

# Mathematische und logische Grundlagen der Linguistik

## Kapitel 2: Grundbegriffe

### Grundbegriffe: Theorie und Theoriebildung 1

In dem Maße wie die moderne Linguistik versucht eine exakte Wissenschaft zu sein, erhalten Aussagen über ihre Gegenstände die Form von **Theorien**.

#### Theorie

Eine Theorie ist ein System von **Hypothesen** oder eine Menge von solchen Systemen, die zur Erklärung bestimmter Phänomenbereiche entwickelt werden.

#### Hypothese

Eine Hypothese ist eine empirische Verallgemeinerung über einer Menge von Beobachtungsdaten.

### Grundbegriffe: Theorie und Theoriebildung 2

Wir können zumindest vier Phasen der Theoriebildung unterscheiden.

- ▶ Sammlung und Beschreibung von empirischen Daten
- ▶ Hypothesenbildung
- ▶ Theoriebildung
- ▶ Überprüfung

### Grundbegriffe: Phasen der Theoriebildung 1

#### **PHASE 1: Sammlung von Beobachtungen**

Beobachtungen über bestimmte Phänomene (Daten) werden gesammelt, beschrieben und klassifiziert.

So können wir z.B. beobachten, daß bestimmte Holzgegenstände in Wasser schwimmen, während bestimmte (feste) Metallgegenstände untergehen.

Zum Zwecke der Beschreibung und Klassifizierung von Beobachtungsdaten werden **Beschreibungssprachen** geschaffen (z.B. das phonetische Alphabet und die Terminologie der artikulatorischen Phonetik).

Das Resultat der Phase 1 ist eine **Beschreibung** und **Klassifizierung** einer Menge von **Beobachtungsdaten**.

### Grundbegriffe: Phasen der Theoriebildung 2

#### **PHASE 2: Hypothesenbildung**

Auf der Grundlage einer Sammlung von beschriebenen und klassifizierten Beobachtungsdaten können wir versuchen Hypothesen zu bilden. Bei unserem Beispiel:

Nachdem wir in einer großen Anzahl von Fällen festgestellt haben, daß feste Holzgegenstände in Wasser schwimmen, während feste Metallgegenstände untergehen, bilden wir die Hypothesen:

- ▶ Alle festen Holzgegenstände schwimmen in Wasser
- ▶ Alle festen Metallgegenstände gehen in Wasser unter.

Wir sehen jedoch noch keinen Zusammenhang zwischen diesen Hypothesen.

### Grundbegriffe: Phasen der Theoriebildung 3

#### **PHASE 3: Erklärung durch theoret. Konstrukte**

Das grundlegende Ziel der Theoriebildung ist es, verschiedene Hypothesen durch allgemeine Prinzipien miteinander in Beziehung zu setzen, und so eine Erklärung für die gemachten Beobachtungen zu erhalten.

Diese zur Erklärung herangezogenen Prinzipien werden **theoretische Konstrukte** genannt.

In unserem Beispiel wird das unterschiedliche Verhalten von hölzernen und metallischen Gegenständen durch das allgemeine Prinzip des **spezifisches Gewichts** erklärt.

Das spezifische Gewicht ist die relative Dichte einer Substanz, d.h. das Verhältnis der Dichte einer Substanz und der einer Vergleichssubstanz (normalerweise Wasser).

### Grundbegriffe: Phasen der Theoriebildung 4

#### Theoretisches Konstrukt

Ein **theoretisches Konstrukt** ist ein konstruierter, theoretischer oder theoriegebundener Begriff, der nur indirekte empirische Bezüge hat. Systeme von Konstrukten ergeben Theorien im Sinne begrifflicher Netze über einem Gegenstandsbereich. Linguistische Konstrukte sind **Struktur, System, Phonem, Kompetenz**, usw.

### Grundbegriffe: Phasen der Theoriebildung 5

Mit dem Begriff bzw. dem theoretischen Konstrukt des spezifischen Gewichtes können nun die beiden Hypothesen

- ▶ Alle Holzgegenstände schwimmen in Wasser
- ▶ Alle festen Metallgegenstände gehen in Wasser unter

auf sehr allgemeine Weise miteinander in Beziehung gebracht werden:

- ▶ Alle festen Körper, deren spezifisches Gewicht kleiner ist als das einer bestimmten Flüssigkeit, schwimmen in dieser Flüssigkeit.

### Grundbegriffe: Phasen der Theoriebildung 6

#### PHASE 4: Die Überprüfung von Theorien.

Theorien werden überprüft, indem man sie zu **falsifizieren** versucht. Der Wissenschaftler versucht Fälle zu finden, die durch die Theorie nicht erklärt werden oder im Widerspruch zu den Vorhersagen der Theorie stehen. Eine Theorie ist gültig, solange sie nicht falsifiziert worden ist.

In unserem Beispiel kann die Hypothese, daß alle festen Metallgegenstände in Wasser untergehen, durch die Beobachtung falsifiziert werden, daß Natrium in Wasser schwimmt.

### Grundbegriffe: Phasen der Theoriebildung 7

#### PHASE 4: Die Überprüfung von Theorien.

Es handelt sich hier jedoch um eine **Falsifizierung** der ursprünglichen Hypothese "**alle Metallgegenstände gehen unter**", aber nicht der Theorie. Denn mit dem theoretischen Konstrukt des spezifischen Gewichtes wird auch das Verhalten von Natrium erklärt, denn dessen spezifisches Gewicht (0.97) ist kleiner als das von Wasser (1.00).

### Grundbegriffe: Theorie und Theoriebildung 3

Bei der Theoriebildung müssen grundsätzlich drei Aspekte unterschieden werden:

- ▶ Der **Objektbereich**, der durch eine Theorie erklärt oder durch ein Modell modelliert werden soll. Dieser ist immer schon im Sinne eines **Formalobjektes** zu verstehen.
- ▶ Die **Theorie** selbst, die den Objektbereich beschreibt und erklärt. Der gleiche Objektbereich kann durch unterschiedliche Theorien erklärt werden.
- ▶ Die **Sprache**, in der eine Theorie ausgedrückt wird.
  - Die gleiche Theorie kann gegebenenfalls durch unterschiedliche Sprachen ausgedrückt werden.
  - Ausdrücke aus verschiedenen Sprachen sind dann ineinander übersetzbar.

### Grundbegriffe: Wissenschaftssprache 1

Eine Theorie muß sprachlich ausgedrückt werden. Dies kann prinzipiell mit Hilfe der Alltagssprache geschehen. Damit sind jedoch eine Reihe von Schwierigkeiten verbunden, die dazu geführt haben, daß zur Formulierung von wissenschaftlichen Theorien eine eigene

**Wissenschaftssprache** entwickelt worden ist.

## Grundbegriffe: Wissenschaftssprache 2

Die "Gesamtheit der sprachlichen Mittel einer Wissenschaft mit den Regeln für deren Gebrauch" nennt man **Wissenschaftssprache**.  
(Klaus/ Buhr 1971)

## Wissenschaftssprache vs. Alltagssprache 1

- Die Grundlage einer Wissenschaftssprache ist immer die Alltagssprache.
- Gerade die Eigenschaften der Alltagssprache, die ihre Flexibilität als Kommunikationsmittel ausmachen, machen sie als Wissenschaftssprache jedoch ungeeignet:
  - ▶ viele Wörter der Alltagssprache sind mehrdeutig,
  - ▶ ihre Bedeutung ist oft unscharf;
  - ▶ die Alltagssprache enthält Synonyme etc.

## Wissenschaftssprache vs. Alltagssprache 2

- Die Begriffe der Wissenschaftssprache müssen jedoch eindeutig und genau sein.
- Die Wissenschaftssprache versucht diese Nachteile der Alltagssprache zu überwinden, indem sie eine spezielle **Terminologie** verwendet, die für die jeweilige Wissenschaft genau definierte Begriffe bezeichnet.
- Durch eine solche Terminologie wird neben der Eindeutigkeit auch eine kürzere und damit übersichtlichere Ausdrucksweise möglich.

## Theoretische und Metatheoretische Begriffe 1

### Theoretische Begriffe

- ▶ Begriffe, die sich auf den von einer Theorie beschriebenen Gegenstand beziehen, und die somit unmittelbare Bestandteile der Theorie sind, werden **theoretische Begriffe** genannt.
- ▶ Theoretische Begriffe der Sprachtheorie sind z.B.:
  - Satz
  - Wort
  - Relativpronomen
  - Phonem
  - Konstituente
  - Buchstabe

## Theoretische und Metatheoretische Begriffe 2

### Metatheoretische Begriffe

- ▶ Daneben sind auch Begriffe erforderlich, die Eigenschaften der Theorie selbst erfassen, mit denen man also über Theorien spricht. Solche Begriffe werden **metatheoretische Begriffe** genannt.
- ▶ Metatheoretische Begriffe der Sprachtheorie sind z.B.:
  - Grammatikregel,
  - Strukturbeschreibung,
  - Regelschema,
  - Symbolkette,
  - grammatische Kategorie
  - lexikalische Kategorie

## Objektsprache und Metasprache 1

Die Wissenschaftssprache ist die Sprache, mit der eine Wissenschaft über ihre Gegenstände spricht. Betrachten wir zunächst die Verwendung der Wissenschaftssprache durch den Nicht-Linguisten.

Der Chemiker, z.B., verwendet Sprache um über Gegenstände zu sprechen, die keine Sprache sind.

- ▶ Die Sprache, die er dazu verwendet, unterscheidet sich jedoch von der Alltagssprache.
- ▶ Es ist eine besondere Sprache mit einem speziellen Vokabular, einer Terminologie.
- ▶ Es ist ein Teil der Sprache, die wir Wissenschaftssprache genannt haben.

### Objektsprache und Metasprache 2

Nehmen wir folgendes Beispiel:

- ▶ *Natriumchlorid ist ein Salz*

*Natriumchlorid* ist ein chemischer Terminus, den wir in der Alltagssprache nicht verwenden. In einem Spezialwörterbuch würden wir als Bedeutung 'Salz' finden. Was passiert jedoch, wenn wir im Beispiel Natriumchlorid durch Salz ersetzen?

- ▶ *Salz ist ein Salz.*
- ▶ *Kochsalz ist ein Salz.*

### Objektsprache und Metasprache 3

Für den Chemiker hat das Wort Salz eine besondere und allgemeinere Bedeutung.

- ▶ *Salz ist eine Substanz, die durch die Reaktion einer Säure mit einer Base entsteht.*

Noch genauer könnte diese Aussage wie folgt formuliert werden:

- ▶ *In der Chemie wird das Wort Salz zur Bezeichnung jeder Substanz verwendet, die durch die Reaktion einer Säure mit einer Base entsteht.*

### Objektsprache und Metasprache 4

Damit sollte deutlich geworden sein, daß auch der Nicht-Linguist Sprache in zweierlei Funktionen verwendet.

- ▶ Er verwendet Sprache, um über **Gegenstände** zu sprechen, die selbst nicht Sprache sind. Die Sprache, die er zu diesem Zweck verwendet wird **OBJEKTSPRACHE** genannt.
- ▶ Er verwendet Sprache jedoch auch, um über **Sprache** zu sprechen, z.B. über die Objektsprache seiner Wissenschaft. Das kann notwendig sein, um z.B. die Bedeutung eines bestimmten Terminus zu definieren, wie im obigen Beispiel. Jede Sprache mit der über eine Sprache gesprochen wird, ist eine **METASPRACHE**.

### Objektsprache und Metasprache 5

Die Linguistik unterscheidet sich von anderen Wissenschaften u.a. darin, daß ihr Objekt die Alltagssprache ist. Genau betrachtet hat die Linguistik daher keine Objektsprache im definierten Sinn.

Die Wissenschaftssprache der Linguistik ist immer schon eine Metasprache.

- ▶ Wenn wir sagen: *Peter hat zwei Silben*, wollen wir nicht über irgendeine Person sprechen, sondern über das Wort *Peter*. Es handelt sich also um einen **metasprachlichen** Ausdruck.
- ▶ Das Wort *Silbe* bezeichnet einen theoretischen Begriff und ist ebenfalls ein **metasprachlicher** Ausdruck.

### Objektsprache und Metasprache 6

Die Alltagssprache wird normalerweise verwendet, um über nichtsprachliche Gegenstände zu sprechen und fungiert dann als **Objektsprache**. Sie kann jedoch auch reflexiv (selbstbezüglich) verwendet werden und fungiert dann als **Metasprache**.

In der Alltagssprache kommen also sowohl **objektsprachliche** als auch **metasprachliche** Ausdrücke vor.

Der Ausdruck *Dieses Wort möchte ich nicht noch einmal hören* ist sicher ein Ausdruck der Alltagssprache. Gleichzeitig ist das Wort *Wort* ein metasprachlicher Ausdruck.

Um dieser besonderen Situation gerecht zu werden, soll der Begriff **LINGUISTISCHEN OBJEKTSPRACHE** eingeführt werden:

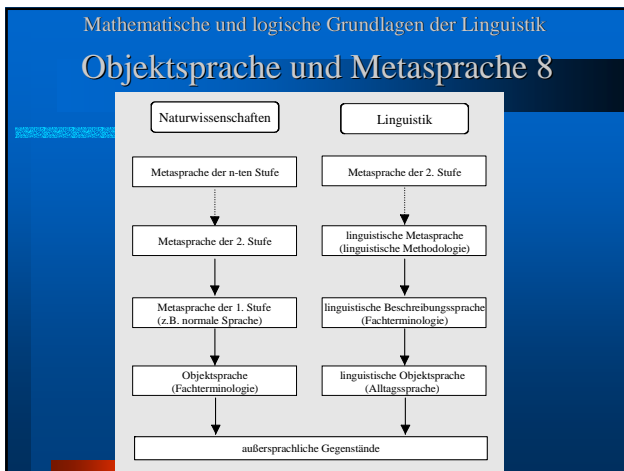
### Objektsprache und Metasprache 7

#### Linguistische Objektsprache

In der Linguistik bezeichnet der Begriff

#### **OBJEKTSPRACHE**

eine natürliche Sprache wenn sie selbst Gegenstand der Untersuchung ist. Die linguistische Objektsprache ist reflexiv, d.h. sie kann metasprachliche Ausdrücke enthalten.



Mathematische und logische Grundlagen der Linguistik

### Objektsprache und Metasprache 9

Wir haben **Wissenschaftssprache** definiert als die **Gesamtheit der sprachlichen Mittel einer Wissenschaft**.

Unter diesen Mitteln ist eine Teilmenge besonders wichtig, nämlich die sprachlichen Mittel, mit denen die Theorien formuliert werden. Dieser Teil einer Wissenschaftssprache soll **BESCHREIBUNGSSPRACHE** genannt werden.

Mathematische und logische Grundlagen der Linguistik

### Symbolisierte und formalisierte Sprachen 1

Wissenschaftliche Theorien sollen bestimmten Anforderungen genügen:

- ▶ Sie sollen **widerspruchsfrei** sein.
- ▶ Sie sollen **adäquat** sein, d.h. mit den Fakten übereinstimmen.
- ▶ Sie sollen **explizit** sein, d.h. sie sollen keine unausgesprochenen Annahmen machen.
- ▶ Sie sollen **einfach** sein.

Mathematische und logische Grundlagen der Linguistik

### Symbolisierte und formalisierte Sprachen 2

Diese Anforderungen können nicht unmittelbar, sondern nur im Vergleich mit anderen Theorien überprüft werden.

Ihre Überprüfung beruht also auf Aussagen wie "die Theorie  $T_1$  ist einfacher (adäquater, expliziter) als  $T_2$ , weil ...".

Der Begriff **widerspruchsfrei** bezieht sich nicht direkt auf die beschriebenen Sachverhalte, sondern auf den logischen Zusammenhang der Sätze der Theorie.

Mathematische und logische Grundlagen der Linguistik

### Symbolisierte und formalisierte Sprachen 3

Es hat sich gezeigt, daß es leichter ist, Theorien zu entwickeln, die diesen Anforderungen genügen, wenn man als Beschreibungssprache Kunstsprachen verwendet, die nach bestimmten Prinzipien konstruiert sind:

- ▶ **SYMBOLISIERTE** Sprachen
- ▶ **FORMALISIERTE** Sprachen.

Mathematische und logische Grundlagen der Linguistik

### Symbolisierte Sprache 1

Eine **SYMBOLISIERTE SPRACHE** ist eine Sprache, "deren Zeichen (= Symbole) künstlich geschaffen oder mit einer bestimmten neuen Bedeutung versehen wurden" (Klaus/Buhr 1971, sv. Sprache, symbolisierte).



## Symbolisierte Sprache 2

Linguistische Symbole in diesem Sinne sind z.B. die Symbole für syntaktische und lexikalische Kategorien wie z.B. **S**, **NP**, **VP**, **AP**, **PP** für *Satz*, *Nominalphrase*, *Verbalphrase*, *Adjektivphrase*, *Präpositionalphrase* bzw. **N**, **V**, **A**, **P** für *Nomen*, *Verb*, *Adjektiv*, *Präposition*

## Symbolisierte Sprache 3

Die moderne Linguistik bedient sich in vielen Bereichen einer symbolisierten Sprache. So kann z.B. die Aussage "ein Satz (S) besteht aus ( $\rightarrow$ ) einer Nominalphrase (NP) verkettet mit ( $\widehat{\quad}$ ) einer Verbalphrase (VP)" durch den Ausdruck  $S \rightarrow NP \widehat{NP}$  symbolisiert werden.

Eine symbolisierte Sprache muß in eine natürliche Sprache übersetzbar sein, sonst ist sie sinnlos

## Symbolisierte Sprache 4

Die Ausdrücke einer symbolisierten Sprache sind wesentlich übersichtlicher und kürzer als deren Übersetzung in die natürliche Sprache. Beispiel:

$$\bigwedge x \bigwedge y \bigwedge z [S(z) \leftarrow z = x \widehat{y} \wedge NP(x) \wedge VP(y)]$$

Die Übersetzung dieses Ausdrucks lautet: Für beliebige (Ketten)  $x$ ,  $y$ ,  $z$  gilt:  $z$  ist ein Satz ( $S(z)$ ), falls  $z$  gleich der Verkettung von  $x$  und  $y$  ist ( $z = x \widehat{y}$ ) und  $x$  eine Nominalphrase ( $NP(x)$ ) ist und  $y$  eine Verbalphrase ( $VP(y)$ ).

## Formalisierte Sprache

Eine **formalisierte** Sprache ist meist eine symbolisierte Sprache im eben definierten Sinne. Sie weist darüber hinaus eine Reihe weiterer Eigenschaften auf:

- ▶ Durch die **Syntax** ist genau festgelegt, welche Ausdrücke in ihr möglich sind (wohlgeformt sind).
- ▶ Sie enthält **Operationsregeln**, die es erlauben, aus wohlgeformten Ausdrücken neue wohlgeformte Ausdrücke abzuleiten.
- ▶ Darüber hinaus ist durch eine **Semantik** festgelegt, wie die wohlgeformten Ausdrücke zu interpretieren sind.

Über formalisierte Sprachen verfügen insbesondere Teilgebiete der formalen Logik und der Mathematik.

## Formalisiertes (formales) System 1

Ein **formalisiertes System** (formales System) ist ein Symbolsystem, in dem dafür definierte Operationen mechanisch ausgeführt werden können, ohne daß man wissen muß, wofür die Symbole in Wirklichkeit stehen.

Formalisierte Systeme werden durch **formale Sprachen** im oben definierten Sinne ausgedrückt. Ein anderer Ausdruck für eine formale Sprache ist **Kalkül**.

## Formalisiertes (formales) System 2

### Kalkül

Die Sprache eines formalisierten Systems wird **Kalkül** genannt.

### uninterpretiertes Kalkül

Ein Kalkül, dessen Formationsregeln oder syntaktische Regeln, festgelegt sind, für dessen Ausdrücke aber noch keine Interpretation geliefert worden ist, ist ein **uninterpretiertes Kalkül**.

### Formalisiertes (formales) System 3

#### *interpretiertes Kalkül*

Ein Kalkül, für das sowohl **syntaktische** als auch **semantische** Regeln gegeben sind, ist ein interpretiertes Kalkül.

#### *formalisierte Sprache*

Eine **formalisierte Sprache** ist ein interpretiertes Kalkül.