

# Kapitel 7

## Fallbeispiele

In den nachfolgenden Abschnitten werden zwei Fallbeispiele behandelt. Das erste Beispiel *Verkauf und Lieferung von Büchern und Videos* ist eine betriebswirtschaftliche Anwendung mit interaktiver Systemnutzung. Es werden die Elaborations- und die Konstruktionsphasen bis zum physikalischen Entwurf eines ersten Systemprototyps erläutert.

Das zweite Fallbeispiel *Echtzeit-Simulation einer Ballwurfmashine* ist eine technische Anwendung mit parallelen Abläufen unter strengen Zeitbedingungen. Hier werden die wesentlichen Aspekte behandelt, die zum Entwurf führen.

Die beiden Fallbeispiele wurden für Schulungszwecke entwickelt. Der Umfang und die Komplexität der Problemstellung ist so gewählt, daß die Vorgehensweise der objektorientierten Entwicklung und ihre Vorzüge deutlich werden.

### 7.1 Verkauf und Lieferung von Büchern und Videos

#### 7.1.1 Problembeschreibung

Die *BV-GmbH* verkauft Bücher und Videos. Das aktuelle Angebot kann in einer der zahlreichen Filialen der Firma eingesehen werden.

Jede Filiale verfügt über einen lokalen Lagerbestand, der jeweils eine gewisse Menge des Gesamtangebots umfaßt. Artikel aus diesem Lager können bei sofortiger Zahlung erworben, nicht verfügbare Artikel können bestellt werden. Letztere werden aus einem zentralen Lager direkt an die Kunden geliefert.

Der Verkäufer trägt jeweils die Artikelnummer (Artikel-Id) der von einem Kunden gewünschten Artikel in ein Auftragsformular auf einem Terminal ein. Für jeden Eintrag werden automatisch die aktuelle Anzahl der im lokalen Lager verfügbaren Artikel, der Preis und die relevante Kenndaten ergänzt. Für Bücher sind dies folgende Daten: der Titel, die Kategorie, der Autor, der Verlag, das Erscheinungsdatum und die ISBN, für Videos: der Titel, die Kategorie, der Produzent, der Hersteller, das Erscheinungsdatum und die Spieldauer.

Die verfügbaren Artikel, die der Kunde tatsächlich kaufen will, werden zunächst vom Verkäufer im Auftragsformular in geeigneter Form markiert. Schließlich veranlaßt der Verkäufer, daß die relevanten Daten (Artikel-Id, Titel, Menge) der markierten Artikel in einen Kaufauftrag übertragen werden. Der Kaufauftrag wird an das lokale Lager übermittelt und dort angezeigt. Auf dieser Grundlage stellt eine Hilfskraft die Artikel für den Kauf bereit. Nach der Bezahlung wird für den Kunden ein Zahlungsbeleg mit

Angabe des Datums, der gekauften Artikel (Artikel-Id, Titel, Menge, Einzelpreis, Gesamtpreis) und dem Rechnungsbetrag samt Mehrwertsteuer ausgedruckt und der lokale Lagerbestand aktualisiert.

Die Artikel, die dem Kunden zugesendet werden sollen, werden zunächst ebenfalls markiert. Schließlich werden die relevanten Daten (Artikel-Id, Titel, Menge, Einzelpreis) in einen Lieferauftrag übertragen, die Kundendaten (Name und Adresse) ergänzt und die Daten an das zentrale Lager übermittelt. Gleichzeitig wird für den Kunden ein Bestellbeleg ausgedruckt.

Im zentralen Lager werden die Lieferaufträge nacheinander angezeigt. Ein Verpacker stellt die Artikel für eine bestimmte Sendung bereit und markiert im Lieferauftrag die betreffenden Artikel als *geliefert*. Auf dieser Grundlage werden pro Sendung die zugehörige Rechnung ausgedruckt und der zentrale Lagerbestand aktualisiert.

Zu jeder Sendung wird in der zentralen Buchhaltung ein Konto eingerichtet, das die Kontrolle der Zahlung(en) des Kunden ermöglicht. Ein Sachbearbeiter trägt jede einlaufende Zahlung (Überweisung) in ein Zahlungsformular ein. Falls nach Ablauf einer bestimmten Frist nach der Rechnungsstellung keine Zahlung zum Ausgleich des Kundenkontos erfolgt ist, wird automatisch eine Mahnung ausgedruckt und an den Kunden weitergeleitet.

Ist eine Rechnung vollständig bezahlt, werden das Kundenkonto, die Kundendaten und die Rechnung automatisch gelöscht.

Jede Filiale ist mit einem lokalen Rechner ausgestattet, der mit dem Rechner in der Zentrale verbunden ist. An den zentralen Rechner sind einige spezielle Anzeige-/Eingabegeräte mit Drucker angeschlossen, die im zentralen Lager und in der zentralen Buchhaltung installiert sind. Im Verkaufsraum einer Filiale sind bis zu 4 Terminals mit Bildschirm, Tastatur und Drucker, im lokalen Lager sind jeweils zwei Anzeigegeräte verfügbar, die an den lokalen Rechner angeschlossen sind.

### Anmerkungen zur Ausführung

Die nachfolgende Ausführung des Fallbeispiels orientiert sich am objektorientierten Vorgehensmodell, das im Abschnitt 2.2 erläutert wurde. Der Grad der Detaillierung ist so gewählt, daß die Vorgehensweise der objektorientierten Entwicklung mit der UML verständlich wird und in einem realen Projekt nachvollziehbar ist.

Es wird gezeigt, wie ein Entwurf als Grundlage für die Realisierung eines ersten Systemprototyps zur Unterstützung der *Auftragsabwicklung, Lieferung und Zahlungserfassung (ALZ-System)* erstellt wird. Die Analyse und Umsetzung der Anforderungen ist dabei auf die Abläufe beschränkt, wie sie in der Problembeschreibung dargestellt sind. Dies bedeutet, daß z.B. die Auffüllung des Bestandes des lokalen und zentralen Lagers nicht berücksichtigt wird. Außerdem wird angenommen, daß notwendige Ergänzungen ebenso wie Möglichkeiten zur Verbesserung der Abläufe, z.B. die automatische Erfassung der Zahlungen (Überweisungen), erst in der zweiten Ausbaustufe berücksichtigt werden.

Die Diagramme des Fallbeispiels wurden ohne Unterstützung durch ein Werkzeug erstellt, da die derzeit verfügbaren Werkzeuge im Hinblick auf die Nutzung der Version 1.1 der

UML noch Einschränkungen aufweisen. Das gilt vor allem für die Details bei der Erstellung von Interaktions-, Zustands-, Komponenten- und Knotendiagrammen.

Eine erste Fassung der wesentlichen Diagramme des Fallbeispiels, nämlich die Klassendiagramme und die Sequenzdiagramme mit den zugehörigen Spezifikationen, wurde zusätzlich mit dem Werkzeug *Rose-98* der Rational Software Corp. erstellt. Eine Demonstrationsversion dieses Werkzeugs und die Datei mit den genannten Diagrammen sind auf der beiliegenden CD-ROM verfügbar.

### 7.1.2 Analyse des Systemverhaltens

Die Analyse des Systemverhaltens des ALZ-Systems umfaßt folgende Aktivitäten:

- Identifikation der Akteure
- Abgrenzung der Problembereiche
- Identifikation und Darstellung der Nutzungsfälle
- Definition der Nutzungsfälle
- Spezifikation der Szenarios.

#### Identifikation der Akteure

Die Akteure, d.h. die Systemnutzer und die zugeordneten Sachmittel und Geräte können aus der Problembeschreibung extrahiert werden. Es resultiert eine Liste entsprechend der Tabelle 7.1-1:

Tabelle 7.1-1: Systemnutzer und zugeordnete Sachmittel bzw. Geräte mit Standort

| Aktor          | zugeordnete Sachmittel bzw. Geräte  |
|----------------|---|
| Kunde (passiv) | Kundenwunsch (gewünschter Artikel)<br>gekaufter Artikel<br>bestellter Artikel, gelieferter Artikel<br>Zahlungsbeleg, Bestellbeleg<br>Rechnung, Mahnung<br>Zahlung (Überweisung) |
| Verkäufer      | Auftragsformular ==> Terminal (Bildschirm / Tastatur) samt Drucker im Verkaufsraum  |
| Hilfskraft     | Kaufauftrag ==> Anzeigegerät im lokalen Lager   |
| Verpacker      | Lieferauftrag ==> Anzeige-/Eingabegerät samt Drucker im zentralen Lager   |
| Sachbearbeiter | Zahlungsformular ==> Anzeige-/Eingabegerät samt Drucker in der zentralen Buchhaltung  |

### Abgrenzung der Problembereiche

Aus der Tabelle 7.1-1 geht hervor, daß die diversen Geräte zur Systemnutzung an verschiedenen Orten verfügbar sind: im Verkaufsraum bzw. im lokalen Lager einer Filiale und im zentralen Lager bzw. in der zentralen Buchhaltung. Die genannten Geräte bilden zusammen mit den Systemnutzern die Systemumgebung.

Vom ALZ-System wird gefordert, daß diverse Aufträge und Lieferungen (Bestellungen) bearbeitet, Zahlungen erfaßt und Informationen über die angebotenen Artikel und über offene Konten (unbezahlte Rechnungen) verwaltet werden. Die grundsätzliche Systemstruktur ist aus der Tabelle 7.1-2 ersichtlich.

Tabelle 7.1-2: Grundsätzliche Systemstruktur

| Ort                               | Subsystem bzw. Prozeß   |
|-----------------------------------|---|
| Lokale Filiale<br>(Filialrechner) | Auftragsabwicklung<br>lokale Artikelverwaltung                                      |
| Zentrale<br>(Zentralrechner)      | Lieferungsabwicklung<br>Zahlungserfassung<br>zentrale Artikel- und Kontenverwaltung |

### Identifikation und Darstellung der Nutzungsfälle

Die Nutzungsfälle, die den identifizierten Prozessen zugeordnet sind, werden aus der Problembeschreibung extrahiert. Die Nutzungsfälle und ihre Untergliederung in elementare Nutzungsfälle (Vorgänge) sind in Tab. 7.1-3 aufgelistet.

Tabelle 7.1-3: Identifikation der relevanten Nutzungsfälle

| Nutzungsfall                             | elementare Nutzungsfälle  |
|--|---|
| N1: Abwicklung der Aufträge eines Kunden | N11: Erfassung der Kundenwünsche<br>N12: Durchführung des Kaufs<br>N13: Aktualisierung des lokalen Lagerbestands<br>N14: Ableitung eines Lieferauftrags |
| N2: Abwicklung eines Lieferauftrags      | N21: Erfassung der gelieferten Artikel<br>N22: Aktualisierung des zentralen Lagerbestands   |
| N3: Erfassung und Prüfung der Zahlungen  | N31: Erfassung einer Zahlung<br>N32: Überprüfung der ausstehenden Zahlungen   |

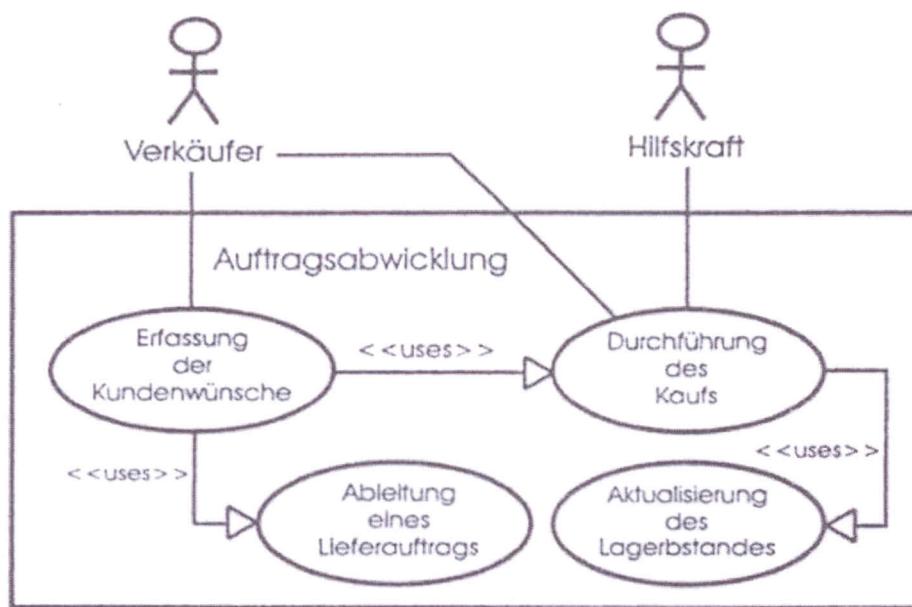


Abbildung 7.1-1: Modell der Nutzungsfälle Abwicklung der Aufträge eines Kunden

Der Nutzungsfall *Erfassung der Kundenwünsche* ist ein unvollständiger Vorgang, der in der Regel den Vorgang *Durchführung des Kaufs* bzw. *Ableitung des Lieferauftrags* auslöst (nutzt). Der Vorgang *Durchführung des Kaufs* bedingt den Vorgang *Aktualisierung des Lagerbestands*. Die Beziehungen der Vorgänge bzw. Nutzungsfälle sind im Modell der Nutzungsfälle (Use-Case-Diagramm) gemäß Abb. 7.1-1 dargestellt.

## Definition der Nutzungsfälle

Die Definition der Nutzungsfälle ist auf den übergeordneten Nutzungsfall *Abwicklung der Aufträge eines Kunden* beschränkt. Als Grundlage wird das Muster der Gliederung verwendet, das in Tabelle 5.3-1 in Abschnitt 5.3.1 definiert ist.

Tabelle 7.1-4: Definition des Nutzungsfalls Abwicklung der Aufträge eines Kunden

|                       |   |
|-----------------------|---|
| N1                    | <b>Nutzungsfall:</b> Abwicklung der Aufträge eines Kunden   |
| Autor, Datum          | H. Neumann, 20.10.1997, V-01  |
| Zweck                 | Die Kundenwünsche werden einzeln erfaßt, der Kauf wird durchgeführt und bei Bedarf der Lieferauftrag abgeleitet.                          |
| Kontext               | Prozeß: Auftragsabwicklung  |
| beteiligte Akteure    | Kunde (passiv), Verkäufer, Hilfskraft<br>zugeordnete Geräte: Terminal mit Bildschirm und Tastatur, Drucker, Anzeigegerät im lokalen Labor |
| auslösende Ereignisse | Ein Kunde zeigt Interesse für einen bestimmten Artikel.   |

Tabelle 7.1-4: (Fortsetzung)

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>Vorbedingungen</b>              | Das Auftragsformular ist auf dem Bildschirm dargestellt.  |
| <b>Relevante Eingangsdaten</b>     | Artikel-Identifikation (AId)  |
| <b>Ausnahmen</b>                   | falsche AId, Fehlbedienungen, Ausfall eines Geräts  |
| <b>relevante Ergebnisse</b>        | Zahlungsbeleg, Bestellbeleg, aktualisierter Lagerbestand  |
| <b>nachgeordnete Nutzungsfälle</b> | Erfassung der Kundenwünsche, Durchführung des Kaufs, Aktualisierung des Lagerbestands, Ableitung eines Lieferauftrags |
| <b>Verweis auf Szenarios</b>       | N11, N12, N13, N14  |
| <b>relevante Anforderungen</b>     | Berechnung des Gesamtbetrags einer Artikelmenge und des Rechnungsbetrags  |

Es ist dem Leser überlassen, die Definitionen der übrigen elementaren Nutzungsfälle zu ergänzen.

### Spezifikation der Szenarios

Die Spezifikation der Szenarios ist auf die primären Szenarios der elementaren Nutzungsfälle beschränkt, die dem übergeordneten Nutzungsfall *Abwicklung der Aufträge eines Kunden* nachgeordnet sind. Als Grundlage wird das Muster der Gliederung verwendet, das in Tabelle 5.3-2 in Abschnitt 5.3.1 definiert ist.

Tabelle 7.1-5: Spezifikation des Szenarios *Erfassung der Kundenwünsche*

| N11 | Primäres Szenario: Erfassung der Kundenwünsche   |
|-----|--|
| Nr. | Aktion   |
| 1   | Der Verkäufer aktiviert den Bildschirmdialog.  |
| 2   | Das System (S.) legt ein leeres Auftragsformular auf dem Bildschirm an.  |
| 3   | Der Kunde ist an einem Artikel interessiert: Der Verkäufer trägt die Artikel-Id in eine freie Zeile des Auftragsformulars ein.   |
| 4   | Die Artikel-Id ist gültig: S. ermittelt die relevanten Artikeldaten, d.h. die Anzahl der im lokalen Lager verfügbaren Artikel, den Einzelpreis und die übrigen Kenndaten des Artikels. |

Tabelle 7.1-5: (Fortsetzung)

|   |  |
|---|--|
|   | Kommentar: Es wird angenommen, daß die Kenndaten selbst dann abrufbar sind, wenn keine Artikel mehr im lokalen Lager verfügbar sind. |
| 5 | S. ergänzt die relevanten Artikeldaten im Auftragsformular.  |
| 6 | Der Kunde ist an einem Artikel nicht länger interessiert: Der Verkäufer löscht die betreffende Artikel-Id im Auftragsformular.       |
| 7 | ==: S. löscht die zugehörigen Artikeldaten im Auftragsformular.  |

Tabelle 7.1-6: Spezifikation des Szenarios *Durchführung des Kaufs*

| N12 | Primäres Szenario: Durchführung des Kaufs   |
|-----|---|
| Nr. | Aktion  |
| 1   | Der Kunde will einen lokal verfügbaren Artikel kaufen, und zwar in einer bestimmten Menge: Der Verkäufer trägt die gewünschte Artikelmenge ein.<br>Kommentar: Die Menge wird im Auftragsformular auf den Wert "1" voreingestellt. |
| 2   | Der Verkäufer markiert den Artikel im Auftragsformular.   |
| 3   | S. ermittelt für den Artikel den Gesamtpreis und trägt diesen in das Auftragsformular ein   |
| 4   | Der Kunde ändert seine Absicht: Der Verkäufer löscht die betreffende Markierung bzw. korrigiert die Mengenzahl.   |
| 5   | S. korrigiert bei Bedarf den Gesamtpreis des Artikels.  |
| 6   | Der Kunde will die für den Kauf markierten Artikel tatsächlich kaufen: Der Verkäufer veranlaßt die Erstellung des Kaufauftrags.   |
| 7   | S. überträgt die markierten Artikel mit dem Titel und der jeweiligen Menge, aber ohne die anderen Kennungen vom Auftragsformular in einen Kaufauftrag.  |
| 8   | S. übermittelt den Kaufauftrag zum lokalen Lager.   |
| 9   | Die Artikel sind bereitgestellt: Der Verkäufer löst die Erstellung des Zahlungsbelegs aus.  |
| 10  | S. überträgt jeweils die Artikel-Id, die jeweilige Menge, den Titel, den Einzelpreis und den Gesamtpreis der markierten Artikel vom Auftragsformular in den Zahlungsbeleg und ergänzt das aktuelle Datum.                         |

**Tabelle 7.1-6:** (Fortsetzung)

|    |   |
|----|---|
| 11 | S. berechnet den Rechnungspreis und die MwSteuern und trägt diese in den Zahlungsbeleg ein. |
| 12 | S. druckt den Zahlungsbeleg aus.  |
| 13 | S. löscht den Inhalt des internen Zahlungsbelegs.   |
|    | Der Kunde hat bezahlt, der Verkäufer übergibt den Zahlungsbeleg                             |

**Tabelle 7.1-7:** Spezifikation des Szenarios *Aktualisierung des Lagerbestands*

| N13 | Primäres Szenario: Aktualisierung des Lagerbestands   |
|-----|---|
| Nr. | Aktion  |
| 1   | Für jeden markierten Artikel: S. vermindert die Anzahl der im lokalen Lager verfügbaren Artikel um die gekaufte Anzahl. |
| 2   | S. löscht die markierten Artikel aus dem Auftragsformular.  |

**Tabelle 7.1-8:** Spezifikation des Szenarios *Ableitung eines Lieferauftrags*

| N14 | Primäres Szenario: Ableitung eines Lieferauftrags  |
|-----|--|
| Nr. | Aktion   |
| 1   | Der Kunde will einen lokal nicht verfügbaren Artikel in einer bestimmten Menge bestellen: Der Verkäufer trägt die Artikelmenge in das Auftragsformular ein.  |
| 2   | einfügen: N12: 2..5  |
| 3   | Der Kunde will die markierten Artikel bestellen: Der Verkäufer veranlaßt die Erstellung des Lieferauftrags.  |
| 4   | S. überträgt die markierten Artikel mit dem Titel und der jeweiligen Menge, aber ohne die anderen Kennungen vom Auftragsformular in den Lieferauftrag.   |
| 5   | S. fordert zur Eingabe der Kundendaten auf.  |
| 6   | Der Verkäufer gibt die Kundendaten ein   |
| 7   | S. übermittelt den Lieferauftrag zusammen mit den Kundendaten zum zentralen Lager.   |
| 8   | S. überträgt jeweils die Artikel-Id, den Titel, die jeweilige Menge, den Einzelpreis und den Gesamtpreis der markierten Artikel vom Auftragsformular in einen Bestellbeleg und ergänzt das aktuelle Datum. |

Tabelle 7.1-8: (Fortsetzung)

|    |  |
|----|--|
| 9  | S. druckt den Bestellbeleg aus.                            |
| 10 | S. löscht die markierten Artikel aus dem Auftragsformular. |
| 11 | S. löscht den Inhalt des internen Bestellbelegs.           |

Es ist dem Leser überlassen, die Spezifikationen der übrigen Szenarios zu ergänzen.

### 7.1.3 Entwurf der Systemarchitektur

Der sich nahtlos anschließende Entwurf der Systemarchitektur des ALZ-Systems umfaßt folgende Aktivitäten:

- Konkretisierung der Systemstruktur
- Darstellung des Systemkontext
- Konzipierung der Benutzeroberfläche.

#### Konkretisierung der Systemstruktur

Die grundsätzliche Systemstruktur, die während der Analyse des Systemverhaltens konzipiert wurde, wird nun konkretisiert. Es bietet sich an, das ALZ-System entsprechend der Abb. 7.1-2 in folgende Subsysteme zu gliedern:

- ProcessingModell
- InformationsModell.

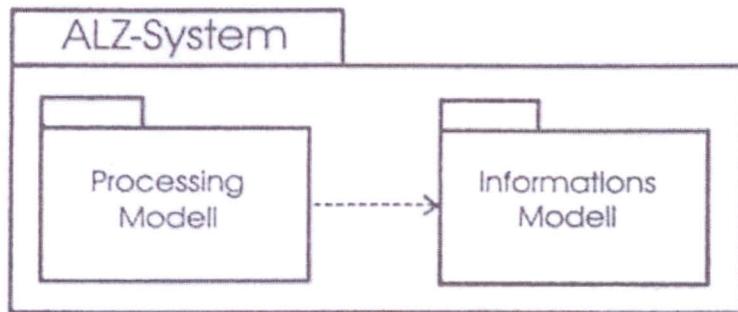


Abbildung 7.1-2: Subsystemstruktur

Das Subsystem *ProcessingModell* umfaßt die Prozesse *Auftragsabwicklung*, *Lieferungsabwicklung* und *Zahlungserfassung*. Die resultierende Prozeßstruktur ist in Abb. 7.1-3 dargestellt. Darin sind die Prozesse in Form von Paketen und die *offensichtlichen* Importbeziehungen zwischen den Paketen dargestellt. Die Pakete repräsentieren die zugehörigen Prozeß- und Ablaufrahmenmodelle und die zugeordneten dynamischen Modelle.