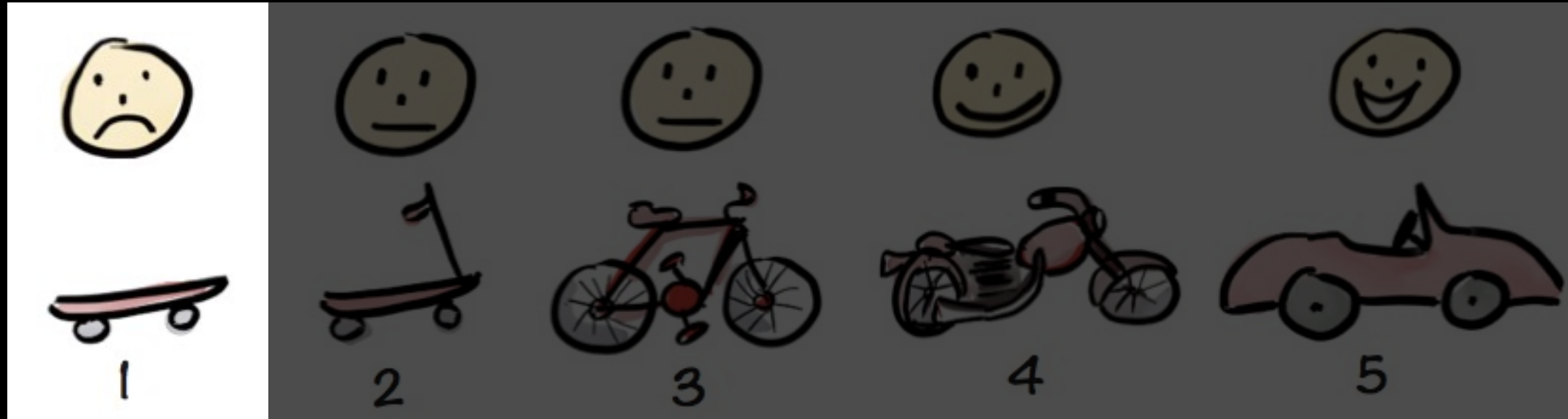


Errungenschaften der letzten Vorlesung



Wenn uns der Kunde für jeden Tokentyp einen endlichen Automaten bereitstellt, können wir damit einen funktionsfähigen Tokenizer / Lexer / Scanner betreiben.

Offene Fragen

1. Nicht jedes Token darf an jeder Stelle stehen. Wie lässt sich das regulieren?
2. Kann man die Erstellung eines endlichen Automaten automatisieren?
3. Lassen sich alle NEAs in DEAs umwandeln?

Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

Aus der Schulzeit wissen wir, dass ein **Hauptsatz** im Indikativ mindestens aus **einem Subjekt** (dem Handelnden) und **einem Prädikat** (der Handlung) besteht. Wir schreiben deshalb:

<Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> "."

<Subjekt> und <Prädikat> stehen hier stellvertretend für eine Gruppe von mehreren Wörtern mit der grammatischen Funktion eines Subjekts bzw. eines Prädikats. Wir definieren anschließend welche Wörter dafür eingesetzt werden dürfen.

Als Satzzeichen am Ende legen wir zunächst den Punkt fest. Um zu kennzeichnen, dass der Punkt im Gegensatz zu <Subjekt> und <Prädikat> nicht weiter ersetzt wird, ummanteln wir ihn in doppelten Anführungszeichen. Die Anführungszeichen sind als Sonderzeichen zu verstehen und gehören nicht zum darin eingeschlossenen Wort / Satzzeichen.

Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

Manche Prädikate fordern eine Satzergänzung, die allgemein als **Objekt** des Satzes bezeichnet wird. Ein Satz muss jedoch nicht unbedingt ein Objekt haben. Es ist **optional**.

Es ergibt sich also eine zweite, alternative Definition für einen Hauptsatz.

- 1) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 2) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> " " <Objekt> "."

Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

Was könnte das Subjekt eines Satzes sein?

- 1) <Hauptsatz> → **<Subjekt>** " " <Prädikat> "."
- 2) <Hauptsatz> → **<Subjekt>** " " <Prädikat> " " <Objekt> "."

Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

Das Subjekt eines Satzes ist häufig **ein Artikel, gefolgt von einem Nomen** („das Gerät“, „der Baum“). Häufig genügt aber auch schon **ein einzelnes Nomen**, zum Beispiel bei Eigennamen („Hans“, „Vanessa“) oder sogar **ein einzelnes Pronomen** („er“, „sie“). Wir notieren also:

- 1) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 2) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> " " <Objekt> "."
- 3) <Subjekt> → <Artikel> <Nomen>
- 4) <Subjekt> → <Nomen>
- 5) <Subjekt> → <Pronomen>

Unsere Regeln erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Wir versuchen hier lediglich zu verstehen, wie natürliche Sprachen aufgebaut sind und ob wir für formale Sprachen ähnliche Konzepte verwenden können.

Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

Was könnte das Prädikat eines Satzes sein?

- 1) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 2) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> " " <Objekt> "."
- 3) <Subjekt> → <Artikel> <Nomen>
- 4) <Subjekt> → <Nomen>
- 5) <Subjekt> → <Pronomen>

Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

Halten wir es einfach: Ein Prädikat ist unter anderem ein **Verb**.

- 1) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 2) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> " " <Objekt> "."
- 3) <Subjekt> → <Artikel> <Nomen>
- 4) <Subjekt> → <Nomen>
- 5) <Subjekt> → <Pronomen>
- 6) **<Prädikat>** → **<Verb>**

Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

Beim Objekt wird es sehr schnell sehr komplex: Wir könnten das Objekt sowohl durch das **Akkusativobjekt**, das **Dativobjekt** und das **Genitivobjekt** als auch durch eine Kombination dieser drei Objekte in einer festen Reihenfolge substituieren.

- 1) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 2) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> " " <Objekt> "."
- 3) <Subjekt> → <Artikel> <Nomen>
- 4) <Subjekt> → <Nomen>
- 5) <Subjekt> → <Pronomen>
- 6) <Prädikat> → <Verb>

Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

Beim Objekt wird es sehr schnell sehr komplex: Wir könnten das Objekt sowohl durch das **Akkusativobjekt**, das **Dativobjekt** und das **Genitivobjekt** als auch durch eine Kombination dieser drei Objekte in einer festen Reihenfolge substituieren.

Damit unsere Notation nicht aus allen Nähten platzt, **überspringen** wir diese Definition einfach.

- 1) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 2) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> " " <Objekt> "."
- 3) <Subjekt> → <Artikel> <Nomen>
- 4) <Subjekt> → <Nomen>
- 5) <Subjekt> → <Pronomen>
- 6) <Prädikat> → <Verb>
- 7) <Objekt> → ...

Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

Nun müssen wir definieren, was **Artikel** sind.

- 1) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 2) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> " " <Objekt> "."
- 3) <Subjekt> → **<Artikel>** <Nomen>
- 4) <Subjekt> → <Nomen>
- 5) <Subjekt> → <Pronomen>
- 6) <Prädikat> → <Verb>
- 7) <Objekt> → ...

Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

Im Deutschen gibt es drei bestimmte und drei unbestimmte Artikel. Wir beschränken uns hier auf die bestimmten Artikel: **der** für männliche Wörter (Maskulinum), **die** für weibliche Wörter (Femininum) und **das** für sächliche Wörter (Neutrum).

- 1) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 2) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> " " <Objekt> "."
- 3) <Subjekt> → <Artikel> <Nomen>
- 4) <Subjekt> → <Nomen>
- 5) <Subjekt> → <Pronomen>
- 6) <Prädikat> → <Verb>
- 7) <Objekt> → ...
- 8) <Artikel> → "der"
- 9) <Artikel> → "die"
- 10) <Artikel> → "das"

Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

- 1) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 2) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> " " <Objekt> "."
- 3) <Subjekt> → <Artikel> **<Nomen>**
- 4) <Subjekt> → **<Nomen>**
- 5) <Subjekt> → <Pronomen>
- 6) <Prädikat> → <Verb>
- 7) <Objekt> → ...
- 8) <Artikel> → "der"
- 9) <Artikel> → "die"
- 10) <Artikel> → "das"

Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

- 1) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 2) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> " " <Objekt> "."
- 3) <Subjekt> → <Artikel> <Nomen>
- 4) <Subjekt> → <Nomen>
- 5) <Subjekt> → <Pronomen>
- 6) <Prädikat> → <Verb>
- 7) <Objekt> → ...
- 8) <Artikel> → "der"
- 9) <Artikel> → "die"
- 10) <Artikel> → "das"
- 11) <Nomen> → "Freunde"**
- 12) <Nomen> → "Gerät"**
- 13) <Nomen> → "Vanessa"**

Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

- 1) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 2) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> " " <Objekt> "."
- 3) <Subjekt> → <Artikel> <Nomen>
- 4) <Subjekt> → <Nomen>
- 5) <Subjekt> → **<Pronomen>**
- 6) <Prädikat> → <Verb>
- 7) <Objekt> → ...
- 8) <Artikel> → "der"
- 9) <Artikel> → "die"
- 10) <Artikel> → "das"
- 11) <Nomen> → "Freunde"
- 12) <Nomen> → "Gerät"
- 13) <Nomen> → "Vanessa"

Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

- 1) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 2) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> " " <Objekt> "."
- 3) <Subjekt> → <Artikel> <Nomen>
- 4) <Subjekt> → <Nomen>
- 5) <Subjekt> → <Pronomen>
- 6) <Prädikat> → <Verb>
- 7) <Objekt> → ...
- 8) <Artikel> → "der"
- 9) <Artikel> → "die"
- 10) <Artikel> → "das"
- 11) <Nomen> → "Freunde"
- 12) <Nomen> → "Gerät"
- 13) <Nomen> → "Vanessa"
- 14) <Pronomen> → "er"**
- 15) <Pronomen> → "sie"**

Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

- 1) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 2) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> " " <Objekt> "."
- 3) <Subjekt> → <Artikel> <Nomen>
- 4) <Subjekt> → <Nomen>
- 5) <Subjekt> → <Pronomen>
- 6) <Prädikat> → **<Verb>**
- 7) <Objekt> → ...
- 8) <Artikel> → "der"
- 9) <Artikel> → "die"
- 10) <Artikel> → "das"
- 11) <Nomen> → "Freunde"
- 12) <Nomen> → "Gerät"
- 13) <Nomen> → "Vanessa"
- 14) <Pronomen> → "er"
- 15) <Pronomen> → "sie"

Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

- 1) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 2) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> " " <Objekt> "."
- 3) <Subjekt> → <Artikel> <Nomen>
- 4) <Subjekt> → <Nomen>
- 5) <Subjekt> → <Pronomen>
- 6) <Prädikat> → <Verb>
- 7) <Objekt> → ...
- 8) <Artikel> → "der"
- 9) <Artikel> → "die"
- 10) <Artikel> → "das"
- 11) <Nomen> → "Freunde"
- 12) <Nomen> → "Gerät"
- 13) <Nomen> → "Vanessa"
- 14) <Pronomen> → "er"
- 15) <Pronomen> → "sie"
- 16) <Verb> → "singen"
- 17) <Verb> → "laufen"

Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

Mithilfe des nebenstehenden Regelwerks können wir nun Hauptsätze erzeugen. Dazu beginnen wir einfach bei **<Hauptsatz>** und ersetzen es sukzessive durch die **Symbolfolgen** rechts der Pfeile.

Wenn mehrere Regeln zutreffen, muss eine ausgewählt werden.

<Hauptsatz>

1) → **<Subjekt>** " " **<Prädikat>** "."

- | | | | |
|-----|--------------------------|---|--|
| 1) | <Hauptsatz> | → | <Subjekt> " " <Prädikat> "." |
| 2) | <Hauptsatz> | → | <Subjekt> " " <Prädikat> " " <Objekt> "." |
| 3) | <Subjekt> | → | <Artikel> <Nomen> |
| 4) | <Subjekt> | → | <Nomen> |
| 5) | <Subjekt> | → | <Pronomen> |
| 6) | <Prädikat> | → | <Verb> |
| 7) | <Objekt> | → | ... |
| 8) | <Artikel> | → | "der" |
| 9) | <Artikel> | → | "die" |
| 10) | <Artikel> | → | "das" |
| 11) | <Nomen> | → | "Freunde" |
| 12) | <Nomen> | → | "Gerät" |
| 13) | <Nomen> | → | "Vanessa" |
| 14) | <Pronomen> | → | "er" |
| 15) | <Pronomen> | → | "sie" |
| 16) | <Verb> | → | "singen" |
| 17) | <Verb> | → | "laufen" |

Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

<Hauptsatz>

1) → <Subjekt> " " <Prädikat> "."

5) → <Pronomen> " " <Prädikat> "."

- 1) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 2) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> " " <Objekt> "."
- 3) <Subjekt> → <Artikel> <Nomen>
- 4) <Subjekt> → <Nomen>
- 5) <Subjekt> → <Pronomen>
- 6) <Prädikat> → <Verb>
- 7) <Objekt> → ...
- 8) <Artikel> → "der"
- 9) <Artikel> → "die"
- 10) <Artikel> → "das"
- 11) <Nomen> → "Freunde"
- 12) <Nomen> → "Gerät"
- 13) <Nomen> → "Vanessa"
- 14) <Pronomen> → "er"
- 15) <Pronomen> → "sie"
- 16) <Verb> → "singen"
- 17) <Verb> → "laufen"

Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

<Hauptsatz>

- 1) → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 5) → <Pronomen> " " <Prädikat> "."
- 15) → "sie" " " <Prädikat> "."

- 1) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 2) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> " " <Objekt> "."
- 3) <Subjekt> → <Artikel> <Nomen>
- 4) <Subjekt> → <Nomen>
- 5) <Subjekt> → <Pronomen>
- 6) <Prädikat> → <Verb>
- 7) <Objekt> → ...
- 8) <Artikel> → "der"
- 9) <Artikel> → "die"
- 10) <Artikel> → "das"
- 11) <Nomen> → "Freunde"
- 12) <Nomen> → "Gerät"
- 13) <Nomen> → "Vanessa"
- 14) <Pronomen> → "er"
- 15) <Pronomen> → "sie"
- 16) <Verb> → "singen"
- 17) <Verb> → "laufen"

Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

<Hauptsatz>

- 1) → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 5) → <Pronomen> " " <Prädikat> "."
- 15) → "sie" " " <Prädikat> "."
- 6) → "sie" " " <Verb> "."

- 1) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 2) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> " " <Objekt> "."
- 3) <Subjekt> → <Artikel> <Nomen>
- 4) <Subjekt> → <Nomen>
- 5) <Subjekt> → <Pronomen>
- 6) <Prädikat> → <Verb>
- 7) <Objekt> → ...
- 8) <Artikel> → "der"
- 9) <Artikel> → "die"
- 10) <Artikel> → "das"
- 11) <Nomen> → "Freunde"
- 12) <Nomen> → "Gerät"
- 13) <Nomen> → "Vanessa"
- 14) <Pronomen> → "er"
- 15) <Pronomen> → "sie"
- 16) <Verb> → "singen"
- 17) <Verb> → "laufen"

Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

<Hauptsatz>

- 1) → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 5) → <Pronomen> " " <Prädikat> "."
- 15) → "sie" " " <Prädikat> "."
- 6) → "sie" " " <Verb> "."
- 17) → "sie" " " "laufen" "."

- 1) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 2) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> " " <Objekt> "."
- 3) <Subjekt> → <Artikel> <Nomen>
- 4) <Subjekt> → <Nomen>
- 5) <Subjekt> → <Pronomen>
- 6) <Prädikat> → <Verb>
- 7) <Objekt> → ...
- 8) <Artikel> → "der"
- 9) <Artikel> → "die"
- 10) <Artikel> → "das"
- 11) <Nomen> → "Freunde"
- 12) <Nomen> → "Gerät"
- 13) <Nomen> → "Vanessa"
- 14) <Pronomen> → "er"
- 15) <Pronomen> → "sie"
- 16) <Verb> → "singen"
- 17) <Verb> → "laufen"

Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

<Hauptsatz>

- 1) → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 5) → <Pronomen> " " <Prädikat> "."
- 15) → "sie" " " <Prädikat> "."
- 6) → "sie" " " <Verb> "."
- 17) → "sie" " " "laufen" "."

"sie laufen."

- 1) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 2) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> " " <Objekt> "."
- 3) <Subjekt> → <Artikel> <Nomen>
- 4) <Subjekt> → <Nomen>
- 5) <Subjekt> → <Pronomen>
- 6) <Prädikat> → <Verb>
- 7) <Objekt> → ...
- 8) <Artikel> → "der"
- 9) <Artikel> → "die"
- 10) <Artikel> → "das"
- 11) <Nomen> → "Freunde"
- 12) <Nomen> → "Gerät"
- 13) <Nomen> → "Vanessa"
- 14) <Pronomen> → "er"
- 15) <Pronomen> → "sie"
- 16) <Verb> → "singen"
- 17) <Verb> → "laufen"

Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

Wir haben unseren ersten Hauptsatz erzeugt!

Die Abfolge von Substitutionen, um eine Zeichenkette zu erhalten, wird als Ableitung bezeichnet.

<Hauptsatz>

- 1) → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 5) → <Pronomen> " " <Prädikat> "."
- 15) → "sie" " " <Prädikat> "."
- 6) → "sie" " " <Verb> "."
- 17) → "sie" " " "laufen" "."

"sie laufen."

- 1) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 2) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> " " <Objekt> "."
- 3) <Subjekt> → <Artikel> <Nomen>
- 4) <Subjekt> → <Nomen>
- 5) <Subjekt> → <Pronomen>
- 6) <Prädikat> → <Verb>
- 7) <Objekt> → ...
- 8) <Artikel> → "der"
- 9) <Artikel> → "die"
- 10) <Artikel> → "das"
- 11) <Nomen> → "Freunde"
- 12) <Nomen> → "Gerät"
- 13) <Nomen> → "Vanessa"
- 14) <Pronomen> → "er"
- 15) <Pronomen> → "sie"
- 16) <Verb> → "singen"
- 17) <Verb> → "laufen"

Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

Terminal (-symbole)

- 1) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 2) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> " " <Objekt> "."
- 3) <Subjekt> → <Artikel> <Nomen>
- 4) <Subjekt> → <Nomen>
- 5) <Subjekt> → <Pronomen>
- 6) <Prädikat> → <Verb>
- 7) <Objekt> → ...
- 8) <Artikel> → "der"
- 9) <Artikel> → "die"
- 10) <Artikel> → "das"
- 11) <Nomen> → "Freunde"
- 12) <Nomen> → "Gerät"
- 13) <Nomen> → "Vanessa"
- 14) <Pronomen> → "er"
- 15) <Pronomen> → "sie"
- 16) <Verb> → "singen"
- 17) <Verb> → "laufen"

Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

Terminal (-symbole)

Nichtterminal (-symbole)

- 1) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> ". "
- 2) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> " " <Objekt> ". "
- 3) <Subjekt> → <Artikel> <Nomen>
- 4) <Subjekt> → <Nomen>
- 5) <Subjekt> → <Pronomen>
- 6) <Prädikat> → <Verb>
- 7) <Objekt> → ...
- 8) <Artikel> → "der"
- 9) <Artikel> → "die"
- 10) <Artikel> → "das"
- 11) <Nomen> → "Freunde"
- 12) <Nomen> → "Gerät"
- 13) <Nomen> → "Vanessa"
- 14) <Pronomen> → "er"
- 15) <Pronomen> → "sie"
- 16) <Verb> → "singen"
- 17) <Verb> → "laufen"

Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

Terminal (-symbole)

Nichtterminal (-symbole)

Produktionen

- 1)

<Hauptsatz>	→	<Subjekt>	" "	<Prädikat>	"."
-------------	---	-----------	-----	------------	-----
- 2)

<Hauptsatz>	→	<Subjekt>	" "	<Prädikat>	" "	<Objekt>	"."
-------------	---	-----------	-----	------------	-----	----------	-----
- 3)

<Subjekt>	→	<Artikel>	<Nomen>
-----------	---	-----------	---------
- 4)

<Subjekt>	→	<Nomen>
-----------	---	---------
- 5)

<Subjekt>	→	<Pronomen>
-----------	---	------------
- 6)

<Prädikat>	→	<Verb>
------------	---	--------
- 7)

<Objekt>	→	...
----------	---	-----
- 8)

<Artikel>	→	"der"
-----------	---	-------
- 9)

<Artikel>	→	"die"
-----------	---	-------
- 10)

<Artikel>	→	"das"
-----------	---	-------
- 11)

<Nomen>	→	"Freunde"
---------	---	-----------
- 12)

<Nomen>	→	"Gerät"
---------	---	---------
- 13)

<Nomen>	→	"Vanessa"
---------	---	-----------
- 14)

<Pronomen>	→	"er"
------------	---	------
- 15)

<Pronomen>	→	"sie"
------------	---	-------
- 16)

<Verb>	→	"singen"
--------	---	----------
- 17)

<Verb>	→	"laufen"
--------	---	----------

Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

Terminal (-symbole)

Nichtterminal (-symbole)

Produktionen

Startsymbol

- 1)

<Hauptsatz>	→	<Subjekt>	" "	<Prädikat>	"."
-------------	---	-----------	-----	------------	-----
- 2)

<Hauptsatz>	→	<Subjekt>	" "	<Prädikat>	" "	<Objekt>	"."
-------------	---	-----------	-----	------------	-----	----------	-----
- 3)

<Subjekt>	→	<Artikel>	<Nomen>
-----------	---	-----------	---------
- 4)

<Subjekt>	→	<Nomen>
-----------	---	---------
- 5)

<Subjekt>	→	<Pronomen>
-----------	---	------------
- 6)

<Prädikat>	→	<Verb>
------------	---	--------
- 7)

<Objekt>	→	...
----------	---	-----
- 8)

<Artikel>	→	"der"
-----------	---	-------
- 9)

<Artikel>	→	"die"
-----------	---	-------
- 10)

<Artikel>	→	"das"
-----------	---	-------
- 11)

<Nomen>	→	"Freunde"
---------	---	-----------
- 12)

<Nomen>	→	"Gerät"
---------	---	---------
- 13)

<Nomen>	→	"Vanessa"
---------	---	-----------
- 14)

<Pronomen>	→	"er"
------------	---	------
- 15)

<Pronomen>	→	"sie"
------------	---	-------
- 16)

<Verb>	→	"singen"
--------	---	----------
- 17)

<Verb>	→	"laufen"
--------	---	----------

Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

Terminal (-symbole)

Nichtterminal (-symbole)

Produktionen

Startsymbol

$$V = N \cup T$$

Eine Grammatik ist ein 4-Tupel (N, T, S, P) mit

- einer Menge von Nichtterminalsymbolen N ,
- einer Menge von Terminalsymbolen T , das zu N disjunkt ist,
- einem ausgezeichnetes Startsymbol $S \in N$ und
- einer endlichen Menge $P \subset V^* N V^* \times V^*$ sogenannter Produktionen.

- 1) $\langle \text{Hauptsatz} \rangle \rightarrow \langle \text{Subjekt} \rangle \text{ " " } \langle \text{Prädikat} \rangle \text{ ". "}$
- 2) $\langle \text{Hauptsatz} \rangle \rightarrow \langle \text{Subjekt} \rangle \text{ " " } \langle \text{Prädikat} \rangle \text{ " " } \langle \text{Objekt} \rangle \text{ ". "}$
- 3) $\langle \text{Subjekt} \rangle \rightarrow \langle \text{Artikel} \rangle \langle \text{Nomen} \rangle$
- 4) $\langle \text{Subjekt} \rangle \rightarrow \langle \text{Nomen} \rangle$
- 5) $\langle \text{Subjekt} \rangle \rightarrow \langle \text{Pronomen} \rangle$
- 6) $\langle \text{Prädikat} \rangle \rightarrow \langle \text{Verb} \rangle$
- 7) $\langle \text{Objekt} \rangle \rightarrow \dots$
- 8) $\langle \text{Artikel} \rangle \rightarrow \text{"der"}$
- 9) $\langle \text{Artikel} \rangle \rightarrow \text{"die"}$
- 10) $\langle \text{Artikel} \rangle \rightarrow \text{"das"}$
- 11) $\langle \text{Nomen} \rangle \rightarrow \text{"Freunde"}$
- 12) $\langle \text{Nomen} \rangle \rightarrow \text{"Gerät"}$
- 13) $\langle \text{Nomen} \rangle \rightarrow \text{"Vanessa"}$
- 14) $\langle \text{Pronomen} \rangle \rightarrow \text{"er"}$
- 15) $\langle \text{Pronomen} \rangle \rightarrow \text{"sie"}$
- 16) $\langle \text{Verb} \rangle \rightarrow \text{"singen"}$
- 17) $\langle \text{Verb} \rangle \rightarrow \text{"laufen"}$

Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

Wenn wir die ersetzten Nichtterminale einfärben, fällt auf, dass wir immer nur **das linke Nichtterminal** ersetzt haben.

<Hauptsatz>

- 1) → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
 - 5) → <Pronomen> " " <Prädikat> "."
 - 15) → "sie" " " <Prädikat> "."
 - 6) → "sie" " " <Verb> "."
 - 17) → "sie" " " "laufen" "."
- "sie laufen."

Linksableitung

- 1) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 2) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> " " <Objekt> "."
- 3) <Subjekt> → <Artikel> <Nomen>
- 4) <Subjekt> → <Nomen>
- 5) <Subjekt> → <Pronomen>
- 6) <Prädikat> → <Verb>
- 7) <Objekt> → ...
- 8) <Artikel> → "der"
- 9) <Artikel> → "die"
- 10) <Artikel> → "das"
- 11) <Nomen> → "Freunde"
- 12) <Nomen> → "Gerät"
- 13) <Nomen> → "Vanessa"
- 14) <Pronomen> → "er"
- 15) <Pronomen> → "sie"
- 16) <Verb> → "singen"
- 17) <Verb> → "laufen"

Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

Mit dem gleichen Ergebnis hätten wir auch jeweils **das rechte Nichtterminal** ersetzen können.

<Hauptsatz>

- 1) → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
 - 6) → <Subjekt> " " <Verb> "."
 - 17) → <Subjekt> " " "laufen" "."
 - 5) → <Pronomen> " " "laufen" "."
 - 15) → "sie" " " "laufen" "."
- "sie laufen."

<Hauptsatz>

- 1) → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
 - 5) → <Pronomen> " " <Prädikat> "."
 - 15) → "sie" " " <Prädikat> "."
 - 6) → "sie" " " <Verb> "."
 - 17) → "sie" " " "laufen" "."
- "sie laufen."

Rechtsableitung

Linksableitung

- 1) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 2) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> " " <Objekt> "."
- 3) <Subjekt> → <Artikel> <Nomen>
- 4) <Subjekt> → <Nomen>
- 5) <Subjekt> → <Pronomen>
- 6) <Prädikat> → <Verb>
- 7) <Objekt> → ...
- 8) <Artikel> → "der"
- 9) <Artikel> → "die"
- 10) <Artikel> → "das"
- 11) <Nomen> → "Freunde"
- 12) <Nomen> → "Gerät"
- 13) <Nomen> → "Vanessa"
- 14) <Pronomen> → "er"
- 15) <Pronomen> → "sie"
- 16) <Verb> → "singen"
- 17) <Verb> → "laufen"

Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

Zwei Ableitungen für den gleichen Satz...
Ist der Satz damit **mehrdeutig**?

<Hauptsatz>

- 1) → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 6) → <Subjekt> " " <Verb> "."
- 17) → <Subjekt> " " "laufen" "."
- 5) → <Pronomen> " " "laufen" "."
- 15) → "sie" " " "laufen" "."

"sie laufen."

<Hauptsatz>

- 1) → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 5) → <Pronomen> " " <Prädikat> "."
- 15) → "sie" " " <Prädikat> "."
- 6) → "sie" " " <Verb> "."
- 17) → "sie" " " "laufen" "

"sie laufen."

Rechtsableitung
Linksableitung

- 1) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 2) <Hauptsatz> → <Subjekt> " " <Prädikat> " " <Objekt> "."
- 3) <Subjekt> → <Artikel> <Nomen>
- 4) <Subjekt> → <Nomen>
- 5) <Subjekt> → <Pronomen>
- 6) <Prädikat> → <Verb>
- 7) <Objekt> → ...
- 8) <Artikel> → "der"
- 9) <Artikel> → "die"
- 10) <Artikel> → "das"
- 11) <Nomen> → "Freunde"
- 12) <Nomen> → "Gerät"
- 13) <Nomen> → "Vanessa"
- 14) <Pronomen> → "er"
- 15) <Pronomen> → "sie"
- 16) <Verb> → "singen"
- 17) <Verb> → "laufen"

Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

Nein! Mehrdeutigkeit liegt vor, wenn verschiedene Ableitungsbäume zum gleichen Ergebnis führen.

<Hauptsatz>

- 1) → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 6) → <Subjekt> " " <Verb> "."
- 17) → <Subjekt> " " "laufen" "."
- 5) → <Pronomen> " " "laufen" "."
- 15) → "sie" " " "laufen" "."

"sie laufen."

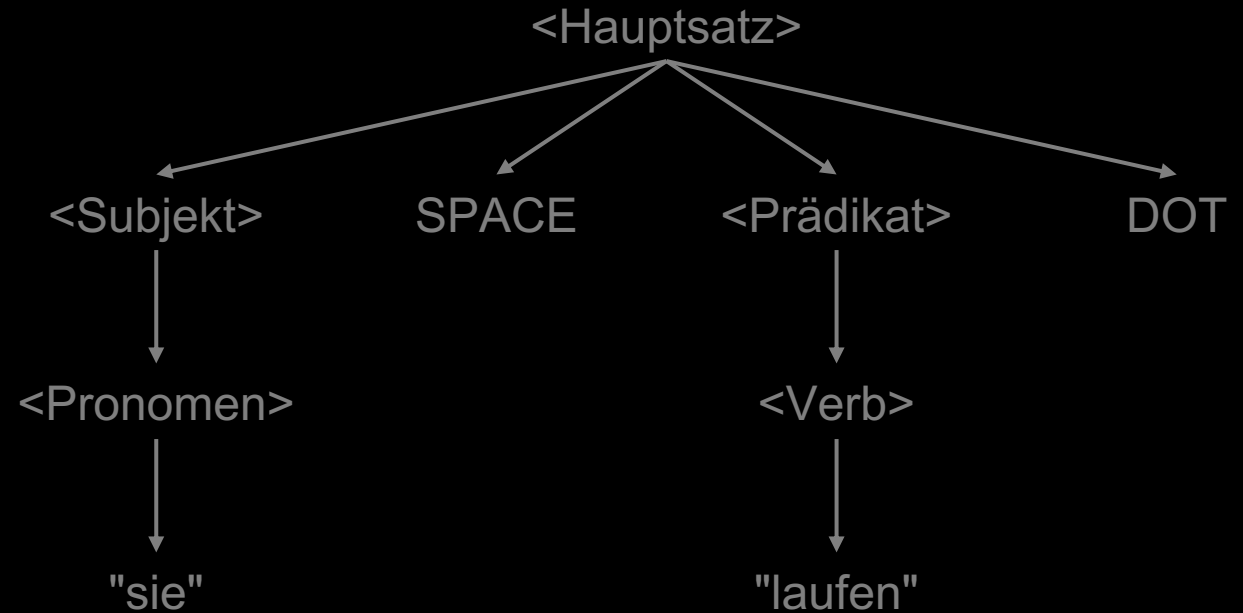
Rechtsableitung

<Hauptsatz>

- 1) → <Subjekt> " " <Prädikat> "."
- 5) → <Pronomen> " " <Prädikat> "."
- 15) → "sie" " " <Prädikat> "."
- 6) → "sie" " " <Verb> "."
- 17) → "sie" " " "laufen" "."

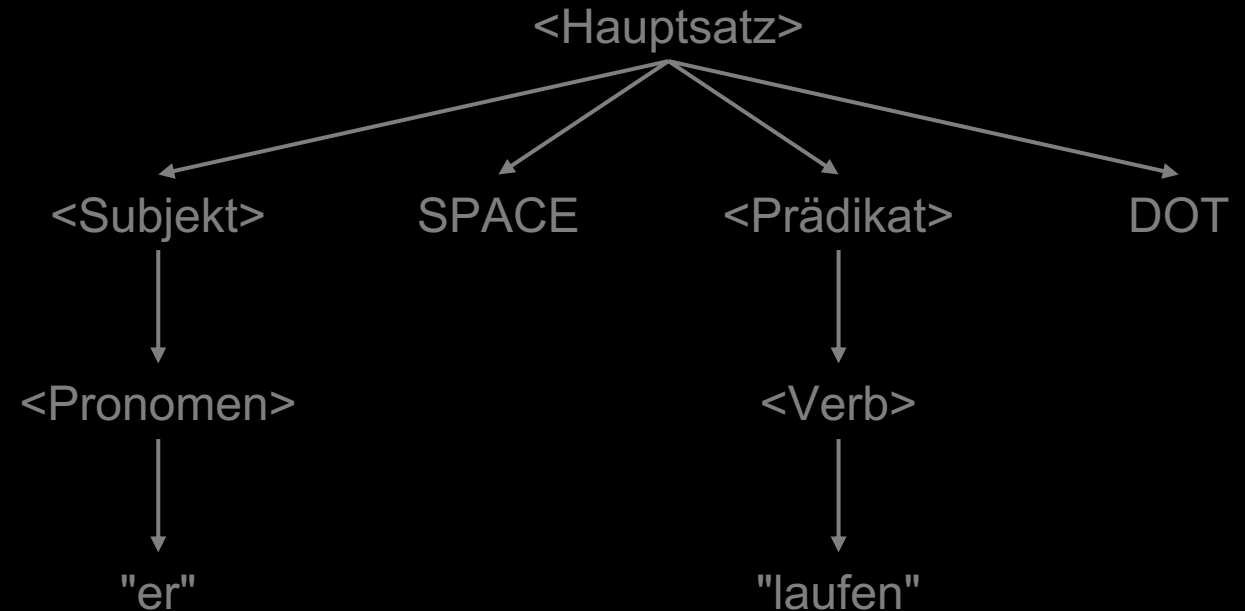
"sie laufen."

Linksableitung



Brainstorming: Der deutsche Satzbau als Vorbild

Bei natürlichen Sprachen spielt **Flexion** und **Tempus** eine Rolle. In Programmiersprachen ist dies aber nicht üblich. Demnach müssen wir uns damit nicht weiter beschäftigen.



Tafelbild:

Lasst uns eine Grammatik für Java entwerfen!