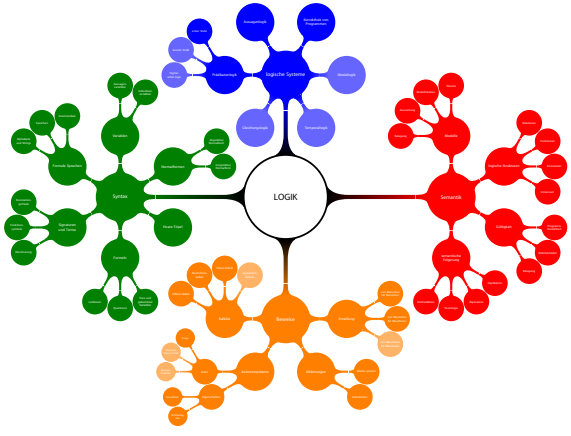
UNIVERSITÄT ZU LÜBECK
INSTITUT FÜR
THEORETISCHE INFORMATIK

Kapitel 1

Syntax versus Semantik

Text und seine Bedeutung

Vorlesung Einführung in die Logik vom 30. Oktober 2014 von Till Tantau



Lernziele von Kapitel 1

1. Die Begriffe Syntax und Semantik erklären können
2. Syntaktische und semantische Elemente natürlicher Sprachen und von Programmiersprachen benennen können
3. Die Begriffe Alphabet und Wort kennen
4. Objekte als Wörter kodieren können

Gliederung von Kapitel 1

1.1 Was ist Syntax?
1.1.1 Syntax natürlicher Sprachen
1.1.2 Syntax von Programmiersprachen
1.1.3 Syntax logischer Sprachen

1.2 Was ist Semantik?
1.2.1 Semantik natürlicher Sprachen
1.2.2 Semantik von Programmiersprachen

1.3 Grundlage der Syntax: Text
1.3.1 Alphabete
1.3.2 Wörter
1.3.3 Sprachen

Die zwei Hauptbegriffe der heutigen Vorlesung.

Kapitel 1
Syntax versus Semantik

1.1 Was ist Syntax? ◄
Syntax natürlicher Sprachen
Syntax von Programmiersprachen
Syntax logischer Sprachen

1.2 Was ist Semantik?
Semantik natürlicher Sprachen
Semantik von Programmiersprachen

1.3 Grundlage der Syntax: Text
Alphabete
Wörter
Sprachen

Grobe Definition

Unter einer *Syntax* verstehen wir *Regeln* nach denen Texte *strukturiert* werden (Grammatik).

Grobe Definition

Unter einer *Semantik* verstehen wir die Zuordnung von *Bedeutung* zu Texten.

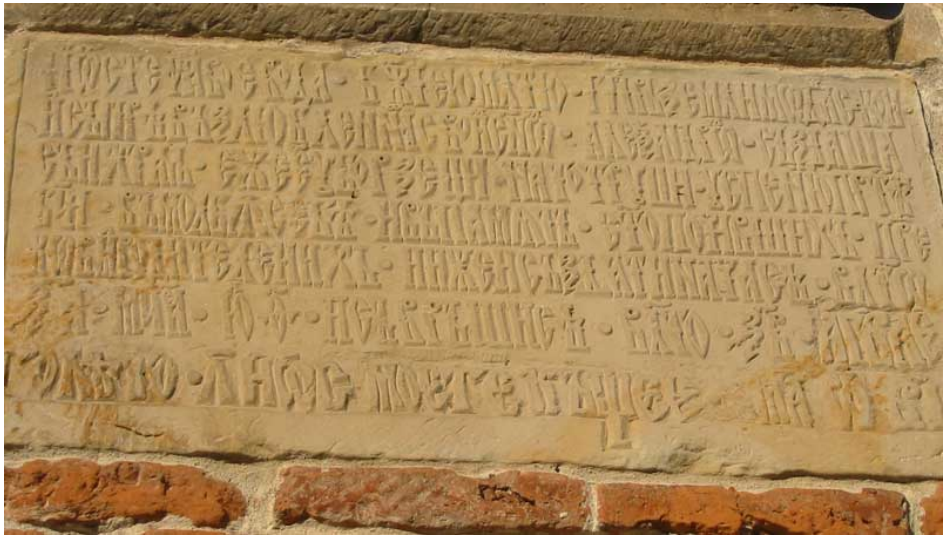
Beobachtungen zu einem ägyptischen Text.

Copyright by Guillaume Blanchard, GNU Free Documentation License

Beobachtungen

- Wir haben keine Ahnung, was der Text bedeutet.
- Es gibt aber *Regeln*, die offenbar eingehalten wurden, wie »Hieroglyphen stehen in Zeilen«.
- Solche Regeln sind *syntaktische Regeln* – man kann sie überprüfen, ohne den Inhalt zu verstehen.

Beobachtungen zu einem kyrillischen Text.



Copyright by Cristian Chirita, GNU Free Documentation License

Beobachtungen

- Wir haben wieder keine Ahnung, was der Text bedeutet.
- Es gibt aber *Regeln*, die offenbar eingehalten wurden, und
- wir kennen mehr Regeln als bei den Hieroglyphen.

Zur Diskussion

Welche syntaktischen Regeln fallen Ihnen ein, die bei dem Text eingehalten wurden?

1.1 Was ist Syntax?
▶ Syntax natürlicher Sprachen
Syntax von Programmiersprachen
Syntax logischer Sprachen
1.2 Was ist Semantik?
Semantik natürlicher Sprachen
Semantik von Programmiersprachen
1.3 Grundlage der Syntax: Text
Alphabete
Wörter
Sprachen

Beobachtungen zu einem deutschen Text.

Informatiker lieben Logiker.

Beobachtungen

- Auch hier werden viele syntaktische Regeln eingehalten.
- Es fällt uns aber *schwerer*, diese zu erkennen.
- Der Grund ist, dass wir *sofort über die Bedeutung nachdenken*.

1.1 Was ist Syntax?
▶ Syntax natürlicher Sprachen
Syntax von Programmiersprachen
Syntax logischer Sprachen
1.2 Was ist Semantik?
Semantik natürlicher Sprachen
Semantik von Programmiersprachen
1.3 Grundlage der Syntax: Text
Alphabete
Wörter
Sprachen

Zur Syntax von natürlichen Sprachen.

1.1 Was ist Syntax?
▶ Syntax natürlicher Sprachen
Syntax von Programmiersprachen
Syntax logischer Sprachen
1.2 Was ist Semantik?
Semantik natürlicher Sprachen
Semantik von Programmiersprachen
1.3 Grundlage der Syntax: Text
Alphabete
Wörter
Sprachen

- Die *Syntax* einer natürlichen Sprache ist die Menge an *Regeln*, nach denen Sätze gebildet werden dürfen.
- Die *Bedeutung* oder der *Sinn* der gebildeten Sätze ist dabei unerheblich.
- Jede Sprache hat ihre eigene Syntax; die Syntax verschiedener Sprachen ähneln sich aber oft.
- Dabei ist es nicht immer klar, ob eine Regel noch zur Syntax gehört oder ob es schon um den Sinn geht.
  Beispiel: Substantive werden groß geschrieben.

Beobachtungen zu einem Programmtext.

1.1 Was ist Syntax?
Syntax natürlicher Sprachen
▶ Syntax von Programmiersprachen
Syntax logischer Sprachen
1.2 Was ist Semantik?
Semantik natürlicher Sprachen
Semantik von Programmiersprachen
1.3 Grundlage der Syntax: Text
Alphabete
Wörter
Sprachen

```
\def\pgfpointadd#1#2{%
  \pgf@process{#1}%
  \pgf@xa=\pgf@x%
  \pgf@ya=\pgf@y%
  \pgf@process{#2}%
  \advance\pgf@x by\pgf@xa%
  \advance\pgf@y by\pgf@ya}
```

Beobachtungen

- Der Programmtext sieht sehr kryptisch aus.
- Trotzdem gibt es offenbar wieder Regeln.
- So scheint einem Doppelkreuz eine Ziffer zu folgen und Zeilen muss man offenbar mit Prozentzeichen beenden.

Beobachtungen zu einem weiteren Programmtext.

```
for (int i = 0; i < 100; i++)
  a[i] = a[i];
```

Beobachtungen

- Wieder gibt es Regeln, die eingehalten werden,
- und wieder fällt es uns *schwerer*, diese zu erkennen, da wir *sofort über den Sinn nachdenken*.

1.1 Was ist Syntax?
Syntax natürlicher Sprachen
▶ Syntax von Programmiersprachen
Syntax logischer Sprachen
1.2 Was ist Semantik?
Semantik natürlicher Sprachen
Semantik von Programmiersprachen
1.3 Grundlage der Syntax: Text
Alphabete
Wörter
Sprachen

Zur Syntax von Programmiersprachen

- Die *Syntax* einer Programmiersprache ist die *Menge von Regeln* nach der Programmtexte gebildet werden dürfen.
- Die *Bedeutung* oder der *Sinn* der Programmtexte ist dabei egal.
- Jede Programmiersprache hat ihre eigene Syntax; die Syntax verschiedener Sprachen ähneln sich aber oft.

1.1 Was ist Syntax?
Syntax natürlicher Sprachen
▶ Syntax von Programmiersprachen
Syntax logischer Sprachen
1.2 Was ist Semantik?
Semantik natürlicher Sprachen
Semantik von Programmiersprachen
1.3 Grundlage der Syntax: Text
Alphabete
Wörter
Sprachen

5-Minuten-Aufgabe

1.1 Was ist Syntax?
Syntax natürlicher Sprachen
▶ Syntax von Programmiersprachen
Syntax logischer Sprachen
1.2 Was ist Semantik?
Semantik natürlicher Sprachen
Semantik von Programmiersprachen
1.3 Grundlage der Syntax: Text
Alphabete
Wörter
Sprachen

Zur Übung

Welche der folgenden Regeln sind Syntax-Regeln?

1. Bezeichner dürfen nicht mit einer Ziffer anfangen.
2. Programme müssen in endlicher Zeit ein Ergebnis produzieren.
3. Öffnende und schließende geschweifte Klammern müssen »balanciert« sein.
4. Methoden von Null-Objekten dürfen nicht aufgerufen werden.
5. Variablen müssen vor ihrer ersten Benutzung deklariert werden.

Beobachtungen zu einer logischen Formel.

$$p \rightarrow q \wedge \neg q$$

Beobachtungen

- Auch logische Formeln haben eine syntaktische Struktur.
- So wäre es *syntaktisch falsch,* statt einem Pfeil zwei Pfeile zu benutzen.
- Es wäre aber *syntaktisch richtig,* statt einem Negationszeichen zwei Negationszeichen zu verwenden.

Kapitel 1
Syntax versus Semantik

1.1 Was ist Syntax?
Syntax natürlicher Sprachen
Syntax von Programmiersprachen
▶ Syntax logischer Sprachen

1.2 Was ist Semantik?
Semantik natürlicher Sprachen
Semantik von Programmiersprachen

1.3 Grundlage der Syntax: Text
Alphabete
Wörter
Sprachen

Zur Syntax von logischen Sprachen

- Die *Syntax* einer logischen Sprache ist die *Menge von Regeln,* nach der Formeln gebildet werden dürfen.
- Die *Bedeutung* oder der *Sinn* der Formeln ist dabei egal.
- Jede logische Sprache hat ihre eigene Syntax; die Syntax verschiedener Sprachen ähneln sich aber oft.

1.1 Was ist Syntax?
Syntax natürlicher Sprachen
Syntax von Programmiersprachen
▶ Syntax logischer Sprachen
1.2 Was ist Semantik?
Semantik natürlicher Sprachen
Semantik von Programmiersprachen
1.3 Grundlage der Syntax: Text
Alphabete
Wörter
Sprachen

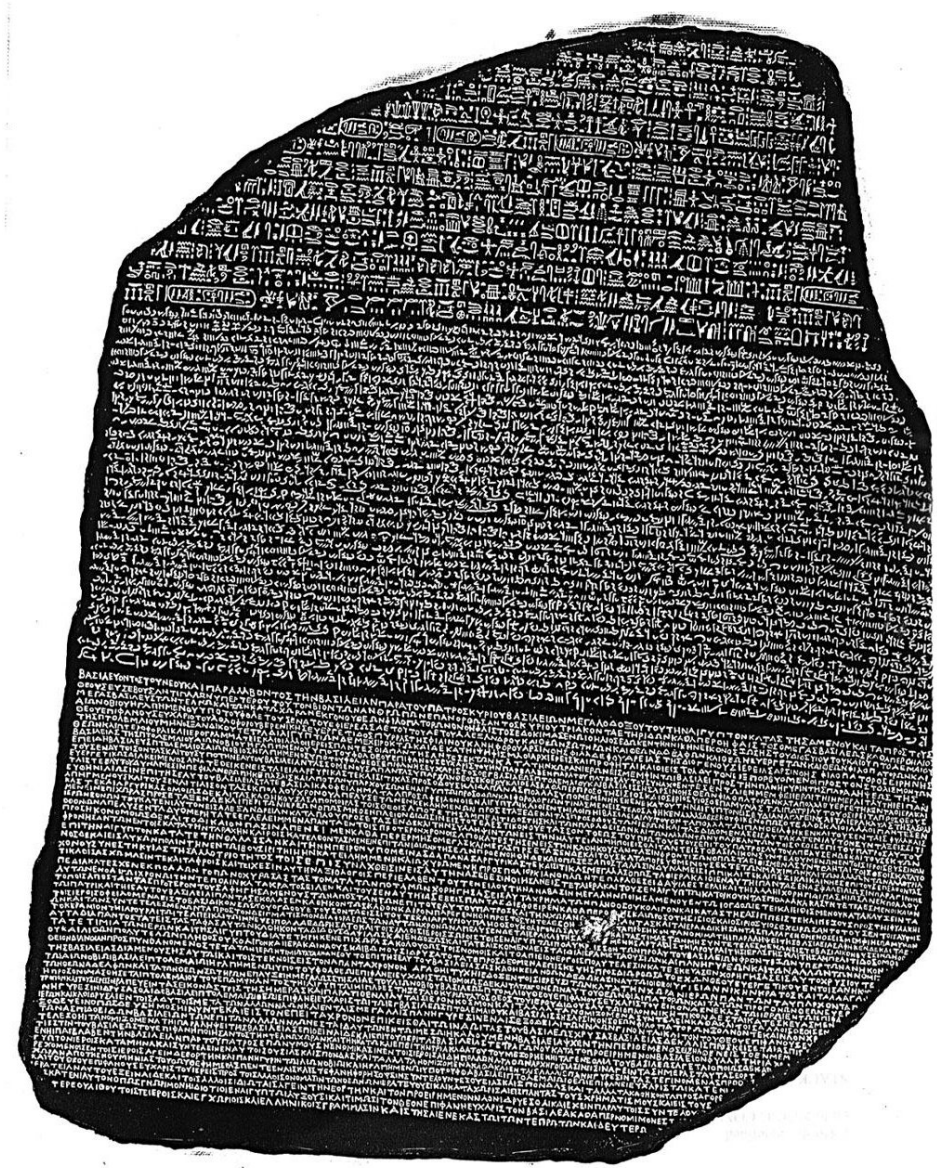
Was bedeutet ein Satz?

Steter Tropfen höhlt den Stein.

- Dieser Satz hat eine *Bedeutung*, die eine *Semantik* festlegt.
- Ein Satz kann dabei *mehrere Bedeutungen haben*, welche durch *unterschiedliche Semantiken* gegeben sind:
  - In der *wortwörtlichen Semantik* sagt der Satz aus, dass Steine ausgehöhlt werden, wenn man jahrelang Wasser auf sie tropft.
  - In der *übertragenen Semantik* sagt der Satz aus, dass sich Beharrlichkeit auszahlt.
- Syntaktisch falschen Sätzen wird im Allgemeinen keine Bedeutung zugewiesen.

1.1 Was ist Syntax?
Syntax natürlicher Sprachen
Syntax von Programmiersprachen
Syntax logischer Sprachen
1.2 Was ist Semantik?
▶ Semantik natürlicher Sprachen
Semantik von Programmiersprachen
1.3 Grundlage der Syntax: Text
Alphabete
Wörter
Sprachen

Die Semantik der Hieroglyphen



Unknown author, public domain.

Dreimal eine unterschiedliche Syntax – eine Semantik.

1.1 Was ist Syntax?
Syntax natürlicher Sprachen
Syntax von Programmiersprachen
Syntax logischer Sprachen

1.2 Was ist Semantik?
▶ Semantik natürlicher Sprachen
Semantik von Programmiersprachen

1.3 Grundlage der Syntax: Text
Alphabete
Wörter
Sprachen

Was bedeutet ein Programm?

```
for (int i = 0; i < 100; i++)
  a[i] = a[i];
```

- Auch dieser Programmtext »bedeutet etwas«, wir »meinen etwas« mit diesem Text.
- Die *Semantik der Programmiersprache* legt fest, was mit dem Programmtext gemeint ist.
- Er kann *mehrere Bedeutungen haben*, welche durch *unterschiedliche Semantiken* gegeben sind:
  - In der *operationalen Semantik* bedeutet der Programmtext, dass die ersten einhundert Elemente eines Arrays `a` nacheinander ihren eigenen Wert zugewiesen bekommen.
  - In der *denotationellen Semantik* bedeutet der Programmtext, dass nichts passiert.

1.1 Was ist Syntax?
Syntax natürlicher Sprachen
Syntax von Programmiersprachen
Syntax logischer Sprachen
1.2 Was ist Semantik?
Semantik natürlicher Sprachen
▶ Semantik von Programmiersprachen
1.3 Grundlage der Syntax: Text
Alphabete
Wörter
Sprachen

Eine mathematische Sicht auf Text.

- Viele (aber nicht alle!) syntaktische Systeme bauen auf *Text* auf.
- Sogar solche Systeme, die nicht auf Text aufbauen, lassen sich trotzdem durch Text beschreiben.
- Deshalb ist es nützlich, auf Text Methoden der Mathematik anwenden zu können.
- Im Folgenden wird deshalb die *mathematische Sicht* auf Text eingeführt, die *in der gesamten Theoretischen Informatik* genutzt wird.

Kapitel 1
Syntax versus Semantik

1.1 Was ist Syntax?
Syntax natürlicher Sprachen
Syntax von Programmiersprachen
Syntax logischer Sprachen

1.2 Was ist Semantik?
Semantik natürlicher Sprachen
Semantik von Programmiersprachen

1.3 Grundlage der Syntax: Text ◄
Alphabete
Wörter
Sprachen

Formale Alphabete

1.1 Was ist Syntax?
Syntax natürlicher Sprachen
Syntax von Programmiersprachen
Syntax logischer Sprachen
1.2 Was ist Semantik?
Semantik natürlicher Sprachen
Semantik von Programmiersprachen
1.3 Grundlage der Syntax: Text
▸ Alphabete
Wörter
Sprachen

Definition (Alphabet)

Ein *Alphabet* ist eine nicht-leere, endliche Menge von *Symbolen* (auch *Buchstaben* genannt).

- Alphabete werden häufig mit griechischen Großbuchstaben bezeichnet, also beispielsweise mit Γ oder Σ. Manchmal auch mit lateinischen Großbuchstaben, also N oder T.
- Ein Symbol oder »Buchstabe« kann auch ein komplexes oder komisches »Ding« sein wie ein Pointer oder ein Leerzeichen.

Beispiele

- Die Groß- und Kleinbuchstaben.
- Die Menge $\{0, 1\}$ (bei Informatikern beliebt).
- Die Menge $\{A, C, G, T\}$ (bei Biologen beliebt).
- Die Zeichenmenge des UNICODE.

Formale Wörter

1.1 Was ist Syntax?
Syntax natürlicher Sprachen
Syntax von Programmiersprachen
Syntax logischer Sprachen
1.2 Was ist Semantik?
Semantik natürlicher Sprachen
Semantik von Programmiersprachen
1.3 Grundlage der Syntax: Text
Alphabete
▶ Wörter
Sprachen

Definition (Wort)

Ein *Wort* ist eine endliche Folge von Symbolen.

- »Wörter« sind im Prinzip dasselbe wie Strings. Insbesondere können in Wörtern Leerzeichen als Symbole auftauchen.
- Die Menge aller Wörter über einem Alphabet Σ hat einen besonderen Namen: Σ^*.
- Deshalb schreibt man oft: »Sei $w \in \Sigma^*$, . . . «
- Es gibt auch ein *leeres Wort*, abgekürzt ε oder λ, das dem String `""` entspricht.

Beispiele

- `Hallo`
- `TATAAAATATTA`
- ε
- `Hallo Welt.`

5-Minuten-Aufgabe

1.1 Was ist Syntax?
Syntax natürlicher Sprachen
Syntax von Programmiersprachen
Syntax logischer Sprachen
1.2 Was ist Semantik?
Semantik natürlicher Sprachen
Semantik von Programmiersprachen
1.3 Grundlage der Syntax: Text
Alphabete
▶ Wörter
Sprachen

Zur Übung

Die folgenden Aufgaben sind nach Schwierigkeit sortiert. Lösen Sie *eine* der Aufgaben.

1. Schreiben Sie alle Wörter der Länge höchstens 2 über dem Alphabet $\Sigma = \{0, 1, *\}$ auf.
2. Wie viele Wörter der Länge n über dem Alphabet $\Sigma = \{0, 1, *\}$ gibt es?
3. Wie viele Wörter der Länge höchstens n über einem Alphabet mit q Buchstaben gibt es?

Formale Sprachen

1.1 Was ist Syntax?
Syntax natürlicher Sprachen
Syntax von Programmiersprachen
Syntax logischer Sprachen
1.2 Was ist Semantik?
Semantik natürlicher Sprachen
Semantik von Programmiersprachen
1.3 Grundlage der Syntax: Text
Alphabete
Wörter
▶ Sprachen

- Natürliche Sprachen sind komplexe Dinge, bestehend aus Wörtern, ihrer Aussprache, einer Grammatik, Ausnahmen, Dialekten, und vielen mehr.
- Bei *formalen Sprachen* vereinfacht man radikal.
- Formale Sprachen müssen weder sinnvoll noch interessant sein.

Definition (Formale Sprache)

Eine *formale Sprache* ist eine (oft unendliche!) Menge von Wörtern für ein festes Alphabet.

- Statt »formale Sprache« sagt man einfach »Sprache«.
- Als Menge von Wörtern ist eine Sprache eine Teilmenge von Σ^*.
- Deshalb schreibt man oft: »Sei $L \subseteq \Sigma^*$, . . . «

Formale Sprachen

1.1 Was ist Syntax?
Syntax natürlicher Sprachen
Syntax von Programmiersprachen
Syntax logischer Sprachen
1.2 Was ist Semantik?
Semantik natürlicher Sprachen
Semantik von Programmiersprachen
1.3 Grundlage der Syntax: Text
Alphabete
Wörter
► Sprachen

Beispiele

- Die Menge $\{AAA, AAC, AAT\}$ (endliche Sprache).
- Die Menge aller Java-Programmtexte (unendliche Sprache).
- Die Menge aller Basensequenzen, die `TATA` enthalten (unendliche Sprache).

Formale Sprachen in der Medieninformatik

- Ein Renderer produziert 3D-Bilder.
- Dazu erhält er eine *Szenerie* als Eingabe.
- Diese Szenerie ist als *Text*, also als ein *Wort* gegeben.
- Eine *Syntax* beschreibt die (formale) Sprache, die alle *syntaktisch korrekten Szenerien* enthält.
- Eine *Semantik* beschreibt, was diese Beschreibungen bedeuten.

1.1 Was ist Syntax?
Syntax natürlicher Sprachen
Syntax von Programmiersprachen
Syntax logischer Sprachen
1.2 Was ist Semantik?
Semantik natürlicher Sprachen
Semantik von Programmiersprachen
1.3 Grundlage der Syntax: Text
Alphabete
Wörter
► Sprachen

Formale Sprachen in der Medieninformatik

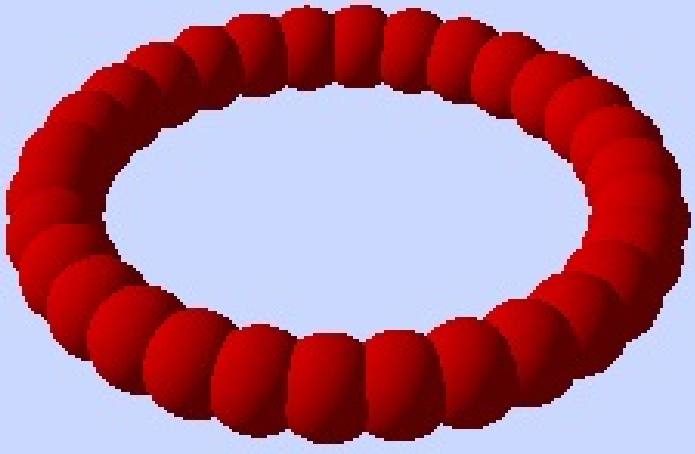
Das »Wort«, das eine Szenerie beschreibt. . .

```
global_settings { assumed_gamma 1.0 }

camera {
  location  <10.0, 10, -10.0>
  direction 1.5*z
  right     x*image_width/image_height
  look_at   <0.0, 0.0,  0.0>
}

sky_sphere { pigment { color rgb <0.6,0.7,1.0> } }

light_source {
  <0, 0, 0>             // light's position (translated below)
  color rgb <1, 1, 1>   // light's color
  translate <-30, 30, -30>
  shadowless
}

#declare i = 0;
#declare Steps = 30;
#declare Kugel = sphere{<0,0,0>,0.5 pigment{color rgb<1,0,0>}};

#while(i<Steps)
    object{Kugel  translate<3,0,0> rotate <0,i * 360 / Steps, 0> }
  #declare i = i + 1;
#end
```


1.1 Was ist Syntax?
Syntax natürlicher Sprachen
Syntax von Programmiersprachen
Syntax logischer Sprachen
1.2 Was ist Semantik?
Semantik natürlicher Sprachen
Semantik von Programmiersprachen
1.3 Grundlage der Syntax: Text
Alphabete
Wörter
▶ Sprachen

Formale Sprachen in der Medieninformatik

. . . und was es bedeutet.

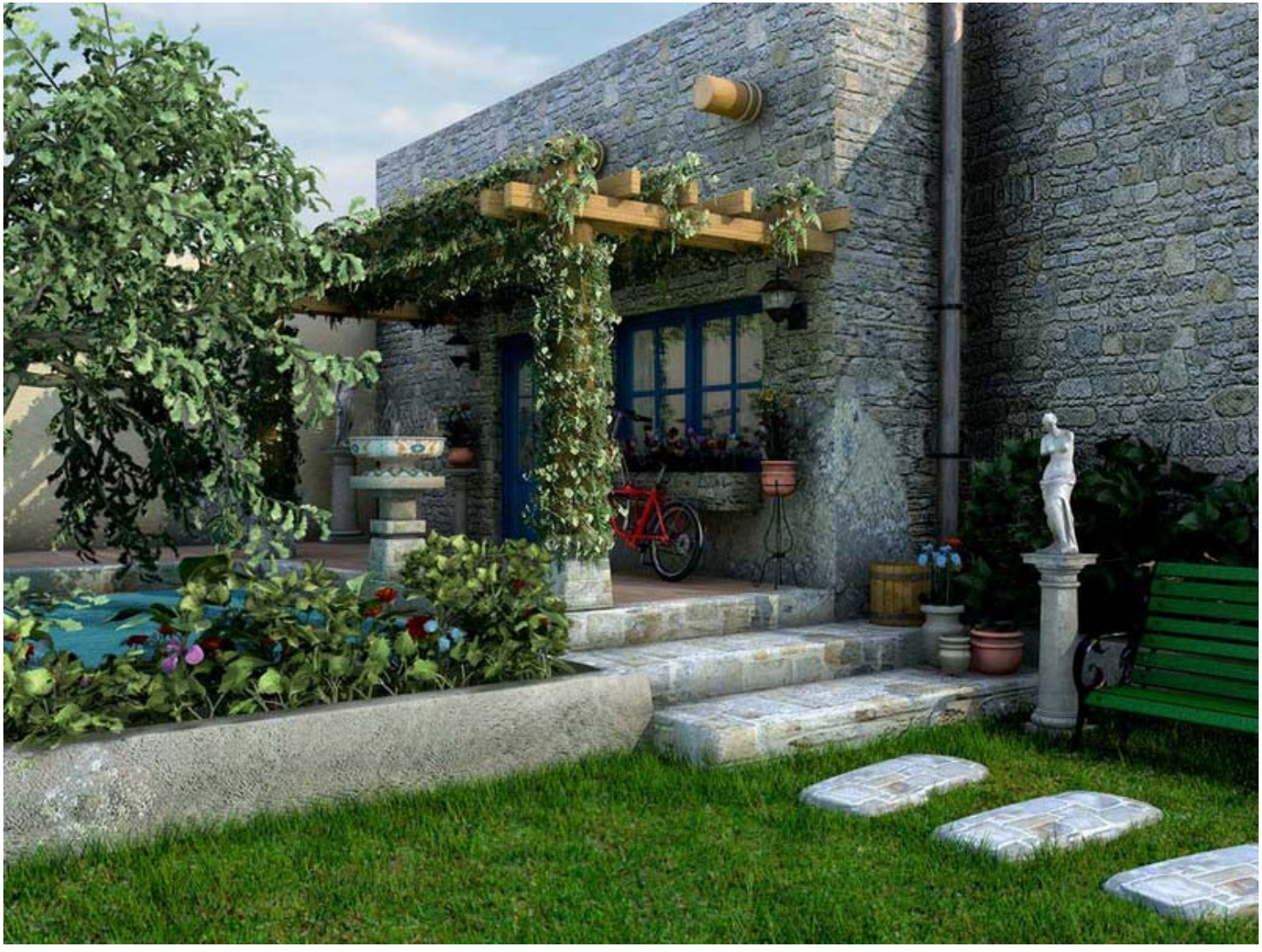


Copyright Matthias Kabel, GNU Free Documentation License

1.1 Was ist Syntax?
Syntax natürlicher Sprachen
Syntax von Programmiersprachen
Syntax logischer Sprachen
1.2 Was ist Semantik?
Semantik natürlicher Sprachen
Semantik von Programmiersprachen
1.3 Grundlage der Syntax: Text
Alphabete
Wörter
▶ Sprachen

Formale Sprachen in der Medieninformatik

Komplexeres Beispielbild, das ein Renderer produziert.



Copyright Giorgio Krenkel and Alex Sandri, GNU Free Documentation License

1.1 Was ist Syntax?
Syntax natürlicher Sprachen
Syntax von Programmiersprachen
Syntax logischer Sprachen
1.2 Was ist Semantik?
Semantik natürlicher Sprachen
Semantik von Programmiersprachen
1.3 Grundlage der Syntax: Text
Alphabete
Wörter
▶ Sprachen

Formale Sprachen in der Bioinformatik

- In der Bioinformatik studiert man unter Anderem Proteine.
- Dazu erhält man *Molekülbeschreibungen* als Eingabe.
- Eine solche ist auch ein *Wort*.
- Eine *Syntax* beschreibt die (formale) Sprache, die alle *syntaktisch korrekten Molekülbeschreibungen* enthält.
- Eine *Semantik* beschreibt, was diese Beschreibungen bedeuten.

1.1 Was ist Syntax?
Syntax natürlicher Sprachen
Syntax von Programmiersprachen
Syntax logischer Sprachen
1.2 Was ist Semantik?
Semantik natürlicher Sprachen
Semantik von Programmiersprachen
1.3 Grundlage der Syntax: Text
Alphabete
Wörter
► Sprachen

Formale Sprachen in der Bioinformatik

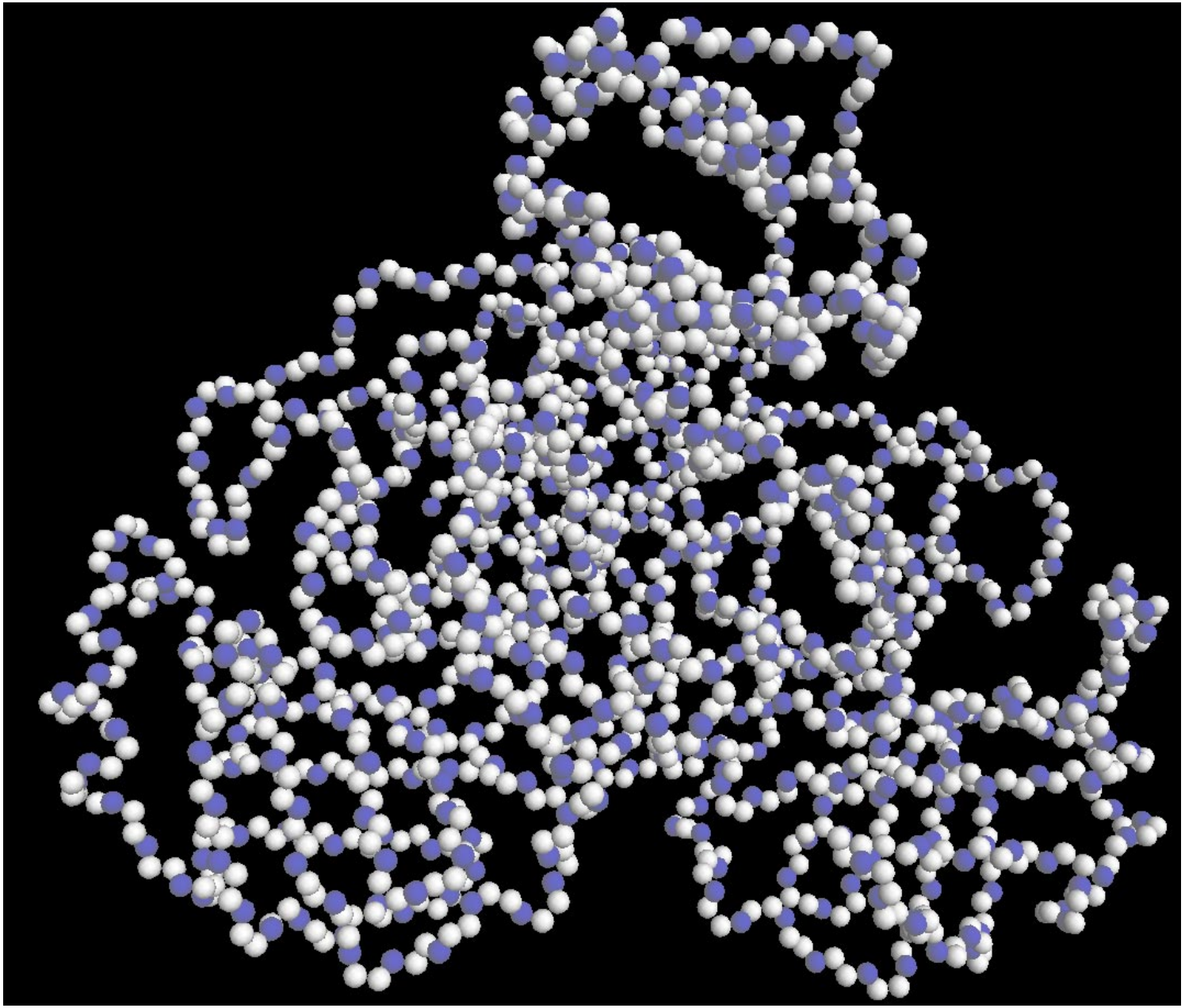
Das »Wort«, das ein Protein beschreibt. . .

```
HEADER    HYDROLASE                               25-JUL-03   1UJ1
TITLE     CRYSTAL STRUCTURE OF SARS CORONAVIRUS MAIN PROTEINASE
TITLE    2 (3CLPRO)
COMPND    MOL_ID: 1;
COMPND   2 MOLECULE: 3C-LIKE PROTEINASE;
COMPND   3 CHAIN: A, B;
COMPND   4 SYNONYM: MAIN PROTEINASE, 3CLPRO;
COMPND   5 EC: 3.4.24.-;
COMPND   6 ENGINEERED: YES
SOURCE    MOL_ID: 1;
SOURCE   2 ORGANISM_SCIENTIFIC: SARS CORONAVIRUS;
SOURCE   3 ORGANISM_COMMON: VIRUSES;
SOURCE   4 STRAIN: SARS;
...
REVDAT   1   18-NOV-03 1UJ1    0
JRNL        AUTH   H.YANG,M.YANG,Y.DING,Y.LIU,Z.LOU,Z.ZHOU,L.SUN,L.MO,
JRNL        AUTH 2 S.YE,H.PANG,G.F.GAO,K.ANAND,M.BARTLAM,R.HILGENFELD,
JRNL        AUTH 3 Z.RAO
JRNL        TITL   THE CRYSTAL STRUCTURES OF SEVERE ACUTE RESPIRATORY
JRNL        TITL 2 SYNDROME VIRUS MAIN PROTEASE AND ITS COMPLEX WITH
JRNL        TITL 3 AN INHIBITOR
JRNL        REF    PROC.NAT.ACAD.SCI.USA         V. 100 13190 2003
JRNL        REFN   ASTM PNASA6  US ISSN 0027-8424
....
ATOM      1  N   PHE A   3      63.478 -27.806  23.971  1.00 44.82           N
ATOM      2  CA  PHE A   3      64.607 -26.997  24.516  1.00 42.13           C
ATOM      3  C   PHE A   3      64.674 -25.701  23.723  1.00 41.61           C
ATOM      4  O   PHE A   3      65.331 -25.633  22.673  1.00 40.73           O
ATOM      5  CB  PHE A   3      65.912 -27.763  24.358  1.00 44.33           C
ATOM      6  CG  PHE A   3      67.065 -27.162  25.108  1.00 44.20           C
ATOM      7  CD1 PHE A   3      67.083 -27.172  26.496  1.00 43.35           C
ATOM      8  CD2 PHE A   3      68.135 -26.595  24.422  1.00 43.49           C
...
```


1.1 Was ist Syntax?
Syntax natürlicher Sprachen
Syntax von Programmiersprachen
Syntax logischer Sprachen
1.2 Was ist Semantik?
Semantik natürlicher Sprachen
Semantik von Programmiersprachen
1.3 Grundlage der Syntax: Text
Alphabete
Wörter
▶ Sprachen

Formale Sprachen in der Bioinformatik

. . . und das Protein, das beschrieben wird.



Copyright Till Tantau

1.1 Was ist Syntax?
Syntax natürlicher Sprachen
Syntax von Programmiersprachen
Syntax logischer Sprachen
1.2 Was ist Semantik?
Semantik natürlicher Sprachen
Semantik von Programmiersprachen
1.3 Grundlage der Syntax: Text
Alphabete
Wörter
▶ Sprachen

1.1 Was ist Syntax?
Syntax natürlicher Sprachen
Syntax von Programmiersprachen
Syntax logischer Sprachen
1.2 Was ist Semantik?
Semantik natürlicher Sprachen
Semantik von Programmiersprachen
1.3 Grundlage der Syntax: Text
Alphabete
Wörter
▶ Sprachen

Zusammenfassung

1.1 Was ist Syntax?
Syntax natürlicher Sprachen
Syntax von Programmiersprachen
Syntax logischer Sprachen
1.2 Was ist Semantik?
Semantik natürlicher Sprachen
Semantik von Programmiersprachen
1.3 Grundlage der Syntax: Text
Alphabete
Wörter
▶ Sprachen

Syntax versus Semantik

- Eine *Syntax* beschreibt, wie Texte aufgebaut sein dürfen.
- Eine *Semantik* beschreibt, was Texte *bedeuten*.

Grundbegriff: Alphabet

Ein *Alphabet* ist eine nicht-leere, endliche Menge von *Symbolen* (auch *Buchstaben* genannt).

Grundbegriff: Wort

Ein *Wort* ist eine endliche Folge von Symbolen. Die Menge aller Wörter über einem Alphabet Σ bezeichnet man mit Σ^*.

Grundbegriff: Formale Sprache

Eine *Sprache* ist eine Menge von Wörtern für ein festes Alphabet.