ETH zürich
Chair of Software Engineering

Einführung in die Programmierung

Prof. Dr. Bertrand Meyer

Lektion 3: Der Umgang mit Objekten II

Programmiersprachen

Die Programmiersprache ist die Notation, welche die Syntax und die Semantik von Programmen definiert

Unsere Programmiersprache ist Eiffel

Es gibt viele Programmiersprachen! Manche sind allgemeiner, manche spezifischer

Programmiersprachen sind künstliche Notationen, gestaltet für einen spezifischen Zweck (das Programmieren)

Objekttechnologie

Herkunft: die Simula 67-Sprache, Oslo, Mitte der 60er. Verbreitete sich *sehr* langsam in den 70ern

Die Sprache Smalltalk (Xerox PARC, 1970er) machte Objektorientierung (O-O) "hip", indem sie es mit visuellen Technologien kombinierte

Die erste OOPSLA anno 1986 stellte O-O der breiten Masse vor. O-O verbreitete sich schnell in den 90ern durch

- O-O Sprachen: Objective C, C++, Eiffel, Java, C#...
- O-O Werkzeuge, O-O Datenbanken, O-O Analyse...

Heute ist O-O grösstenteils akzeptiert

Nicht- O-O Ansätze heissen auch "prozedural"

Über Eiffel

Fokus: Einfachheit und Softwarequalität, im Speziellen Verlässlichkeit, Erweiterbarkeit, Wiederverwendbarkeit

Eiffel basiert auf dem Konzept “Design by Contract” (“Entwurf gemäss Vertrag”)

Implementation: EiffelStudio (von Eiffel Software), als open-source (GPL) verfügbar

Internationale Standards: ECMA und ISO (International Standards Organization), 2006

Einige Eiffel-basierte Projekte

Axa Rosenberg
Vermögensverwaltung
3 Millionen Codezeilen

Chicago Board of Trade:
Kurs-Anzeigesystem
Eiffel + CORBA +
Solaris + Windows + ...

Northrop-Grumman
Grossmassstäbliche
Simulationen für die
Raketenverteidigung

Schwedische Sozialversicherung:
Unfallberichte & -management, etc...

Weshalb benutzen wir Eiffel?

- Einfaches, sauberes O-O Modell
- Erlaubt es Ihnen, sich auf die Konzepte und nicht auf die Sprache zu konzentrieren
- Kleine “Sprachlast”
- Programmierumgebung (EiffelStudio)
- Portabilität: Windows / Linux / VMS & andere
- Realismus: keine reine “akademische” Sprache

Es bereitet Sie darauf vor, andere O-O Sprachen zu lernen, z.B. C++, Java, C#

Das erste Java programm

```
class First {
        public static void main(String args[])
        {
                System.out.println("Hello World!");
        }
}
```

Drei grundlegende Unterscheidungen

Befehl / Abfrage

Instruktion / Ausdruck

Syntax / Semantik

Instruktionen (instructions)

Die Basisoperationen eines Computers oder eines Programms heissen Instruktionen

Unser erstes Beispiel hatte fünf Instruktionen:

Central_view.highlight
Polyterasse_view.highlight
Polybahn.add_transport
Zurich_map.animate
console.output (*Polybahn.west_terminal*)

Aufeinanderfolgende Instruktionen

Sie können mehrere Instruktionen hintereinander schreiben, ohne sie durch ein Semikolon zu trennen:

```
Central_view.highlight
Polyterasse_view.highlight
Polybahn.add_transport
Zurich_map.animate
console.output (Polybahn.west_terminal)
```

Auch: statement (Anweisung)

Sie können Semikola benützen, um Instruktionen zu trennen:

```
Central_view.highlight ; Polyterasse_view.highlight ;
Polybahn.add_transport ; Zurich_map.animate ;
console.output (Polybahn.west_terminal)
```

Stilregel

Schreiben Sie eine Instruktion pro Zeile

Lassen Sie Semikola weg

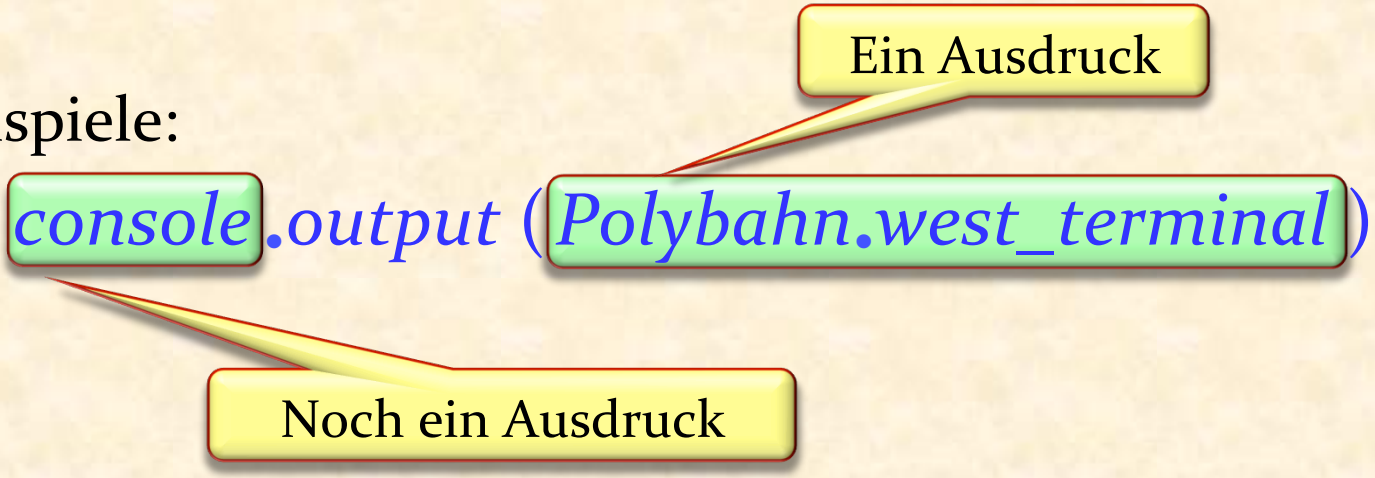
Sollten Sie einmal der Meinung sein, dass mehrere Instruktionen auf einer Zeile lesbarer sind (z.B. in einem Artikel), benützen Sie Semikola:

$$f(x) \; ; \; g(y)$$

Ausdrücke (Expressions)

Ein Ausdruck ist ein Programmelement, welches mögliche Laufzeitwerte bezeichnet

Beispiele:



Vgl.: Mathematische Ausdrücke, z.B. a + b

Syntax und Semantik

Ein Ausdruck, z.B. *Polybahn.west_terminal* ist kein Wert, sondern bezeichnet zukünftige Laufzeitwerte

Eine Instruktion, z.B. *Central_view.highlight* bezeichnet eine Operation, die während der Laufzeit ausgeführt wird

Syntax und Semantik: Definitionen

Die Syntax eines Programmes ist die Struktur und die Form seines (Programm-)Textes

Die Semantik eines Programmes ist die Menge von Eigenschaften seiner möglichen Ausführungen

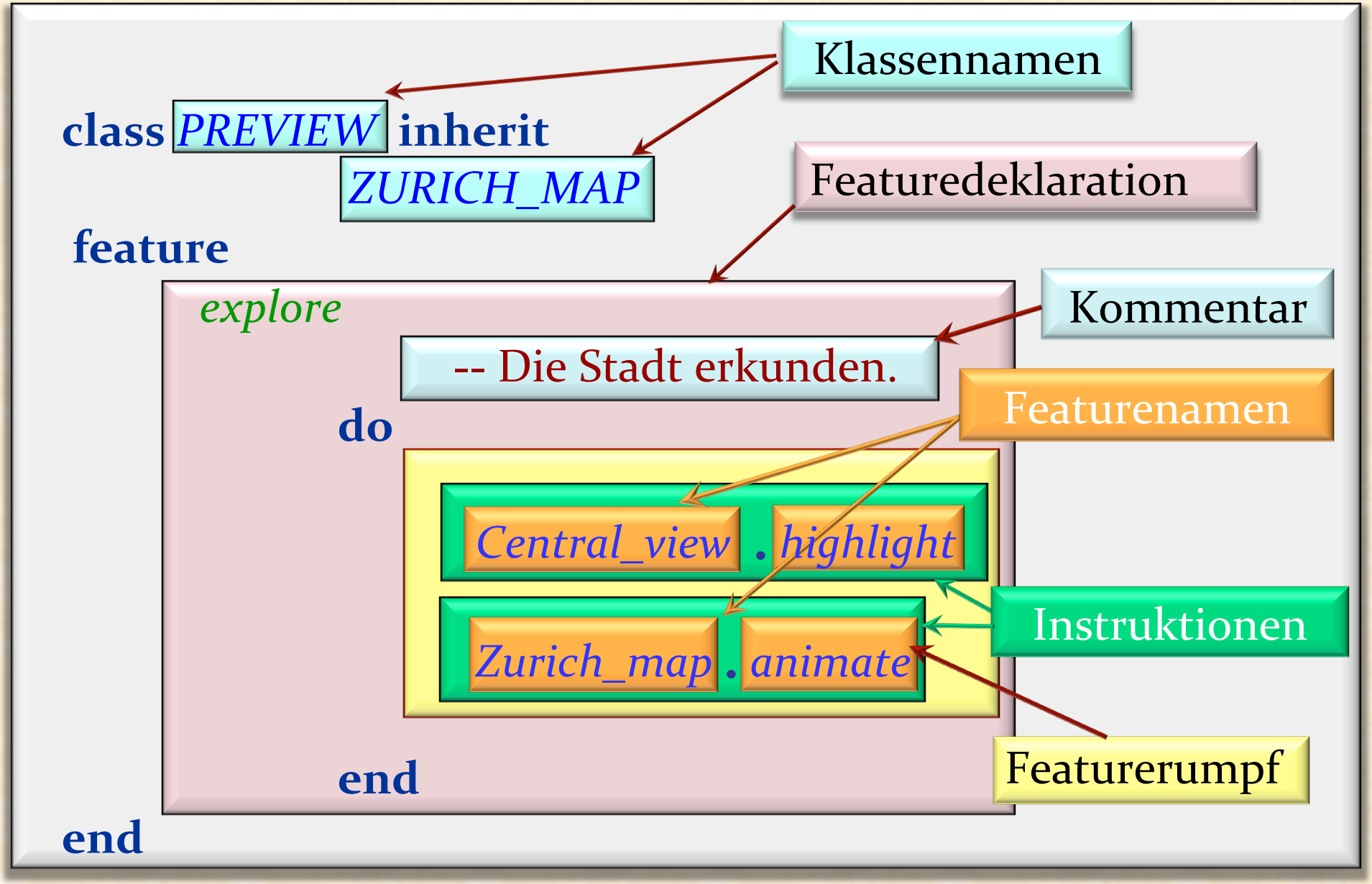
Die Syntax ist die Art, wie Sie ein Programm schreiben: Zeichen, daraus geformte Wörter und aus diesen Wörtern geformte grössere Strukturen

Die Semantik ist der Effekt, den Sie von Ihrem Programm erwarten

Syntax und Semantik

Syntax	Semantik
Instruktion	Befehl
Ausdruck	Abfrage

Syntaxstruktur einer Klasse



Programmier- vs natürliche Sprachen: Ähnlichkeiten

- Allgemeine Form eines Textes: Abfolge von Wörtern
- Jedes Wort ist selbst eine Abfolge von Zeichen (characters)
- Unterscheidung von Syntax und Semantik
- Einige Wörter sind vordefiniert, einige benutzerdefiniert

Benutzerdefiniert Wörter

"Beware the Jabberwock, my son!
The jaws that bite, the claws that catch!
Beware the Jubjub bird, and shun
The frumious Bandersnatch!"

He took his vorpal sword in hand:
Long time the manxome foe he sought -
So rested he by the Tumtum tree,
And stood awhile in thought.

And, as in uffish thought he stood,
The Jabberwock, with eyes of flame,
Came whiffling through the tulgey wood,
And burbled as it came!

One, two! One, two! And through and through
The vorpal blade went snicker-snack!
He left it dead, and with its head
He went galumphing back.

"And, has thou slain the Jabberwock?
Come to my arms, my beamish boy!
O frabjous day! Callooh! Callay!"
He chortled in his joy.

Lewis Carroll

Programmier- vs natürliche Sprachen: Unterschiede

- Die Ausdrückskraft ist in natürlichen Sprachen viel grösser
- Die Präzision hingegen ist in Programmiersprachen viel höher

Programmiersprachen sind eine Erweiterung der mathematischen Notation

Kommentare sind kleine Ausschnitte aus natürlichen Sprachen, die in Programmen vorkommen

Stilregel

Benutzen Sie Wörter aus natürlichen Sprachen (z.B. Englisch, Deutsch) für die Namen, die Sie definieren

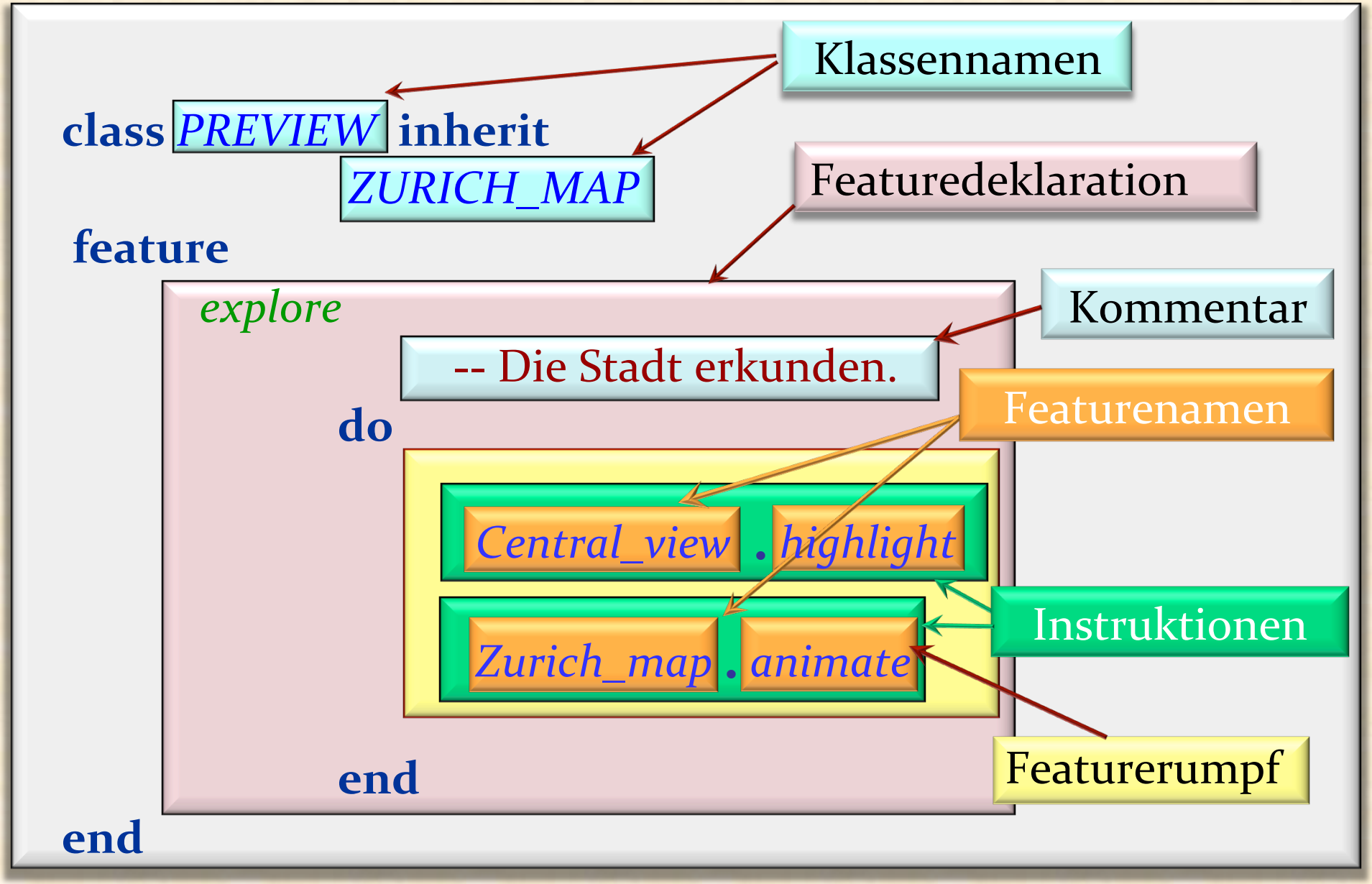
Beispiele:

- *city*, *station1*
- Featurenamen: *highlight*, *output*
- Klassennamen: *PREVIEW*, *CITY*, *STATION*
- Mit mehreren Wörtern: *add_transport*, *ZURICH_MAP*

Die Schlüsselwörter von Eiffel sind englische Wörter:
inherit, **do**, **end**...

Insbesondere sind alle Schlüsselwörter Einzelwörter, bis auf **elseif**

Syntaxstruktur einer Klasse



Exemplare (Specimens)

Exemplar: Ein syntaktisches Element, z.B.:

- Ein Klassenname, z.B. *PREVIEW*
- Eine Instruktion, z.B. *Central_view.highlight*
- Irgendeine der Boxen der vorigen Folie
- Der gesamte Klassentext!

Exemplare können verschachtelt* (oder eingebettet) sein

Delimiter, wie z.B. Schlüsselwörter (**do**, **end**, ...), Semikola, Punkte • etc. sind keine Exemplare

*Engl.: *nested*

Exemplare (specimens) und Konstrukte (constructs)

Ein Konstrukt ist ein gewisser Typ eines syntaktischen Elements

Jedes syntaktische Element ist ein Exemplar eines gewissen Konstrukts

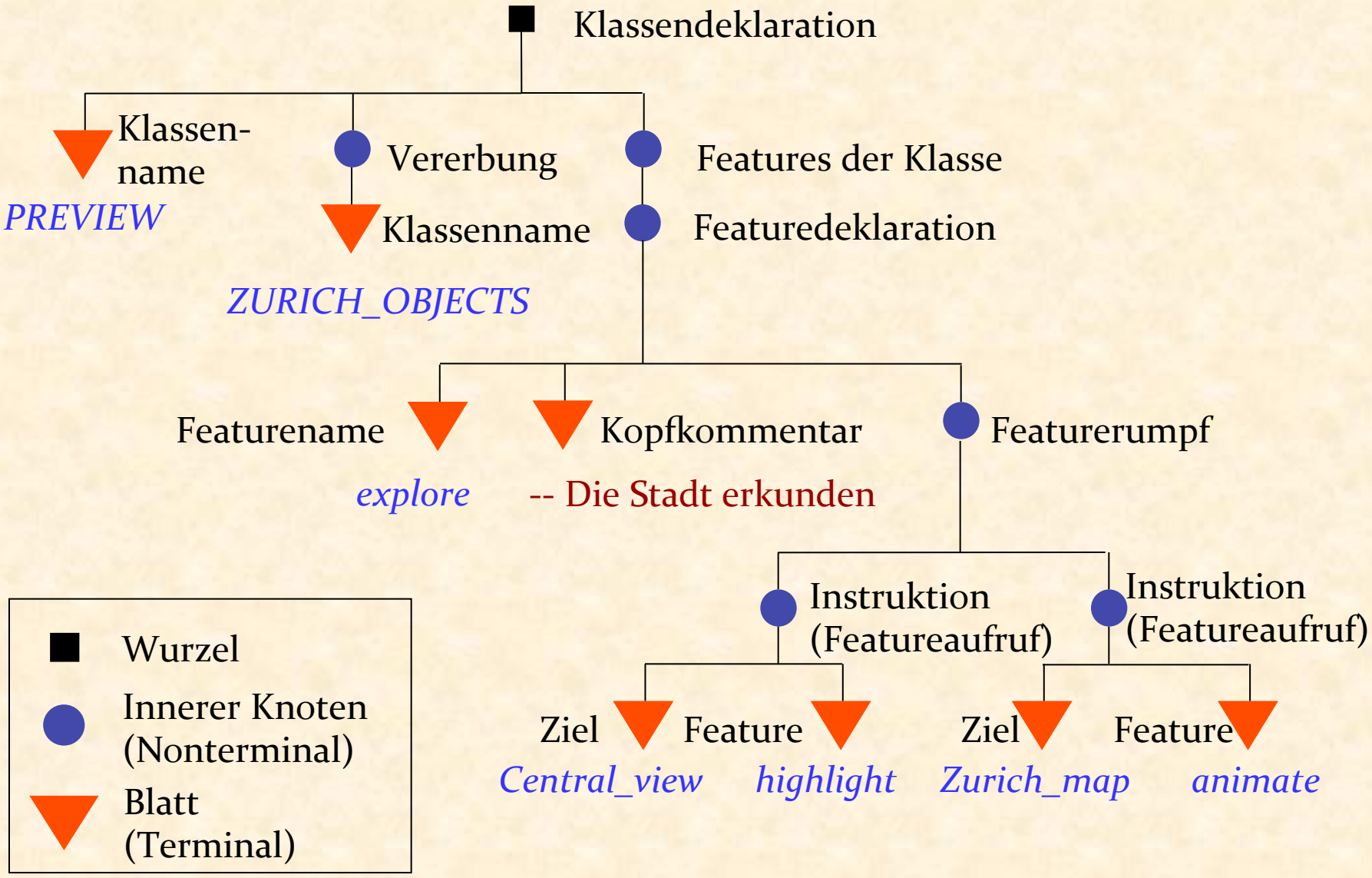
Beispiele:

- *highlight* ist ein Exemplar des Konstrukts *Feature_name*
- Der Klassentext als Ganzes ist ein Exemplar des Konstruktes *Klasse*

Syntaxstruktur einer Klasse

```
class PREVIEW inherit
        ZURICH_MAP
feature
    explore
            -- Die Stadt erkunden.
        do
            Central_view . highlight
            Zurich_map . animate
        end
end
```

Eine andere Darstellung: ein abstrakter Syntaxbaum (*)



(*) engl.: Abstract Syntax Tree (AST)

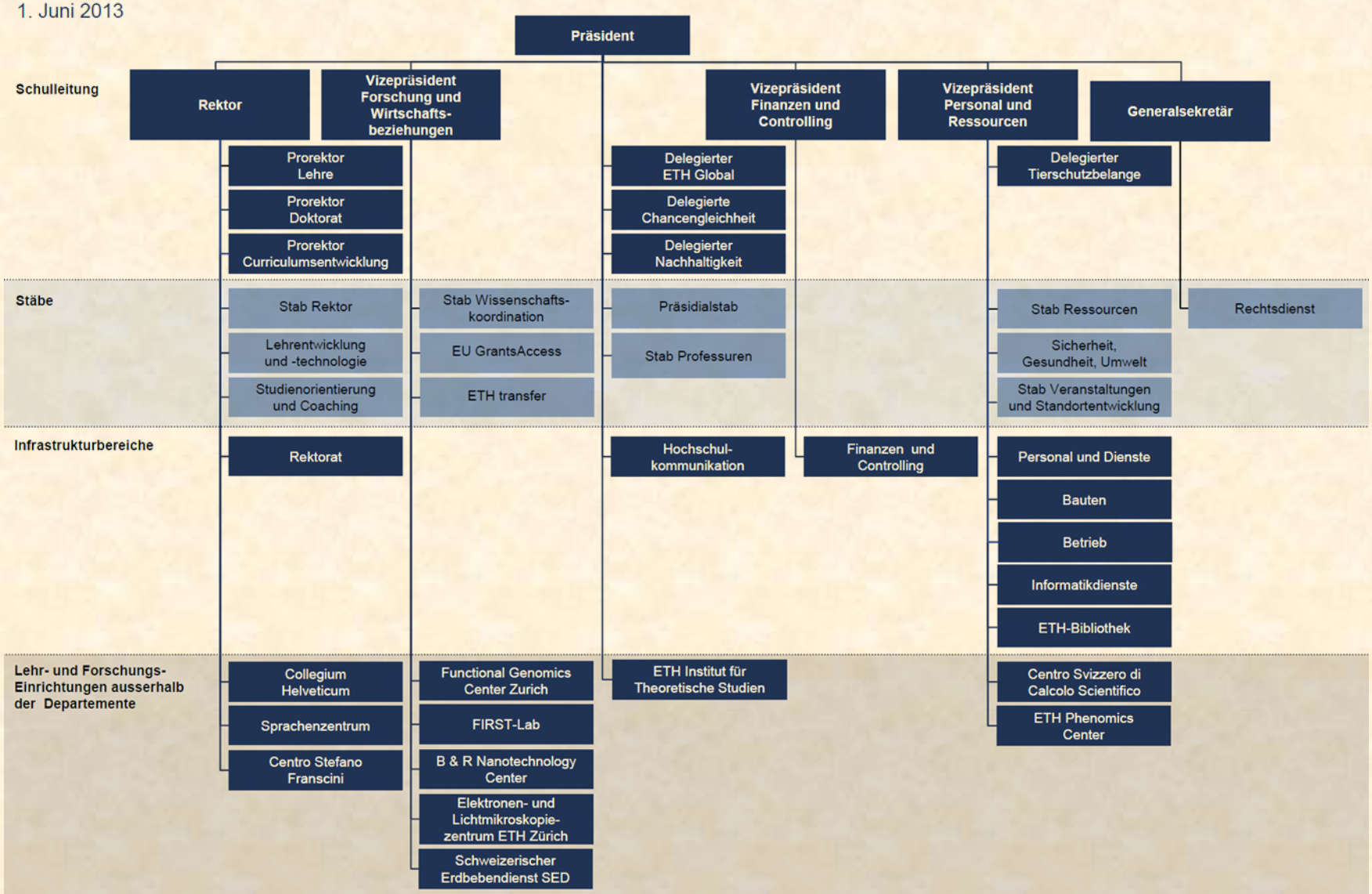
Abstrakter Syntaxbaum

Stellt die Syntaxstruktur dar

Nur Exemplare: keine Schlüsselwörter oder andere Delimiter (deshalb abstrakt)

Benutzt den Begriff Baum wie Unternehmen in organisatorischen Diagrammen

Bäume wachsen nach unten…



Bäume in der Informatik

- Repräsentieren hierarchische oder verschachtelte Strukturen
- Ähnlich wie organisatorische Diagramme (vorige Folie)
- Werden von oben nach unten oder von links nach rechts gezeichnet

Eigenschaften von Bäumen

Regeln:

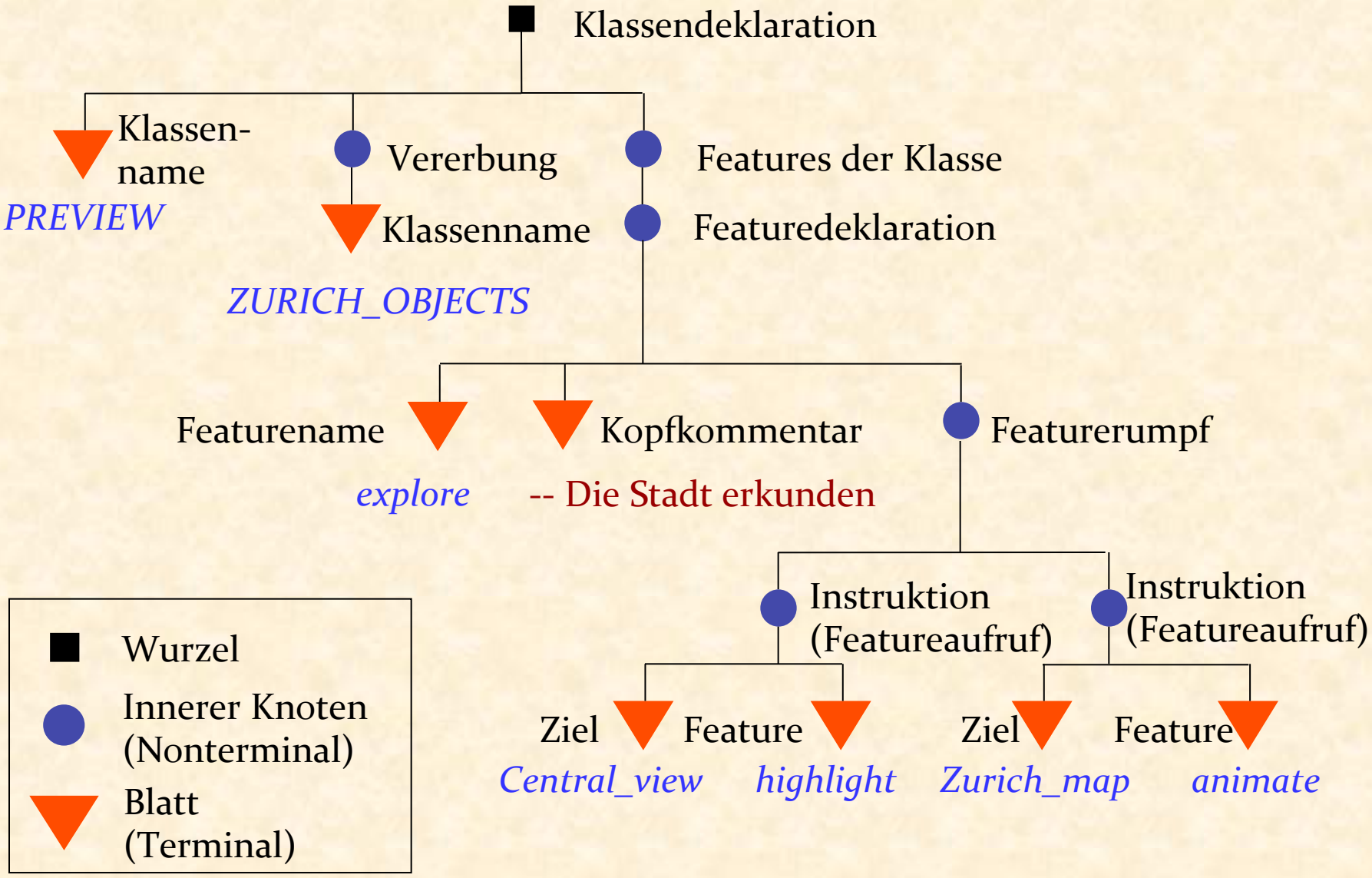
- Jeder Zweig verbindet genau zwei Knoten
- Jeder Knoten kann beliebig viele (auch keine) abgehende Zweige haben
- Jeder Knoten hat maximal einen eingehenden Zweig

Arten von Knoten:

- Wurzel (root): Ein Knoten ohne eingehenden Zweig
- Blatt (leaf): Ein Knoten mit keinen abgehenden Zweigen
- Innere Knoten (internal nodes): weder Wurzel noch Blatt ("standard")

Ein Baum hat genau eine Wurzel (sonst wäre es ein Wald)

Eine andere Darstellung: ein abstrakter Syntaxbaum (*)



(*) engl.: Abstract Syntax Tree (AST)

Abstrakter Syntaxbaum

- Wurzel: repräsentiert das gesamte Exemplar (das “äusserste Rechteck”)
- Innere Knoten (Nonterminale): repräsentieren Unterstrukturen, die wiederum Exemplare enthalten.
- Blätter (Terminale): repräsentieren Exemplare ohne weitere Verschachtelung

- Die Syntax einer Programmiersprache ist definiert durch eine Menge von Konstrukten sowie die (Unter-)Konstrukte dieser Konstrukte
  (siehe die BNF-Vorlesung)

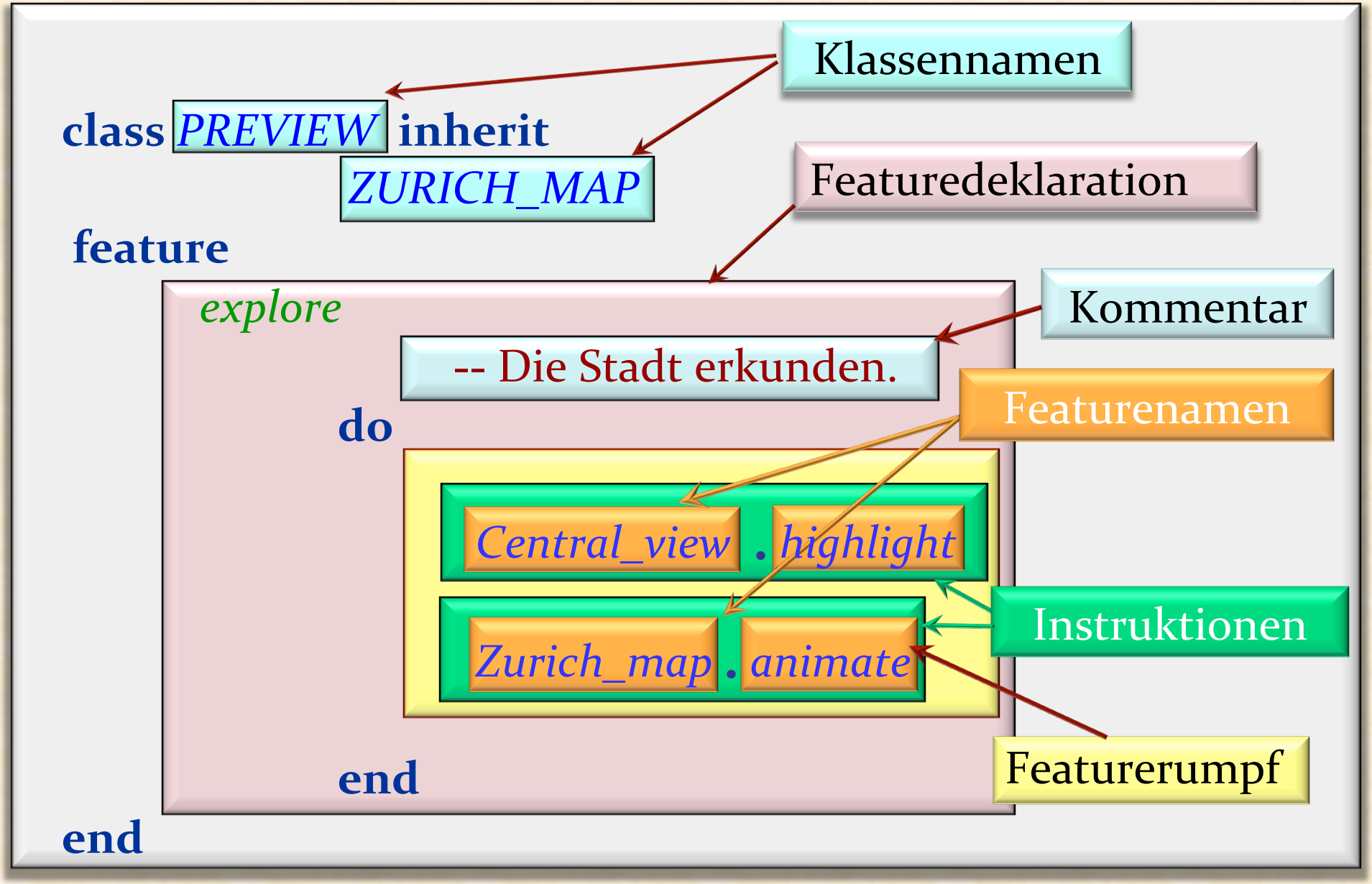
Die tiefere Ebene: lexikalische Struktur

Die Grundelemente eines Programmtextes sind Tokens:

- Terminale
  - Bezeichner (identifier): durch Programmierer gewählte Namen, z.B. *Zurich_map* oder *highlight*
  - Konstanten: selbsterklärende Werte, z.B. 42
- Schlüsselwörter, z.B. **class**
- Spezialsymbole: z.B. Punkt "**.**" eines Feature-Aufrufs

Tokens definieren die lexikalische Struktur einer Sprache.

Syntaxstruktur einer Klasse

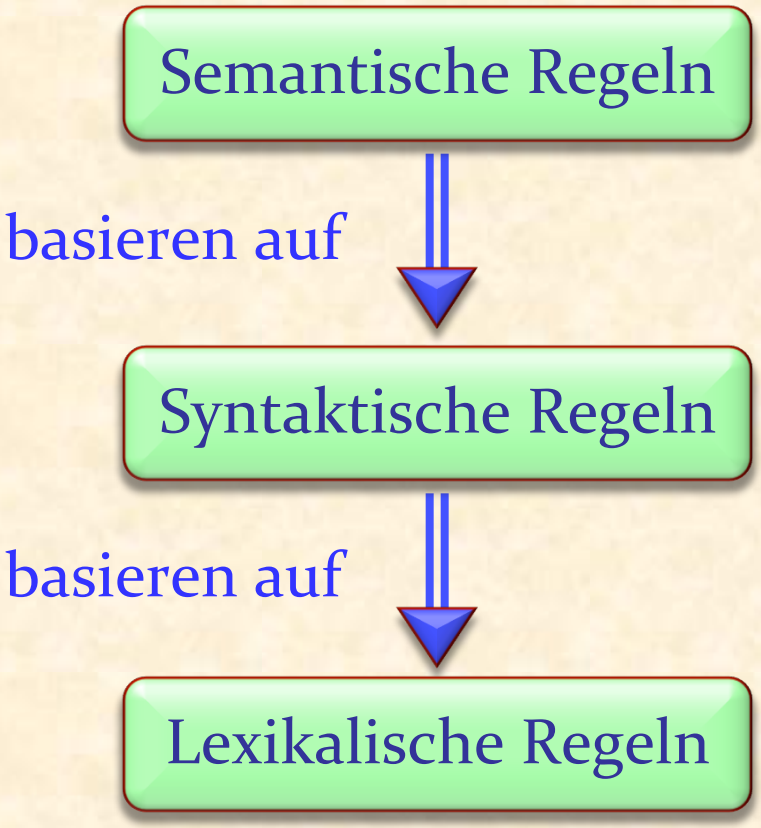


Drei Ebenen von Beschreibungen

Semantische Regeln
definieren den Effekt eines Programms, das den syntaktischen Regeln genügt

Syntaktische Regeln
definieren, wie man Exemplare aus Tokens, die den lexikalischen Regeln genügen, herstellt

Lexikalische Regeln
definieren, wie man aus Zeichen Tokens macht



Lexikalische Regel für Bezeichner

Bezeichner (Identifiers)

Ein Bezeichner beginnt mit einem Buchstaben, gefolgt von null oder mehr Zeichen, wovon jedes

- ein Buchstabe
- eine Zahl (0 bis 9)
- ein Unterstrich "_"

sein kann

Sie können Ihre Bezeichner (nach obigen Regeln) frei wählen, nur Schlüsselwörter sind verboten

Stilregeln

- Wählen Sie Bezeichner so, dass sie klar ausdrücken, was sie tun. (z.B. *west_terminal*, *highlight*)
- Wählen Sie für Features die vollen Namen, keine Abkürzungen.
- Benutzen Sie für zusammengesetzte Bezeichner Unterstriche:

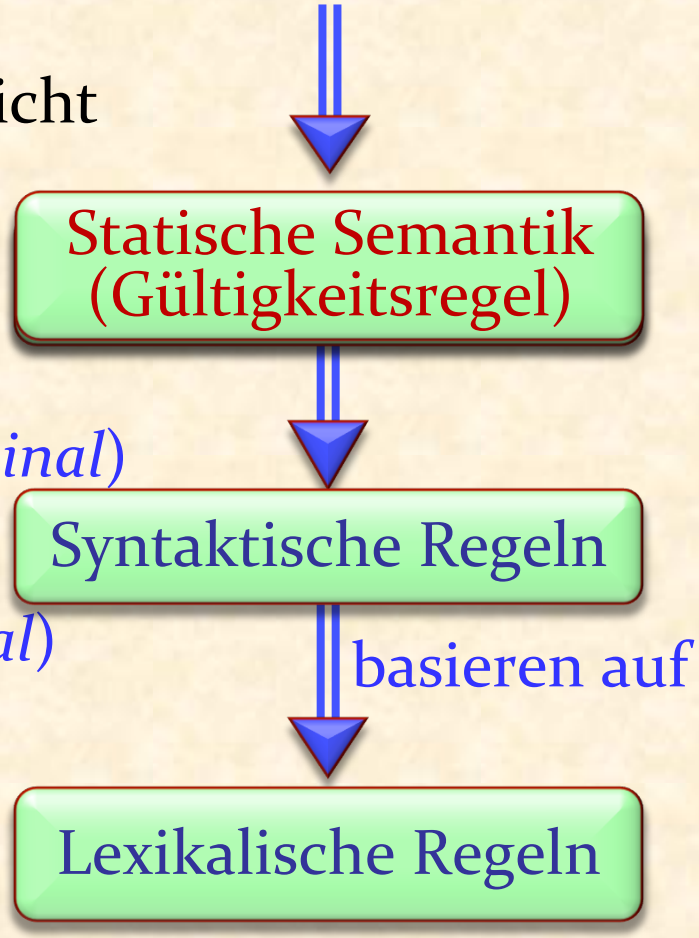
  Zurich_map

- Klassennamen sollten aus Grossbuchstaben bestehen:

  PREVIEW

Eine weitere Ebene

Statische Semantik definiert die Gültigkeitsregel, die durch die Syntax nicht garantiert wird.



Gültiges Beispiel:

console.output (Polybahn.west_terminal)

Ungültiges Beispiel:

console.output (output.west_terminal)

(Vgl. in der deutschen Sprache:

Ich mag meinen Computer

Aber nicht:

Ich mag meiner Computer)

Was wir in Lektion 3 gelernt haben

- Das Programmiersprachenkonzept
- Die Grundzüge von Eiffel
- Syntax (inklusive lexikalischer Ebene) vs Semantik
- Lexikalische und statische Analyseebenen
- Bäume
- Die Fachsprache der Bäume: Wurzel, innere Knoten, Blätter
- Abstrakte Syntaxbäume
- Grundlegende lexikalische Elemente
- Elementare Stilregeln

Aufgaben auf nächste Woche

Lesen Sie die Kapitel 1 bis 4 von *Touch of Class*

Stellen Sie sicher, dass Sie alle bis jetzt eingeführten Begriffe kennen und verstehen.