



Einführung in die Programmierung

Prof. Dr. Bertrand Meyer

Lektion 9: Abstraktion

Heutige Themen



Abstraktion, vor allem funktionale Abstraktion

Der Begriff der Routine

Das letzte Wort zu Features: alle Featurekategorien

Das Prinzip des einheitlichen Zugriffs (Uniform Access Principle)

Abstraktionen und Kundenprivilegien

Das Geheimnisprinzip

Routine: eine Abstraktion eines Algorithmus

Abstrahieren heisst, die *Essenz* eines Konzeptes zu erfassen und Details und Angaben zu ignorieren

Will heissen:

- Einige Informationen *weglassen*
- Dem Ergebnis der Abstraktion einen *Namen* geben

In der Programmierung:

- Datenabstraktion: **Klasse**
- Abstraktion eines (operativen) Algorithmus: **Routine**

Eine Routine wird auch
Methode genannt

Oder **Subprogramm** oder **Subroutine**

Eine Routine ist eine der zwei Featurekategorien...

... die andere Kategorie sind die *Attribute*.

Wir sind schon zahlreichen Routinen (als Features) begegnet, allerdings ohne den Namen zu kennen

Eine Routine



r (arg : TYPE ; ...)

-- Kopfkomentar.

require

Vorbedingung (Boole'scher Ausdruck)

do

Rumpf (Instruktionen)

ensure

Nachbedingung (Boole'scher Ausdruck)

end

Gebrauch von Routinen

Von unten nach oben (*bottom-up*): Erfasse den existierenden Algorithmus, wenn möglich wiederverwendbar

Von oben nach unten (*top-down*): **Platzhalter-Routinen** — Eine attraktive Alternative zu Pseudocode

```
build_route  
  -- Eine Route bauen und  
  -- damit arbeiten.  
do  
  create_opera_route  
  Zurich.add_route  
    (Opera_route)  
  Opera_route.reverse  
end
```

```
create_opera_route  
  -- Route erzeugen und  
  -- Teilstrecken hinzufügen.  
do  
  -- TODO  
  -- BM, 4 Nov 2014  
end
```

Methodologie: "TODO"-Einträge sollten informativ sein

Zwei Arten von Routinen

Prozedur: gibt kein Resultat zurück

- Ergibt einen **Befehl**
- Aufrufe sind **Instruktionen**

Funktion: gibt ein Resultat zurück

$f(arg : TYPE; \dots):$ **RESULT_TYPE**

... (Der Rest wie zuvor) ...

- Ergibt eine **Abfrage**
- Aufrufe sind **Ausdrücke**

Features: Die ganze Wahrheit

Eine Klasse wird durch ihre Features charakterisiert.
Jedes Feature ist eine Operation auf den korrespondierenden Elementen: Abfrage oder Befehl.

Features sind der Leserlichkeit halber in verschiedene Kategorien eingeteilt.

Klassenklauseln:

- **Noten (Indexierung)**
- **Vererbung**
- **Erzeugung**
- **Feature (mehrere)**
- **Invariante**

Anatomie einer Klasse:

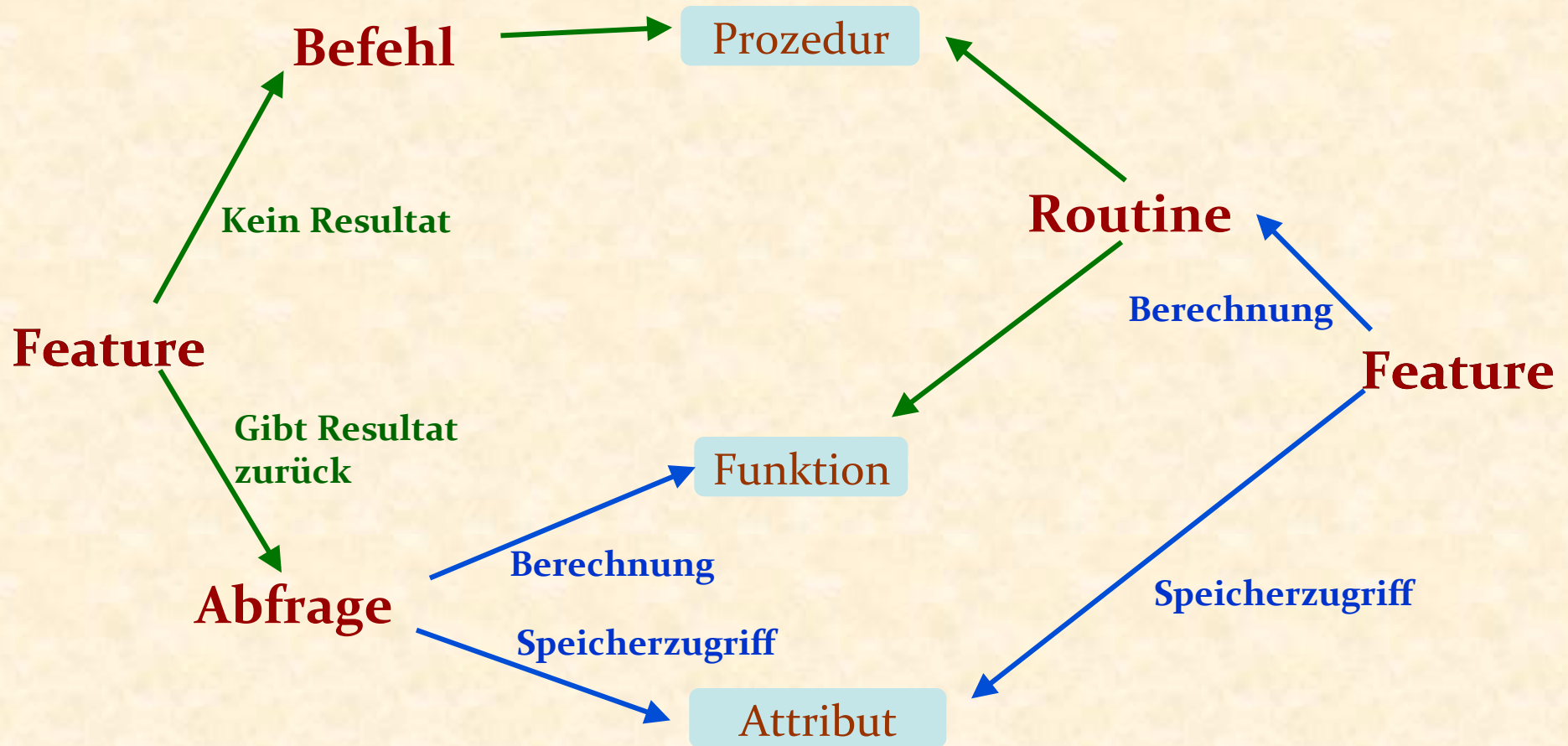


Features: die ganze Wahrheit



*Kundenansicht
(Spezifikation)*

*Interne Ansicht
(Implementation)*

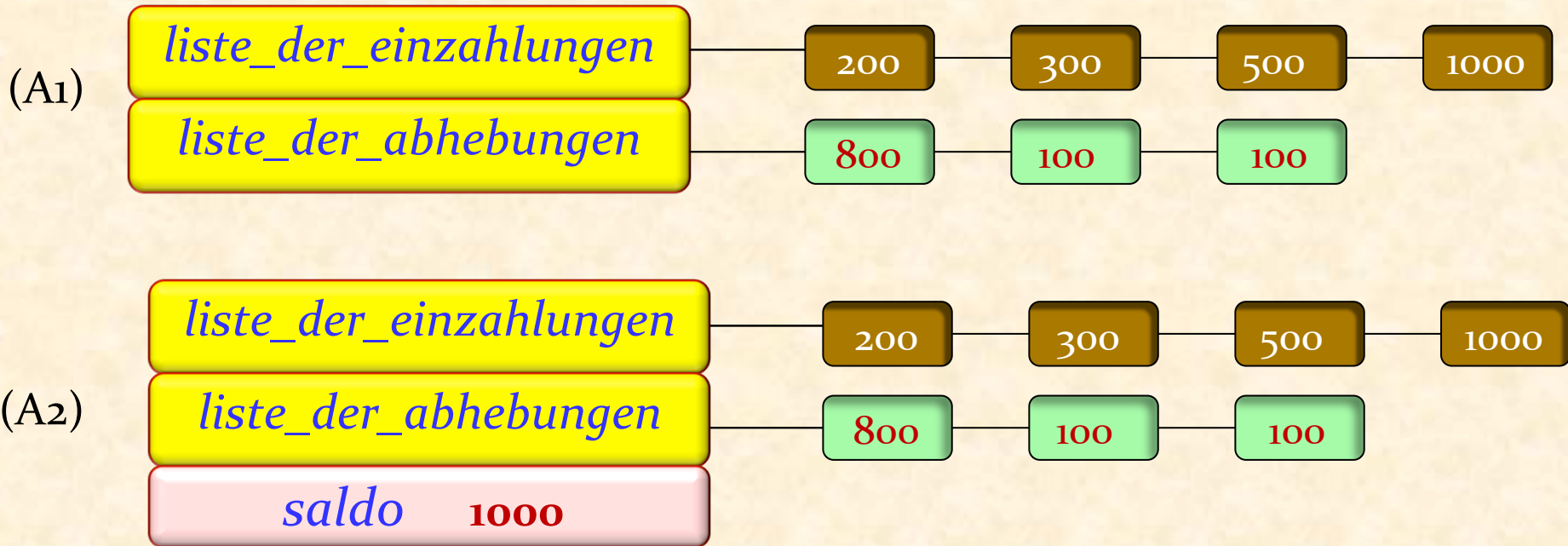


Dem Kunden ist es egal, ob sie
etwas berechnen oder
im Speicher nachschauen

**Uniform access principle*

Das Prinzip des einheitlichen Zugriffs: Beispiel

$$\text{saldo} = \text{liste_der_einzahlungen}.\text{total} - \text{liste_der_abhebungen}.\text{total}$$



Ein Aufruf wie z.B. *ihr_konto.saldo*

könnte ein Attribut oder eine Funktion benutzen



Dem Kunden ist es egal, ob sie
etwas berechnen oder
im Speicher nachschauen



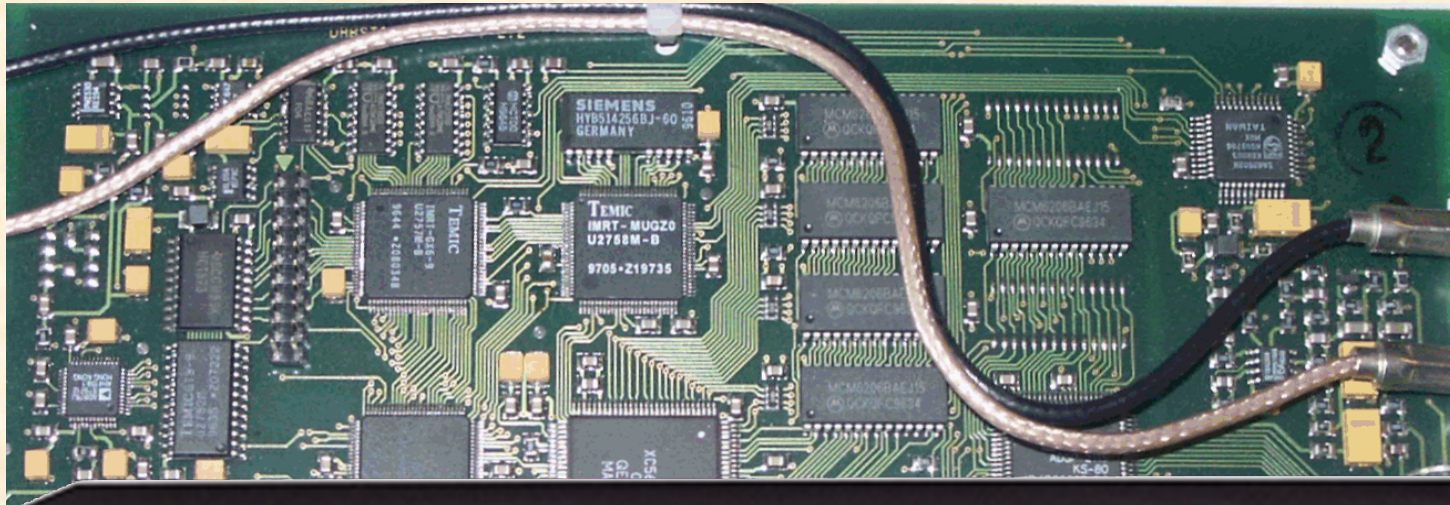
Etwas technischer ausgedrückt:

Eine Abfrage sollte für Kunden auf die gleiche Weise aufrufbar sein, egal ob sie als **Attribut** oder **Funktion** implementiert wurde

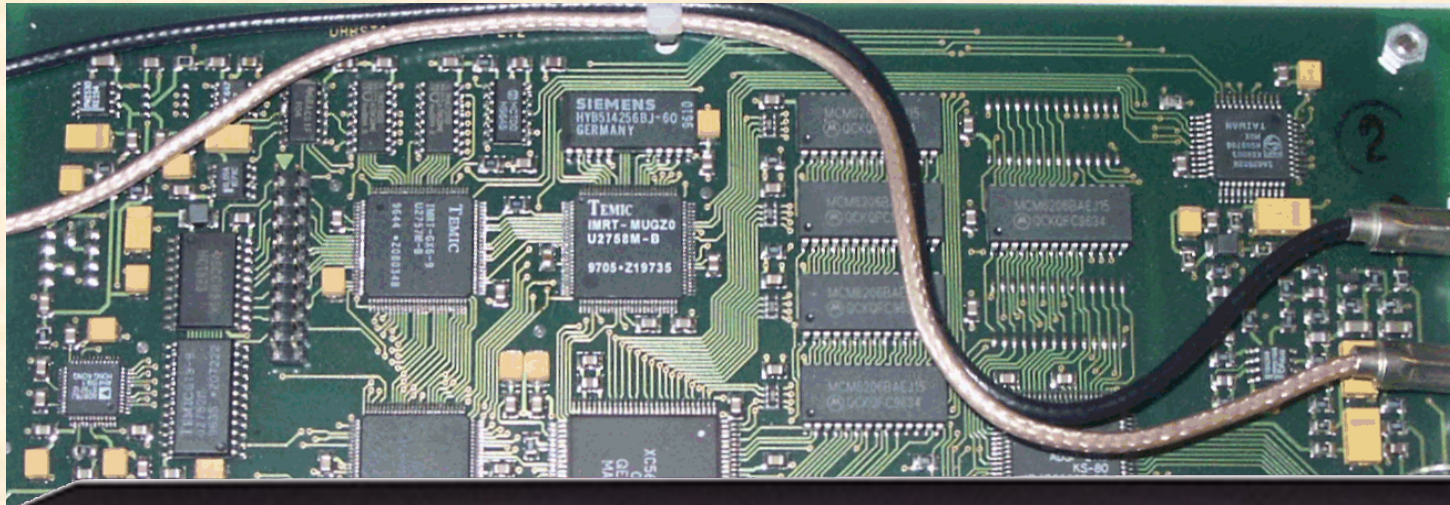
Ein Objekt hat eine **Schnittstelle**



Ein Objekt hat eine **Implementation**



Das Geheimnisprinzip



Was Kunden tun können



```
class STATION feature
```

```
  name: STRING
```

```
    -- Name.
```

```
  position: VECTOR
```

```
    -- Position im Bezug auf das Stadtzentrum.
```

```
  set_position (new_x, new_y: REAL)
```

```
    -- Position setzen.
```

```
  do
```

```
    position.set (new_x, new_y)
```

```
  end
```

```
end
```

Was Kunden **nicht** tun können

```
class STATION feature
```

```
  name: STRING
```

```
    -- Name.
```

```
  position: VECTOR
```

```
    -- Position im Bezug auf das Stadtzentrum.
```

```
  set_position (new_x, new_y: REAL)
```

```
    -- Position setzen.
```

```
  do
```

```
    position.x := new_x  
    position.y := new_y
```

```
  end
```

```
end
```

NICHT ERLAUBT!

Benutzen sie «setter-Prozeduren»



position.set (3, position.y)

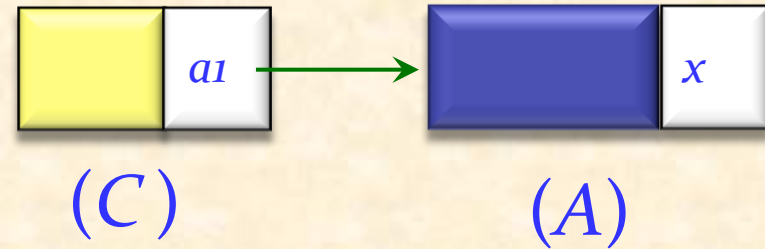
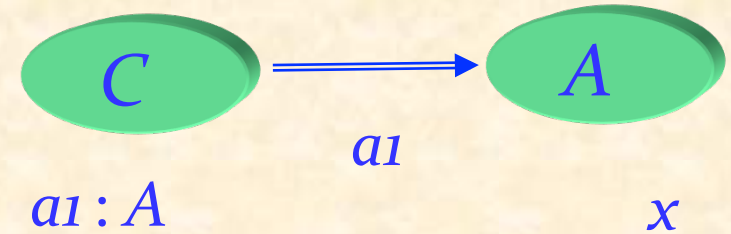
position.set_x (3)

position.move (o, h)

Abstraktion und Kundenprivilegien



Wenn Klasse A ein Attribut x hat, was darf eine Kundenklasse C mit $a1.x$ tun, wobei $a1$ vom Typ A ist?



Lesezugriff, falls das Attribut exportiert ist.

$a1.x$ ist ein Ausdruck!

- Eine Zuweisung ~~$a1.x := v$~~ wäre syntaktisch ungültig!!

(Es würde einem Ausdruck etwas zuweisen, wie z.B.: ~~$a + b := v$~~)



Um Kunden Schreibprivilegien zu ermöglichen: Definieren sie eine **Setter-Prozedur**, wie z.B.:

```
set_temperature (u : REAL)  
    -- Setzt temperature auf u.  
do  
    temperature := u  
end
```

Kunden können diese wie folgt aufrufen:

```
x.set_temperature (21.5)
```

Setter-Befehle voll ausnutzen

set_temperature (*u* : *REAL*)

-- Setzt Temperaturwert auf *u*.

require

nicht_unter_minimum: $u \geq -273$

nicht_über_maximum: $u \leq 2000$

do

temperature := *u*

update database

ensure

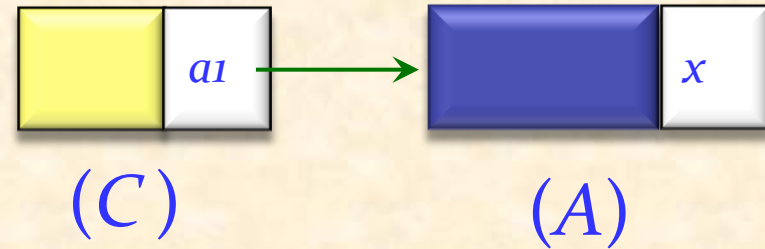
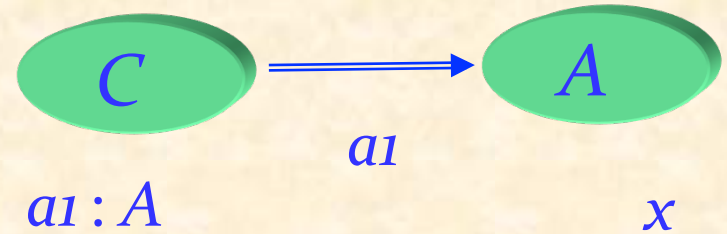
temperatur_gesetzt: $temperature = u$

end

Abstraktion und Kundenprivilegien



Wenn Klasse A ein Attribut x hat, was darf eine Kundenklasse C mit $a1.x$ tun, wobei $a1$ vom Typ A ist?



Lesezugriff, falls das Attribut exportiert ist.

$a1.x$ ist ein Ausdruck!

- Eine Zuweisung ~~$a1.x := v$~~ wäre syntaktisch ungültig!!

(Es würde einem Ausdruck etwas zuweisen, wie z.B.: ~~$a + b := v$~~)

Exportieren (als public deklarieren) eines Attributes

Ein Attribut exportieren heisst in Eiffel, (nur) seine Leserechte zu exportieren

Von ausserhalb erkennt man es nicht als Attribut, nur als **Abfrage**: es könnte auch eine Funktion sein

In C++, Java und C#, werden mit der public-Deklaration eines Attributs* x sowohl Schreib- als auch Leserechte exportiert:

➤ $v := a1.x$

➤ $a1.x := v$

Dies führt dazu, dass es fast immer eine schlechte Idee ist, ein Attribut zu exportieren

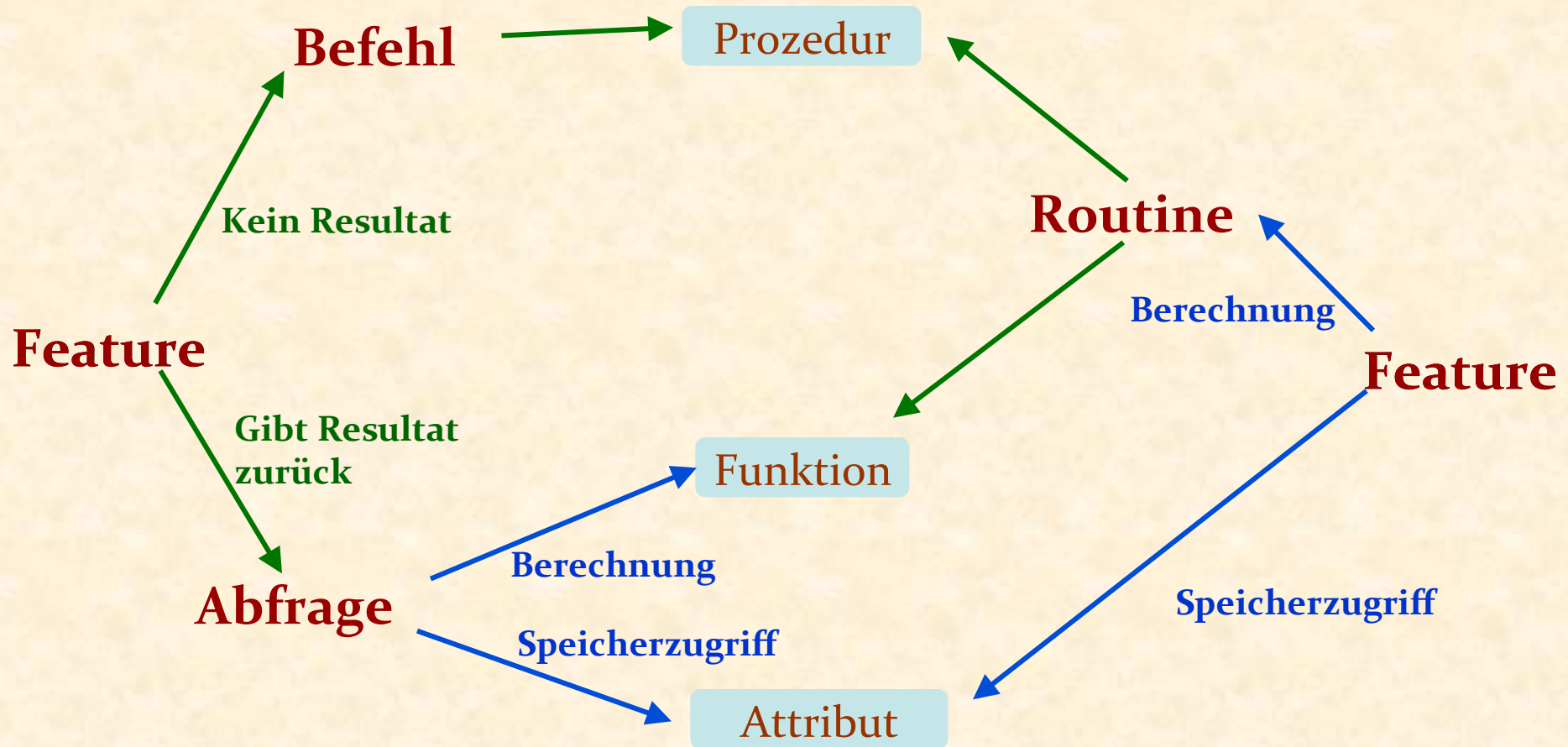
* (field, member variable)

Features: die ganze Wahrheit



*Kundenansicht
(Spezifikation)*

*Interne Ansicht
(Implementation)*





In C++, Java und C# ist die Standardtechnik, um ein privates Attribut *private_x* zu exportieren, das Exportieren einer entsprechenden **Getter-Funktion**:

```
x : T  
do  
    Result := private_x  
end
```

Eiffel braucht keine Getter-Funktionen: Man kann einfach das Attribut exportieren

Das Attribut wird wie folgt exportiert:

- Nur Leserechte
- **Ohne die Information, dass es ein Attribut ist.** Es könnte auch eine Funktion sein. (Prinzip des einheitlichen Zugriffs)

Wir wollen beide Arten! (Eiffel-Syntax)

Es ist möglich, eine Abfrage wie folgt zu definieren:

temperature: REAL **assign** *set_temperature*

Dann wird folgende Syntax

x.temperature := 21.5

Keine Zuweisung, sondern
ein Prozeduraufruf!

akzeptiert als Abkürzung für

x.set_temperature (21.5)

Erhält **Verträge** und andere ergänzende Operationen.

In C# gibt es den Begriff des “Property”, womit das gleiche Ziel verfolgt wird

Das Geheimnisprinzip (Information Hiding)



Status der Aufrufe in einem Kunden
mit $a1: A$:

```
class
  A
  feature
    f ...
    g ...
  feature {NONE}
    h, i ...
  feature {B, C}
    j, k, l ...
  feature {A, B, C}
    m, n ...
end
```

- $a1.f, a1.g$: in jedem Kunden gültig.
- $a1.h$: überall **ungültig**
(auch in A s eigenem Klassentext!)
- $a1.j$: nur in B, C und deren Nachkommen gültig
(Nicht gültig in A !)
- $a1.m$: nur in A, B, C und deren Nachkommen gültig.

Das Geheimnisprinzip



Das Geheimnisprinzip gilt nur für Benutzung durch Kunden, mittels **qualifizierten** Aufrufen oder Infix-Notation, z.B.: *a1.f*

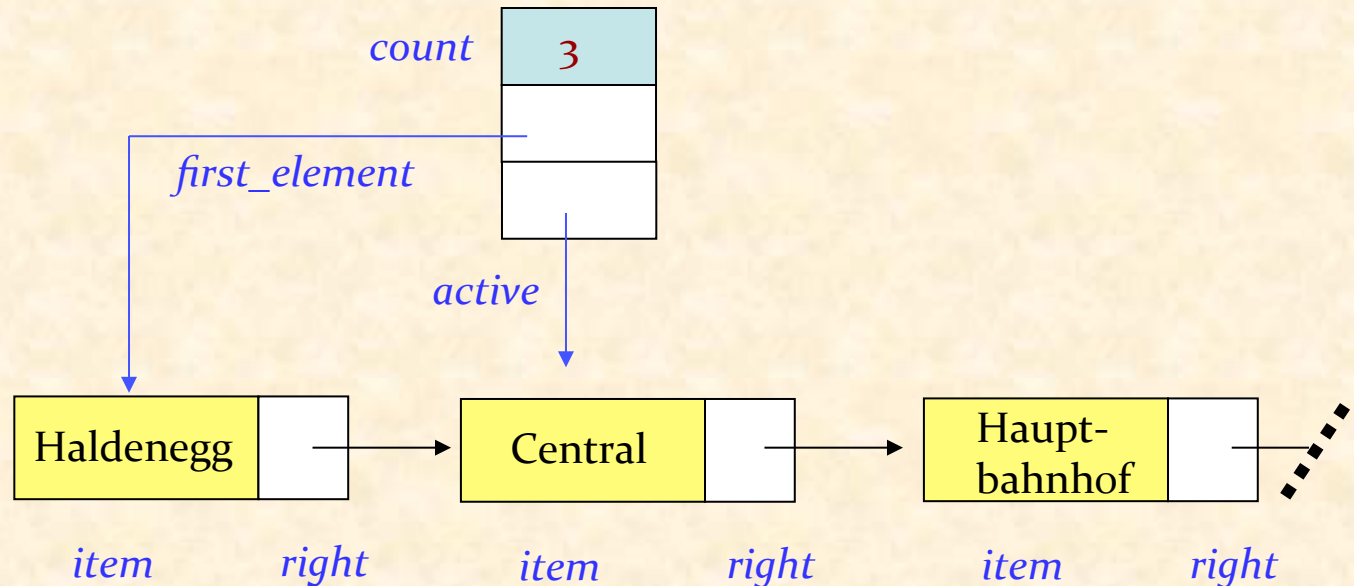
Unqualifizierte Aufrufe (innerhalb einer Klasse) sind vom Geheimnisprinzip nicht betroffen:

```
class A feature {NONE }  
    h do ... end  
feature  
    f  
        do  
            ...; h; ...  
        end  
end
```

Ein Beispiel für selektiven Export

LINKABLE exportiert ihre Features an *LINKED_LIST*

- Exportiert sie nicht für den Rest der Welt.
- Kunden von *LINKED_LIST* müssen nichts über die *LINKABLE* -Zellen wissen.



Selektiv exportieren



class

LINKABLE [G]

feature {*LINKED_LIST*}

put_right (...) **do ... end**

right: G **do ... end**

...

end

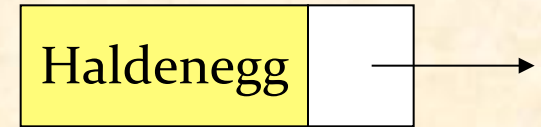
Diese Features werden selektiv an *LINKED_LIST* und ihre Nachkommen exportiert. (Und zu keinen weiteren Klassen.)

LINKABLE

```
class LINKABLE feature {LINKED_LIST}
```

```
  item: STRING
```

```
    -- Wert dieser Zelle.
```



```
  right: LINKABLE
```

```
    -- Zelle, welche rechts von dieser Zelle  
    -- angehängt ist (falls vorhanden).
```

```
  put_right (other: like Current)
```

```
    -- Setzt other rechts neben die aktuelle Zelle.
```

```
    do
```

```
      right := other
```

```
    ensure
```

```
      verkettet: right = other
```

```
    end
```

```
end
```




Die volle Kategorisierung von Features

Routinen, Prozeduren, Funktionen

Einheitlicher Zugriff

Geheimnisprinzip

Selektives exportieren

Setter- und Getter-Funktionen

Eiffel: Assigner-Befehle



Kapitel über

➤ **Inheritance (16)**