



- **Natürliche Sprachen** (Deutsch, Englisch, Chinesisch) **haben komplexe Regeln**
- Die Grammatik der Sprache legt fest, ob ein Satz der Sprache entspricht.
- Linguistik/Informatik befasst sich mit „**formalen Sprachen**“.



**Frage:** Was ist nötig, um eine künstliche Sprache formal zu definieren?

**Betrachte:** Sehr einfache Sprache.

Es gibt „*Subjekte*“ und „*Prädikate*“.

Erlaubte Bestandteile:

{*Higgs, Emil, bellen, rennen*}

Erlaubt als Subjekt: {*Higgs, Emil*}

Erlaubt als Prädikat: {*bellen, rennen*}

Erlaubte Sätze: <*Subjekt*> <*Prädikat*>



Finde alle erlaubten Sätze der Sprache

# Fachbegriff: **Alphabet $\Sigma$**



Um eine Sprache formal zu definieren, muss man zunächst ein Alphabet  $\Sigma$  (Sigma) festlegen.

*Das Alphabet umfasst alle Symbole, aus denen Wörter/Sätze der Sprache gebildet werden können.*



Was ist das Alphabet unserer „Hundesprache?“

# Fachbegriff: Alphabet $\Sigma$



Um eine Sprache formal zu definieren, muss man zunächst ein Alphabet  $\Sigma$  (Sigma) festlegen.

*Das Alphabet umfasst alle Symbole, aus denen Wörter/Sätze der Sprache gebildet werden können.*



Was ist das Alphabet unserer „Hundesprache?“

Man schreibt:

**$\Sigma = \{Higgs, Emil, bellen, rennen\}$**

**Vorsicht Falle:**

Normale Sprache → Alphabet ist Menge aus einzelnen Zeichen

Formale Sprache → Alphabet kann auch Zeichenfolgen (= Symbole) enthalten.

„Higgs“ ist also **ein** Symbol/**ein** Zeichen unseres Alphabets.

# Fachbegriff: Regeln **P**



Die Menge an Regeln, nach der sie Sätze unserer Sprache entstehen, wird mit **P** bezeichnet.

*(Merkhilfe: P steht für „Productions“)*



Welche Regeln gibt es für unsere „Hundesprache?“

# Fachbegriff: Regeln **P**



Die Menge an Regeln, nach der sie Sätze unserer Sprache entstehen, wird mit **P** bezeichnet.



Welche Regeln gibt es für unsere „Hundesprache?“

**S** → **H T** // Start, dann etwas, das im Platzhalter H steht, dann etwas das im Platzhalter T steht

Das entspricht der Aussage: Erlaubte Sätze: *<Subjekt>* *<Prädikat>*

*<Subjekt>* entspricht H

*<Prädikat>* entspricht T

Was fehlt: Was ist für H erlaubt, was für T?

# Fachbegriff: Regeln **P**



Die Menge an Regeln, nach der sie Sätze unserer Sprache entstehen, wird mit **P** bezeichnet.



Welche Regeln gibt es für unsere „Hundesprache?“

**S** → **H T** // Start, dann etwas, das im Platzhalter H steht, dann etwas das im Platzhalter T steht

Was ist für H erlaubt, was für T?

**H** → **Higgs** // Im Platzhalter H kann Higgs stehen.

**H** → **Emil** // Im Platzhalter H kann Emil stehen.

**T** → **rennt** // Im Platzhalter T kann „rennen“ stehen.

**T** → **bellt** // Im Platzhalter T kann „bellen“ stehen.

# Fachbegriff: Variablenmenge **V**



Um die erlaubten Bildungsregeln zu beschreiben, verwendet man die Variablenmenge **V**.

**S** → **H T** // Start, dann etwas, das im Platzhalter H steht, dann etwas das im Platzhalter T steht

Was ist für H erlaubt, was für T?

**H** → **Higgs** // Im Platzhalter H kann Higgs stehen.

**H** → **Emil** // Im Platzhalter H kann Emil stehen.

**T** → **rennt** // Im Platzhalter T kann „rennen“ stehen.

**T** → **bellt** // Im Platzhalter T kann „bellen“ stehen.

**V={S,H,T}**

**Spezialfall:** Es gibt immer ein „S“ (Startvariable)

# Abgekürzte Schreibweise



**S** → **H T** // Start, dann etwas, das im Platzhalter H steht, dann etwas das im Platzhalter T steht  
**H** → **Higgs** // Im Platzhalter H kann Higgs stehen.  
**H** → **Emil** // Im Platzhalter H kann Emil stehen.  
**T** → **rennt** // Im Platzhalter T kann „rennen“ stehen.  
**T** → **bellt** // Im Platzhalter T kann „bellen“ stehen.

**S** → **H T** // Start, dann etwas, das im Platzhalter H steht, dann etwas das im Platzhalter T steht  
**H** → **Higgs | Emil** // Im Platzhalter H kann Higgs oder Emil stehen.  
**T** → **rennt | bellt** // Im Platzhalter T kann „rennen“ oder „bellen“ stehen.

# Denken mit Papier und Stift



- (1)** Mache dir klar, dass du unter Verwendung von Alphabet  $\Sigma$ , Produktionen  $P$  und Variablen  $V$  alle vier Sätze unserer Sprache bilden kannst, wenn du weißt, wo deine Regeln beginnen ( $S$ ).
- (2)** Entwerfe einen endlichen Automaten, der nur korrekte Sätze der Sprache akzeptiert.
- (3)** Was muss du alles anpassen, damit die Hunde auch beide fressen können?

# Fachbegriff: **Grammatik G**



Die Einzelteile

**V: Variablenmenge**

**$\Sigma$ : Alphabet**

**P: Produktionen**

**S: Startvariable**

bilden zusammen eine **Grammatik G**, welche die **Sprache L** beschreibt.

Man schreibt kurz:

**$G=(V,\Sigma,P,S)$**

Die **Sprache L** ist die Menge aller **Wörter**, die von der Startvariablen S aus anhand der Regeln P der Grammatik abgeleitet werden können.

**Achtung:** „Higgs rennt“ ist ein **Wort**, kein Satz!