung der Oberaufgabe. Die Festlegung der Reihenfolge der Teilaufgaben ist Gegenstand einer übergeordneten Planungsaufgabe.

- Parallelität

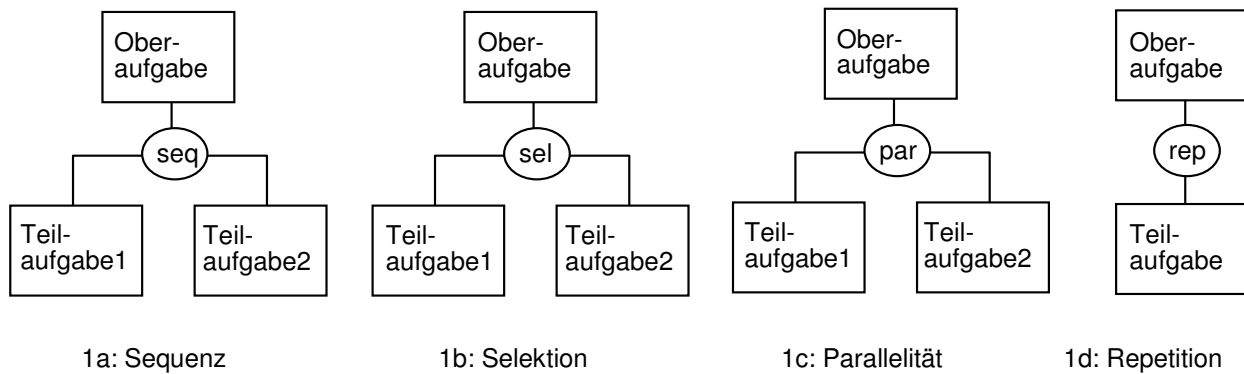
Die Parallelität sagt aus, dass die Teilaufgaben einer Oberaufgabe in beliebiger Reihenfolge, also auch gleichzeitig, durchgeführt werden können. Analog zur Sequenz ist die Oberaufgabe gemäß der partitiven Gliederung dann erfüllt, wenn alle Teilaufgaben bearbeitet worden sind. (Parallelität ist eine Erweiterung des Schemas von Jackson [9].)

- Selektion

Aus der Menge der Teilaufgaben einer Oberaufgabe wird genau eine selektiert und ausgeführt. In einer Selektion ist die Oberaufgabe genau dann erfüllt, wenn eine ausgewählte Teilaufgabe bearbeitet worden ist, entsprechend handelt es sich hierbei um eine generische Zerlegung. Die Selektion impliziert eine Entscheidungskomponente, die nicht explizit spezifiziert werden muss. Die Angabe der Selektionskriterien ist Gegenstand der Planung der Aufgabe.

- Repetition

Eine bestimmte Teilaufgabe einer Oberaufgabe wird wiederholt durchgeführt (z.B. an unterschiedlichen Objekten). Die Oberaufgabe ist genau dann erfüllt, wenn neben der Bearbeitung aller anderen Teilaufgaben auch alle Wiederholungen der zu repetierenden Teilaufgabe abgearbeitet worden sind. Die Festlegung der Kriterien der Repetition ist ebenfalls Gegenstand der Planung.



**Abb. 1: Veranschaulichung der elementaren Aufgabendiagramme**

### 3. Das Verfahren der Aufgabenanalyse

Die Aufgabenanalyse wird nach dem Prinzip der schrittweisen Verfeinerung durchgeführt, d.h. die Gesamtaufgabe der Unternehmung, die den Ausgangspunkt der Analyse darstellt, wird unter Verwendung der inhaltlichen und umfangsorientierten Definitionsprinzipien iterativ soweit in Teilaufgaben zerlegt, bis, in Abhängigkeit von sachlogischen Gesichtspunkten, eine weitere Verfeinerung als nicht mehr sinnvoll erscheint. Die Aufgaben werden in einem Aufgabenbaum abgebildet.

Die Gesamtaufgabe der Unternehmung ist die Wurzel des Baumes, die Teilaufgaben sind die Knoten. Um auf der Basis der hierarchischen Struktur einen Überblick über die Dynamik des Aufgabengefüges zu erhalten, werden die ablaufspezifischen Kriterien an die Kanten des Aufgabenbaumes notiert, der dann in ein kausales Aufgabendiagramm transformiert werden kann [2].



### 3.1 Die Vorgehensweise

Das Verfahren lässt sich in folgende fünf Schritte gliedern:

- 1) Inhaltliche Definition der Gesamtaufgabe des Unternehmens.  
Es sind alle Bestimmungselemente der Gesamtaufgabe zu spezifizieren und detailliert zu beschreiben.
- 2) Zerlegung der Gesamtaufgabe  
nach einer der organisatorischen Gliederungsprinzipien Rang, Phase, Verrichtung oder Objekt. Das jeweils relevante Kriterium kann unter fachlicher Beratung der beteiligten Fachpersonen aus dem Inhalt der Aufgabe abgeleitet werden. Eine konkrete Differenzierung zwischen den Kriterien Objekt und Verrichtung ist in der Praxis nicht immer möglich. Es sollten zur Zerlegung jedoch stets beide Aspekte betrachtet werden, um so zu einer vollständigen Erfassung und Beschreibung der Aufgabenstrukturen zu kommen.
- 3) Iterative Definition und Zerlegung  
der Teilaufgaben analog den Schritten 1.) und 2.), bis die hierarchische Gliederung nach pragmatischen Gesichtspunkten abgeschlossen ist. Als Hinweis sei hier nochmals erwähnt, dass die Kriterien Rang und Phase zu Beginn der Analyse häufig von Relevanz sind, in zunehmender Tiefe des Aufgabenbaumes werden vorwiegend Gliederungen nach dem Verrichtungs- oder Objektprinzip geboten sein.
- 4) Notierung der ablauforientierten Gliederungskriterien  
Sequenz, Parallelität, Selektion und Repetition an den Kanten des Aufgabenbaumes. Aufgaben, die nach den Prinzipien Rang und Phase gegliedert worden sind, werden stets nacheinander (sequentiell) ausgeführt. Für Aufgabengliederungen nach den Kriterien Objekt und Verrichtung sind grundsätzlich alle ablauforientierten Aspekte anwendbar. Es ist zu beachten, dass das Kriterium Rang implizit eine Selektion enthält, d.h. im Rahmen der Entscheidung über die Ausführung einer Aufgabe stellt man fest, ob eine Positivausführung oder Negativausführung in Arbeit genommen werden soll.
- 5) Transformation des Aufgabenbaumes in ein kausales Aufgabendiagramm.  
Dieser Schritt ist recht komplex und soll daher im folgenden Abschnitt (Kapitel 4) detaillierter erläutert werden.

Als rechnergestützte Hilfsmittel können Dictionary-Systeme eingesetzt werden, d.h. jeder Aufgabenbegriff wird in einem Dictionary katalogisiert und verbal beschrieben. Außerdem müssen die Beziehungen zwischen den Aufgaben dokumentiert werden. Die Dictionary-Einträge sollten den chronologischen Verlauf der Analyse nachvollziehbar machen.

## 4. Transformation des Aufgabenbaumes in ein kausales Aufgabendiagramm

In diesem Kapitel soll nun eine weitgehend algorithmisch durchführbare Technik erläutert werden, mit deren Hilfe hierarchisch strukturierte Aufgabendiagramme in netzwerkartige, kausale Aufgabendiagramme umgeformt werden können [2].

### 4.1 Definitionen des Aufgabenkalküls

In Anlehnung an [7] und [12] wird bezüglich der ablauforientierten Gliederungskriterien folgender Kalkül definiert:

Def. 1: Erfüllbarkeit:

Eine Aufgabe A erfüllt eine Aufgabe B ( $A \Rightarrow B$ ), wenn nach Ausführung und Erfüllung von A auch die Anforderungen an B erfüllt sind, ohne dass B explizit bearbeitet worden ist. B ist erfüllbar durch A.

Def. 2: Gleichwertigkeit:

Zwei Aufgaben A und B heißen gleichwertig ( $A \Leftrightarrow B$ ), wenn an jeder Stelle ihres Auftretens A und B vertauscht werden können, ohne dass sich am Bestehen der Erfüllbarkeit etwas ändert;

$A \Leftrightarrow B$  genau dann, wenn  $A \Rightarrow B$  und  $B \Rightarrow A$ .

Erfüllbarkeit und Gleichwertigkeit sind reflexiv und transitiv; die Gleichwertigkeit ist symmetrisch.

Def. 3: C sei ein Aufgabe. A und B seien Teilaufgaben von C.

Selektion:  $C \Leftarrow A \text{ sel } B$   
Sequenz:  $C \Leftarrow A \text{ seq } B$   
Parallelität:  $C \Leftarrow A \text{ par } B$   
Repetition:  $C \Leftarrow \text{rep } A$

A und B können dabei sowohl terminale Teilaufgaben sein, also solche, die nicht weiter gegliedert werden, als auch nicht-terminale Teilaufgaben, solche, die weiter zerlegt werden. Bezüglich Selektion, Sequenz, Parallelität und Repetition gelten folgende Axiome (A, B, C ... seien Aufgaben):

A1: Kommutativität

a)  $A \text{ par } B \Leftrightarrow B \text{ par } A$   
b)  $A \text{ sel } B \Leftrightarrow B \text{ sel } A$   
 $(A \text{ seq } B \not\Leftrightarrow B \text{ seq } A)$

A2: Assoziativität

a)  $(A \text{ par } B) \text{ par } C \Leftrightarrow A \text{ par } (B \text{ par } C) \Leftrightarrow A \text{ par } B \text{ par } C$   
b)  $(A \text{ sel } B) \text{ sel } C \Leftrightarrow A \text{ sel } (B \text{ sel } C) \Leftrightarrow A \text{ sel } B \text{ sel } C$   
c)  $(A \text{ seq } B) \text{ seq } C \Leftrightarrow A \text{ seq } (B \text{ seq } C) \Leftrightarrow A \text{ seq } B \text{ seq } C$

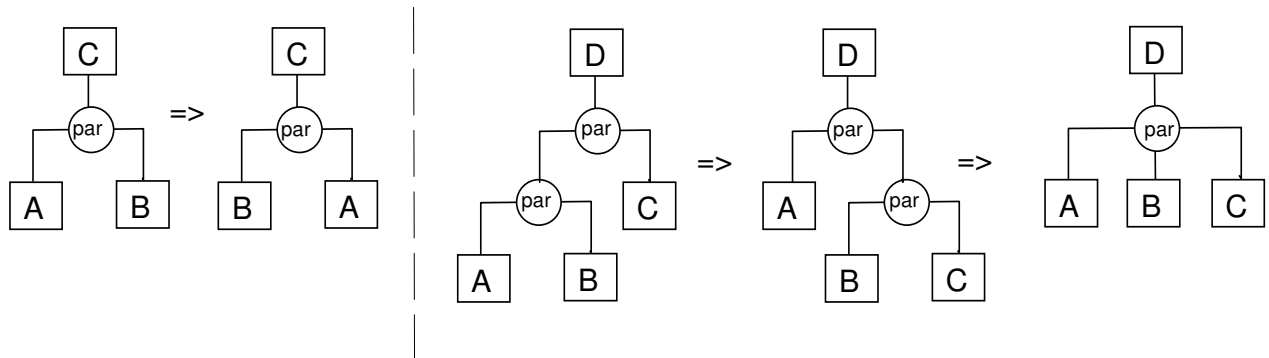
A3: Distributivität

a)  $(A \text{ par } B) \text{ sel } C \Leftrightarrow (A \text{ sel } C) \text{ par } (B \text{ sel } C)$   
b)  $(A \text{ sel } B) \text{ par } C \Leftrightarrow (A \text{ par } B) \text{ sel } (B \text{ par } C)$   
c)  $A \text{ seq } (B \text{ par } C) \Leftrightarrow (A \text{ seq } B) \text{ par } (A \text{ seq } C)$

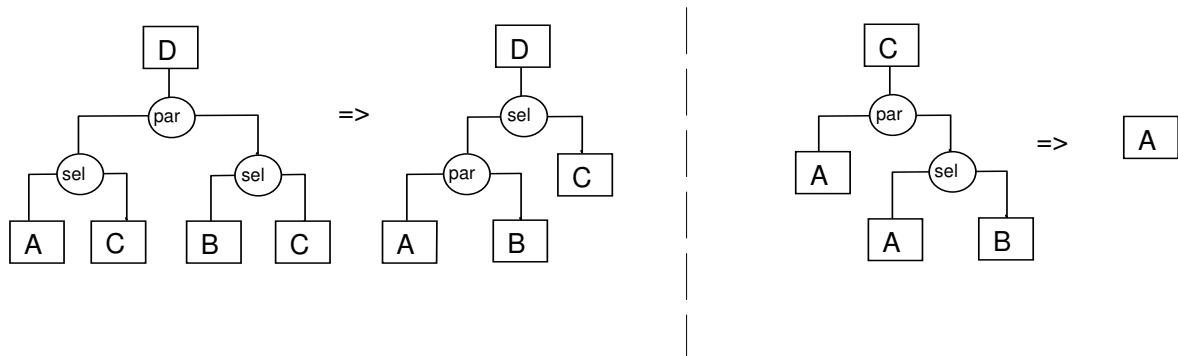
d)  $A \text{ seq } (B \text{ sel } C) \Leftrightarrow (A \text{ seq } B) \text{ sel } (A \text{ seq } C)$   
 $(\text{rep } A \text{ seq } B) \not\Leftrightarrow (\text{rep } A) \text{ seq } (\text{rep } B)$

A4: Absorption:

a)  $A \text{ par } (A \text{ sel } B) \Leftrightarrow A$   
 b)  $A \text{ sel } (A \text{ par } B) \Leftrightarrow A$



2a: Kommutativität gemäß A1 a (A1 b analog)	2b: Assoziativität gemäß A2 a ( A2 b, c analog)
---	---



2c: Distributivität gemäß A3 a (A3 b, c, d analog)	2d: Absorption gemäß A4 a (A4 b analog)
--	---

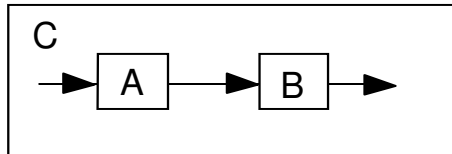
**Abb. 2: Veranschaulichung der Axiome in Aufgabenbaum**

Grundsätzlich ist es möglich, unter Ausnutzung der Assoziativität, Distributivität und Absorption "einfachere" Aufgabenbäume zu erzeugen, nämlich in der Art einfacher, dass einerseits potentiell überflüssige Aufgaben elimiert werden und andererseits die Baumtiefe verringert wird. Dies ist jedoch eine planerische Maßnahme, die i.a. tiefgreifende Umstrukturierungen im gesamten Organisationsgefüge der Unternehmung zur Folge hat; ein Aspekt, der, obwohl bisher nicht berücksichtigt, in diesem Zusammenhang ein Rolle spielt, ist die Bearbeitungsdauer der Aufgaben.

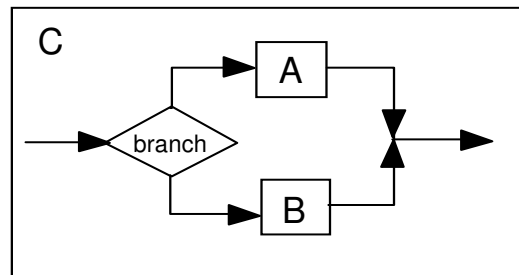
Aus diesen Gründen sollte der Aufgabenanalytiker in diesem Punkt nicht eigenständig derartige "Effizienzverbesserungen" durchführen, sondern allenfalls managementbegleitend wirksam werden. Auf die Transformation des Aufgabenbaumes zu effizienteren Aufgabenabläufen wird also im folgenden nicht näher eingegangen werden.

## 4.2 Das Transformationsverfahren

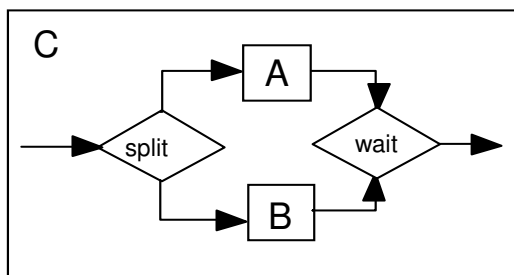
Ausgangspunkt der Transformation ist ein hierarchischer Aufgabenbaum. Jeder nicht-terminale Knoten (C) des Baumes wird gemäß den ablauforientierten Aspekten wie folgt umgesetzt:



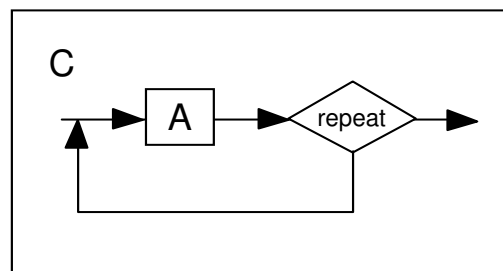
3a: Sequenz



3b: Selektion



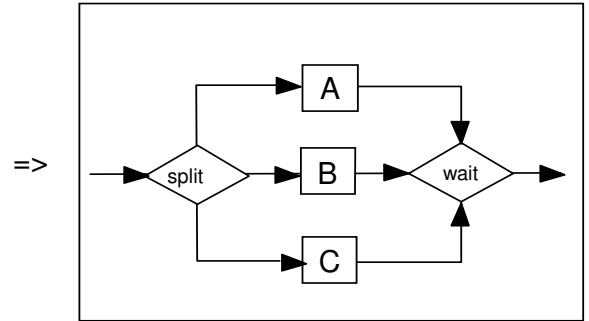
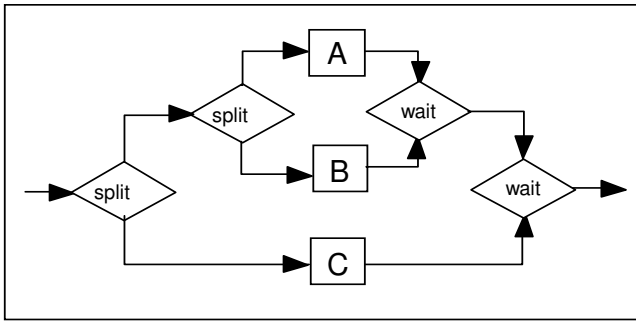
3c: Parallelität



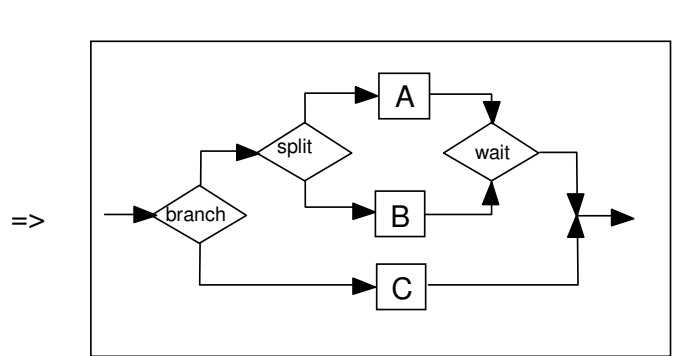
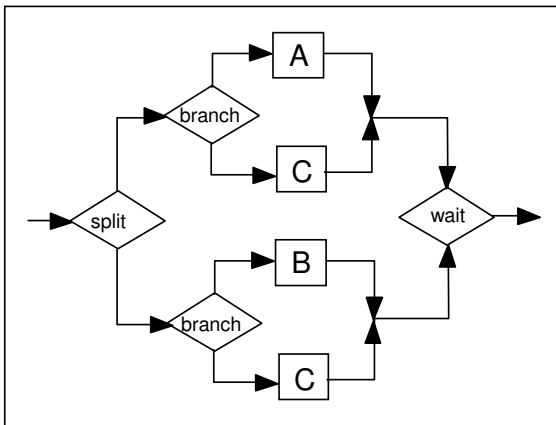
3d: Repetition

**Abb. 3: Veranschaulichung der elementaren Ablaufdiagramme**

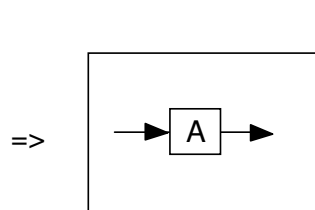
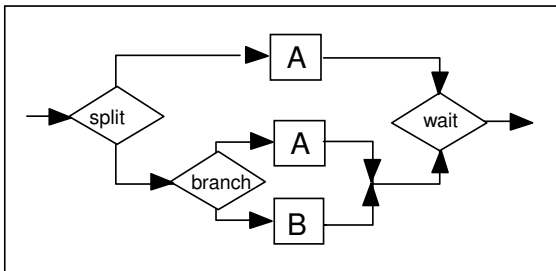
Eine Sequenz von Aufgaben (3a) wird aufeinanderfolgend durchgeführt. In der Selektion (3b) wird gemäß den Verzweigungsbedingungen, die im Rahmen einer Planungsaufgabe spezifiziert worden sind, entschieden, ob der Pfad A oder der Pfad B beschrten werden soll (*branch*). Die Entscheidung und die Verzweigung sind selbst wieder Aufgaben, d.h. eine Selektion impliziert stets die Rangprinzipien a) Entscheidung über die Ausführung von A oder B und b) Ausführung von A oder B. Parallel durchführbare Aufgaben (3c) werden zunächst aufgeteilt (*split*), dann nebenläufig und unabhängig voneinander ausgeführt und anschließend wieder zusammengeführt (*wait*). Die Oberaufgabe ist erst dann erfüllt, wenn alle Teilaufgaben bearbeitet worden sind, d.h. der schnellere Prozess muss die Fertigstellung des langsameren abwarten. Das Aufteilen und Abwarten sind implizit wiederum Aufgaben. Eine repetitiv zu bearbeitende Aufgabe (3d) wird mindestens einmal ausgeführt. Anschließend wird entschieden, ob eine Wiederholung der Aufgabe erforderlich ist oder ob die Aufgabe erfüllt ist, d.h. auch die Repetition impliziert eine Entscheidungsaufgabe (*repeat*). Die Aufgaben *split*, *wait*, *branch* und *repeat* sind nicht zu vernachlässigen, da sie im Rahmen der Erfüllung der Gesamtaufgabe durchaus Zeit verbrauchen.



4a: Assoziativität gemäß Abb. 2b



4b: Distributivität gemäß Abb. 2c



4c: Absorption gemäß Axiom 4a (Axiom 4b analog)

**Abb. 4: Veranschaulichung der Axiome in Ablaufdiagramm**

## 5 Schlussbemerkungen

Mit Hilfe der hier vorgestellten Methode soll eine Brücke geschlagen werden zwischen den Ansätzen und Denkweisen der Betriebswirtschaft und der Vorgehensweise der Informatiker in den frühen Phasen der Software-Entwicklung. Erfahrungen bei der Anwendung der Methode haben gezeigt, dass dem Anforderungsanalytiker ein relativ einfaches und doch mächtiges Hilfsmittel zur Verfügung steht, um den Bedarf von Fachpersonen eines betrachteten Unternehmens an Unterstützung ihrer Tätigkeiten durch den Einsatz von Rechnersystemen zu ermitteln.

Zudem ist bei den Fachpersonen, die die Analyse beratend begleiten, in der Regel eine gute Akzeptanz zu erwarten, da den Sprachmitteln organisatorische, betriebswirtschaftliche Bestimmungselemente zu Grunde liegen. Zur vollständigen Erfassung der Anforderungen ist zusätzlich eine Betrachtung und Definition der Informationen über die Gegenstände und die Beziehungen zwischen ihnen durchzuführen, was simultan zur Aufgabenanalyse erfolgen kann. Eine differenzierte Vorgehensweise unter Berücksichtigung beider Aspekte, sowohl aufgabenorientiert als auch informationsorientiert, ist meines Erachtens durchaus sinnvoll.

Auf der Basis der Ergebnisse der Aufgabenanalyse und der Gegenstandsanalyse ist in einem ersten Designschnitt, hier als Kommunikationsanalyse bezeichnet, die Zusammenführung der Informationen über die Aufgaben und Gegenstände durchzuführen, um so zu strukturierten Informationsflussdiagrammen zu kommen. Die Kommunikationsanalyse kann, neben der Vorbereitung der eigentlichen Entwurfsphase, auch zur Validierung der bisherigen Analyseergebnisse herangezogen werden.

Das in dieser Arbeit beleuchtete Thema stützt sich neben der Organisationstheorie auf die Prinzipien der strukturierten Software-Entwicklung ab. Eine Untersuchung der Anwendung von zeitgemäßen objektorientierten Techniken und der Integration mit den Grundsätzen der Organisationslehre ist sicherlich ein interessantes Feld für weiterführende Forschungen. Allerdings hat die Erfahrung des Autors gezeigt, dass bei der Betrachtung von betrieblichen Vorgängen und Sachverhalten in Zusammenarbeit mit weitgehend kaufmännisch vorgebildeten Experten einer Fachabteilung leichter mit Hilfe von strukturierten Methoden erfolgen kann; Projektmitarbeiter aus den Fachbereichen fällt es leichter, in Prozessen und Vorgängen (Geschäftsvorfällen, Geschäftsabläufen) zu denken und zu argumentieren, als auf der Basis der Objekte ihrer Geschäftswelt. Neuere Untersuchungen im Umfeld der Geschäftsprozessmodellierung scheinen diese vorgefasste Meinung zu bestätigen. Allerdings ist es unter dem Gesichtspunkt der zeitgemäßen Software-Entwicklung allemal sinnvoll, möglichst frühzeitig objektorientierte Ansätze in die Vorgehensweise zu integrieren und zu verfolgen.

## Literatur

1. Constantine, L.L.; Yourdan, E.; Structured Design: Fundamentals of Discipline of Computer Program and System Design; Prentice-Hall, 1979
2. Craemer, D.; Structured Project-Planning: From a Jackson Diagram to a Network via Petri's Communication Form as the Intermediate Language; Angewandte Informatik, Heft 9, pp. 379-385, Vieweg, 1979
3. DeMarco, T.: Structured Analysis And System Specification; Yourdon Press, 1978
4. Deutsche Institut für Normung; DIN 2330: Begriffe und Benennungen, allgemeine Grundsätze; Beuth-Verlag, 1974;
5. Deutsche Institut für Normung; DIN 2331: Begriffssysteme und ihre Darstellung; Beuth-Verlag, 1976
6. Gane, C.; Sarson, T.; Structured Systems Analysis: Tools and Techniques; Prentice-Hall, 1979
7. Genrich, H.J.; Ein Kalkül des Planens und Handelns; Ansätze zur Organisationstheorie rechnergestützter Informationssysteme; Berichte der GMD, Nr.111, pp. 77-92, Oldenbourg-Verlag, 1979
8. Gilb, T.: Principles of Software Eineering Management; Addison-Wesley, 1999
9. Jackson, M.A.; Principles of Program Design; Academic Press, New York, 1975
10. Kosiol, E.; Grundlagen und Methoden der Organisationsforschung; Duncker & Humblot Verlag, 1968
11. Österle, H.: Entwurf betrieblicher Informationssysteme; Computer Monographien, Band 16, Carl Hanser Verlag, 1981
12. Petri, C.A.; Kommunikationsdisziplinen; Ansätze zur Organisationstheorie rechnergestützter Informationssysteme; Berichte der GMD, Nr.111, pp. 63-77, Oldenbourg Verlag, 1979
13. Richter, G.; Netzmodelle für die Bürokommunikation; Teil1, Informatik Spektrum, Nr.6, pp. 210-220, Springer Verlag, 1983
14. Richter, G.; Netzmodelle für die Bürokommunikation; Teil2, Informatik Spektrum, Nr.7, pp. 28-40, Springer-Verlag, 1984