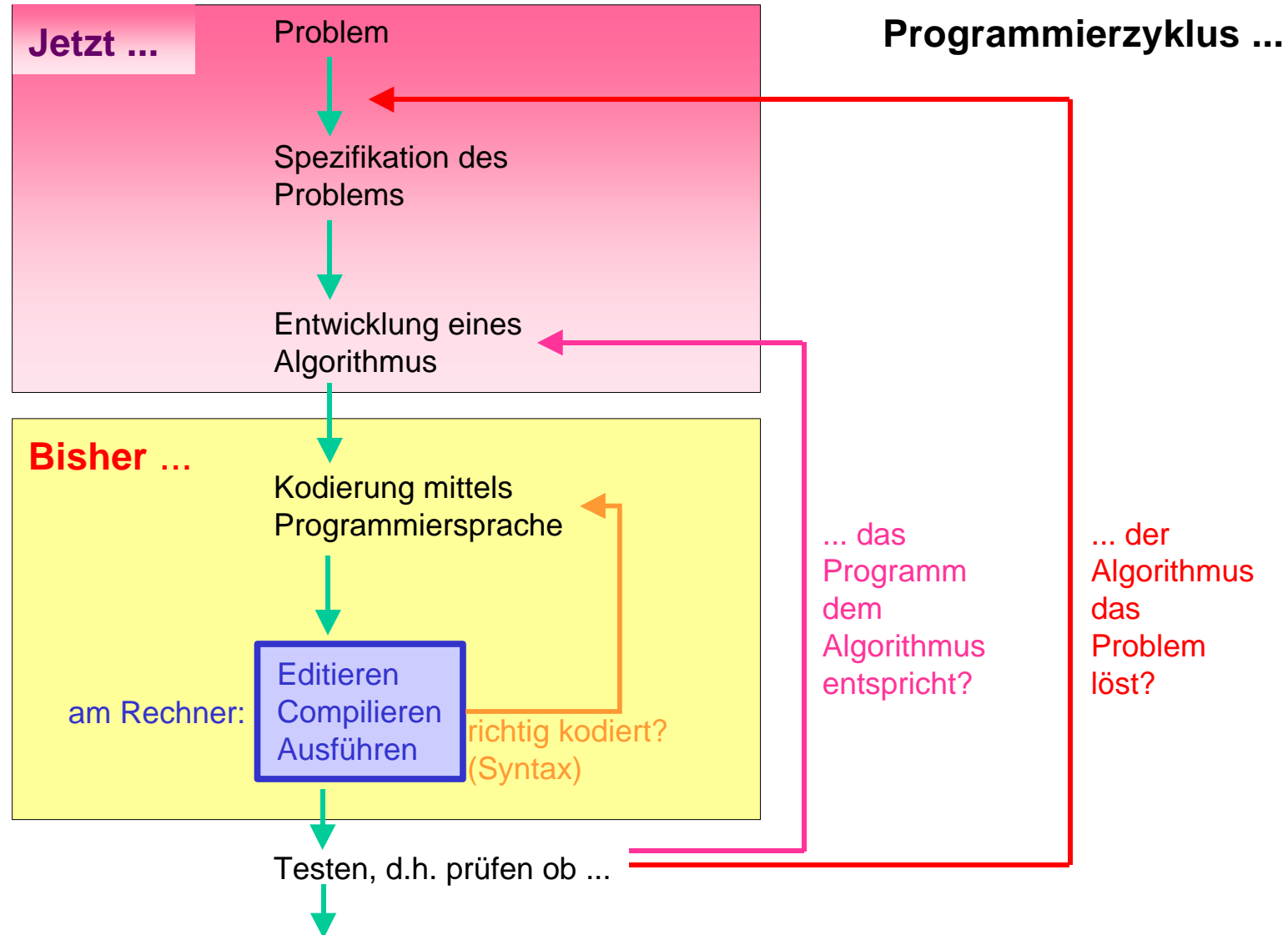


Teil IV: Vom Problem zum Programm

1. Einordnung
2. Entwurf und Spezifikation
3. Modularisierung und Algorithmenentwicklung

Einordnung

Vorbemerkungen



Ausgangspunkt ...

Programm ... ? – ein Problem ?

Feststellung :

**Es gibt keinen Algorithmus
für den Entwurf von Algorithmen !**

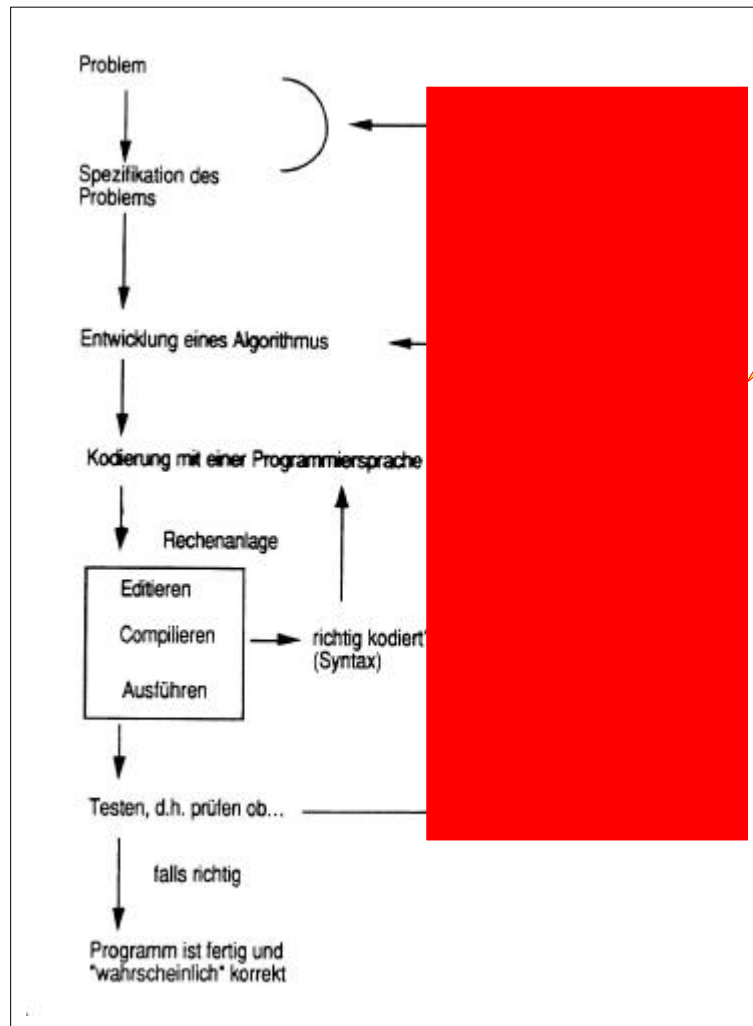
Was ist Problemlösen ?

Kreativer Prozess, der ein umfangreiches Verständnis der gestellten Aufgabe und viel Intuition, Erfahrung und Praxis erfordert !

„Wäre das Programmieren ein strikt deterministischer Prozeß, der nach festen Regeln abläuft, so wäre es bereits seit langem automatisiert worden.“

(aus N. Wirth. Systematisches Programmieren – Eine Einführung, 5. Aufl.
B.G. Teubner, Stuttgart, 1985, pp.120ff)

Im Falle fehlerhafter Spezifikationen drohen mitunter hohe Kosten ...



... Fehler
können
sehr
teuer
werden !

Computer spielte verrückt

Stockholm (dpa). Ein neues Datenverarbeitungssystem hat die Finanzen der schwedischen Fernmeldeverwaltung gründlich durcheinandergebracht. Der Computer wandelte alle Anforderungen beim zentralen Materiallager in Nässjö in Aufträge für die Zulieferindustrie um. Die Folge war, daß der Materialnachschub in den Fernmeldebezirken ausblieb, das Zentrallager überquoll und in der Kasse der Telefonverwaltung wegen der Flut von Rechnungen plötzlich Ebbe war. Um Löhne und Gehälter zahlen zu können, mußte die Fernmeldeverwaltung einen 120-Millionen-Kredit aufnehmen.

Der Tagesspiegel, 16.9.78

(aus R. Kimm, W. Koch, W. Simonsmeier, F. Tontsch. Einführung in Software Engineering. Walter de Gruyter, Berlin, 1979)

Software Engineering

→ Softwaretechnik, Softwaretechnologie

Inhalt und Zielsetzung

Anwendung von **Prinzipien**, **Methoden** und **Techniken** auf die **Planung**, den **Entwurf**, die **Implementierung** und die **Wartung** von Programmen und Programmsystemen

→ vorwiegend ingenieurmässig ablaufender Prozess !

Vorgehensmodelle

Ziel: Benennung und Ordnung von produktbezogenen Aktivitäten bei der Softwareentwicklung

Verschiedene Modelle des „Software Life Cycle“

- ❑ **Lineares Phasenmodell / Wasserfallmodell**

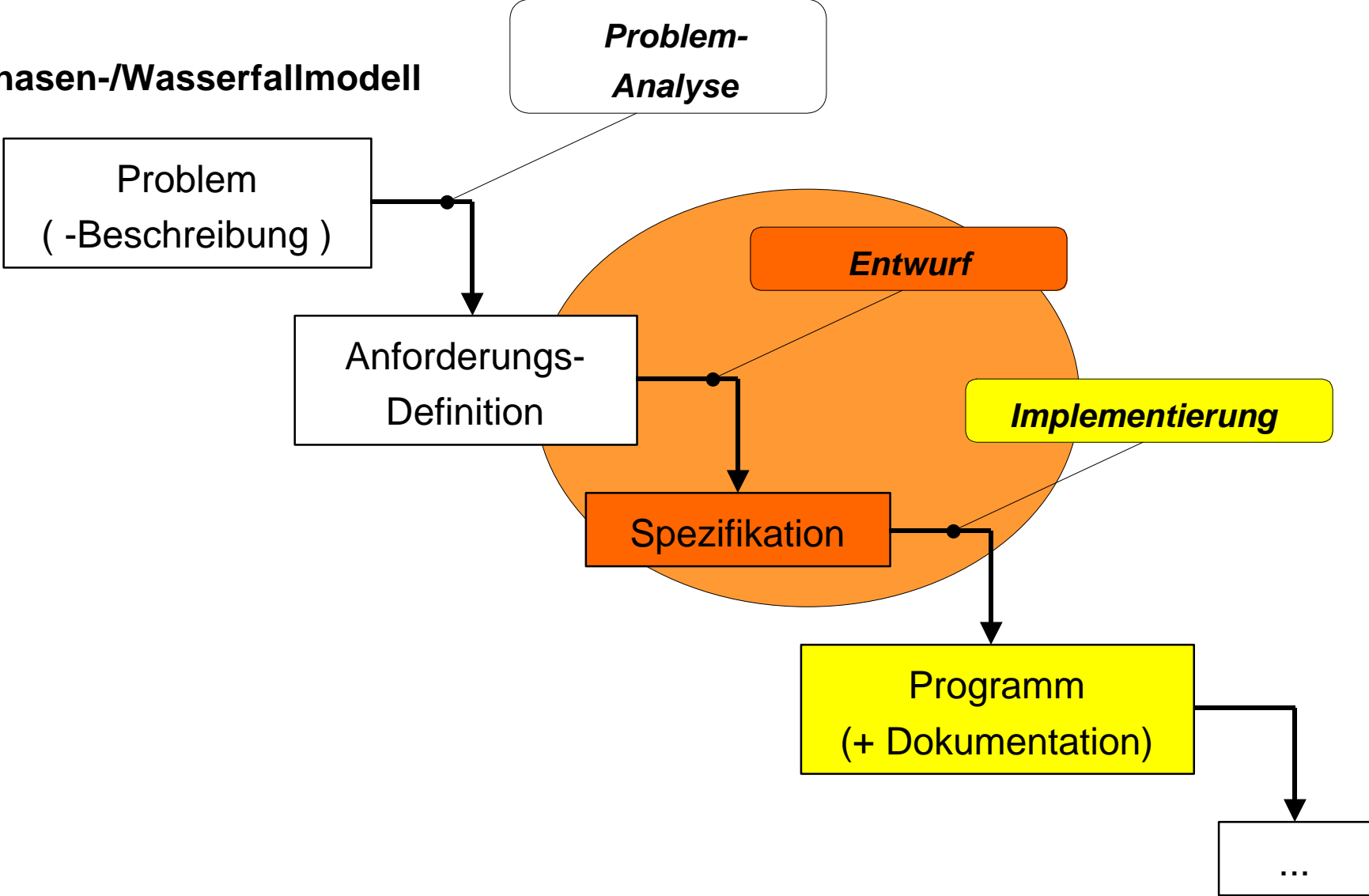
- grundlegendes Projektmodell, das die Softwareherstellung als Folge von Aktivitäten (Phasen) beschreibt !

- ❑ **Spiralmodell**

- ❑ **Zyklisches Modell**

- ❑ **Evolutionäre Systementwicklung und Prototyping**

Phasen-/Wasserfallmodell



Entwurf und Spezifikation

Entwurf

Zielsetzung

Ein **Entwurf** beinhaltet die Entwicklung eines Modells des Gesamtsystems, das die **Anforderungen** erfüllt – und damit das realisierte Programm (bzw. die realisierten Programme) die **Problemlösung** realisiert (realisieren) !

Also ...

eine eindeutige, vollständige und in der Komplexität bewältigbare
Systemspezifikation

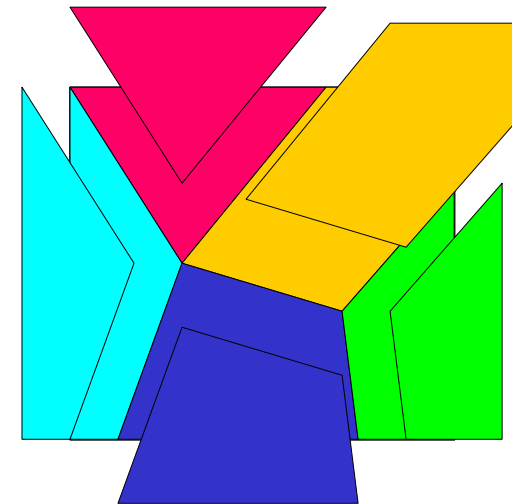
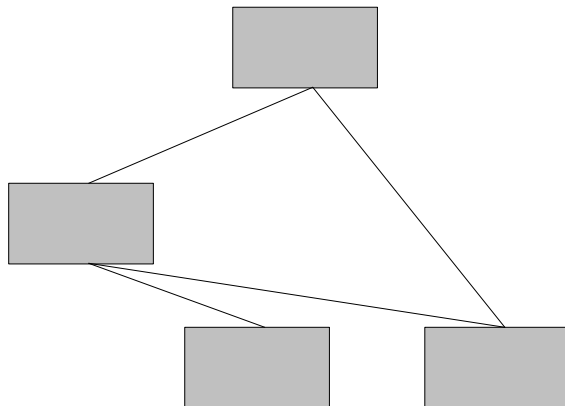
1. **Anforderungsdefinition:** Beschreibung der Aufgabe
2. **Spezifikation:** Lösung der Aufgabe

(→ weitere Detaillierungen notwendig, ehe die Lösung ausführbar wird !)

Elementare Vorgehensweise

▪ Zerlegung eines komplexen Gesamtsystems

- voneinander unabhängig realisierbare Bausteine (**Moduln**)
- Beschreibung des Zusammenwirkens über **Schnittstellen**

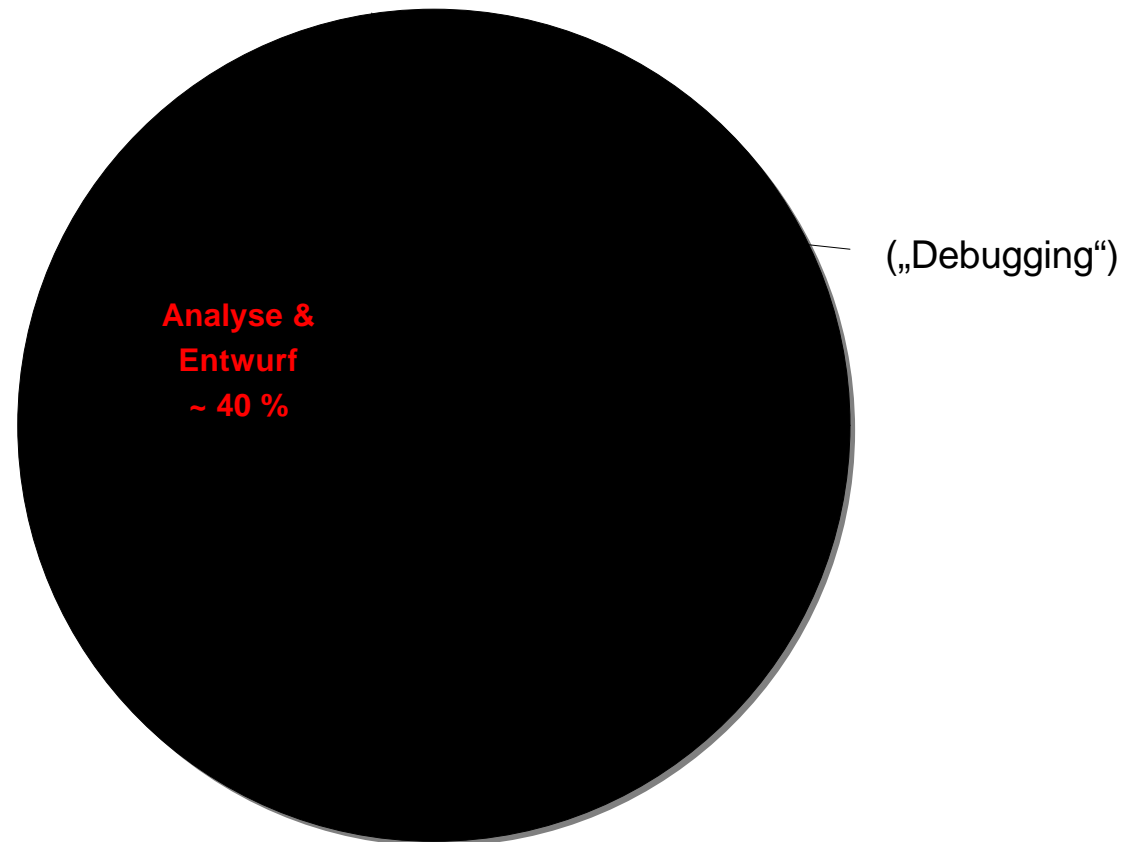


Zerlegungsprinzipien folgen verschiedenen Prinzipien, z.B. **Unabhängigkeit** der individuellen Entwicklung, **Verständlichkeit**, **Änderbarkeit**.

▪ Hierarchische **Modularisierung**

- „Top-down“ Methode (→ schrittweise Verfeinerung)
- „Bottom-up“ Methode

Relativer Zeitbedarf der Phasen der Softwareentwicklung (Abschätzung)



(vgl. R. Kimm, W. Koch, W. Simonsmeier, F. Tontsch.
Einführung in Software Engineering. Walter de Gruyter, Berlin, 1979)

Entwurf – „Fallbeispiel“

Auftrag an einen Bautrupp (aus Kimm et al., 1979):

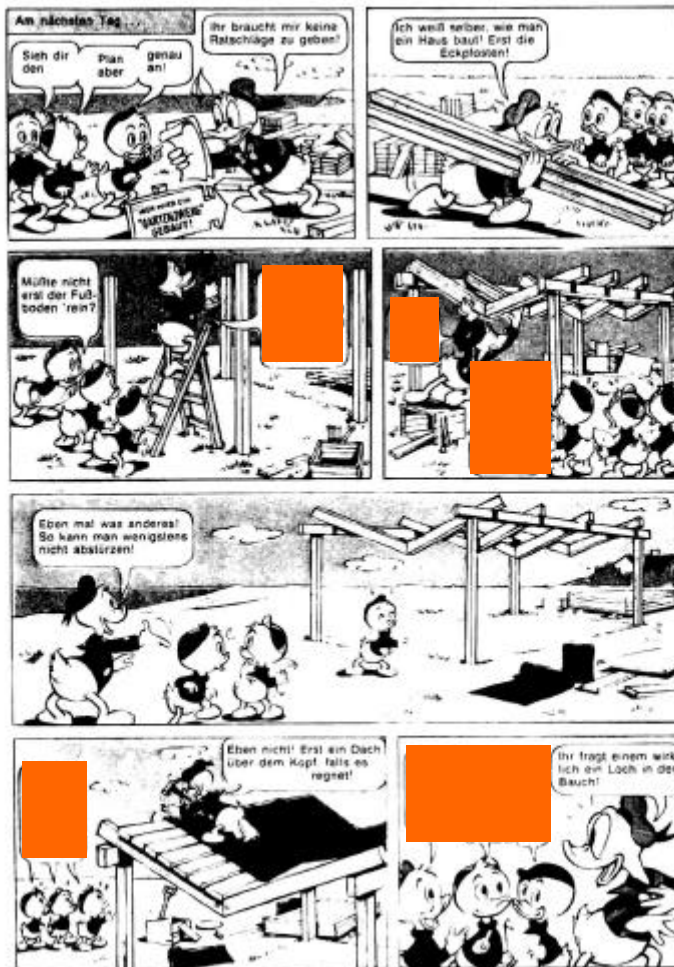
„Baue ein 10-geschossiges Hochhaus mit 10 3-Zimmer-Wohnungen (à 80m²), 20 2-Zimmer-Wohnungen (à 55m²) und 10 1-Zimmer-Wohnungen (à 35m²). Jede Wohnung soll ausser den Wohnräumen ein Bad, eine Toilette und eine Küche besitzen. Darüberhinaus soll das Haus alle üblichen Service-Einrichtungen aufweisen.“

Einschätzung :

Was würde man denken, wenn der Trupp aufgrund dieses Auftrags anrückt und an einer Ecke beginnt, eine Grube auszuheben, Zement hineinzuschütten und die ersten Steine daraufzusetzen ... ?

Die Anforderungs-
Definition ist zu
ungenau ...

Etwa so wie hier ...



Einordnung:

⇒ **Metapher für die häufig anzutreffende Vorgehensweise beim Programmieren !**

Prinzip : keine Zeit verlieren und Programme so schnell wie möglich auf eine Maschine bringen ...

Programmieren ≠ Hacken !!

Spezifikation

Inhalt

Eine **Spezifikation** ist eine **vollständige, detaillierte**
und **eindeutige** Darstellung
der **Eigenschaften**, der **Verhaltensweisen**,
des **Zusammenwirkens** und des **Aufbaus**
von Programmen und Systemen
unter
Abstrahierung von Details und konkreter Implementierung

Ziel : Entwicklung eines klaren Verständnisses des Problems, seiner
Eigenschaften und seiner Lösungen

Die **Spezifikation** ist ...

„ ... eines der zentralen Probleme,
wenn nicht das zentrale Problem überhaupt
in der industriellen Softwareherstellung ... “

(R. Kimm, W. Koch, W. Simonsmeier, F. Tontsch.
Einführung in Software Engineering. Walter de Gruyter, Berlin, 1979)

Grundsätzliche Qualitätsmerkmale

Vollständigkeit und Widerspruchsfreiheit :

- alle geforderten Funktionen des Programms und die relevanten Rahmenbedingungen für die Problemlösung müssen beschrieben werden
- die Komponenten müssen exakt aufeinander abgestimmt sein

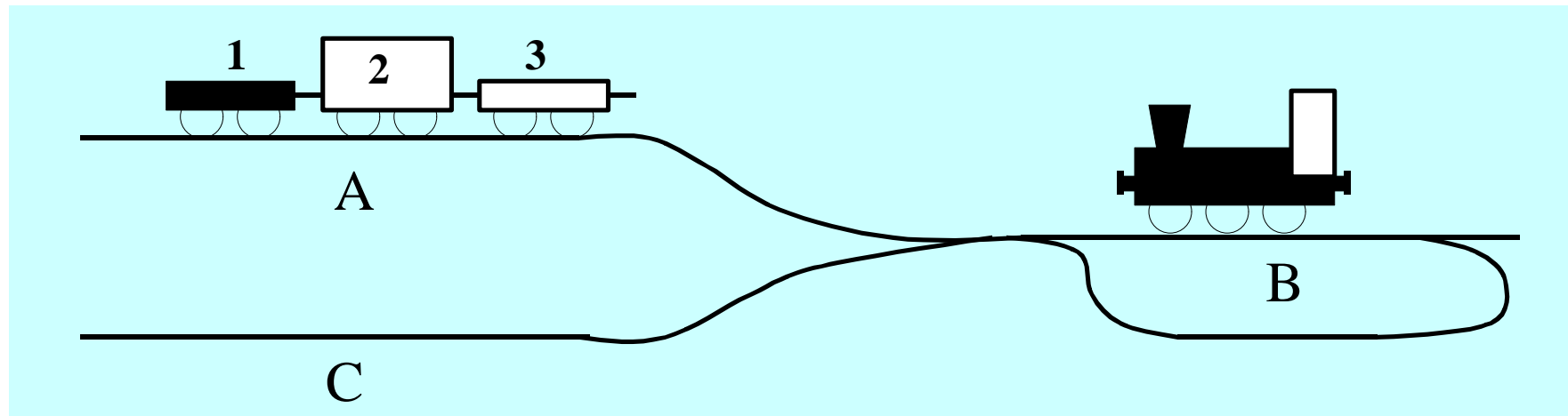
Detailliertheit, Minimalität und Verständlichkeit :

- Angabe aller zur Problemlösung notwendigen Entwurfsentscheidungen – aber keine weiteren ...
- Problem: Überspezifikation, d.h. z.B. die Aufnahme von Implementierungsentscheidungen (unabhängig vom Problem !)
→ Einschränkung der Menge der Lösungsmöglichkeiten
- Nachvollziehbarkeit der Problemlösung für Programmierer

Eindeutigkeit :

- Angabe klarer Kriterien, wann eine vorgeschlagene Lösung akzeptabel ist

Beispiel 1 – Rangierproblem

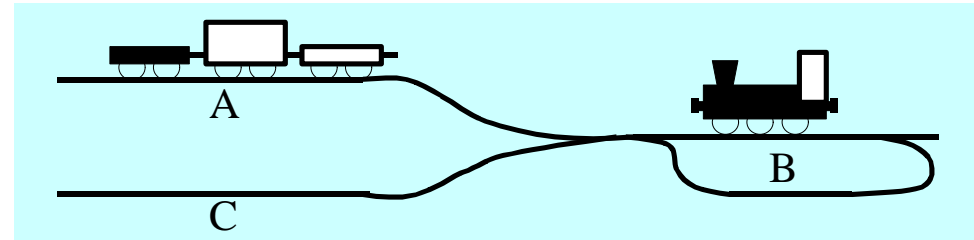


Spezifikation :

Eine Lokomotive soll die im Gleisabschnitt A befindlichen Wagen 1, 2, 3 in der Reihenfolge 3, 2, 1 auf Gleisstück C abstellen

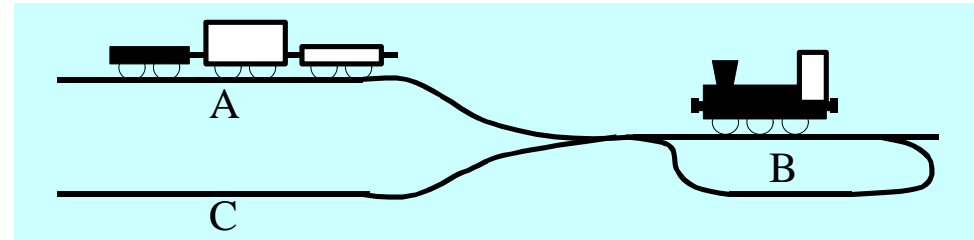
Beobachtung :

Die Problembeschreibung genügt noch **nicht** den Anforderungen an eine **Spezifikation**: Sie ist unvollständig, nicht genügend detailliert und nicht eindeutig !



Der Weg zu einer korrekten Spezifikation ...

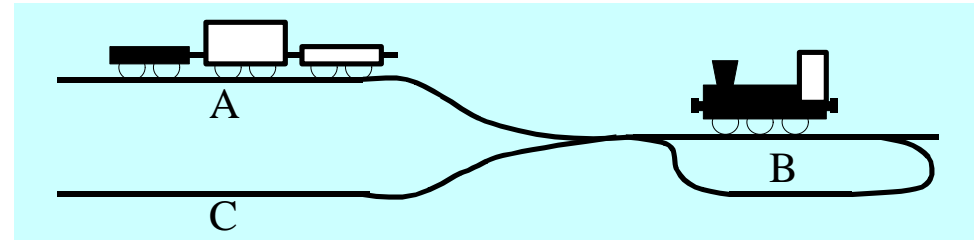
- **Vollständigkeit und Widerspruchsfreiheit :**
 - Wieviele Wagen kann die Lok auf einmal ziehen ?**
 - Wieviele Wagen passen auf Gleisstück B ?**



Der Weg zu einer korrekten Spezifikation ...

- **Vollständigkeit und Widerspruchsfreiheit :**
 - Wieviele Wagen kann die Lok auf einmal ziehen ?**
 - Wieviele Wagen passen auf Gleisstück B ?**

- **Detailliertheit, Minimalität und Nachvollziehbarkeit :**
 - Welche Aktionen / Operationen kann die Lok ausführen ?**
(z.B. fahren, koppeln, entkoppeln, Weichen stellen)



Der Weg zu einer korrekten Spezifikation ...

- **Vollständigkeit und Widerspruchsfreiheit :**
 - Wieviele Wagen kann die Lok auf einmal ziehen ?**
 - Wieviele Wagen passen auf Gleisstück B ?**

- **Detailliertheit, Minimalität und Nachvollziehbarkeit :**
 - Welche Aktionen / Operationen kann die Lok ausführen ?**
(z.B. fahren, koppeln, entkoppeln, Weichen stellen)

- **Eindeutigkeit :**
 - Ist es erlaubt, dass die Lok am Ende zwischen den Wagen steht ?**
 - Ist es erlaubt, dass die Lok am Ende hinter den Wagen steht ?**

Beispiel 2 – Grösster gemeinsamer Teiler 2er Zahlen (ggT)

Spezifikation :

Für beliebige Zahlen A und B berechne den grössten gemeinsamen Teiler $ggT(A,B)$, d.h. die grösste Zahl, die sowohl A als auch B teilt

Vollständigkeit und Widerspruchsfreiheit :

Welche Zahlen sind für A und B zugelassen ?

(→ ganze, rationale Zahlen, sind auch negative Zahlen und 0 zugelassen ?)

Detalliertheit, Minimalität und Verständlichkeit :

Welche Operationen sind erlaubt ?

(→ +, - oder auch DIV, MOD ?)

→ siehe Euklid'scher Algorithmus

Eindeutigkeit :

- **Wie sollen fehlerhafte Eingaben für A oder B behandelt werden ?**
- **Soll das Ergebnis ausgedruckt werden ?**

Modularisierung und Algorithmenentwicklung

Entwurfsentscheidungen und Modularisierung

Prinzip

Zerlegung eines grossen Problem in Teilprobleme

Forderung:

- klare Abgrenzung der Teilprobleme
- getrennte Bearbeitung muss möglich sein
- weitgehende Unabhängigkeit der Funktionalität
→ Teamarbeit möglich ?!
- Lösungen mit autonomer Funktion
→ keine Seiteneffekte

Bsp.: Telegrammabrechnung

- Aufgabe:
- Einlesen eines Telegramms, Bestimmung von (ID-Code, Wortzahl, Preis) und Eintragung in Abrechnungstabelle
 - Berechnung der Grössen ‚Gesamtwortzahl‘ und ‚Gesamtpreis‘
 - Ausgabe der aktualisierten Tabelle

Eingabe-Format :

Form (als regulärer Ausdruck ...)

$$(zzzzzz (b)^+ ((c)^*(b))^* \langle \text{STOP} \rangle (b)^+ \langle \text{STOP} \rangle (b)^+)^+$$

mit $z \in \{0, \dots, 9\}$, b : Leerzeichen, c : Druckzeichen,

$(.)^+$: Metazeichen zur 1- oder mehrmaligen Wiederholung,

$(.)^*$: Metazeichen zur 0- oder mehrmaligen Wiederholung

Beispiel :

```
635444 WEIHNACHTEN IST NAHE STOP STOP 634560 IM
WINTERSEMESTER GIBT ES EINE ERHOLUNGSPAUSE
IN DER MITTE DER VORLESUNGSZEIT STOP UND BALD
IST ES SOWEIT STOP STOP
```

Analyse:

a) Telegramm :

- 6-stelliger ID-Code
- Menge von Wörtern (getrennt durch Leerzeichen)
- STOP sind Begrenzungszeichen (zählen nicht mit ...)

b) Preis :

- pro begonnenes Zeichen eines Wortes : 0,60 DM
- Mindestpreis : 4,20 DM

Wort ~ eine in Leerzeichen eingeschlossene Zeichenkette
unter 12 Zeichen (längere Zeichenketten zählen pro
begonnene 12 Zeichen ein Wort mehr !)

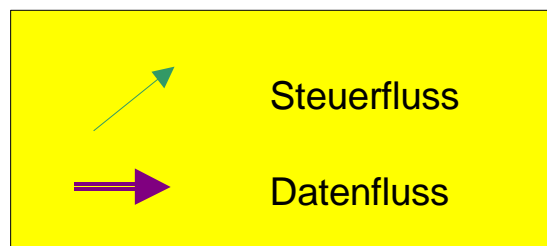
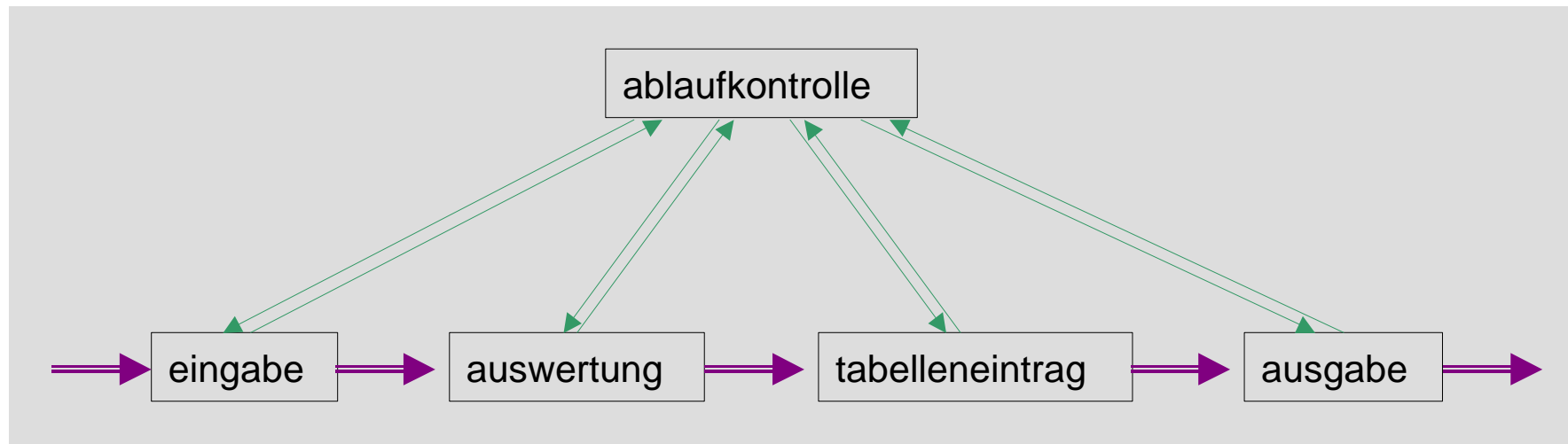
c) Erstellung einer Abrechnungstabelle;

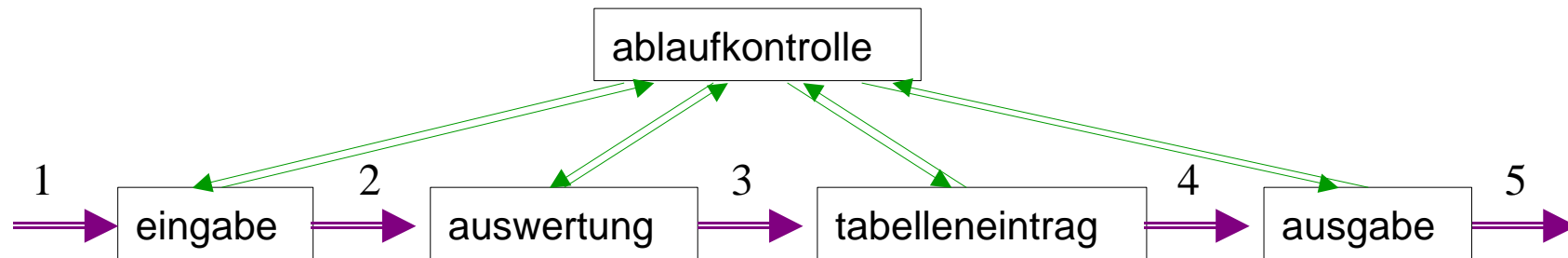
Inhalt :

- für jedes Telegramm : ID-Code, Wortzahl, Preis
- insgesamt : Gesamtwortzahl, Gesamtpreis

1. Lösungsansatz : → Zerlegung nach zeitlicher Verarbeitungsfolge

Ablauf :





↗ Wechsel der Ausführung (Kontrolle)

↗ Datenfluss

- 1 : Telegramm (externe Darstellung)
- 2 : Telegramm (interne Repräsentation)
- 3 : Abrechnungstriple
- 4 : Tabelle (interne Darstellung)
- 5 : Tabelle (externe Darstellung)

1. MODUL eingabe
Einlesen eines Telegramms
2. MODUL auswertung
 - Wortzahl z feststellen
 - Preis p berechnen
 - Bereitstellung des Tripels (ID-Code, z, p)
3. MODUL tabelleneintrag
 - Eintragung des Tripels in geordneter Tabelle
 - Aktualisierung von Gesamtzahl und -preis
4. MODUL ausgabe
Ausgabe der Tabelle
5. MODUL ablaufkontrolle
 - Aufruf der einzelnen Module in richtiger Reihenfolge
 - Fehlerbehandlung

Probleme mit diesem Entwurf und seiner Modularisierung :

Kriterien:

1. **Unabhängigkeit der Entwicklung**

Die Entwickler der Module müssen zuvor die verwendeten **Datenformate** für die Telegramme definieren und anschliessend präzise anwenden

2. **Verständlichkeit des Gesamtsystems und der Module**

Zum Verständnis der Funktionalitäten müssen die **Datenformate** bekannt sein und auch die **Funktionsabläufe in den anderen Moduln**

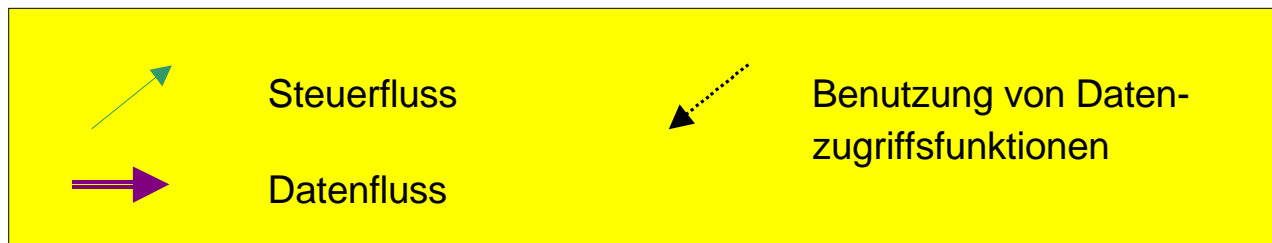
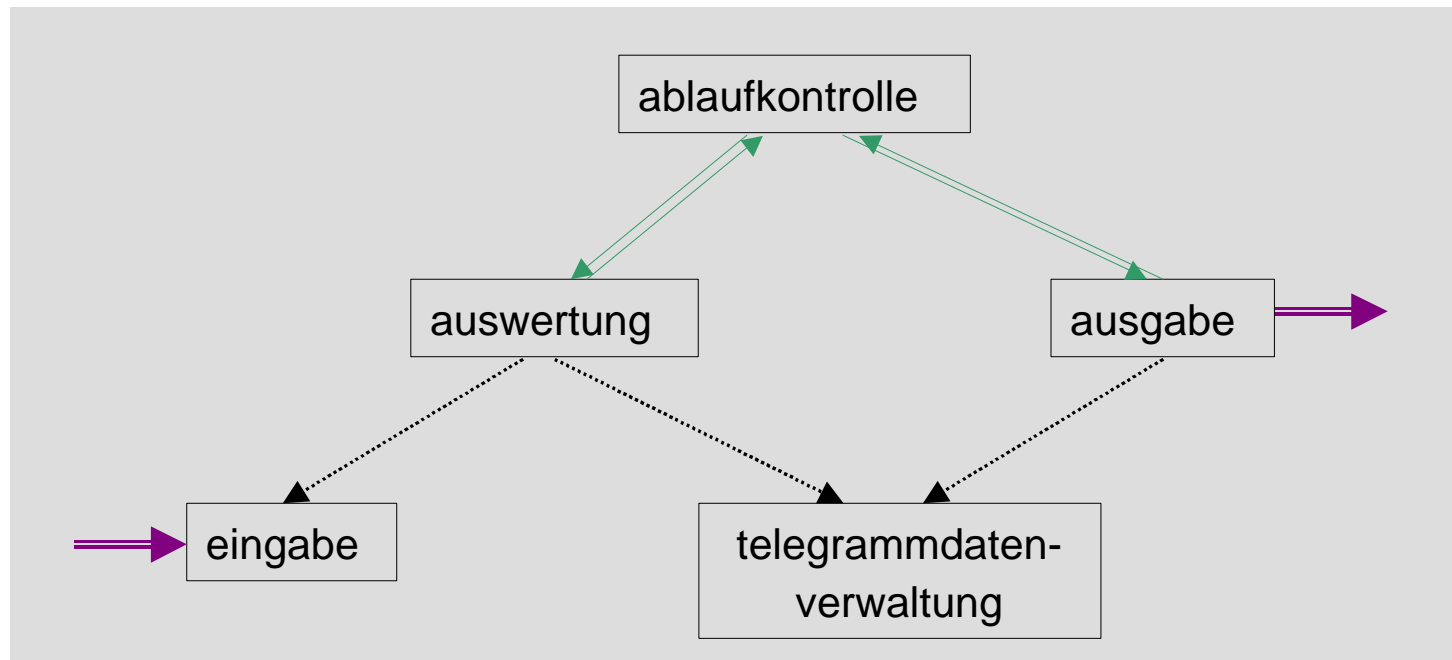
3. **Änderbarkeit**

Mögliche Änderungen der Entwurfsentscheidungen:

- **Format** des Identifizierungscodes
- **Implementierung** der Telegrammdaten-Tabelle (Baum, verkettete lineare Liste, Tripel von Feldern)

2. Lösungsansatz : → Zerlegung nach dem Prinzip des „Verbergens“ von Information („**information hiding**“)

Ablauf :



1. MODUL eingabe
Funktionen, die den Code und die Wörter des Telegramms lesen können
2. MODUL telegrammdate-verwaltung
Tabelle der Abrechnungsdaten und Gesamtdaten
Funktionen zum
 - Einfügen von Abrechnungsdaten in die Tabelle,
 - das geordnete Lesen der Abrechnungsdaten,
 - die Aktualisierung und das Lesen der Gesamtdaten
3. MODUL auswertung
Berechnung der Abrechnungsdaten eines Telegramms
(unter Verwendung der von den Modulen „eingabe“ und „telegrammdate-verwaltung“ zur Verfügung gestellten Funktionen)
4. MODUL ausgabe
Erstellung der formatierten Tabelle der Abrechnungsdaten
(unter Verwendung der Lesefunktionen des Moduls „telegrammdate-verwaltung“)
5. MODUL ablaufkontrolle
 - Aufruf der einzelnen Module in richtiger Reihenfolge
 - Fehlerbehandlung

Probleme gelöst ... ?

Kriterien:

1. **Unabhängigkeit der Entwicklung**

→ benötigt Spezifikationen der Zugriffsoperationen

2. **Verständlichkeit des Gesamtsystems und der Module**

→ kein Modul benötigt Kenntnisse über Interna der anderen Module

3. **Änderbarkeit**

→ Einzelne Zugriffsfunktionen innerhalb eines betroffenen Moduls müssen ggf. angepasst werden, jedoch ohne andere Implementierungsdetails zu beeinflussen

⇒ Datenstrukturen werden mit ihren Zugriffsoperationen in Modulen isoliert und verpackt



Abstrakte Datentypen

(→ **Allgemeine Informatik II**)

Funktionelle Dekomposition – Schrittweise Verfeinerung

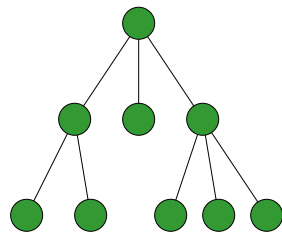
Prinzip

Funktionelle Dekomposition → „Top-down“ Methode mittels **schrittweiser Verfeinerung**

Zerlegung so lange bis die Lösung genügend detailliert ist (~ häufig korrespondierend mit einer Notation in einer Programmiersprache oder einer nachempfundenen Pseudo-Codierung)

Konzept :

- . startet (auf der obersten Ebene) mit den Hauptkomponenten des Programms
- . Verwendung von im wesentlichen unstrukturierten Komponenten
- . diese Komponenten werden anschliessend auf der nächsten Ebene verfeinert
- . die noch nicht genügend detaillierten Elemente werden auf der wiederum nächsten Ebene weiter verfeinert ...



Prinzip :

Die wichtigsten funktionellen Einheiten eines Programms werden zuerst betrachtet, die Betrachtung der Details wird auf einen späteren Zeitpunkt aufgeschoben

Beispiel – Notizbuch bereinigen

Motivation

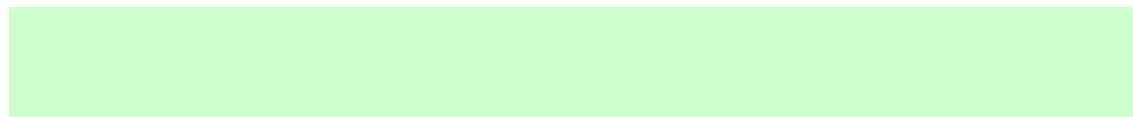
- Schrittweise Verfeinerung
- Prozeduren (→ Hilfsmittel der starken Abstraktion ...)

Problembeschreibung:

- In einem Notizbuch haben sich im Laufe der Zeit die Namen von einigen hundert Menschen (Bekannte, Freunde, Verwandte, Kollegen, ...) angesammelt. Am Anfang haben wir uns – vielleicht – bemüht, die Namen alphabetisch aufzuschreiben, aber nach einiger Zeit haben wir sie dann an recht willkürlichen Stellen eingetragen. Es ist dann auch vorgekommen, dass ein Name nicht schnell genug zu finden war und daher nochmals aufgenommen worden ist.
- Jetzt haben wir uns ein neues Adressbuch gekauft und wir wollen unser Notizbuch bereinigen, mit
 - . der Anlage einer alphabetischen Liste der Namen
 - . Jeder Name (Eintrag) darf nur einmal vorkommen

Methode :


„Top-down“-Entwurf mittels schrittweiser Verfeinerung



Ebene 1 :

Vorgehensweise : . Suche nach dem alphabetisch ersten Namen in der Liste
 . Name dort auslöschen;
 . Name hinten an die neue Liste anhängen.

Notizbuch-bereinigen:

```
WHILE alte-liste-ist-noch-nicht-leer DO  
      
    trage-namen-in-neue-liste-ein  
END.
```

Ebene 2 :

Verfeinerung des Teilalgorithmus

```
hole-alphabetisch-ersten-namen-aus-der-alten-liste
```

Notwendige Schritte :

- . Die gesamte alte Liste muss durchsucht werden;
dabei muss für jeden Namen festgestellt werden, ob er alphabetisch vor allen anderen schon betrachteten Namen kommt
(→ Variable : **erster-name**)
- . Der gefundene Name muss aus der alten Liste gelöscht werden

Notwendige Schritte :

- . Die gesamte alte Liste muss durchsucht werden;
dabei muss für jeden Namen festgestellt werden, ob er alphabetisch vor allen anderen schon betrachteten Namen kommt
(→ Variable : **,erster-name'**)
- . Der gefundene Name muss aus der alten Liste gelöscht werden



Strategien : 1.

1. Alte Liste wird nochmals durchlaufen, bis ein Name angetroffen wird, der mit **,erster-name'** übereinstimmt; dieser wird dann gelöscht
2. Beim Suchen von **,erster-name'** wird sich immer die Position des Antreffens gemerkt (Index !), so dass dieser Eintrag zum Schluss ohne erneutes Suchen gelöscht werden kann
3. Beim Suchen von **,erster-name'** diesen sofort löschen, wenn er angetroffen wird

Notwendige Schritte :

- . Die gesamte alte Liste muss durchsucht werden;
dabei muss für jeden Namen festgestellt werden, ob er alphabetisch vor allen anderen schon betrachteten Namen kommt
(→ Variable : **,erster-name‘**)
- . Der gefundene Name muss aus der alten Liste gelöscht werden

Strategien : 1.

1. Alte Liste wird nochmals durchlaufen, bis ein Name angetroffen wird, der mit **,erster-name‘** übereinstimmt; dieser wird dann gelöscht

2. Beim Suchen von **,erster-name‘** wird sich immer die Position des Antreffens gemerkt (Index !), so dass dieser Eintrag zum Schluss ohne erneutes Suchen gelöscht werden kann

3. Beim Suchen von **,erster-name‘** diesen sofort löschen, wenn er angetroffen wird

Problem :

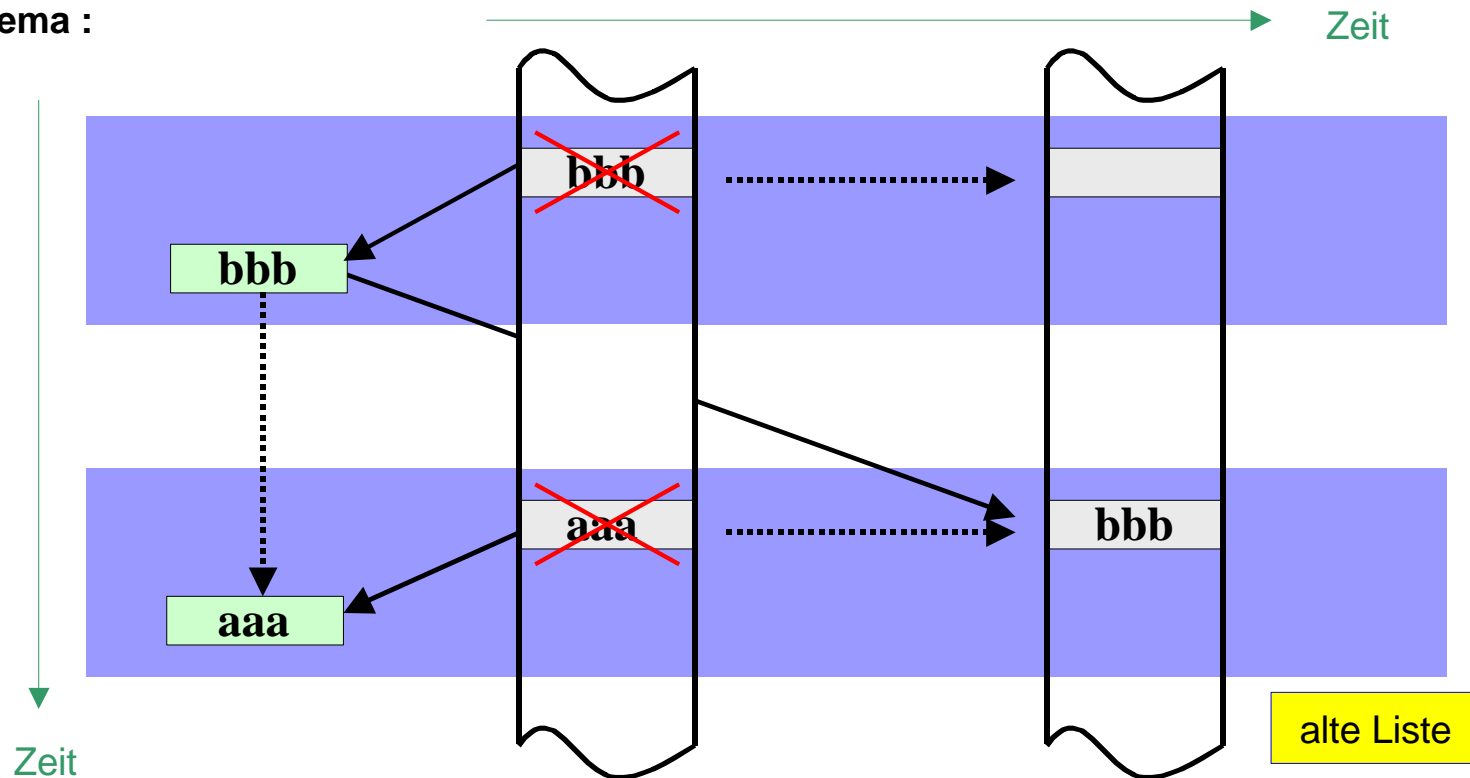
Während des Durchlaufs wechselt der Wert von **,erster-name‘**, d.h. erst am Ende des Durchlaufs steht fest, welcher der aktuelle alphabetisch erste Name ist (→ die zu einem Zeitpunkt aufgenommenen und dann wieder verworfenen Kandidaten dürfen nicht gelöscht werden !)

Lösungsvorschlag :

In solchen Fällen wird der (neue) erste Name gelöscht (aber gemerkt) und an diese Stelle in der alten Liste der vorher entfernte Name geschrieben !

(→ die alte Liste gerät damit nur noch mehr durcheinander, macht aber nichts ...)

Ablauf-Schema :



Verfeinerung :

```
Hole-alphabetisch-ersten-namen-aus-der-alten-liste :  
  erster-name := erster-name-in-der-alten-liste;  
  loesche-erster-name-aus-der-alten-liste;  
  WHILE die-alte-liste-ist-noch-nicht-leer DO  
    dieser-name := folgender-name-aus-der-alten-liste;  
    IF   
      THEN loesche-dieser-name-aus-der-alten-liste;  
          schreibe-an-diese-stelle-erster-name;  
          erster-name := dieser-name  
    ENDIF (* -- bis jetzt erster name ist aus der alten Liste geloescht *)  
  END. (* -- endgueltig erster name ist aus der alten Liste geloescht *)
```

Ebene 3 :

Verfeinerung des Teilalgorithmus (aus Ebene 2)

```
dieser-name-kommt-alphabetisch-vor-erster-name
```

Betrachtung :

Ein Name setzt sich stets aus einem (oder mehreren) Vornamen und dem Nachnamen zusammen. Bei gleichen Nachnamen müssen die Vornamen auf ihre alphabetische Reihenfolge untersucht werden.

Dieser-name-kommt-alphabetisch-vor-erster-name :

```
IF nachname-von-dieser-name <> nachname-von-erster-name
  THEN  kommt-nachname-von-dieser-name-vor-nachname-
        von-erster-name?
  ELSE  kommt-vorname-von-dieser-name-vor-vorname-von-
        erster-name?
END .
```

Hier müsste natürlich noch spezifiziert werden, wie die Aktion aussehen soll, wenn der Test positiv ausfällt !

Die Operation (~ Algorithmus) des Namensvergleichs (hier: Feststellung der Ordnung) muss also möglicherweise **auf unterschiedlichen Objekten** (Nachname, Vorname) durchgeführt werden. Die weitere Verfeinerung ergibt einen eigenen Algorithmus :

```
Kommt-wort1-vor-wort2? :  
  Eingabe :  wort1, wort2  
  Ausgabe :  {TRUE, FALSE}  
  
  IF wort1-vor-wort2  
    THEN  TRUE  
    ELSE  FALSE  
  ENDIF .
```



Hinweis :

Die Einführung dieses neuen Typs von (Unter-) Programm ist eine wichtige Neuerung im Vergleich zu den bisherigen Verfeinerungen: Es werden Anweisungen für verschiedene **Parameter** wiederverwendet !

Notizbuch-bereinigen:

```
WHILE alte-liste-ist-noch-nicht-leer DO  
  hole-alphabetisch-ersten-namen-aus-der-  
    alten-liste:
```

```
END.
```

Ebene 2 (cont'd) :

Verfeinerung des Teilalgorithmus (aus Ebene 1)

Trage-namen-in-neue-liste-ein

Die neue Liste ist alphabetisch geordnet. Ein Name kann in der alten Liste **mehrfach** vorkommen, soll aber nur einmal in die neue Liste eingetragen werden.

Notizbuch-bereinigen:

```
WHILE alte-liste-ist-noch-nicht-leer DO  
  hole-alphabetisch-ersten-namen-aus-der-  
    alten-liste:
```

```
END.
```

Ebene 2 (cont'd) :

Verfeinerung des Teilalgorithmus (aus Ebene 1)

Trage-namen-in-neue-liste-ein

Die neue Liste ist alphabetisch geordnet. Ein Name kann in der alten Liste mehrfach vorkommen, soll aber nur einmal in die neue Liste eingetragen werden.

Strategien : 1.

1. Von mehrfach auftretenden Namen in der alten Liste (Variable **„erster-name“** enthält den aktuell ersten Namen) werden die Positionen gemerkt und bei endgültiger Feststellung des ersten Namen nach Durchlauf durch die Liste alle weiteren gleichen Einträge gelöscht

2.

2. Der jetzige Algorithmus wird „stereotyp“ wiederholt. Mehrfacheinträge ergeben dann in nacheinanderfolgenden Suchläufen gleichlautende erste Namen der alten Liste. Um Mehrfacheinträge in der neuen Liste zu verhindern, wird vor Übernahme der Name jeweils mit dem Eintrag am Ende der neuen Liste verglichen.

Wegen der eleganteren – allerdings u.U. Auch zeitaufwendigeren – algorithmischen Lösung wird Strategie 2 verfolgt !

Achtung : Beim ersten Eintrag in die neue Liste kann der notwendige Vergleich nicht durchgeführt werden, da diese noch leer ist !



Verfeinerungen :

```
Trage-namen-in-neue-liste-ein :
```

```
  IF neue-liste-noch-leer  
    THEN  
    ELSE  
  ENDIF.
```

```
Trage-ein :
```

```
  haenge-erster-name-an-neue-liste-an.
```

```
Pruefe-und-trage-ein :
```

```
  IF erster-name <> letzter-eintrag-in-neuer-liste  
    THEN haenge-erster-name-an-neue-liste-an  
  ENDIF.
```

Zusammenfassung des gesamten Algorithmus (Übersicht)

```
Name des Algorithmus : Liste-bereinigen
  Eingabe : alte Liste
  Ausgabe : neue Liste

  WHILE alte-liste-ist-noch-nicht-leer DO
    hole-alphabetisch-ersten-namen-aus-der-alten-liste;
    trage-namen-in-neue-liste-ein
  END.

(* -- Verfeinerungen *)

Hole-alphabetisch-ersten-namen-aus-der-alten-liste :

  erster-name := erster-name-in-der-alten-liste;
  loesche-erster-name-aus-der-alten-liste;
  WHILE es-gibt-noch-weitere-namen-in-der-alten-liste DO
    dieser-name := folgender-name-aus-der-alten-liste;
    IF dieser-name-kommt-alphabetisch-vor-erster-name
      THEN loesche-dieser-name-aus-der-alten-liste;
           schreibe-an-diese-stelle-erster-name;
           erster-name := dieser-name
      ENDIF
  END.
END.
```

Cont'd.

Dieser-name-kommt-alphabetisch-vor-erster-name :

```
IF nachname-von-dieser-name <> nachname-von-erster-name
  THEN  kommt-wort1-vor-wort2?(nachname-von-dieser-name,
                                nachname-von-erster-name)
  ELSE  kommt-wort1-vor-wort2?(vorname-von-dieser-name,
                                vorname-von-erster-name)
ENDIF.
```

Trage-namen-in-neue-liste-ein :

```
IF neue-liste-noch-leer
  THEN  trage-ein
  ELSE  pruefe-und-trage-ein
ENDIF.
```

Trage-ein :

```
haenge-erster-name-an-neue-liste-an.
```

Pruefe-und-trage-ein :

```
IF erster-name <> letzter-eintrag-in-neuer-liste
  THEN  haenge-erster-name-an-neue-liste-an.
```

Cont'd.

```
Name des Algorithmus : Kommt-wort1-vor-wort2?
Eingabe : wort1, wort2
Ausgabe : {TRUE, FALSE}

IF wort1-vor-wort2
  THEN TRUE
  ELSE FALSE
ENDIF.
```

Bemerkung

Der vorgeschlagene Algorithmus lässt sich natürlich noch weiter verbessern. So könnte das Verfahren zur Austausch der Elemente in der alten Liste um eine Fallunterscheidung erweitert werden. Folgende Fälle werden dann behandelt :

- **,dieser-name'** kommt alphabetisch NACH **,erster-name'** :
keine Aktion (wie bisher)
- **,dieser-name'** kommt alphabetisch VOR **,erster-name'** :
loesche-name-aus-der-alten-liste;
schreibe-an-diese-stelle-erster-name;
erster-name := dieser-name
- **,dieser-name'** IST GLEICH **,erster-name'** :
loesche-name-aus-der-alten-liste

Hole-alphabetisch-
ersten-namen-aus-
der-alten-liste
würde jedoch mehr
leisten, als ursprünglich
mit der Namensgebung
intendiert !

Elemente imperativer Programmiersprachen

Allgemeine Ausdrucksmittel

1. Primitiva (elementare Ausdrücke)

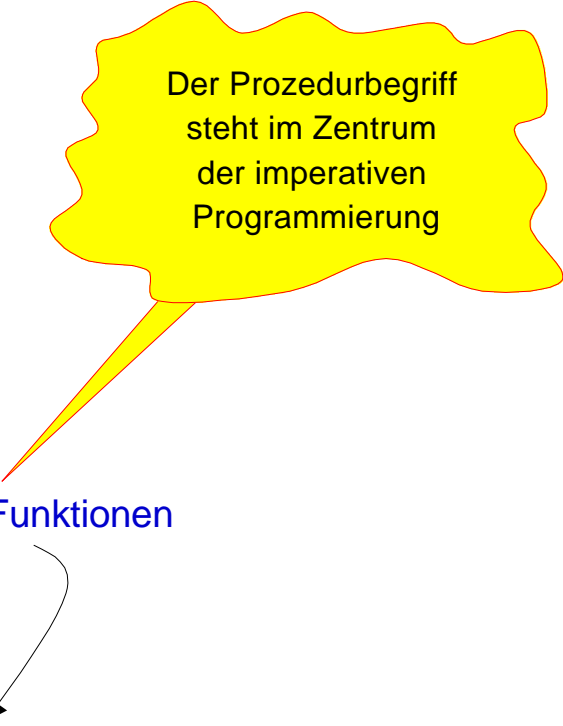
- Grundoperationen (Zuweisungen)
- Elementare Datenobjekte (Variablen)

2. Mittel zur Kombination

- Konstruktion zusammengesetzter Ausdrücke
- Bedingte Ausführung und Wiederholungen
- Bildung komplexer(er) Operationen durch **Prozeduren / Funktionen** (und deren Anwendung)

3. Mittel zur Abstraktion

- Erzeugung abstrakter Objekte aus zusammengesetzten Ausdrücken
- **Benennung von Objekten** (Daten, Prozeduren / Funktionen)



Der Prozedurbegriff
steht im Zentrum
der imperativen
Programmierung

Strukturierter Entwurf und Programmierung

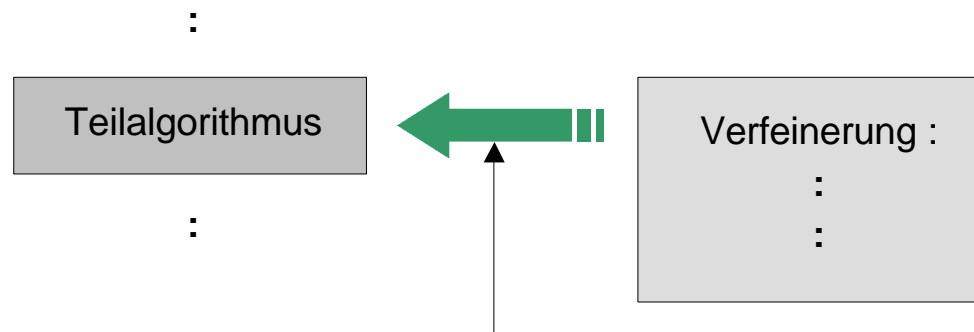
(→ „Top-down“ Verfeinerung und funktionelle Abstraktion)

2 Konstruktionsmittel :

- **schrittweise Verfeinerung**
- **Definition neuer (abstrakter) Algorithmen** – die an mehreren Stellen benutzt werden können

1. Verfeinerung (~ **schwache Abstraktion**)

Benennung eines Teilalgorithmus, der genau einmal angewendet wird



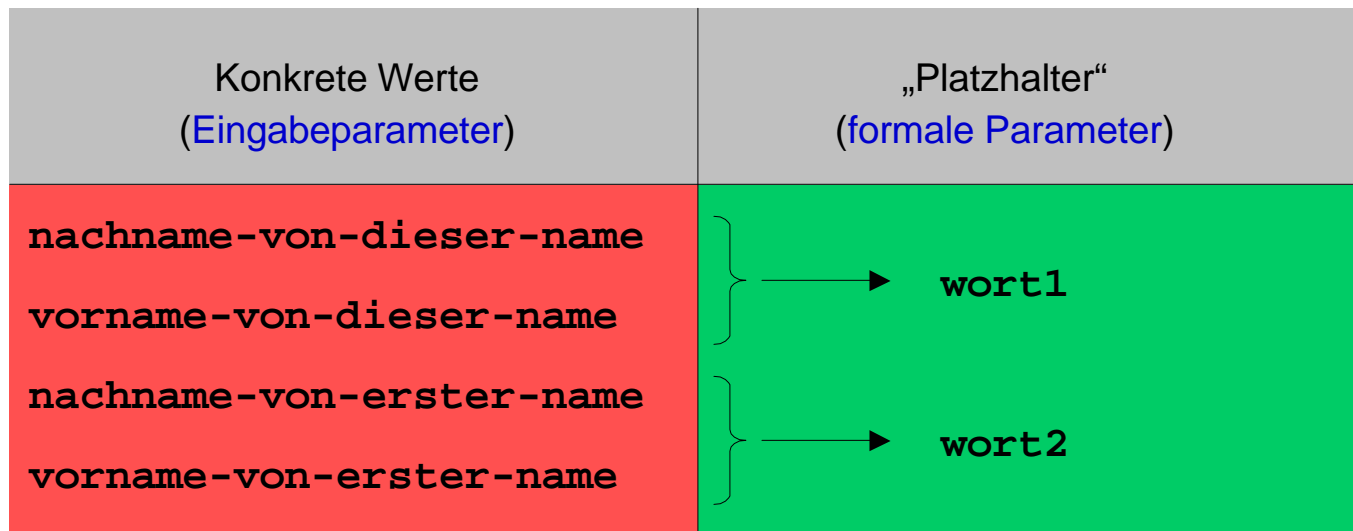
Textuelle Substitution möglich !

2. Neuer (abstrakter) Algorithmus ... Prozedur (~ **starke Abstraktion**)

→ Beispielsweise 2 ähnliche Teilalgorithmen (~ 2 Verfeinerungen), die sich systematisch nur an wenigen Stellen unterscheiden (und zwar insbesondere durch die Objekte, auf denen der Algorithmus operieren soll)

⇒ **Abstraktionsschritt :**

Abstrahierung von der konkreten Anwendung → **Prozedur**
systematische **Parametrisierung** an unterschiedlichen Stellen, z.B.



Vereinbarung einer Prozedur

- **Kopf** :
 - **Name**
 - Angabe- seiner **formalen Parameter**
 - - **Ergebnistyp**
- **Rumpf** : **Programmtext** (→ Definition der Prozedur)



Vereinbarung einer Prozedur

- **Kopf :**
 - . **Name**
 - . Angabe- seiner **formalen Parameter**
 - . - **Ergebnistyp**
- **Rumpf :** **Programmtext** (→ Definition der Prozedur)



Hinweis: In einigen Programmiersprachen werden Prozeduren mit und ohne Resultat(styp) explizit unterschieden, z.B.

in Pascal : PROCEDURE(...)

FUNCTION(...): Resultats-Typ

jedoch in Modula-2 :

PROCEDURE(...)[: Resultats-Typ]

in C :

<typ> function(...) (Prozedur ohne Resultats-Typ : void !)

Vereinbarung einer Prozedur

- **Kopf :**
 - . **Name**
 - . Angabe- seiner **formalen Parameter**
 - . - **Ergebnistyp**
- **Rumpf :** **Programmtext** (→ Definition der Prozedur)



Hinweis: In einigen Programmiersprachen werden Prozeduren mit und ohne Resultat(styp) explizit unterschieden, z.B.

in Pascal : PROCEDURE(...)

FUNCTION(...): Resultats-Typ

jedoch in Modula-2 :

PROCEDURE(...)[: Resultats-Typ]

in C :

<typ> function(...) (Prozedur ohne Resultats-Typ : void !)

Aufruf :

<name>(Liste der aktuellen Parameter)

Strukturierungsmittel in Programmiersprachen

Gängige Programmiersprachen bieten keine Unterscheidung zwischen schwacher und starker Abstraktion !

→ Für die schwache Abstraktion werden ebenfalls Prozeduren verwendet !

„You should not hesitate, however, from formulating an action as a procedure – even when called only once – if done so enhances the readability of a program.“

(aus K. Jensen, N. Wirth. Pascal user manual and report, 3rd edition.
Springer, Berlin, 1985, p.106)

zusätzlich in Pascal, Modula 2, etc. :

Möglichkeit der Definition lokaler Prozeduren (/ Funktionen) → Blockstruktur



- Der **Entwurf** entwickelt ein Modell des Gesamtsystems, wobei die Aufgabe beschrieben (**Anforderungsdefinition**) und die Lösung des Problems **spezifiziert** wird
- Die Strategie beim Softwareentwurf beruht auf der Zerlegung eines komplexen Systems in **Moduln** und der Beschreibung der **Schnittstellen**, ohne Vorwegnahme von Implementierungsdetails
- Die **Spezifikation** muss eine **vollständige** Problemlösung mit deren Merkmalen definieren, alle **notwendigen Operationen** festlegen und dabei **eindeutig** sein
- Die **Modularisierung** spiegelt die Entwurfseinscheidungen wider; Kriterien sind **Unabhängigkeit, Verständlichkeit** und **Änderbarkeit**
- Bei der **schrittweisen Verfeinerung** werden nacheinander elementare Operationen definiert und dann hierarchisch weiter detailliert; **Prozeduren** bilden elementare Strukturierungsmittel, die durch Angabe von **Parametern** für verschiedene Berechnungen verwendet werden können

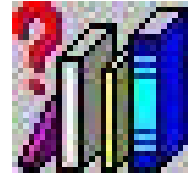
Literatur-Hinweise zum Inhalt:

D. Bell, I. Morrey, J. Pugh. The essence of program design.
London, Prentice-Hall, 1997.

E. Hering. Software Engineering, 3. Aufl. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1992.

R. Kimm, W. Koch, W. Simonsmeier, F. Tonsch. Einführung in Software Engineering.
Berlin, Walter de Gruyter, 1979.

G. Pomberger, G. Blaschek. Software Engineering – Prototyping und
objektorientierte Software-Entwicklung. München, Carl Hanser Verlag, 1993.





Schöne
Weihnachten

und

Einen guten Rutsch
ins neue Jahr ... !



*Klaus Murmann, Heiko Neumann,
Friedhelm Schwenker, Stefan Geschwentner und die TutorInnen*