ETH Zürich
Chair of Software Engineering

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 ; ...)
                -- Kopfkommentar.
        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, 26 Oct 2011
    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; ...): 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.

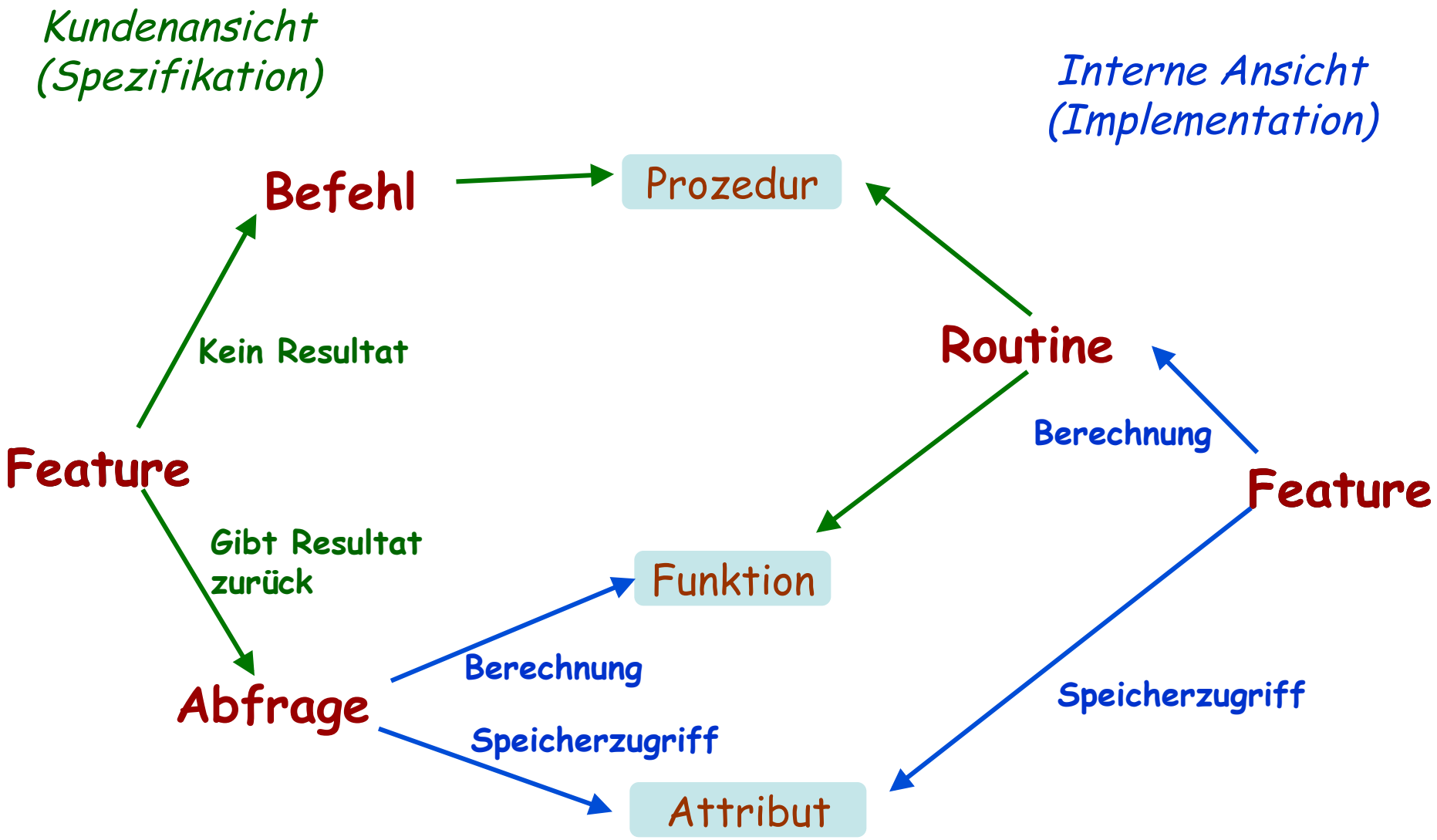
Features sind der Leserlichkeit halber in verschiedene Kategorien eingeteilt.

Klassenklauseln:

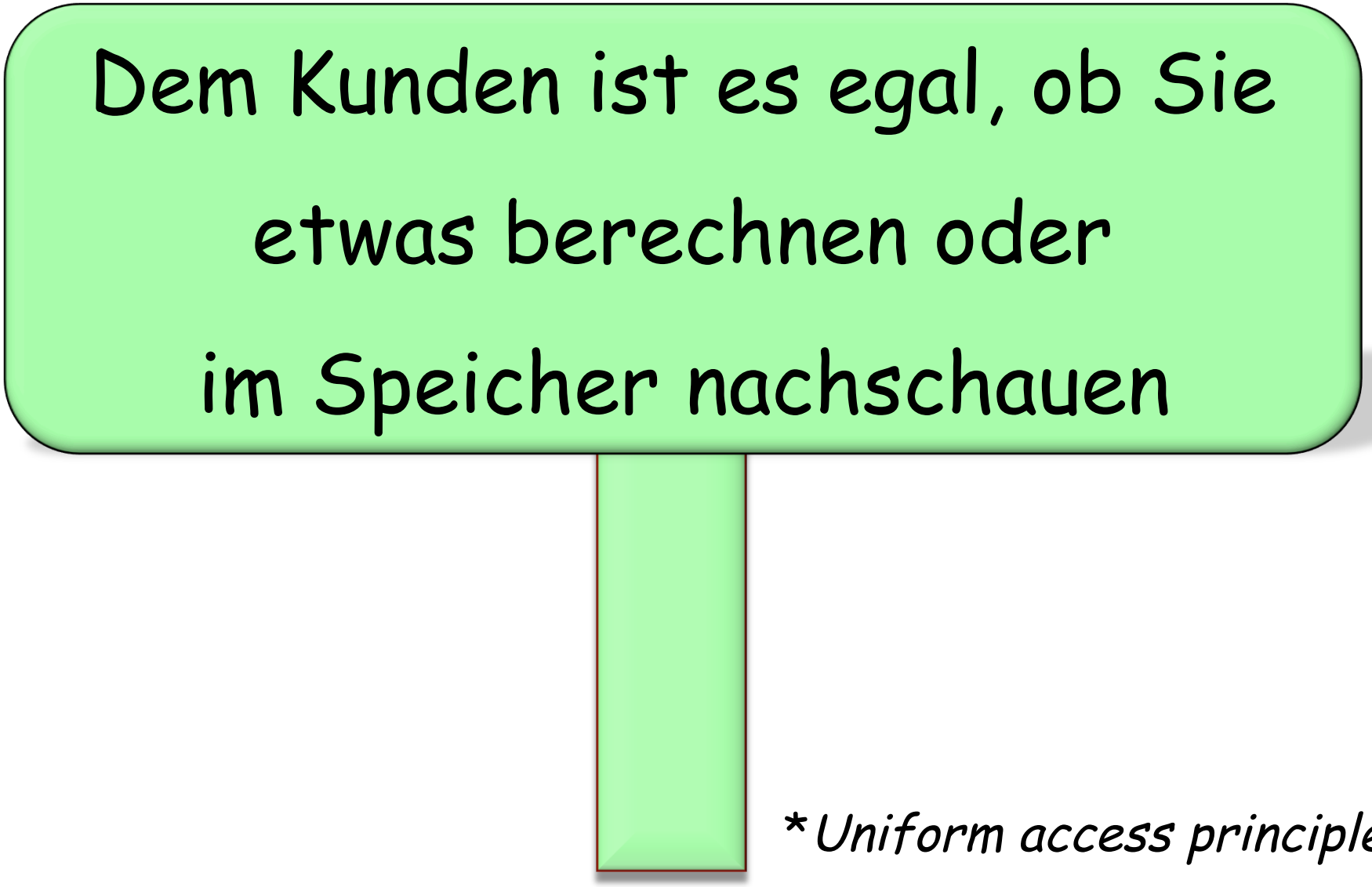
- Notizen (Indexierung)
- Vererbung
- Erzeugung
- Feature (mehrere)
- Invariante

Anatomie einer Klasse: Demo

Features: die ganze Wahrheit



Das Prinzip des einheitlichen Zugriffs*

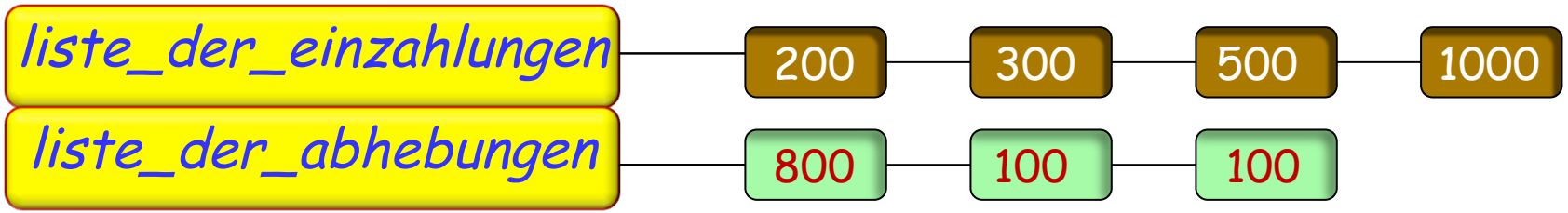


*Uniform access principle

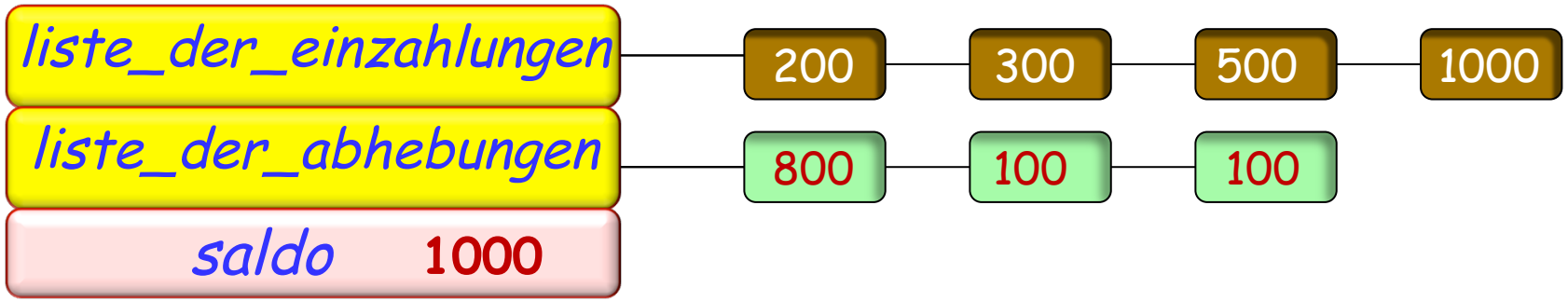
Das Prinzip des einheitlichen Zugriffs: Beispiel

saldo = liste_der_einzahlungen.total – liste_der_abhebungen.total

(A1)



(A2)



Ein Aufruf wie z.B. *ihr_konto.saldo*
könnte ein Attribut oder eine Funktion benutzen

Das Prinzip des einheitlichen Zugriffs

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

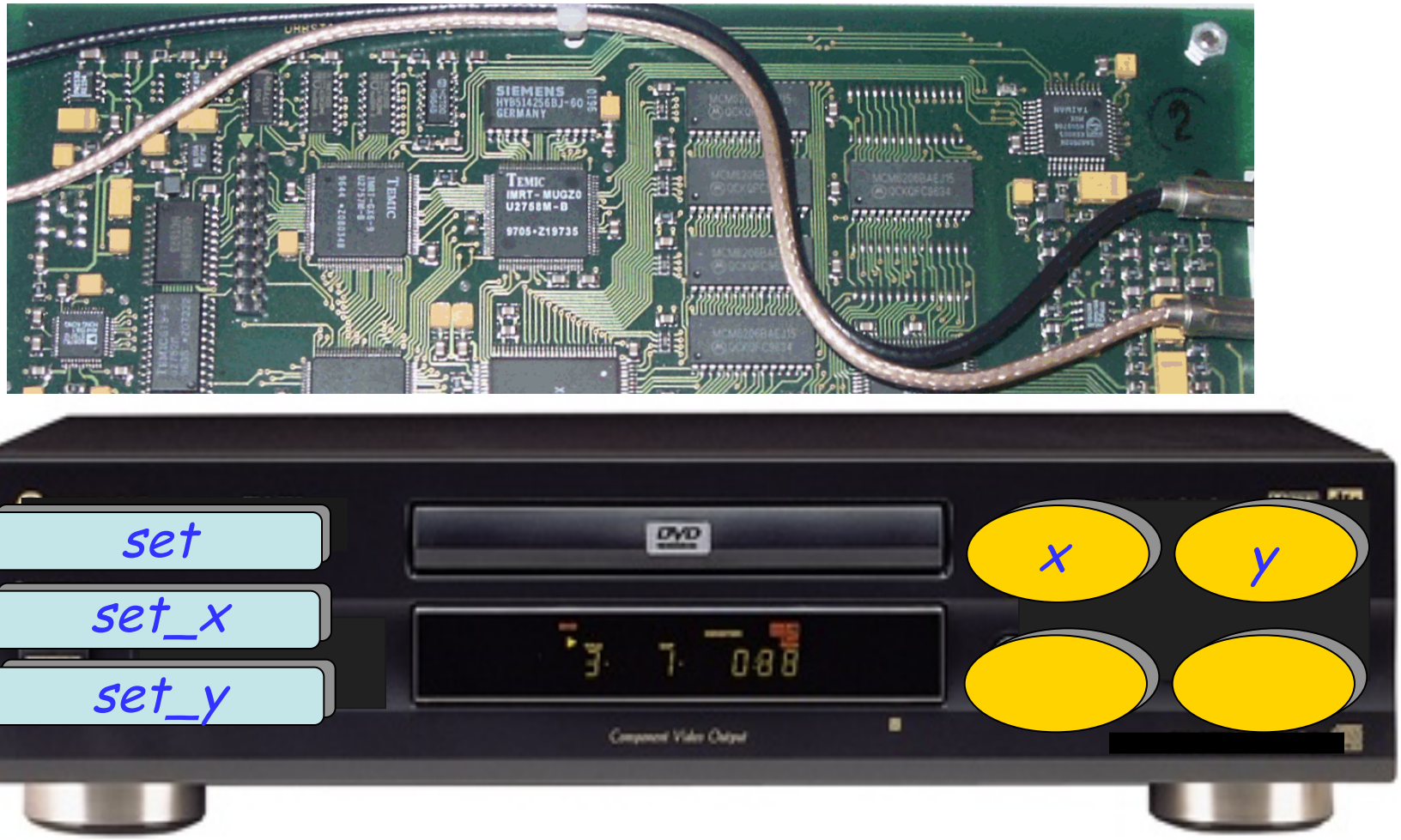
Das Prinzip des einheitlichen Zugriffs

Etwas technischer ausgedrückt:

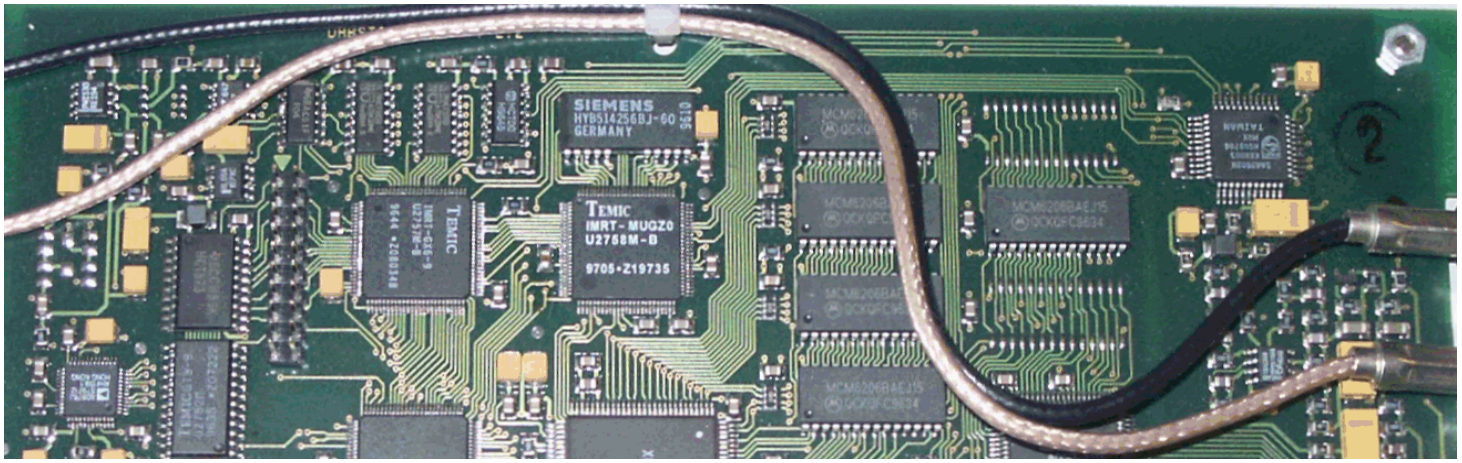
Eine Abfrage sollte für Kunden auf die gleiche Weise aufrufbar sein, egal ob sie als Attribut oder Funktion implementiert wurde

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»

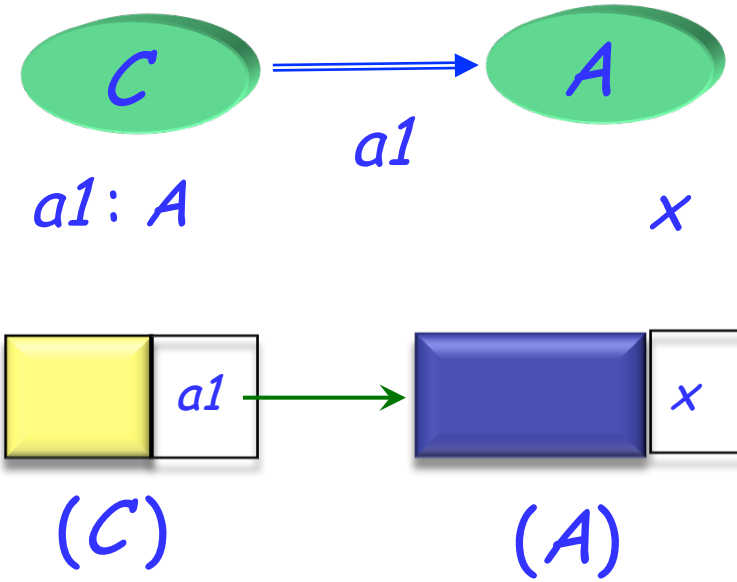
```
position.set(3, position.y)

position.set_x(3)

position.move(0, 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*~~)

Abstraktionsprinzipien anwenden

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

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

Kunden können diese wie folgt aufrufen:

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

Setter-Befehle voll ausnutzen

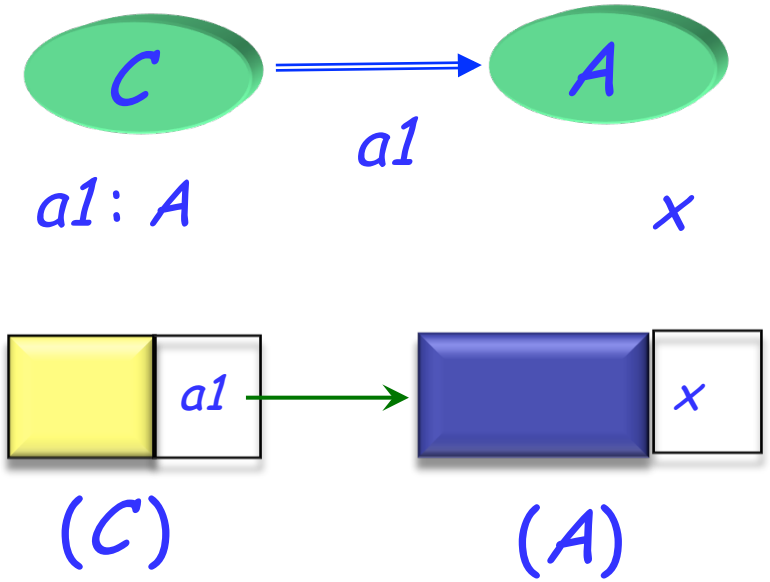
```
set_temperature (u : REAL)
                -- Setzt Temperaturwert auf u.
        require
                nicht_unter_minimum: u >= -273
                nicht_über_maximum: u <= 2000
        do
                temperature := u
                update_database

        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

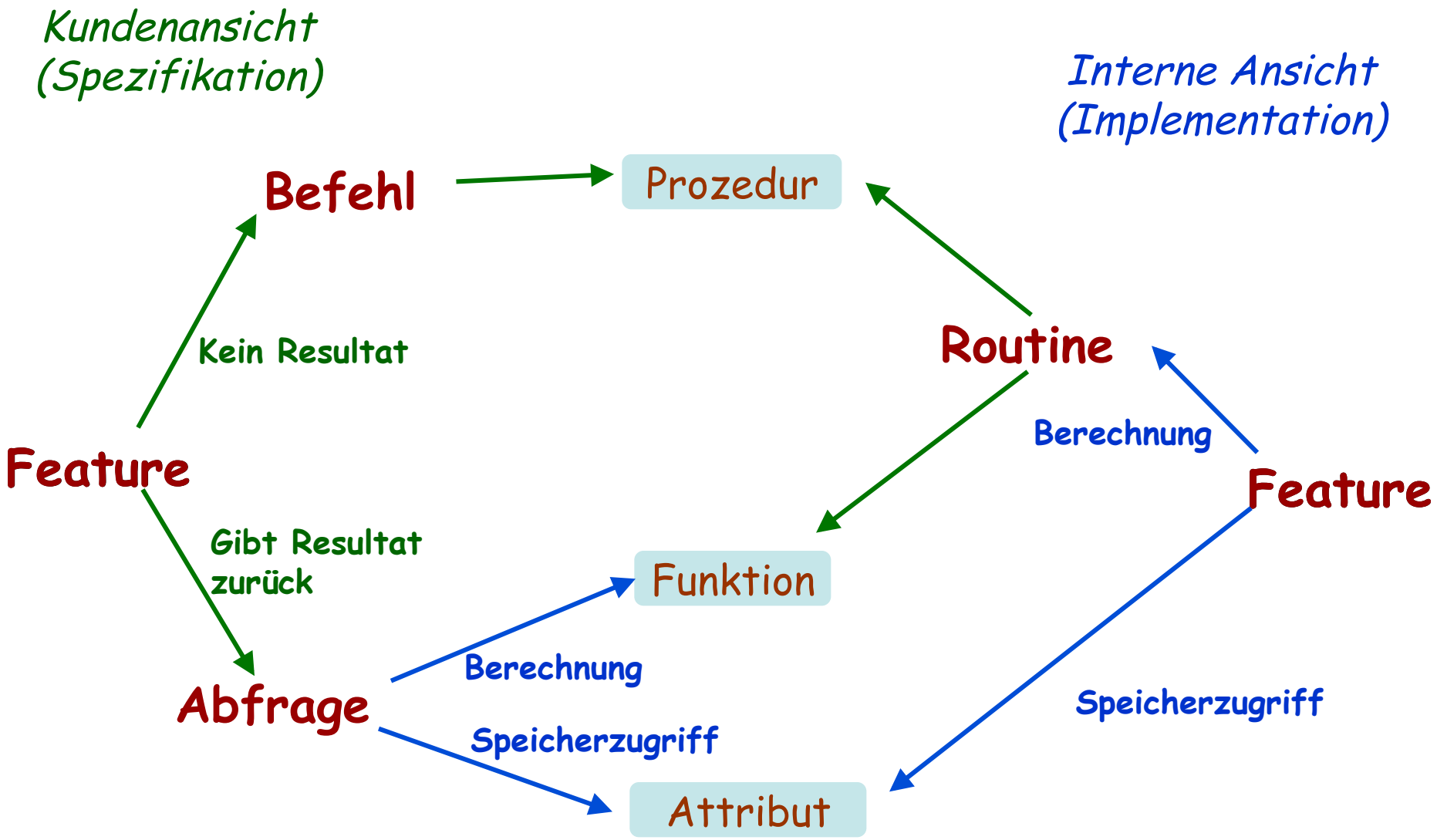
In C++, Java und C#, werden mit der public-Deklaration eines Attributs* *x* sowohl Schreib- als auch Leserechte exportiert:

- *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



Getter-Funktionen

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 Prozedurenaufruf!

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)

```
class
    A

feature
        f ...
        g ...

feature {NONE}
        h, i ...

feature {B, C}
        j, k, l ...

feature {A, B, C}
        m, n ...
end
```

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

- *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*

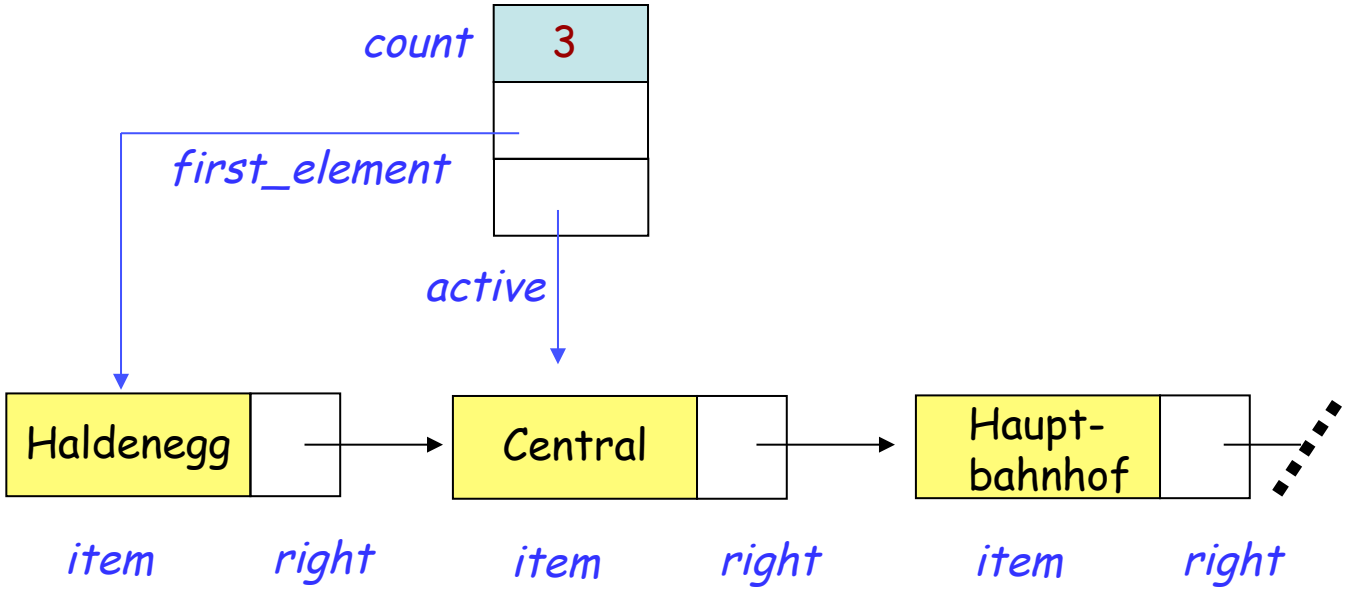
Unqualifizierte Aufrufe (innerhalb einer Klasse) sind vom Geheimnisprinzip nicht betroffen:

```
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
```

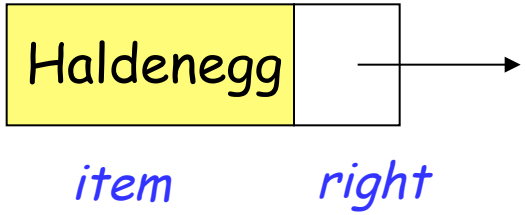
Diese Features werden selektiv an *LINKED_LIST* und ihre Nachkommen exportiert. (Und zu keinen weiteren Klassen.)

LINKABLE

```
class LINKABLE feature {LINKED_LIST}
        item: STRING
                        -- Wert dieser Zelle.

        right: LINKABLE
                        -- Zelle, welche rechts an diese 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
```



Was wir in dieser Vorlesung gesehen haben

Die volle Kategorisierung von Features

Routinen, Prozeduren, Funktionen

Einheitlicher Zugriff

Geheimnisprinzip

Selektives Exportieren

Setter- und Getter-Funktionen

Eiffel: Assigner-Befehle

Leseaufgabe auf nächste Woche

Kapitel über

- Inheritance (16)