

Semantik und Semiotik oder: über Bedeutung überhaupt.

Burghard B. Rieger

Fachbereich II: LDV/ Computerlinguistik



Was ist Bedeutung überhaupt?

Bedeutung ist das, was **Semantik** und **Semiotik**
als diejeingen wissenschaftlichen Disziplinen, die
die *Bedeutung* thematisieren,
über sie sagen,
herausgefunden haben,
wissen,
oder zu wissen meinen.

Was ist Bedeutung überhaupt?

In der **Semiotik** als allgemeiner *Zeichentheorie* geht es um die Begründung und Explikation von **Beziehungen** von Zeichen und Strukturen auf den sog. *semiotischen Beschreibungsebenen* der

Syntaktik (= Zeichen-Zeichen Relationen),

Semantik (= Zeichen-Bedeutung Relationen),

Pragmatik (= Zeichen-Benutzer Relationen),

Sigmatik (= Zeichen-Realität Relationen);

und um die **Beziehungen**

Was ist Bedeutung überhaupt?

In der **Semiotik** als allgemeiner *Zeichentheorie* geht es um die Begründung und Explikation von **Beziehungen** von Zeichen und Strukturen auf den sog. *semiotischen Beschreibungsebenen* der

Syntaktik (= Zeichen-Zeichen Relationen),



Semantik (= Zeichen-Bedeutung Relationen),



Pragmatik (= Zeichen-Benutzer Relationen),



Sigmatik (= Zeichen-Realität Relationen);

und um die **Beziehungen** zwischen diesen Ebenen,

Was ist Bedeutung überhaupt?

In der **Semiotik** als allgemeiner *Zeichentheorie* geht es um die Begründung und Explikation von **Beziehungen** von Zeichen und Strukturen auf den sog. *semiotischen Beschreibungsebenen* der

Syntaktik (= Zeichen-Zeichen Relationen),



Semantik (= Zeichen-Bedeutung Relationen),



Pragmatik (= Zeichen-Benutzer Relationen),



Sigmatik (= Zeichen-Realität Relationen);

und um die **Beziehungen** zwischen diesen Ebenen, die das **Entstehen**, die **Veränderungen** und die **Funktionen** von Zeichenrelationen betreffen.



Was ist Bedeutung überhaupt?

Die **Semantik** als Teilbereich der Sprachwissenschaft untersucht *natürlich-sprachliche* Zeichen und Zeichenstrukturen, deren *Verständnis* eine Analyse, Beschreibung und Modellierung von **Bedeutungen** erlaubt. Diese vermittelt sie im Licht u.a. der

strukturalen Semantik (als Lexik, Sinnrelationen, Komponentenanalyse, etc.)

referentiellen Semantik (mit Extension/Intension, Denotation/Konnotation, Referenz/Sinn, etc.)

logischen Semantik (über Propositionalstruktur, Wahrheitsfunktionalität, Modelltheorie, etc.)

Äußerungssemantik (Sprechakte, Situationstheorie, DiskursRepräsentationsTheorie, etc.)



Was ist Bedeutung überhaupt?

Die *computerlinguistische Semantik* bedient sich dieser Analysen und Modelle, **nicht** als (mehr oder weniger plausible) symbolische Repräsentationen und Explikationen von natürlichsprachlichen Bedeutungen, **sondern** als (mehr oder weniger brauchbare) Komponenten von *Prozessen*, als deren Resultate die '*verstanden*' Bedeutungen erscheinen.

Diese *Verstehensprozesse* werden von der *linguistischen Struktur* der verarbeiteten *sprachlichen Ausdrücke*, sowie ihrer *Ko- und Kontexte* gesteuert.

Wie? - das versucht *Computerlinguistik* in Wissensbasierten, prozeduralen Modellierungen kognitiver Prozesse herauszufinden.



Wie modelliert Computerlinguistik?

Erscheinungsvielfalt des Forschungsgegenstands (NL) wird durch Aufweis von (hypothetischen) *Strukturen* beschrieben, die natürliche Sprachen organisieren.

Strukturen werden dabei nicht nur als Resultate von Prozessen *analysiert*, sondern auch *modelliert*.

Prozesse werden als (von ihrer Zeitlichkeit abstrahierte) *Prozeduren* formuliert, die *algorithmisierbar* sind.

Implementation der gefundenen *Algorithmen* in lauffähigen *Programmen*, die auf geeigneten *Daten* operieren, initiiert *kontrollierte Prozesse* (im Rechner).

Prozeßresultate reproduzieren dann (idealiter) die *Strukturen*, deren (hypothetische) Entstehung beobachtbar zu modellieren und zu überprüfen war.

Wie modelliert Computerlinguistik?

Erscheinungsvielfalt des Forschungsgegenstands (NL) wird durch Aufweis von (hypothetischen) *Strukturen* beschrieben, die natürliche Sprachen organisieren.

Rechnersimulation

Strukturen werden nicht als Resultate von Prozessen gedeutet, sondern modelliert.

kognitiver Prozesse

Prozesse werden als (von ihrer Zeitlichkeit abstrahierte) (der wissensbasierten Sprachverarbeitung) Prozeduren formuliert, die algorithmisierbar sind.

ermöglicht die

Implementation der gefundenen Algorithmen in lauffähigen Programmen, die auf geeigneten Daten operieren, initiiert kontrollierte Prozesse (im Rechner).

Überprüfung von Hypothesen

Prozeßresultate reproduzieren dann (idealerweise) die *Strukturen*, deren (hypothetische) Entstehung zu beobachtbar zu modellieren und zu überprüfen war.

Wie modelliert Computerlinguistik?

Rechnersimulation

von prozeduralen Modellen

kognitiver Prozesse

(der wissensbasierten Sprachverarbeitung)

ermöglicht die

experimentelle (quasi-empirische)

Überprüfung* von *Hypothesen

(zum Sprachverstehen und zur Bedeutungskonstitution).

Gliederung

I. Kognitive Bedeutungsmodelle

Realistische Ansätze

Linguistische Transparenz

Strukturelle Ansätze

II. SCIP Systeme

Extern und Intern

Situiertheit

Strukturelle Kopplung

III. DIGS - Dynamische Image Generierende Semantik

Formale Dekomposition:

Morphismen

Empirische Rekonstruktion:

Instanziierung

Prozedurale Implementation:

Überprüfung

IV. Experimentelle Tests

I. Kognitive Bedeutungsmodelle

Kognition wird als *wissensbasierte Informationsverarbeitung* verstanden. Bisher unterschiedene Ansätze (Varela/Thompson/Rosch 1991; Rieger 1995) umfassen:

- ▶ **kognitive,**
 - ▶ **assoziative,**
 - ▶ **enaktive, und**
 - ▶ **semiotische**
Modellbildungen.

I. Kognitive Bedeutungsmodelle

Kognition wird als *wissensbasierte Informationsverarbeitung* verstanden. Bisher unterschiedene Ansätze (Varela/Thompson/Rosch 1991; Rieger 1995) umfassen:

- ▶ **kognitive,**
 - ▶ **assoziative,**
 - ▶ **enaktive, und**
 - ▶ **semiotische**
- Modellbildungen.
- } **realistisch**

I. Kognitive Bedeutungsmodelle

Kognition wird als *wissensbasierte Informationsverarbeitung* verstanden. Bisher unterschiedene Ansätze (Varela/Thompson/Rosch 1991; Rieger 1995) umfassen:

- ▶ **kognitive,**
 - ▶ **assoziative,**
 - ▶ **enaktive, und**
 - ▶ **semiotische**
- } **realistisch**
- } **struktural**
- Modellbildungen.

I. Kognitive Bedeutungsmodelle

Realistische Ansätze

Linguistische Transparenz

Strukturelle Ansätze

I. Kognitive Modelle – 1. *Realistische Ansätze*

- **Kognitive** Ansätze der Informationsverarbeitung setzen die Existenz einer **externen Welt** voraus, strukturiert durch *Objekte, Eigenschaften, Relationen*, etc., und die Existenz von **internen Repräsentationen** (von Ausschnitten dieser Welt) im kognitiven System. Dessen (beobachtbares) Verhalten in *Aktionen* und *Reaktionen* wird in Form von **Prozessen** modelliert, die auf diesen **Strukturen** operieren;

I. Kognitive Modelle – 1. *Realistische Ansätze*

- ▶ **Assoziative** Ansätze stellen eine Form *dynamischer Strukturierung* dar, die auf dem Modellkonzept der **Selbstorganisation** beruht. Es erlaubt informationsverarbeitenden **Systemen**, sich ändernden Bedingungen ihrer **Umgebung** durch ständige Veränderungen ihrer internen *Zustände* und/oder ihrer internen *Repräsentationen* (Gedächtnis) anzupassen;

I. Kognitive Modelle – 1. *Realistische Ansätze*

Bisher unterschiedene Ansätze in den Kognitionswissenschaften (Varela/Thompson/Rosch 1991; Rieger 1995):

- ▶ die **kognitiven**,
- ▶ die **assoziativen**,
- ▶ die **enaktiven** und
- ▶ die **semiotischen** Modelle.

Die ersten beiden Typen beruhen auf dem traditionellen *rationalistischen Paradigma* der Geist-Körper Dualität – **statisch** der erste, **dynamisch** der zweite Ansatz.

Beide setzen eine **externe Welt** und deren **interne Repräsentationen** voraus, womit sie der *physical symbol systems hypothesis* (**PSSH**) (Newell 1980) entsprechen.

The PSS Hypothesis

“A **physical symbol system** holds a set of entities, called **symbols**. These are *physical patterns* (e.g. chalk marks on a blackboard) that can occur as components of **symbol structures** (sometimes called 'expressions'). [. . .] a *symbol system* also possesses a number of simple **processes** that operate upon *symbol structures* – processes that create, modify, copy, and destroy *symbols*. A *physical symbol system* is a **machine** that, as it moves through *time*, produces an evolving collection of symbol structures. *Symbol structures* can, and commonly do, serve as **internal representations** (e.g. 'mental images') of the **environments** to which the symbol **system** is seeking to adapt.” [Simon 1982, p.27]

I. Kognitive Modelle – 1. *Realistische Ansätze*

Bisher unterschiedene Ansätze in den Kognitionswissenschaften (Varela/Thompson/Rosch 1991; Rieger 1995):

- ▶ die **kognitiven**,
- ▶ die **assoziativen**,
- ▶ die **enaktiven** und
- ▶ die **semiotischen** Modelle.

Die ersten beiden Typen beruhen auf dem traditionellen *rationalistischen Paradigma* der Geist-Körper Dualität – **statisch** der erste, **dynamisch** der zweite Ansatz. Beide setzen eine **externe Welt** und deren **interne Repräsentationen** voraus, womit sie der *physical symbol systems hypothesis* (**PSSH**) (Newell 1980) entsprechen. Sie begründete die Forderung nach **linguistischer Transparenz**.



I. Kognitive Bedeutungsmodelle

Realistische Ansätze

Linguistische Transparenz

Strukturelle Ansätze

I. Kognitive Modelle – 2. *Linguistische Transparenz*

Die **Grundannahmen** kognitiver Modellbildungen:

- **stabile Relationen** zwischen Entitäten der *Realität* (Welt) als Teil der **externen Umgebung** eines Systems und dessen **internen Repräsentationen** davon (Wissen);
- **mentale Bilder** (*interne Modelle*), die diese Repräsentationen **strukturieren** und als **Wissen** über Realität (*externe Welt*) **organisieren**;
- **symbolisches** und **propositionales** Format für Repräsentation des *deklarativen* wie *nicht-deklarativen* (bildlichen) **Wissens** und seiner **Verarbeitung** (Johnson-Laird 1983).

I. Kognitive Modelle – 2. *Linguistische Transparenz*

Konsequenz für die Modelle des NLP: sie **identifizieren**

- die **Bedeutung** sprachlicher Ausdrücke **mit** ihren *symbolischen* und *propositionalen Repräsentationen*, z.T. in Form *mentaler Modelle*;
- den Prozeß des **Verstehens** **mit** *Regel-basierter* (*notationeller, transformationeller, derivationaler, etc.*) *Symbolmanipulation* zur Abbildung eines *Symbol-systems* auf andere *Symbolsysteme*;
- die Eigenschaften des **Modells** **mit** Eigenschaften des *Originals*, d.h. die *sprachlich-symbolischen Formate* der Repräsentation/Verarbeitung von Information werden zur Basis *kognitiver Prozesse* in *natürlichen Systemen* erklärt.



I. Kognitive Modelle – 2. *Linguistische Transparenz*

Diese Gleichsetzungen sind **fragwürdig**, vielleicht auch unhaltbar oder gar falsch:

- Die *wissensbasierte Verarbeitung* von *Umgebungsdaten* (incl. NL Strukturen) durch (natürliche) Systeme produziert **reichere** und **feiner gekörnte kognitive Phänomene**, als (monotone) **Logiken**, (diskrete) **Mathematik**, (kategoriale) **Linguistik** und (deterministische) **Regelsysteme** erfassen und modellieren können;
- *Symbolisch-linguistische Repräsentationen* machen den Prozeß des **Sprachverstehens** zur **Voraussetzung**, nicht zum **Ergebnis** seiner möglichen Modellierung. **Bedeutungskonstitution** kann so weder operationalisiert noch in *prozeduralen* Modellen getestet werden.



I. Kognitive Bedeutungsmodelle

Realistische Ansätze

Linguistische Transparenz

Strukturelle Ansätze

I. Kognitive Modelle – 3. *Strukturelle Ansätze*

Bisher unterschiedene Ansätze in Kognitionswissenschaften
(Varela/Thompson/Rosch 1991; Rieger 1995):

- ▶ die **kognitiven**,
- ▶ die **assoziativen**,
- ▶ die **enaktiven** und
- ▶ die **semiotischen** Modelle.

Die letzten beiden Typen setzen weder eine *strukturierte externe Welt*, noch deren *interne Repräsentation* voraus, sondern gehen von einer *primären Einheit* beider aus, auf der alle *Kognition* beruht.

Sie können *semiotische Prozesse* begründen und *Bedeutungskonstitution* als auf *Wahrnehmung* beruhende *Emergenz von Strukturen* modellieren.



I. Kognitive Modelle – 3. *Strukturelle Ansätze*

- **Enaktive** Ansätze basieren auf dem Konzept der **strukturellen Kopplung** (Maturana/ Varela 1980). Anstatt eine *externe Welt* und deren *interne Repräsentationen* im System anzunehmen, wird von einer *primären Einheit* dynamisch sich *strukturierender Beziehungen* ausgegangen. Erst sie führen – auf der Basis und abhängig von **wechselseitigen Perturbationen** – zu abgeleiteten (abstrahierten, erworbenen) **Dualitäten**, wie sie etwa in Begriffspaaren *extern* und *intern*, *Objekt* und *Subjekt*, *Realität* und ihre *Wahrnehmung* (oder *Erfahrung*), etc. geläufig sind.



I. Kognitive Modelle – 3. *Strukturelle Ansätze*

- **Semiotische** Ansätze vereinen alle drei Modellierungstypen (**kognitive, assoziative, enaktive**) in deren Fähigkeiten zur **Repräsentation** ihrer Prozeßresultate. Durch Konzentration auf die **Emergenz** von *Zeichen* und *Bedeutungen* im Konzept der ***Semiosis*** (Peirce 1906) identifizieren und charakterisieren diese Ansätze den *Prozeß* der **Bedeutungskonstitution** als einen Vollzug (*enactment*), dessen **prozedurale Modellierung** die *Verarbeitung* von Information und deren *Resultat* umfaßt, das sie *repräsentiert*.



Semiosis

“It is important to understand what I mean by *semiosis*. All dynamical action, or action of brute force, physical or psychical, either takes place between two subjects [...] or at any rate is a resultant of such actions between pairs. But by “semiosis” I mean, on the contrary, an action, or influence, which is, or involves, a coöperation of *three* subjects, such as a **sign**, its **object**, and its **interpretant**, this tri-relative influence not being in any way resolvable into actions between pairs.”

[C.S. Peirce 1906, PW p.282]

I. Kognitive Modelle – 3. *Strukturelle Ansätze*

Das führt im *Semiotic Cognitive Information Processing* (SCIP) zur **Anerkennung** von

- **Repräsentationen** als Bedingung für Unterscheidung
 - von **kognitiven Prozessen** (Vollzug in Raum/Zeit, prozedurale Modellierung), und
 - von **semiotischen Resultaten** (R/Z-liche Spuren dieser Prozesse), die als *Strukturen* emergieren.Sowie von
- **Wissensstrukturen**, deren verschiedene (*Repräsentations*-)Formen der Unterscheidung entsprechen von
 - unbewußtem oder **intern(alisiert)em Wissen** (Gedächtnis/memory) einerseits, und
 - deklarativem oder **extern(alisiert)em Wissen** (*Texte/discourse*) andererseits.



I. Kognitive Modelle – 3. *Strukturelle Ansätze*

- In der **semiotischen** Informationsverarbeitung (Rieger 1996, 2000, 2001) **generieren** und **modifizieren** daher SCIP Algorithmen die **mehrfach-auflösenden** Repräsentationen (Meystel 1995), auf denen sie **operieren**.
- Bei Verarbeitung *natürlichsprachlicher Texte* (**Eingabe**), produzieren diese Algorithmen **dynamische** Wissensstrukturen (**Ausgabe**), deren *Visualisierung* das **Verstehensvermögen** von SCIP Systemen zeigt und anhand experimenteller Tests auch intersubjektiv überprüfbar machen kann.

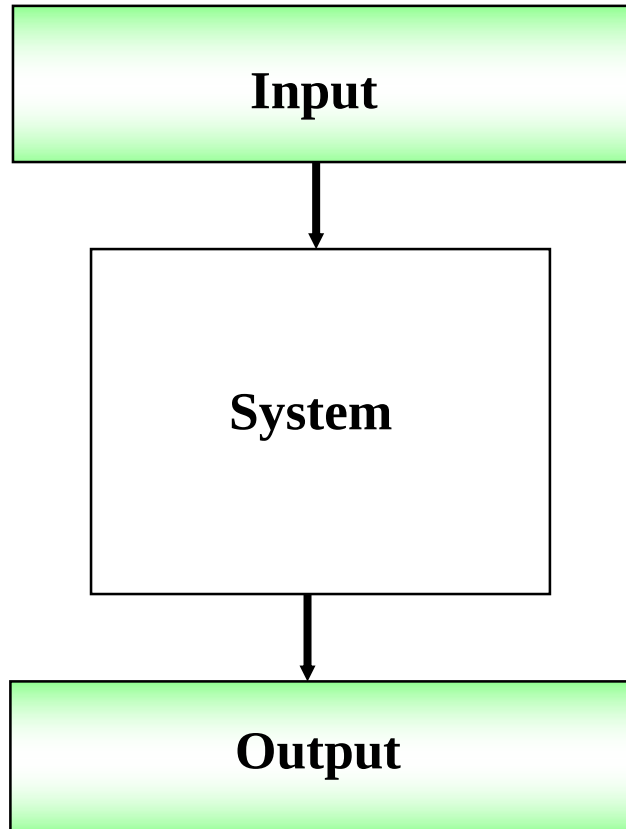
II. SCIP Systeme und Computersemiotik

Extern und Intern

Situiertheit

Strukturelle Kopplung

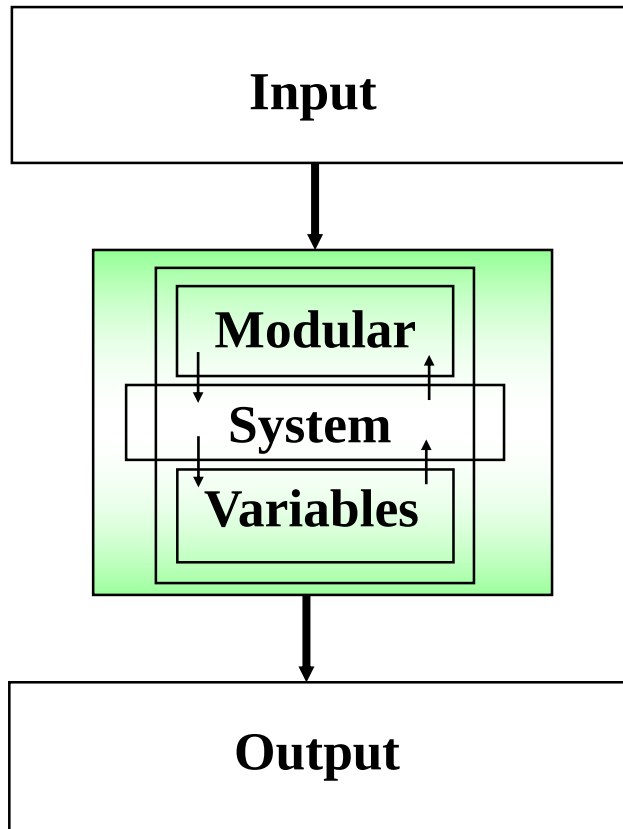
II. Computersemiotik - 1. *Extern und Intern*



Die *Theorie der Informations-verarbeitenden Systeme* unterscheidet *externe* und *interne* Modelle.

Externe Modelle betreffen *charakteristische Verhalten* von Systemen, d.h. die Art und Weise wie sie auf (kontrollierten bzw. bekannten) *Input* reagieren indem sie (beobachtbaren bzw. meßbaren) *Output* produzieren.

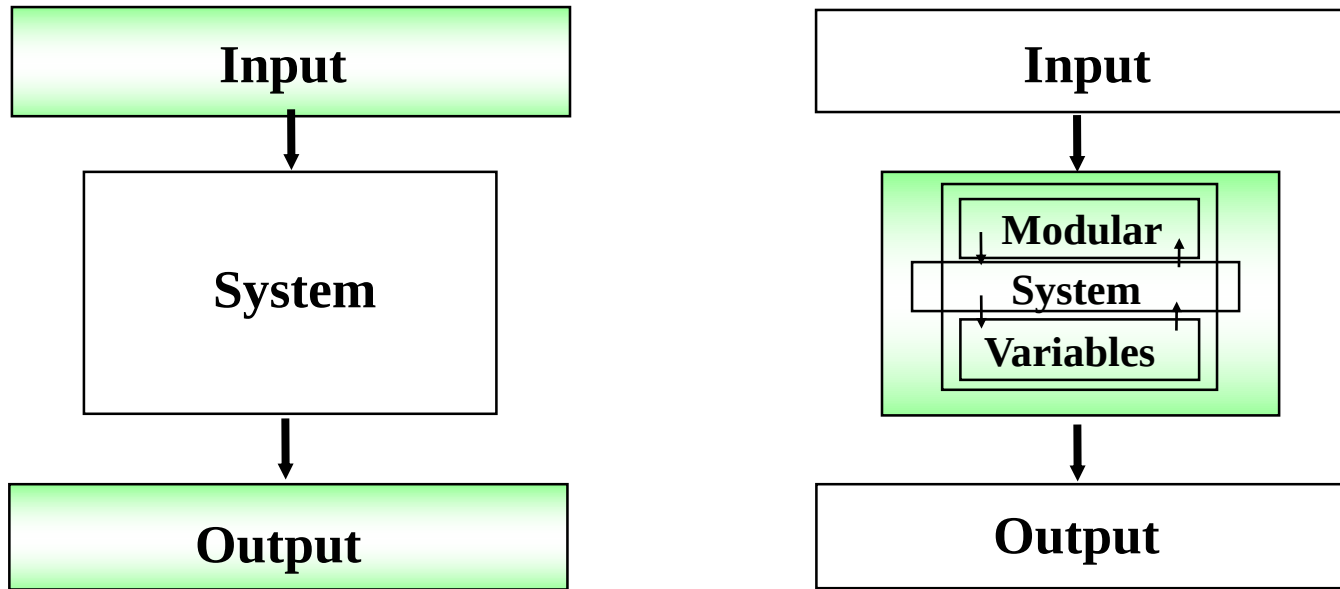
II. Computersemiotik - 1. *Extern und Intern*



Die *Theorie der Informations-verarbeitenden Systeme* unterscheidet *externe* und *interne* Modelle.

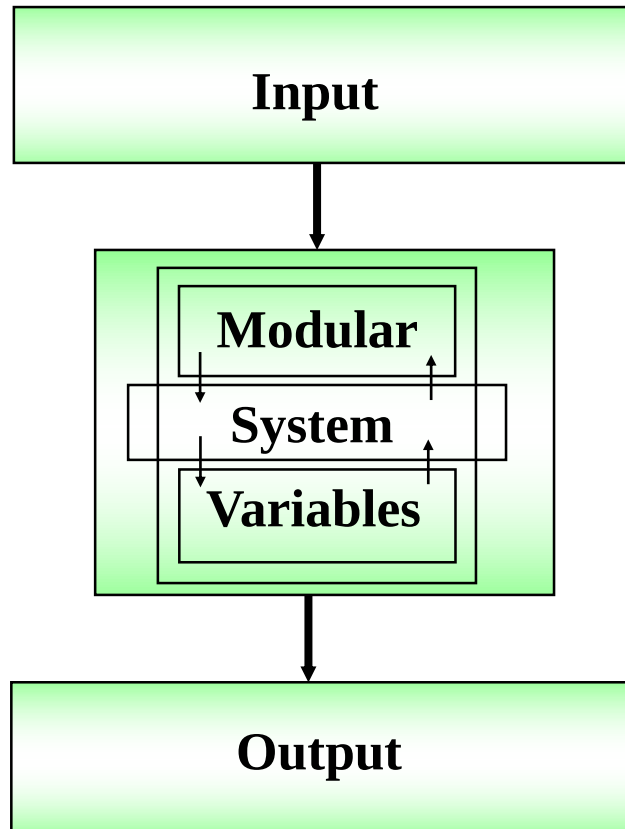
Interne Modelle der Informationsverarbeitung betrachten *strukturelle Eigenschaften* von Systemen, d.h. Zahl und Art der **Module** und **Variablen** im **System** und wie diese miteinander *verbunden* sind und *interagieren*.

II. Computersemiotik - 1. *Extern und Intern*



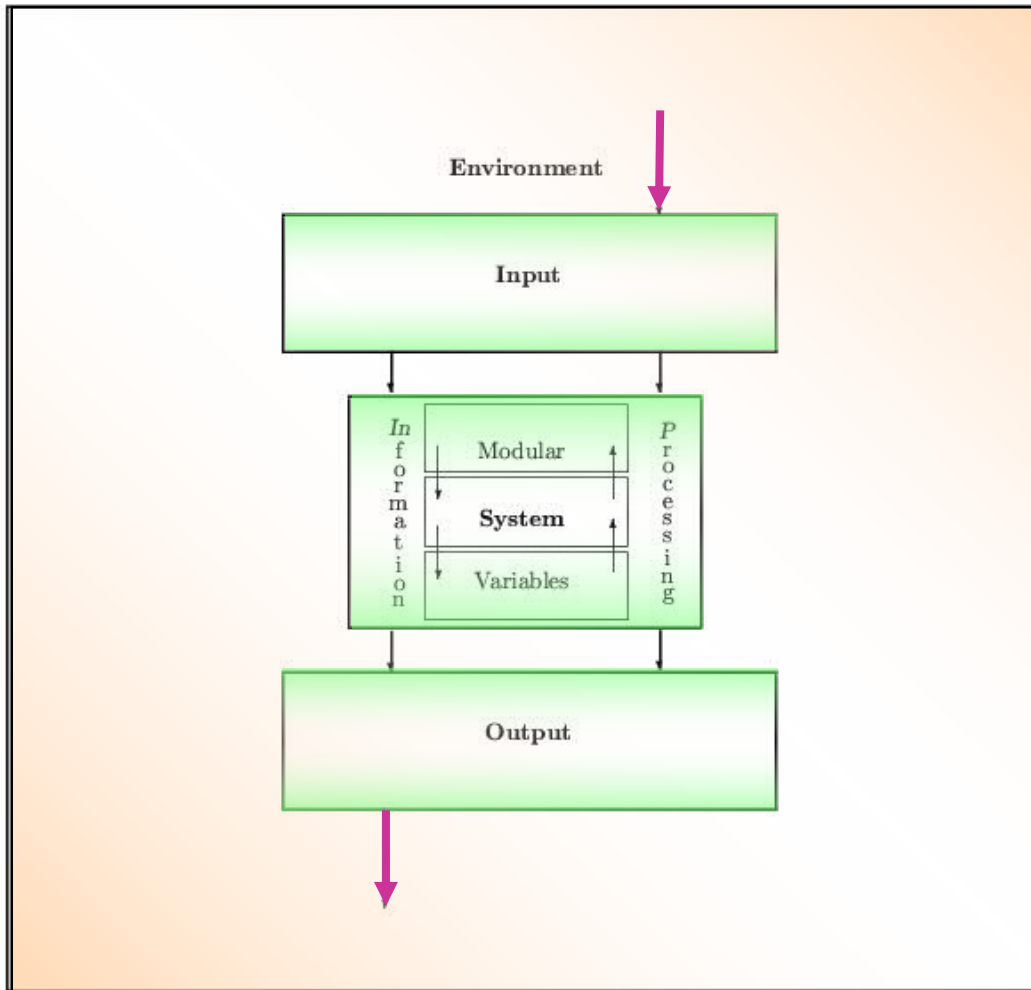
Abstraktion von einbettender **Umgebung** eines **Systems**, Ersetzen durch sehr **eingeschränkte** und **vordefinierte Eingabe/Input-** und **Ausgabe/Output-**Relationen.

II. Computersemiotik - 1. *Extern und Intern*



Die Kombination beider, der *externen* und *internen* Modellierungsweisen von Informationsverarbeitung erlaubt nun zwar, *Systeme* als in ihre erweiterte, (nicht abstrahierte) *Umgebung* eingebettet zu modellieren.

II. Computersemiotik - 1. *Extern und Intern*



Diese *Einbettung* von Systemen, die ihre *Situiertheit* (Barwise/Perry 1982) ausmacht, erfordert aber **neue Unterscheidungen**, die von semiotisch adäquaten Modellierungen gefordert werden.

II. SCIP Systeme und Computersemiotik

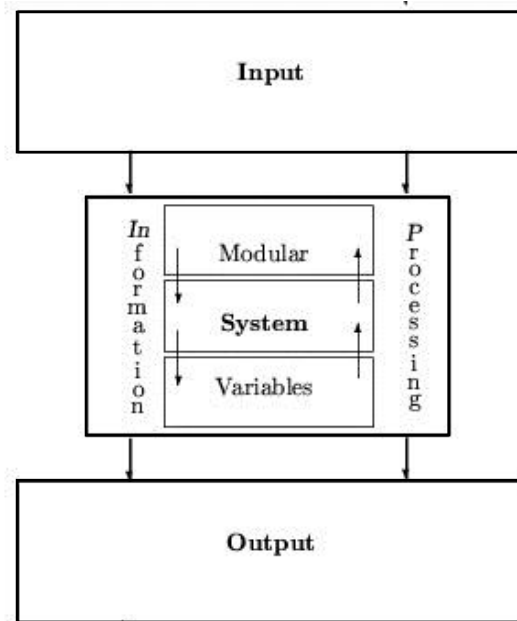
Extern und Intern

Situiertheit

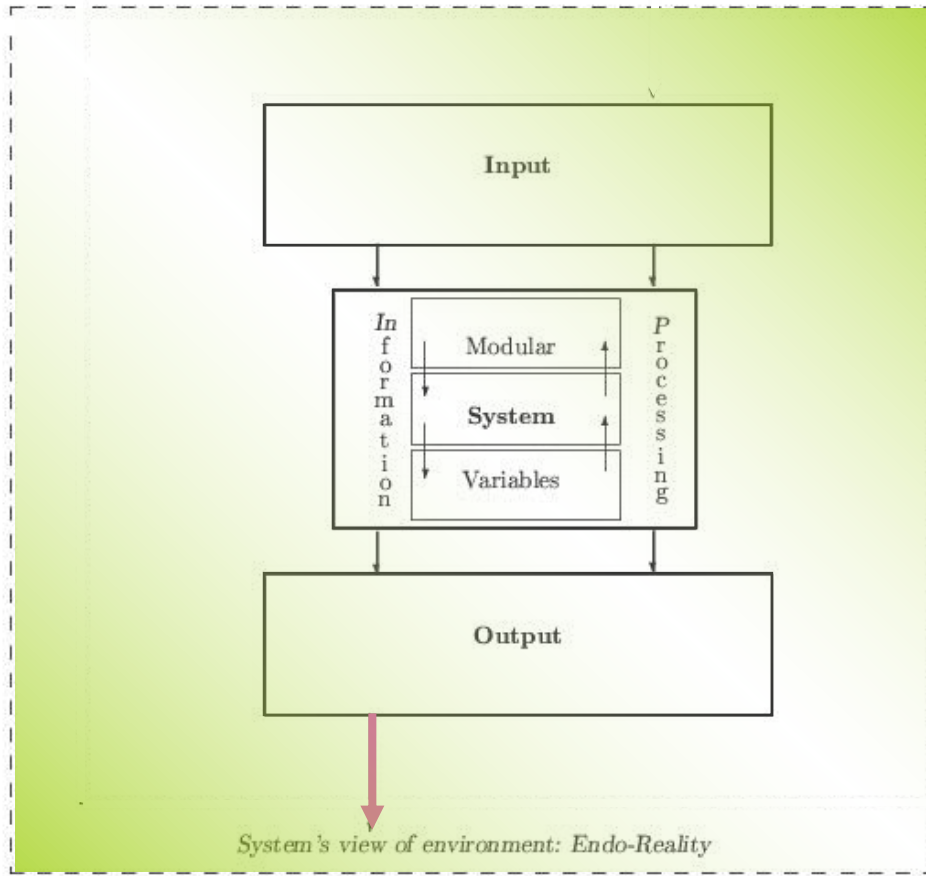
Strukturelle Kopplung

II. Computersemiotik – 2. *Situiertheit*

Für *enaktive* und *semiotische* Modelle der Informationsverarbeitung ist

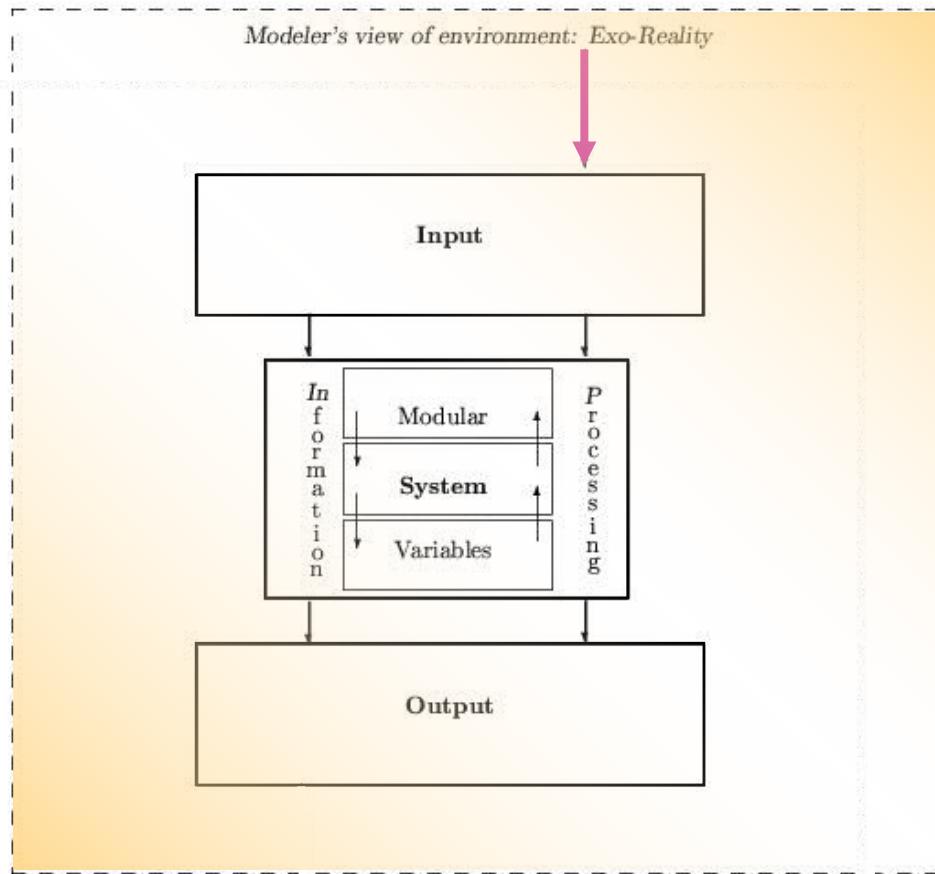


II. Computersemiotik – 2. *Situiertheit*



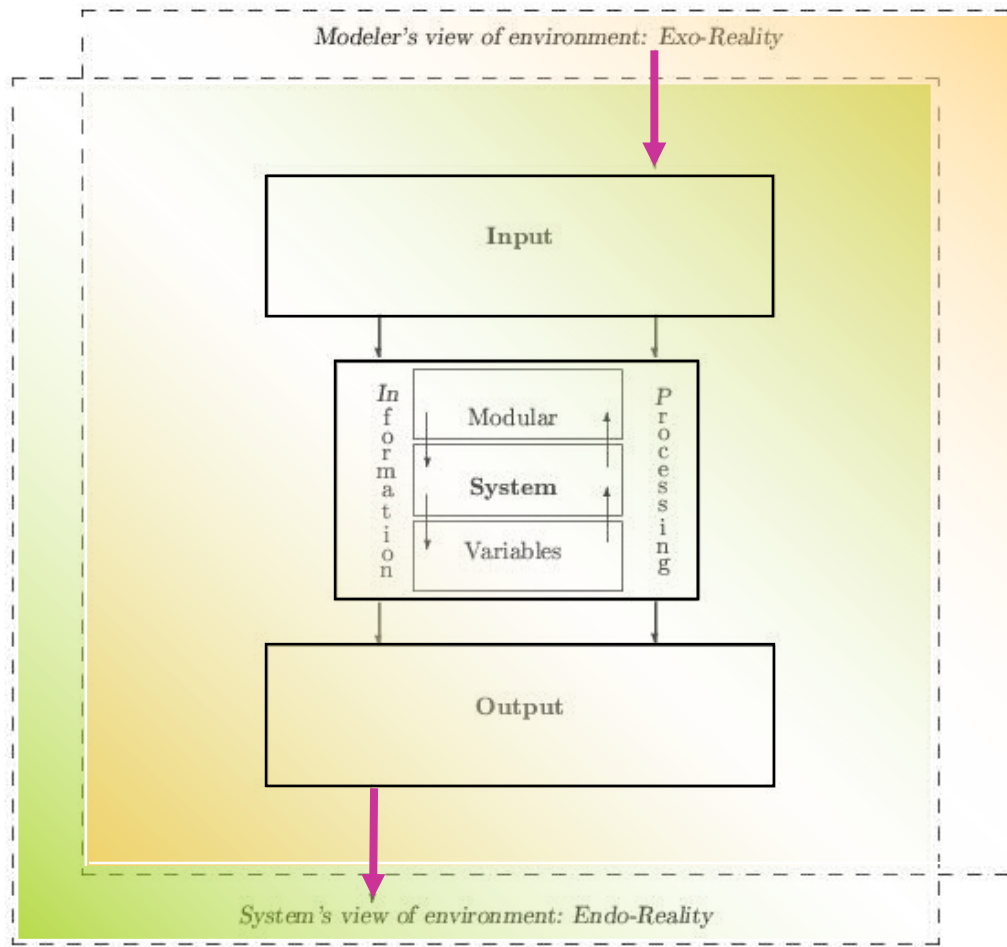
Für *enaktive* und *semiotische* Modelle der Informationsverarbeitung ist die **System-sicht** der Umgebung (*Endo-Realität*)

II. Computersemiotik – 2. *Situiertheit*



Für *enaktive* und *semiotische* Modelle der Informationsverarbeitung ist die **System-sicht** der Umgebung (*Endo-Realität*) von der des **Modelldesigners** (*Exo-Realität*) zu unterscheiden,

II. Computersemiotik – 2. *Situiertheit*

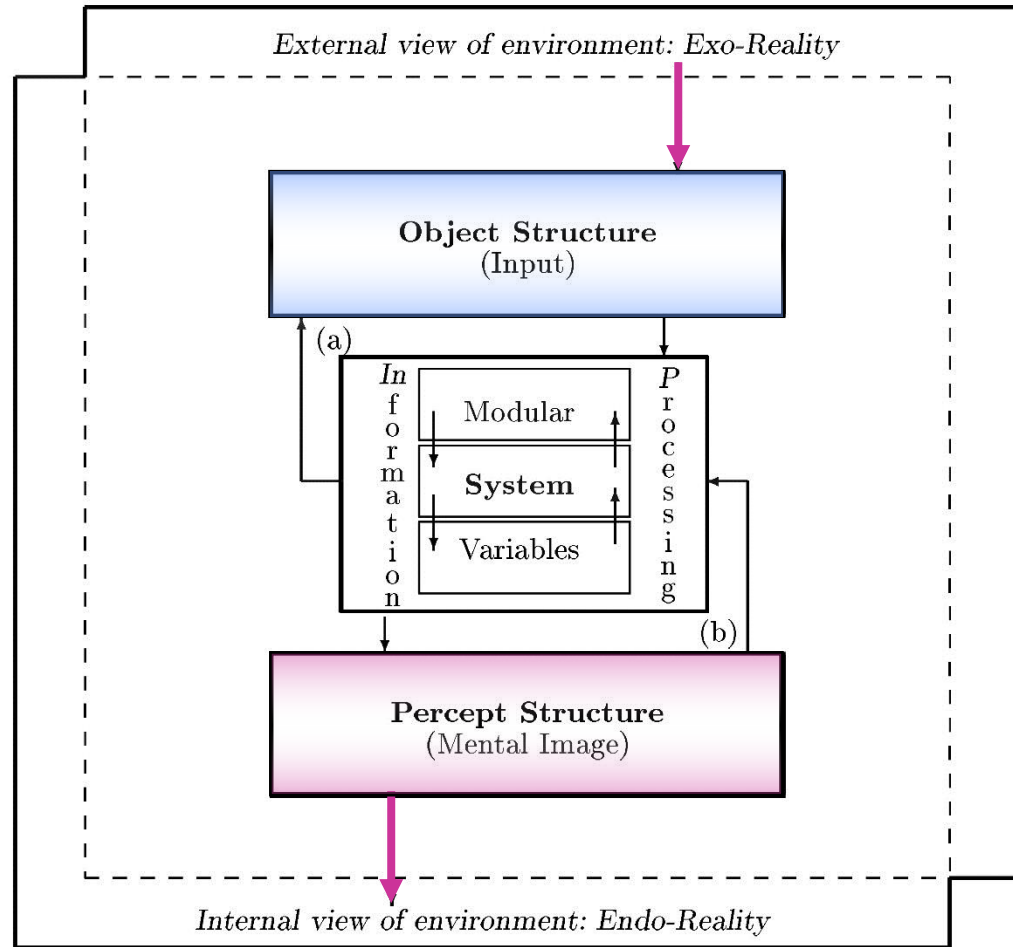


Für *enaktive* und *semiotische* Modelle der Informationsverarbeitung ist die **System-sicht** der Umgebung (*Endo-Realität*) von der des **Modelldesigners** (*Exo-Realität*) zu unterscheiden, um deren mögliche **Divergenzen** erkennbar werden zu lassen.

II. Computersemiotik - 2. *Situiertheit*

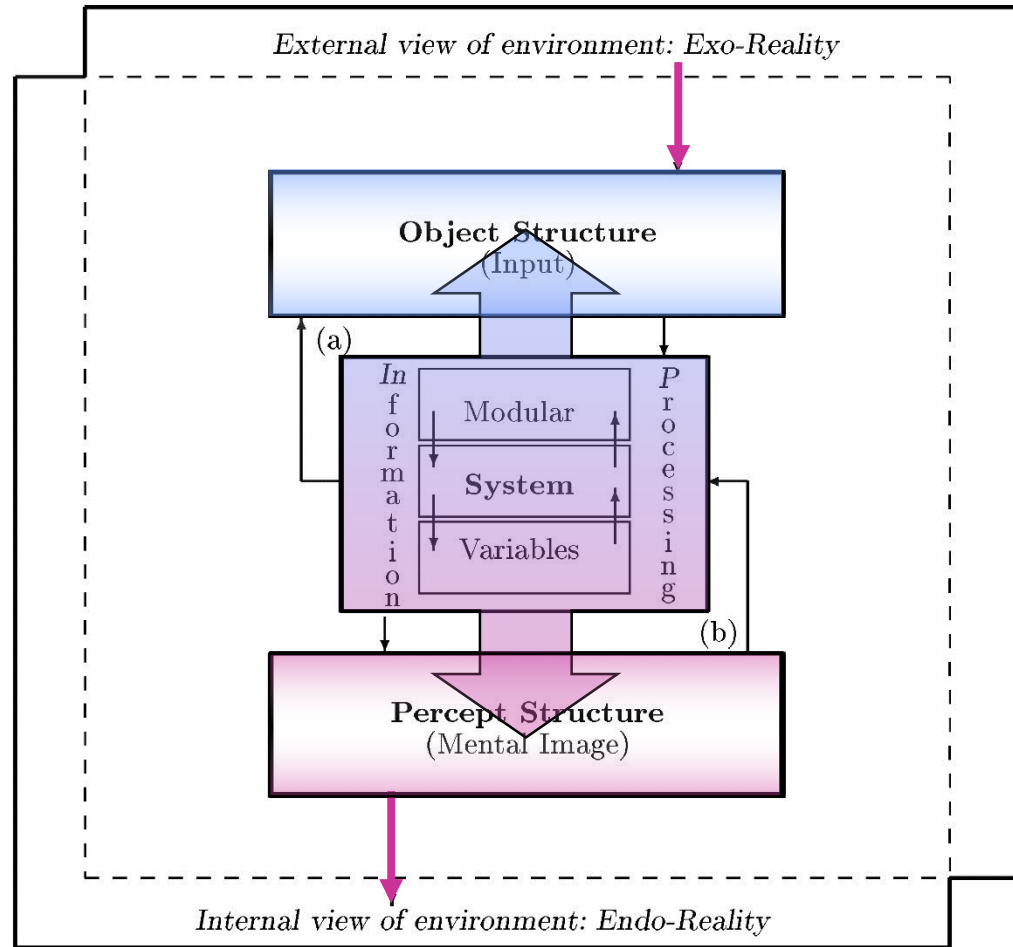
von *System-Umgebungen* fordert **Unterscheidung** der

- **Objektstrukturen** (*Input*) von **Perzeptstrukturen** (*mentalen Bildern/Modellen*),



II. Computersemiotik - 2. *Situiertheit*

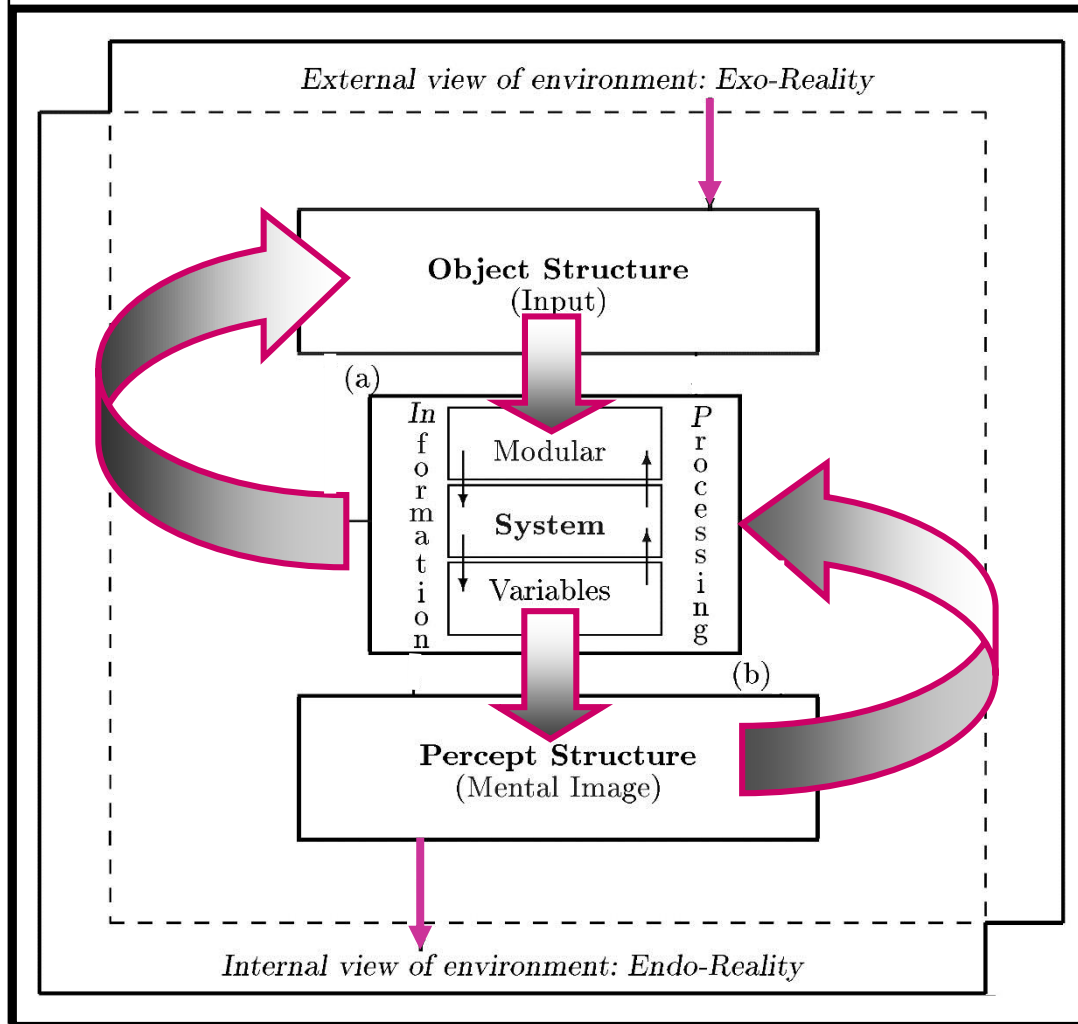
von *System-Umgebungen* fordert **Unterscheidung** der



- **Objektstrukturen** (*Input*) von **Perzeptstrukturen** (*mentalen Bildern/Modellen*),
- **Resultate** (*Strukturen*) von den **Prozessen**, die sie *produzieren*,

II. Computersemiotik - 2. *Situiertheit*

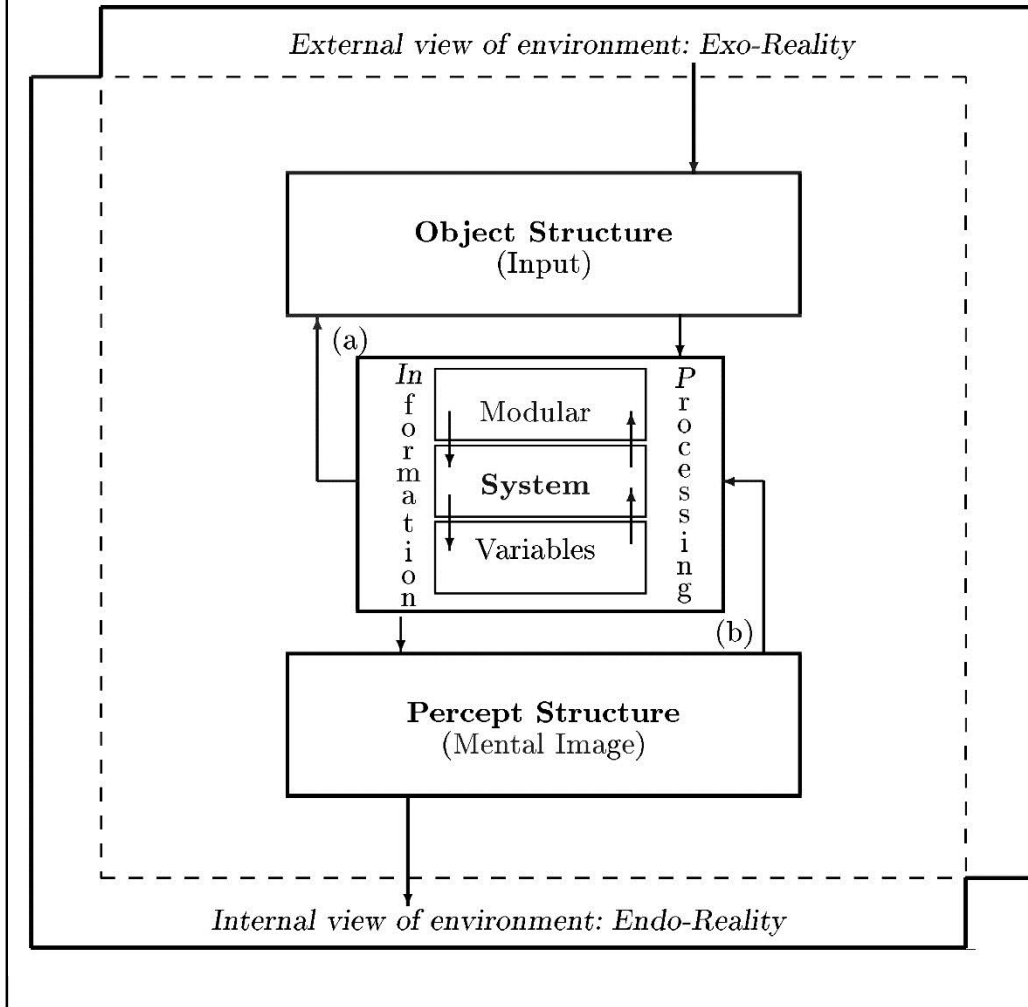
von *System-Umgebungen* fordert **Unterscheidung** der



- Objektstrukturen (*Input*) von Perzeptstrukturen (*mentalen Bildern/Modellen*),
- Resultate (*Strukturen*) von den Prozessen, die sie produzieren,
- Rückkopplungen (a, b) der diese Prozesse verbindenden/restrinierenden I/O-Datenstrukturen, auf denen sie operieren.

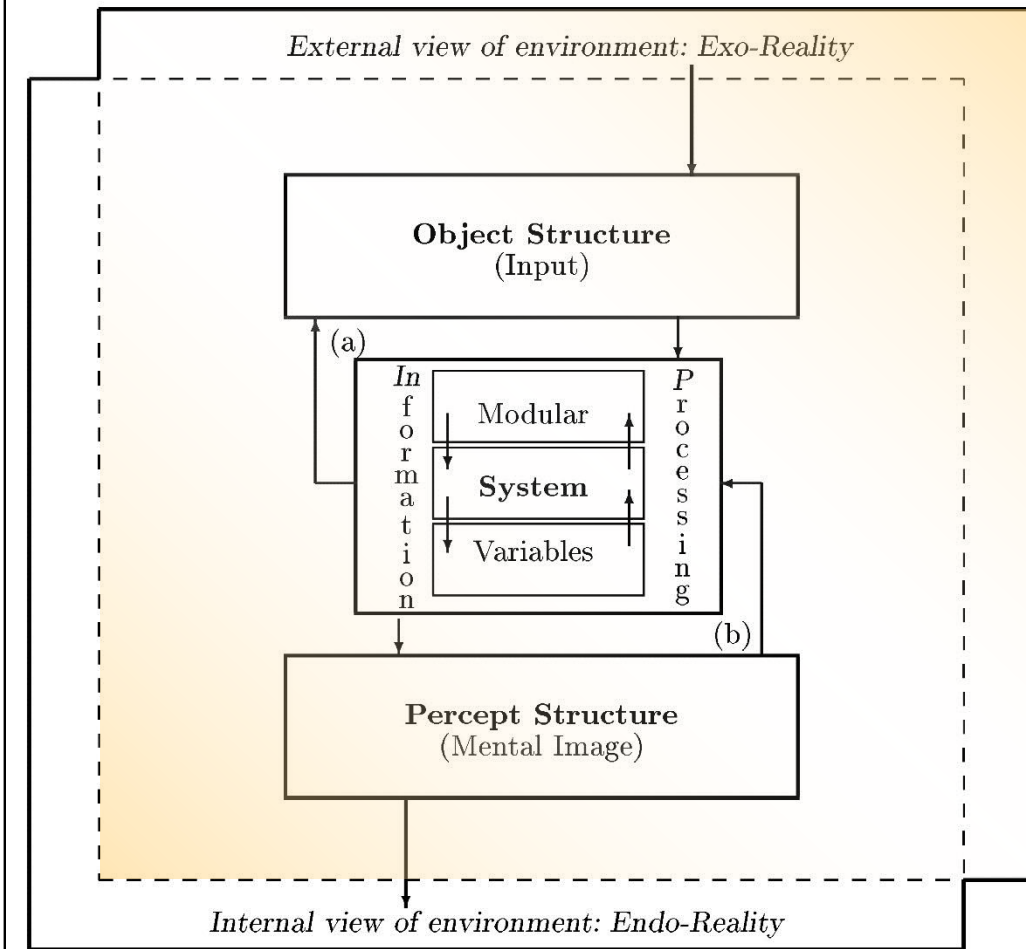
II. Computersemiotik - 2. *Situiertheit*

beruht auf diesen Restriktionen (*Uniformitäten*).



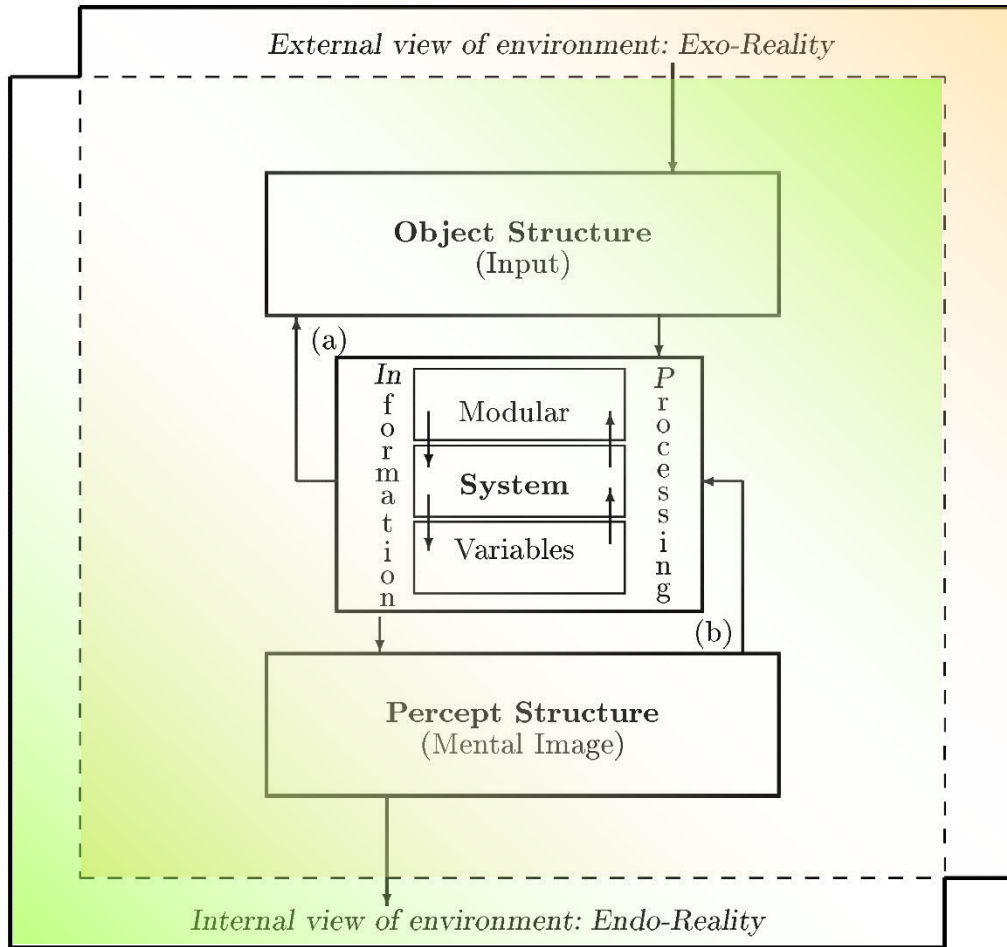
II. Computersemiotik - 2. *Situiertheit*

beruht auf diesen Restriktionen (**Uniformitäten**). Sie verbinden ein System mit jenem Ausschnitt (**Exo-Realität**) der *Umgebung*,



II. Computersemiotik - 2. *Situiertheit*

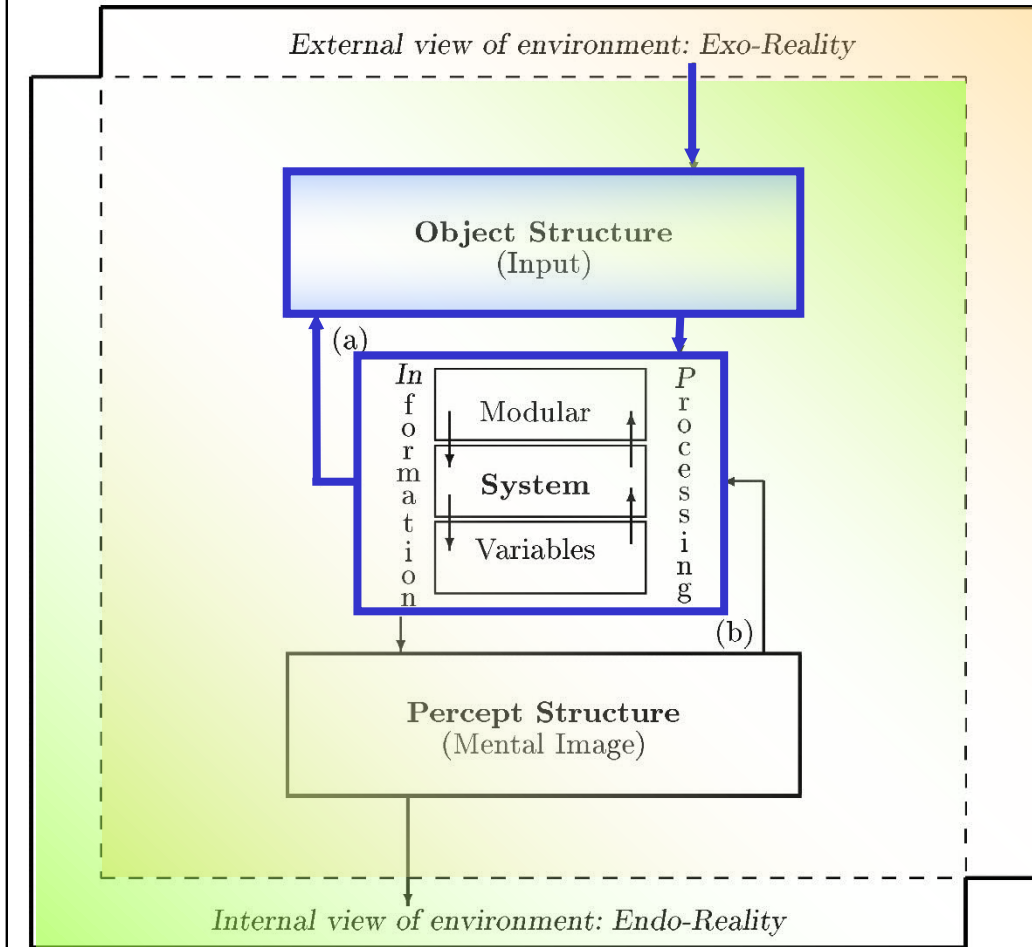
beruht auf diesen Restriktionen (**Uniformitäten**). Sie verbinden ein System mit jenem Ausschnitt (**Exo-Realität**) der *Umgebung*, den es als seine (**Endo-Realität**) wahrnimmt.



II. Computersemiotik - 2. *Situiertheit*

beruht auf diesen Restriktionen (**Uniformitäten**). Sie verbinden ein System mit jenem Ausschnitt (**Exo-Realität**) der *Umgebung*, den es als seine (**Endo-Realität**) wahrnimmt.

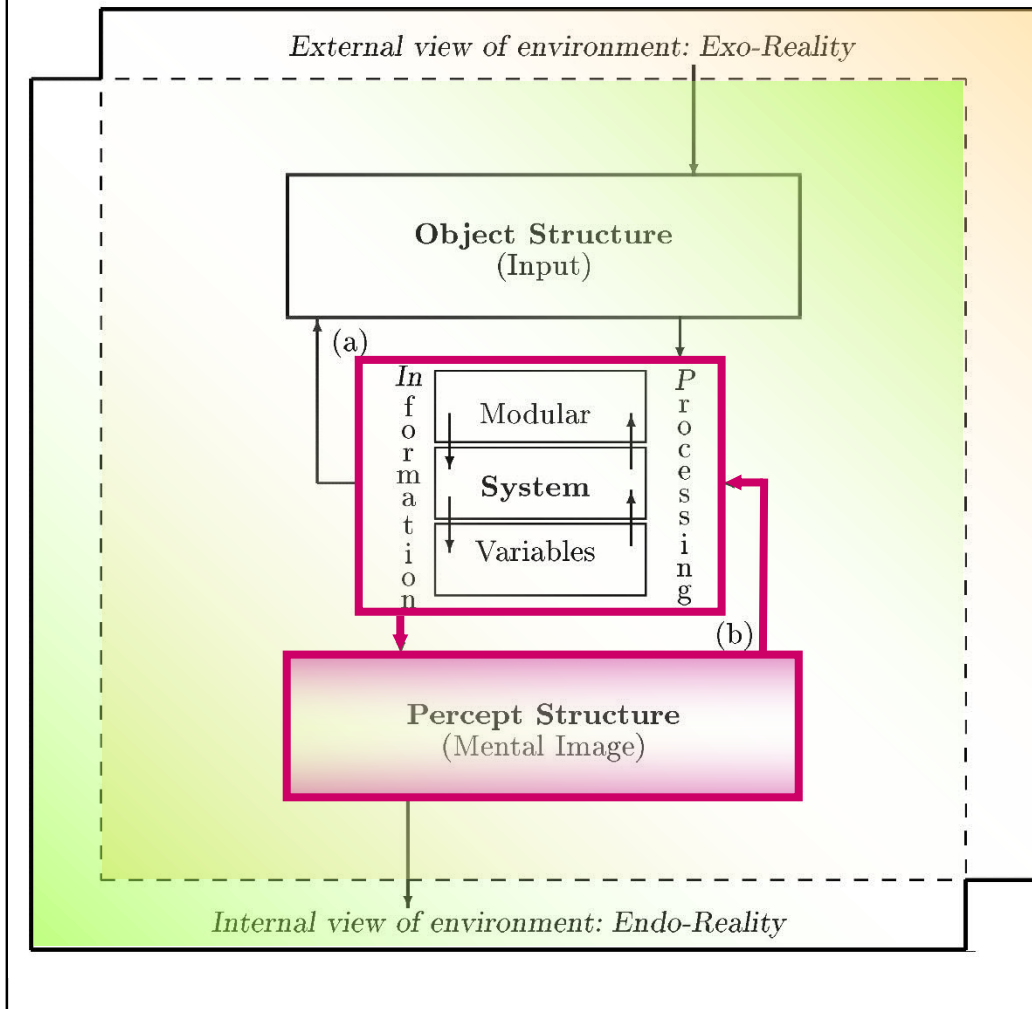
Uniformitäten bestimmen die Verarbeitung (a) externer Daten (input) zu **Objektstrukturen**, und



II. Computersemiotik - 2. *Situiertheit*

beruht auf diesen Restriktionen (**Uniformitäten**). Sie verbinden ein System mit jenem Ausschnitt (**Exo-Realität**) der *Umgebung*, den es als seine (**Endo-Realität**) wahrnimmt.

Uniformitäten bestimmen die Verarbeitung (a) *externer* Daten (input) zu **Objektstrukturen**, und (b) *interner* Repräsentationen (mentaler Modelle) zu **Perzeptstrukturen**: –

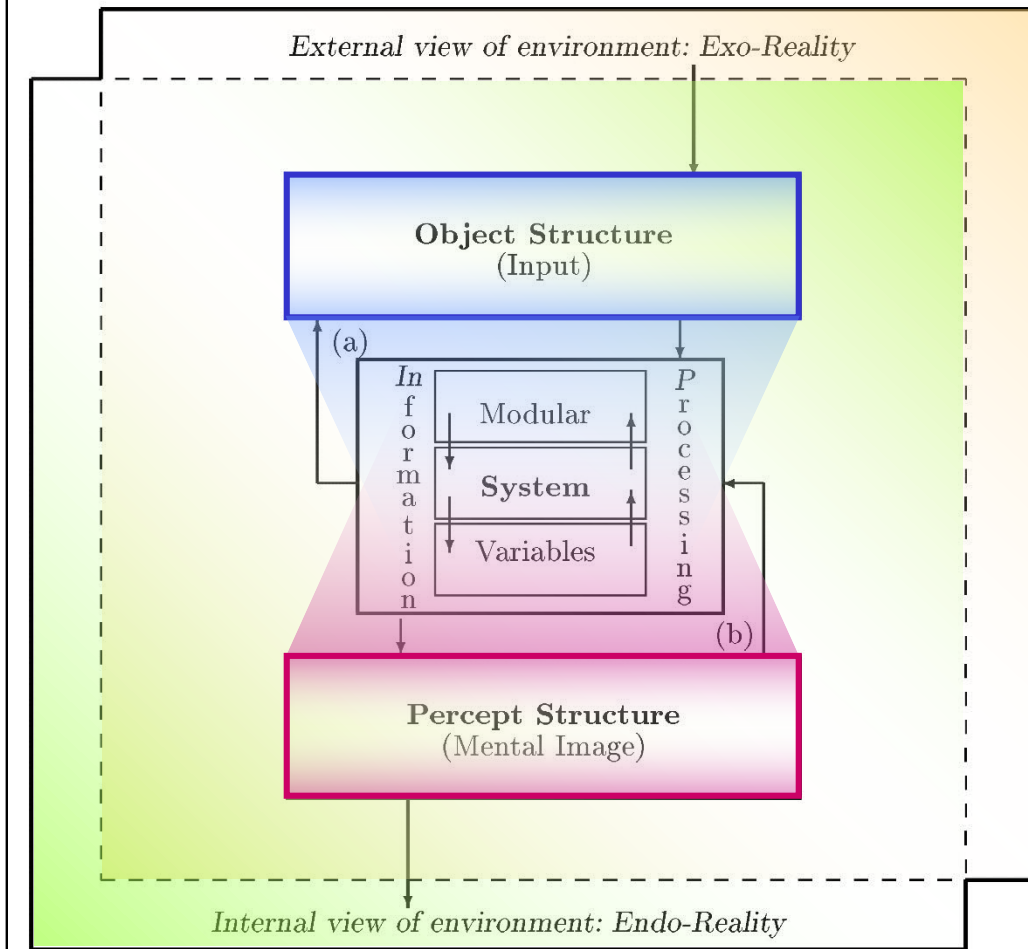


II. Computersemiotik - 2. *Situiertheit*

beruht auf diesen Restriktionen (**Uniformitäten**). Sie ver-

binden ein System mit jenem Ausschnitt (**Exo-Realität**) der *Umgebung*, den es als seine (**Endo-Realität**) wahrnimmt.

Uniformitäten bestimmen die Verarbeitung (a) *externer* Daten (input) zu **Objektstrukturen**, und (b) *interner* Repräsentationen (mentaler Modelle) zu **Perzeptstrukturen**: – d.h. sie **koppeln** beide **strukturell**.



II. SCIP Systeme und Computersemiotik

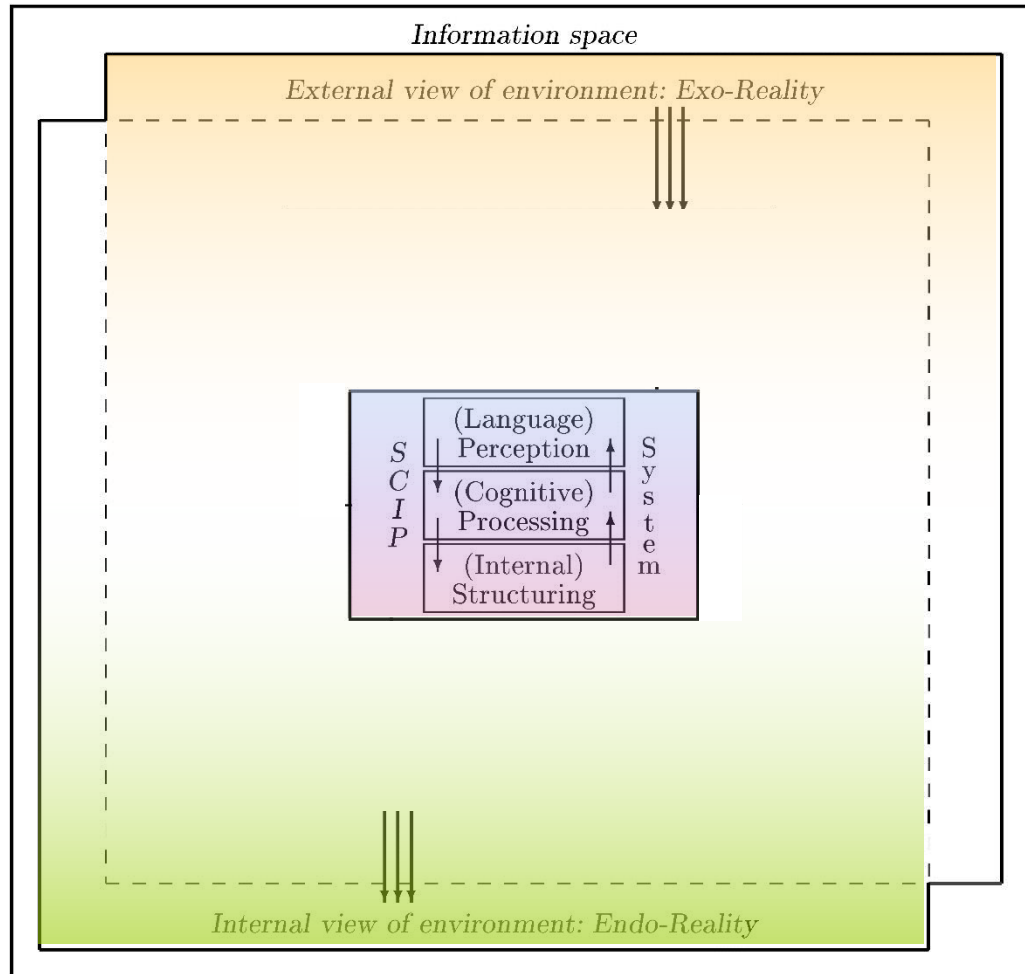
Extern und Intern

Situiertheit

Strukturelle Kopplung

II. Computersemiotik – 3. *Strukturelle Kopplung*

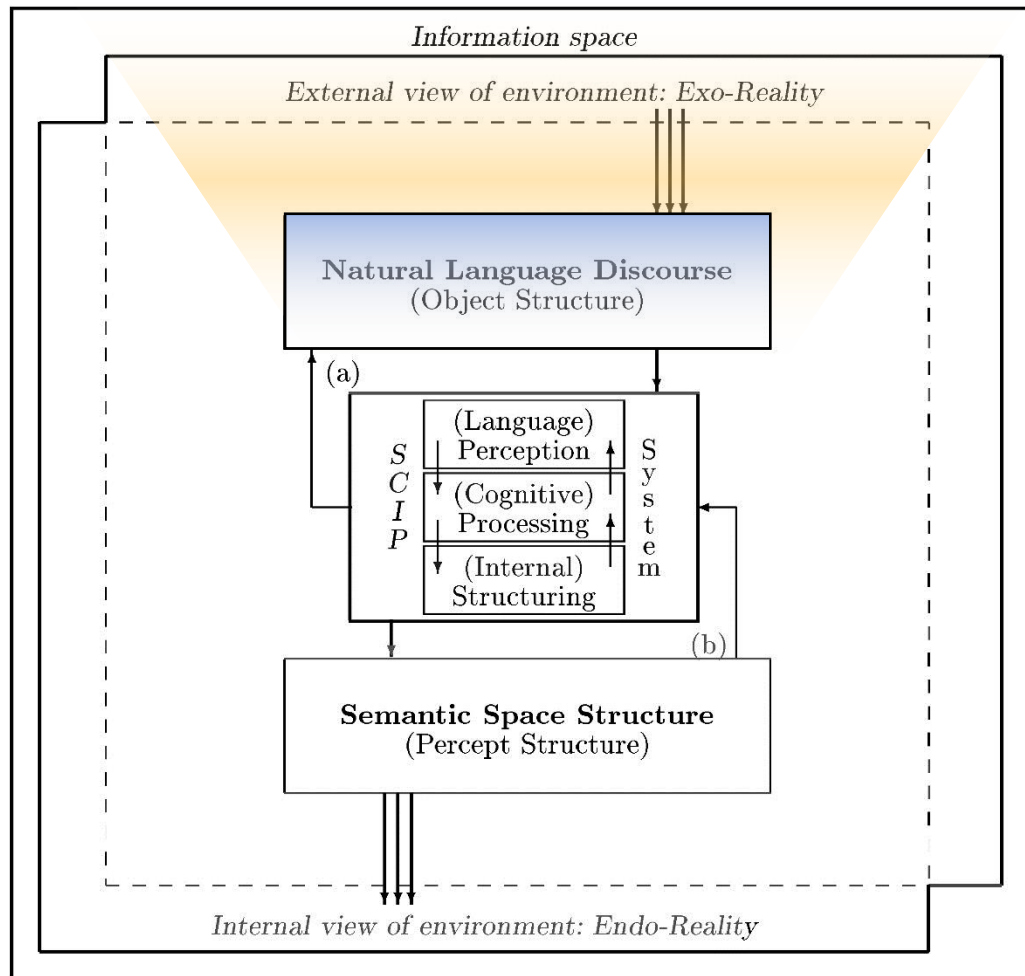
von SCIP Systemen und *Umgebung* erfolgt durch **Sprache**.



II. Computersemiotik – 3. *Strukturelle Kopplung*

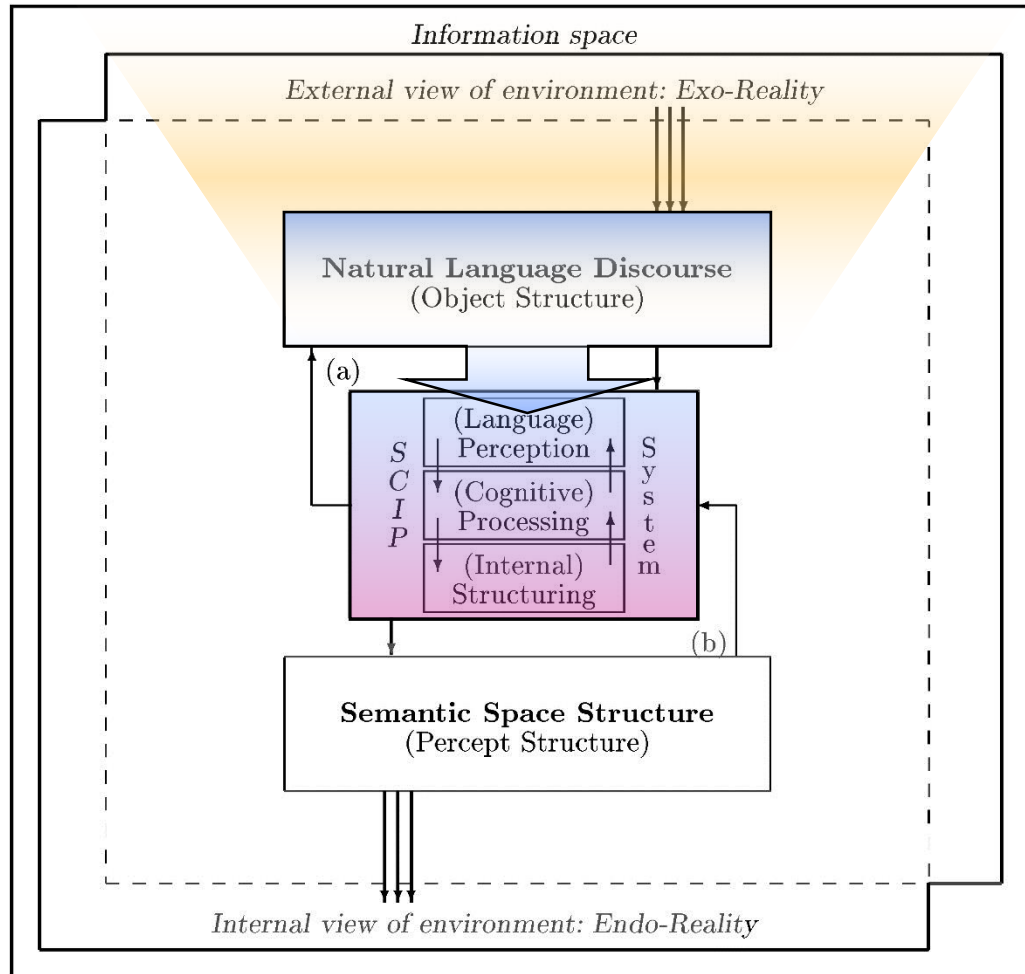
von SCIP Systemen und *Umgebung* erfolgt durch **Sprache**.

Exo-Realität von SCIPS besteht aus **NL-Texten**.



II. Computersemiotik – 3. *Strukturelle Kopplung*

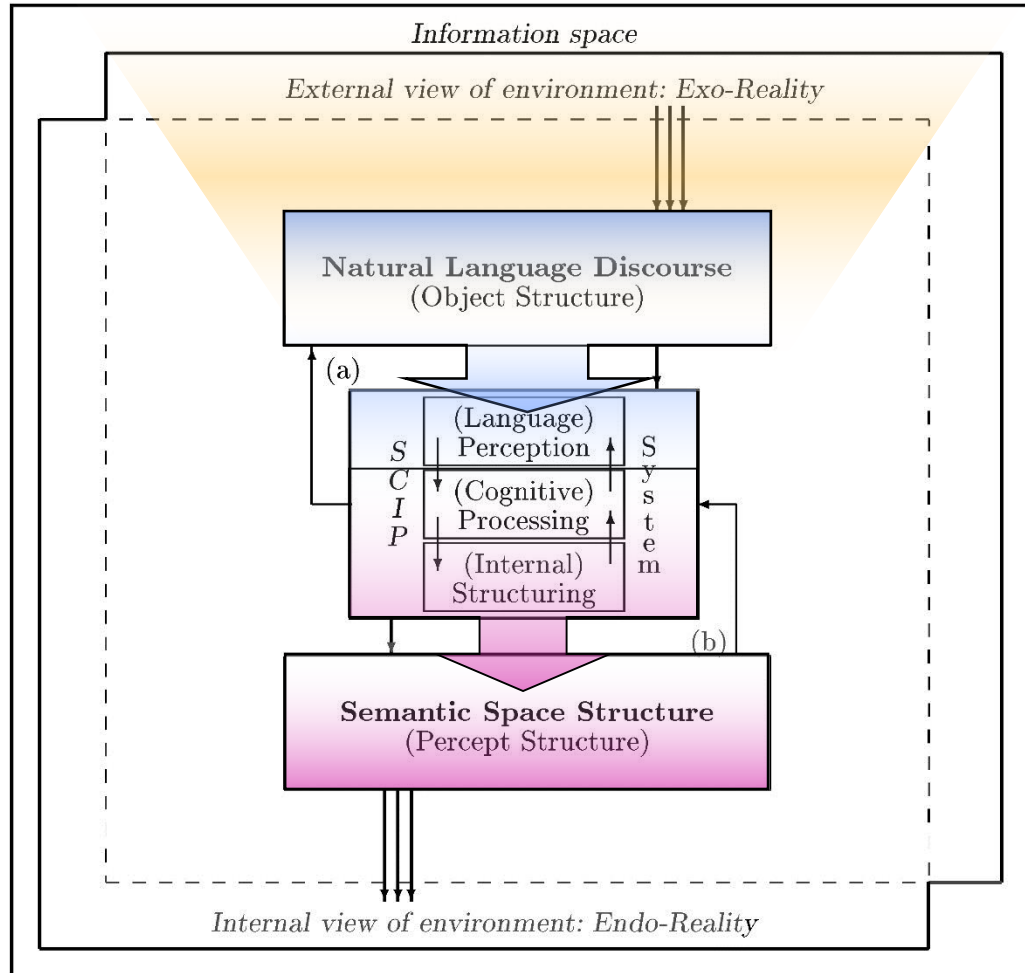
von SCIP Systemen und *Umgebung* erfolgt durch **Sprache**.



Exo-Realität von SCIPS besteht aus *NL-Texten*. Sie werden (a) gemäß der perzeptiv-semiotischen Fähigkeiten (*attunement*) des *SCIP-Systems* verarbeitet, und

II. Computersemiotik – 3. *Strukturelle Kopplung*

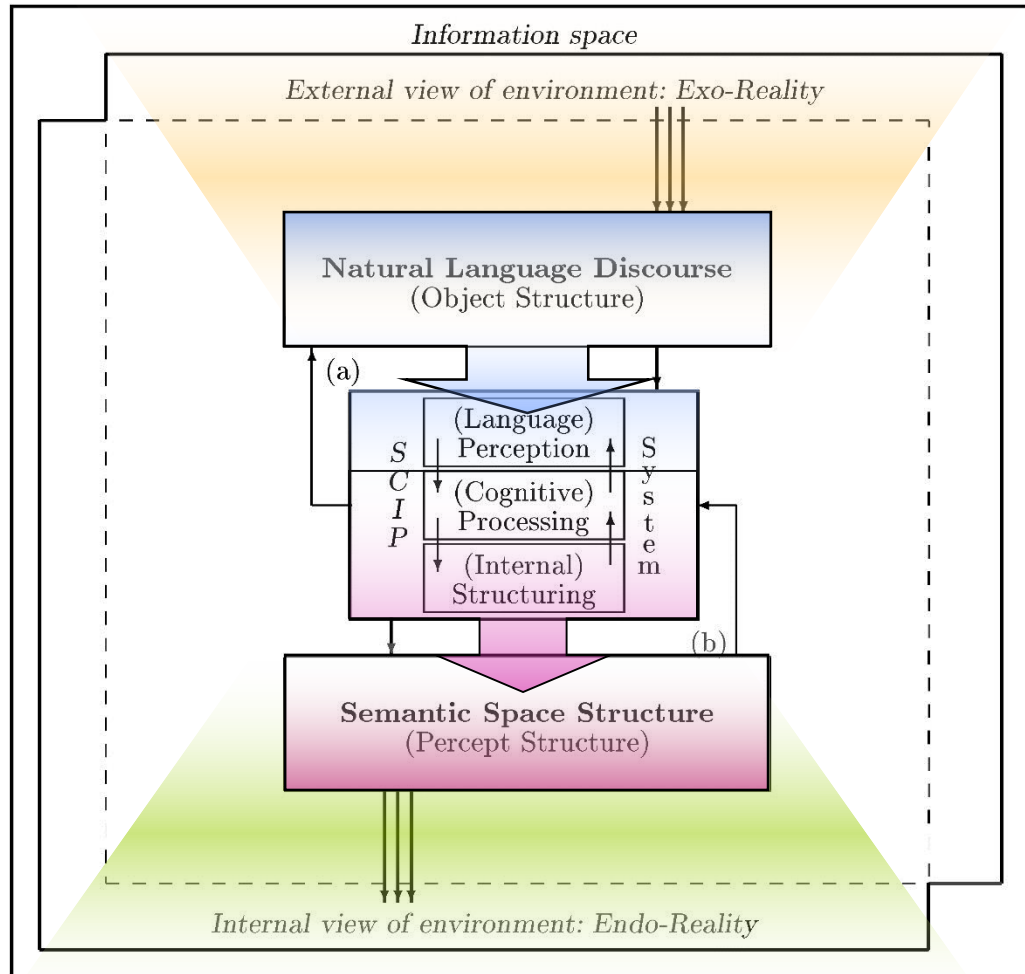
von SCIP Systemen und *Umgebung* erfolgt durch **Sprache**.



Exo-Realität von SCIPS besteht aus **NL-Texten**. Sie werden
(a) gemäß der perzeptiv-semiotischen Fähigkeiten (*attunement*) des **SCIP-Systems** verarbeitet, und
(b) in *multi-resolutionalen* (Wissens-)Strukturen des **semantischen Raums** repräsentiert,

II. Computersemiotik – 3. *Strukturelle Kopplung*

von SCIP Systemen und *Umgebung* erfolgt durch **Sprache**.



Exo-Realität von SCIPS besteht aus **NL-Texten**. Sie werden (a) gemäß der perzeptiv-semiotischen Fähigkeiten (*attunement*) des **SCIP-Systems** verarbeitet, und (b) in *multi-resolutionalen* (Wissens-)Strukturen des **semantischen Raums** repräsentiert, der zur Basis der **Endo-Realität** des Systems wird.

III. Dynamische Image Generierende Semantik

Formale Dekomposition: Morphismen

Empirische Rekonstruktion: Instantiierung

Prozedurale Implementation: Überprüfung

III. DIG-Semantik – 1. Formale Dekomposition

Bedeutung ist eine Beziehung, die – dank besonderer (ko- und kontextueller) Bedingungen – bestimmte *physikalische Objekte* mit anderen *Objekten* verbindet, so daß sie unterschiedlichen *ontologischen Status* annehmen.

Diese Verschiedenheit erlaubt es, **Zeichen** $z \in V$ von (nicht-symbolischen) **Entitäten** $x \in U$ zu unterscheiden, die sie repräsentieren bzw. für die sie stehen (können).

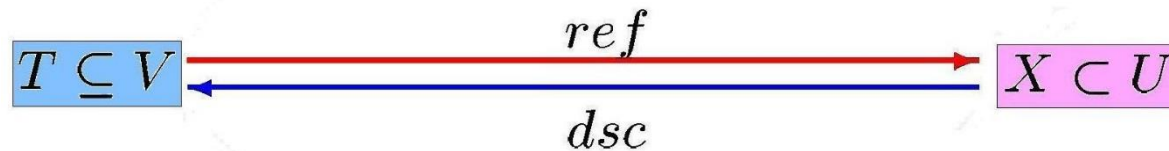
Formal als **unscharfe (fuzzy) Relation** L von (Aggregaten T) von sprachlichen **Zeichen** $z \in V$ des Vokabulars und (Kollektionen X) von **Entitäten** $x \in U$ im *Diskurs-Universum* definiert

$$\mu_L = V \times U \rightarrow [0,1]; \quad 0 \leq \mu_L(z,x) \leq 1$$



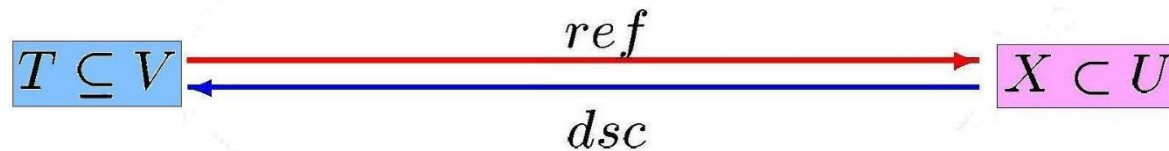
III. DIG-Semantik – 1. Formale Dekomposition

induziert L eine zweiseitige Korrespondenz (Zadeh 1972),



III. DIG-Semantik – 1. Formale Dekomposition

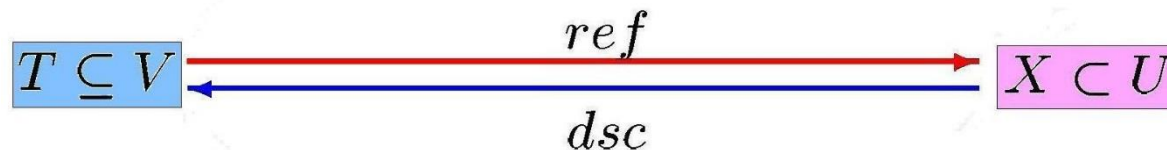
induziert L eine zweiseitige Korrespondenz (Zadeh 1972),



die *Referenz* $ref \subseteq T \times X$

III. DIG-Semantik – 1. Formale Dekomposition

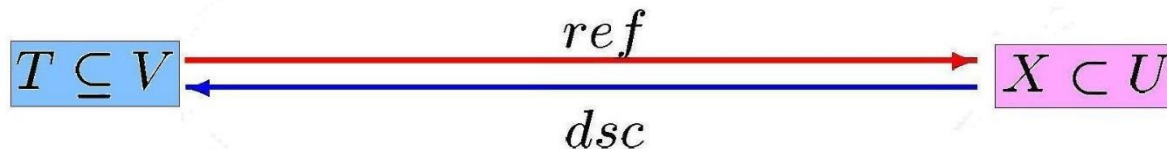
induziert L eine zweiseitige Korrespondenz (Zadeh 1972),



die *Referenz* $ref \subseteq T \times X$
und *Deskription* $dsc \subseteq X \times T$

III. DIG-Semantik – 1. Formale Dekomposition

induziert L eine zweiseitige Korrespondenz (Zadeh 1972),



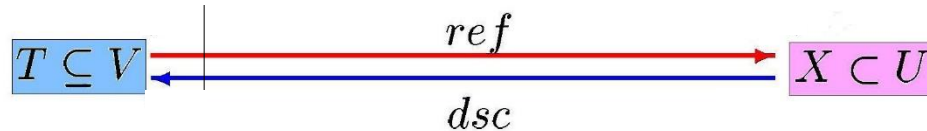
die **Referenz** $ref \subseteq T \times X$
und **Deskription** $dsc \subseteq X \times T$

zunächst als **Morphismen** bestimmt. *Morphismen* kennzeichnen formal den **Typ** abstrakter **Zugeordnetheit**, dessen Allgemeinheit unbestimmt läßt, ob sie als *Relation*, *Funktion*, *Abbildung* (partiell oder total), als *Komposition* daraus, oder sonst wie **instantiiert** werden wird.



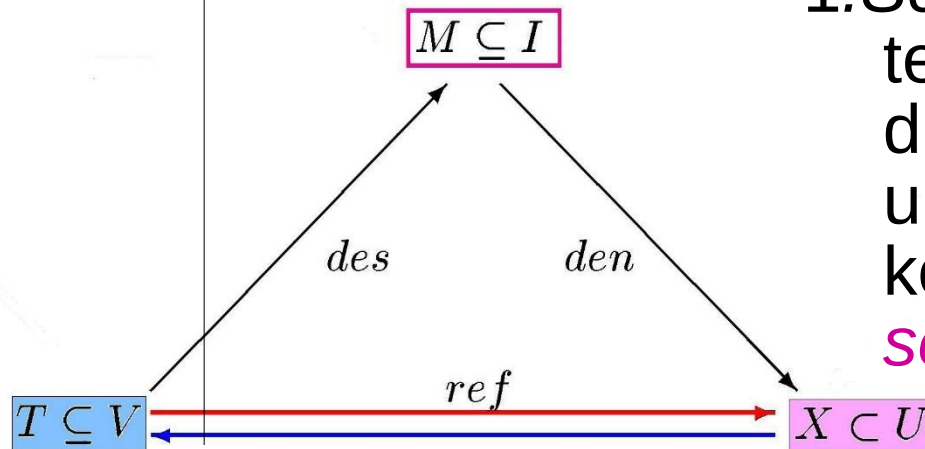
III. DIG-Semantik – 1. Formale Dekomposition

Schrittweise Dekomposition dieser **Morphismen** bereitet formale Rekonstruktion und prozedurale Realisation vor:



III. DIG-Semantik – 1. Formale Dekomposition

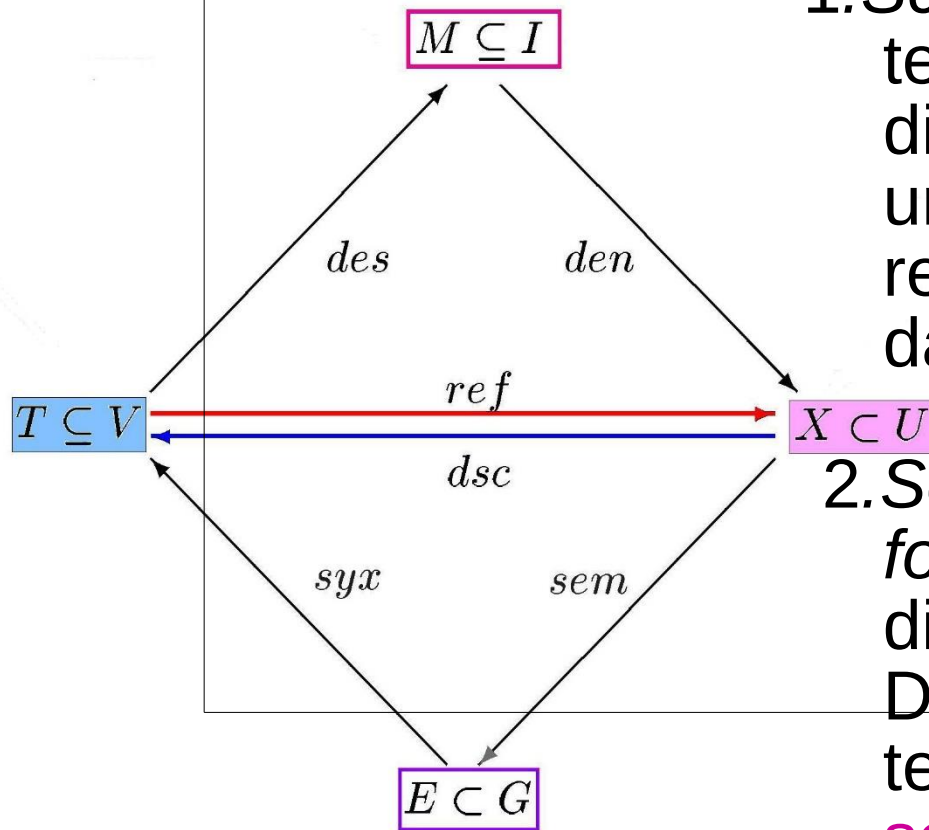
Dekomposition der **ersten Stufe** erlaubt die formale Rekonstruktion traditioneller *kognitiver Modellbildungen*:



1. Schritt: Einführung einer internen Wissensbasis $M \subseteq I$, die *ref*=Referenz über *den* und *des* dekomponiert/rekonstruiert (erinnert an das *semiotische Dreieck*).

III. DIG-Semantik – 1. Formale Dekomposition

Dekomposition der **ersten Stufe** erlaubt die formale Rekonstruktion traditioneller *kognitiver Modellbildungen*:

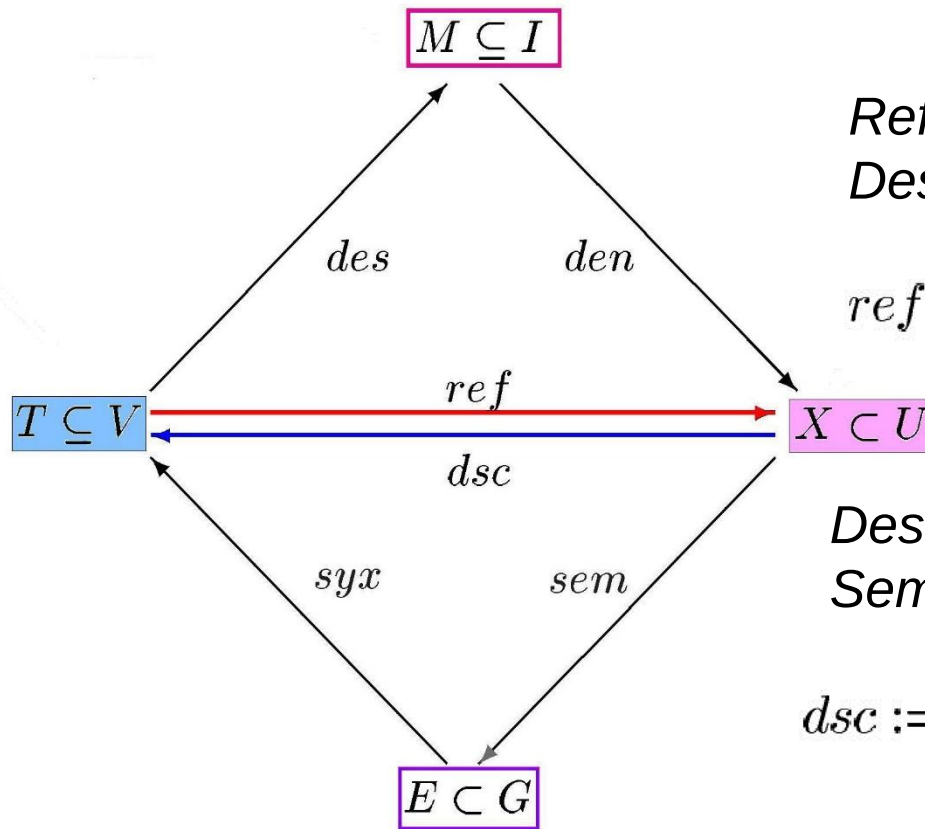


1. Schritt: Einführung einer internen Wissensbasis $M \subseteq I$, die *ref*=Referenz über *den* und *des* dekomponiert/rekonstruiert (erinnert an das *semiotische Dreieck*).

2. Schritt: Einführung einer formalen Grammatik $E \subset G$ die wahre und korrekte Deskriptionen T von Entitäten X generiert und *dsc*=Beschreibung rekonstruiert.

III. DIG-Semantik – 1. Formale Dekomposition

Morphismen der **ersten Stufe** und ihre formale Definition als **Kompositionen**:



Referenz *ref* als **Komposition** von Designation *des* und Denotation *den*:

$$ref := den \circ des \text{ wobei } \begin{cases} des \subseteq T \times M \\ den \subseteq M \times X \end{cases}$$

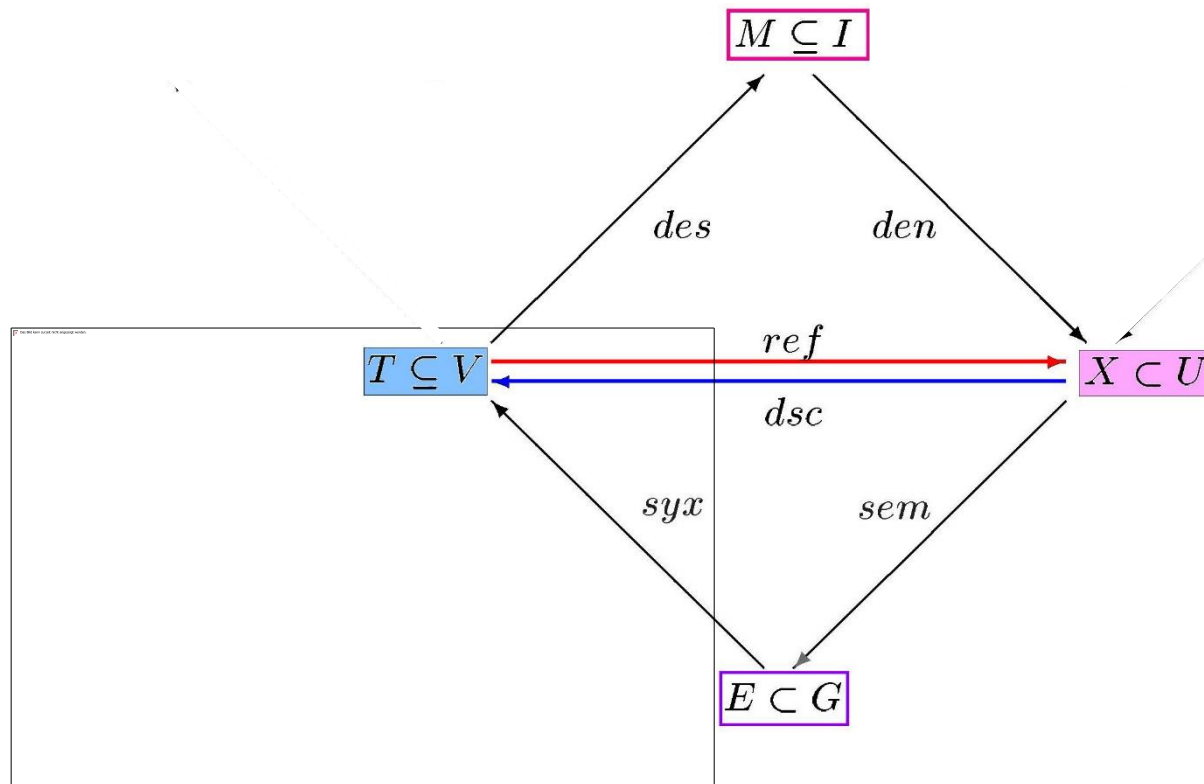
Deskription *dsc* als **Komposition** von Semantik *sem* und Syntax *syx* Regeln:

$$dsc := syx \circ sem \text{ wobei } \begin{cases} sem \subseteq X \times E \\ syx \subseteq E \times T \end{cases}$$



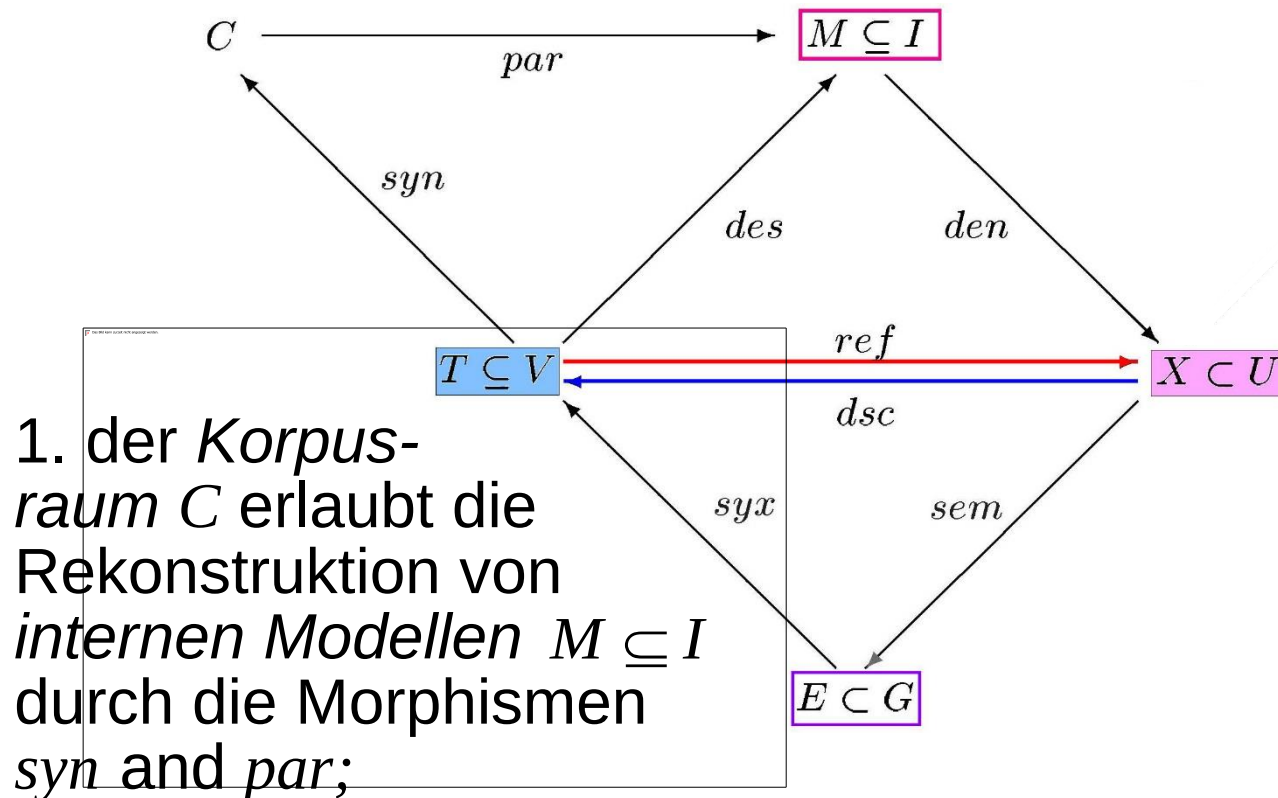
III. DIG-Semantik – 1. Formale Dekomposition

Analog werden auf der **zweiten Stufe** die Morphismen des =**Designation** und den =**Denotation** zerlegt:



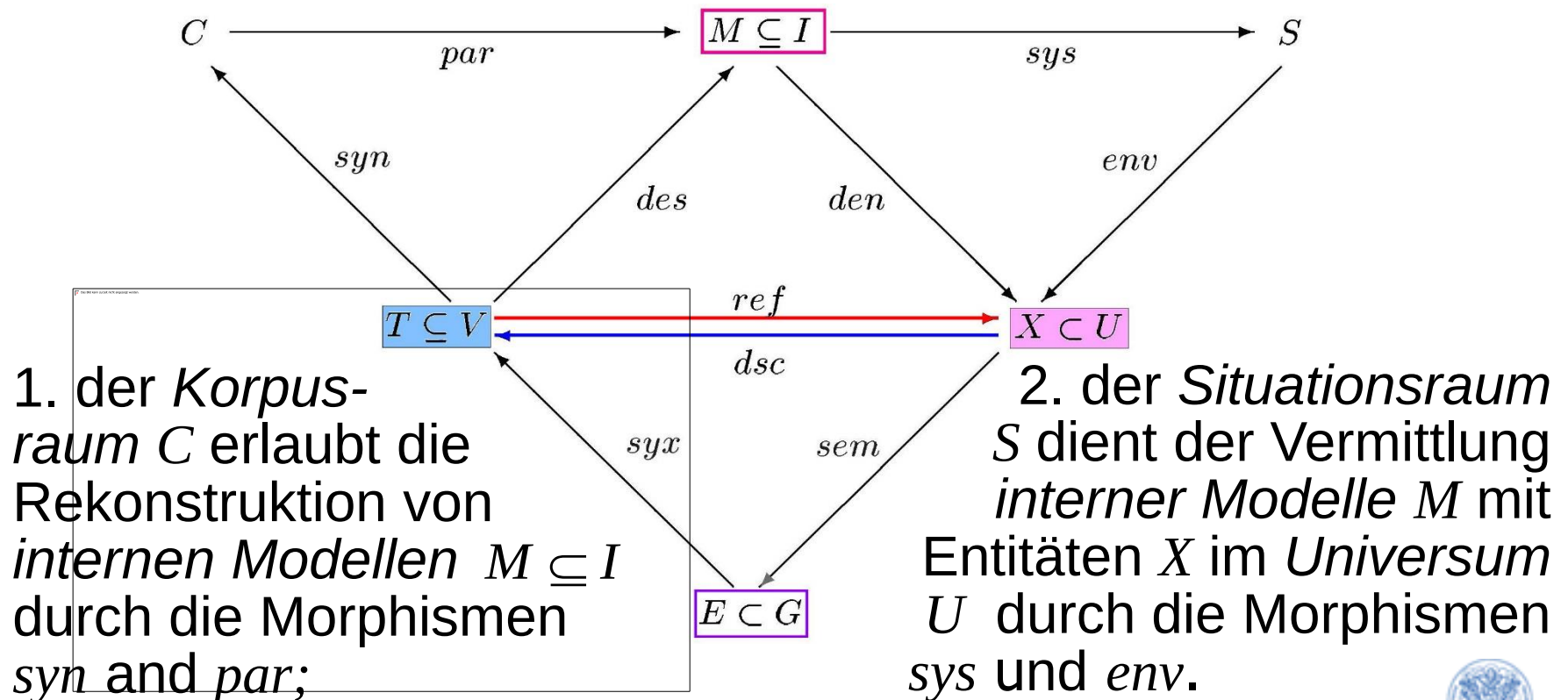
III. DIG-Semantik – 1. Formale Dekomposition

Analog werden auf der **zweiten Stufe** die Morphismen des =**Designation** und den =**Denotation** zerlegt:



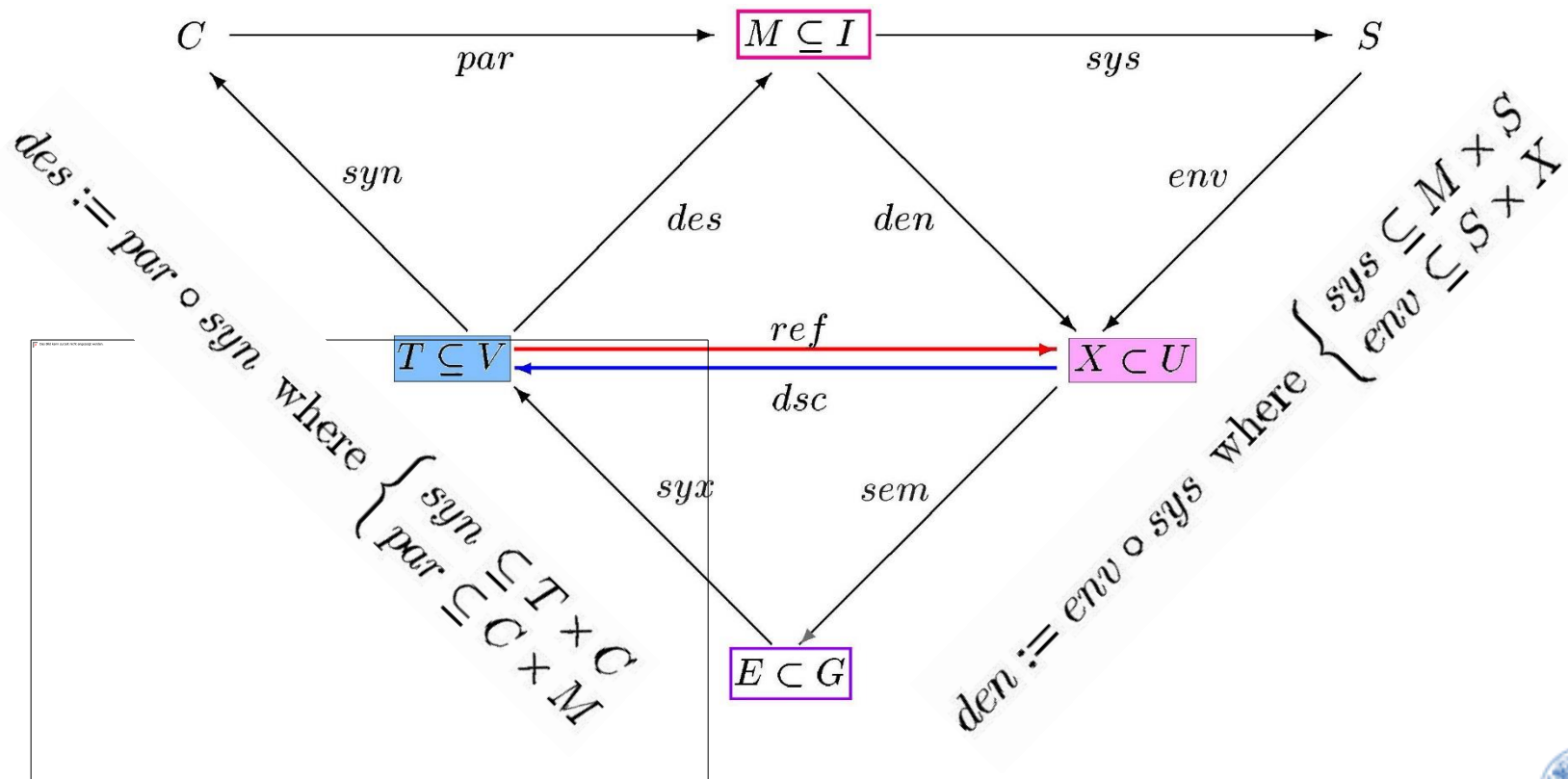
III. DIG-Semantik – 1. Formale Dekomposition

Analog werden auf der **zweiten Stufe** die Morphismen *des*=**Designation** und *den*=**Denotation** zerlegt:



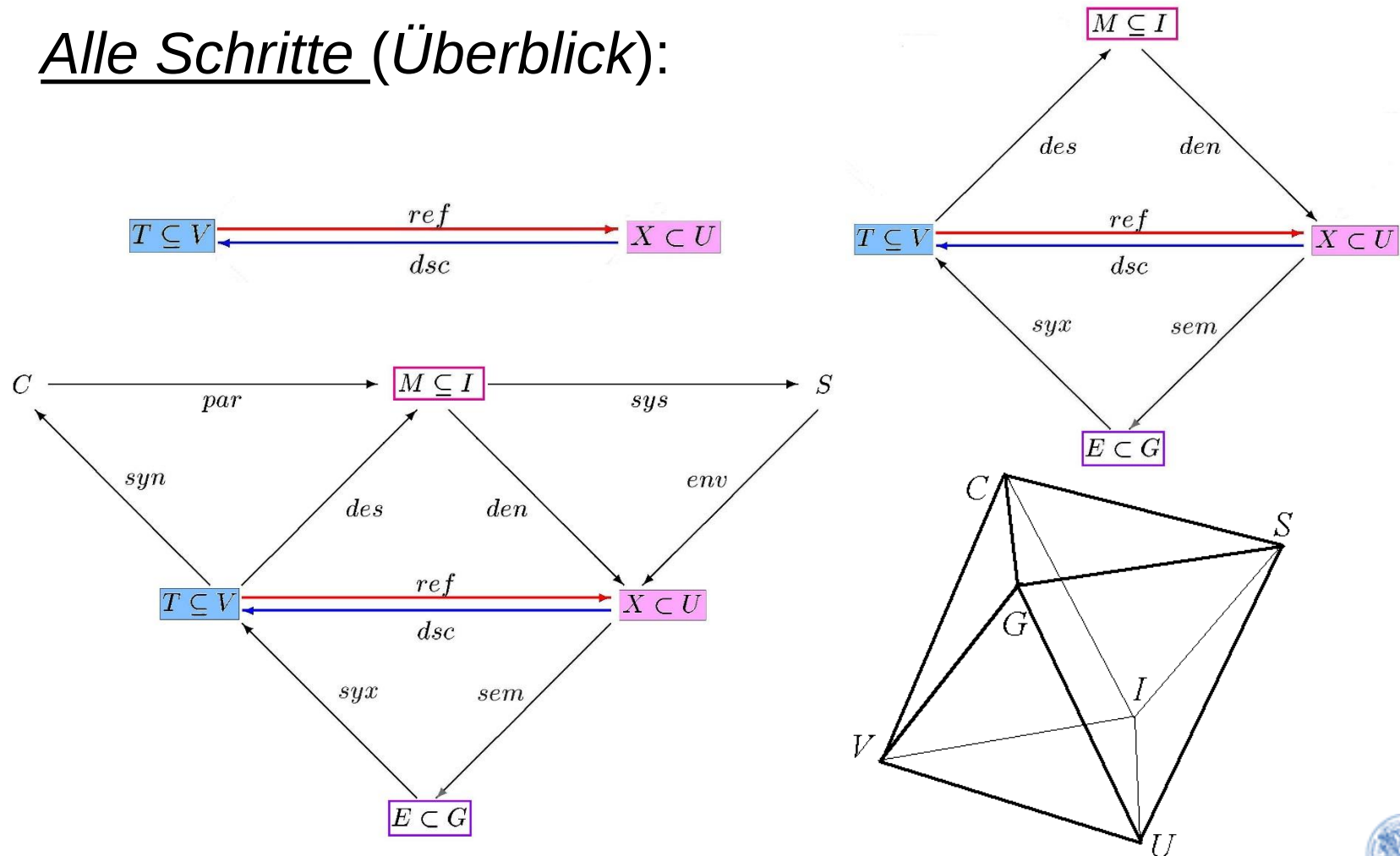
III. DIG-Semantik – 1. Formale Dekomposition

Morphismen der zweiten Stufe und ihre formale Definition als Kompositionen:



III. DIG-Semantik – 1. Formale Dekomposition

Alle Schritte (Überblick):



III. Dynamische Image Generierende Semantik

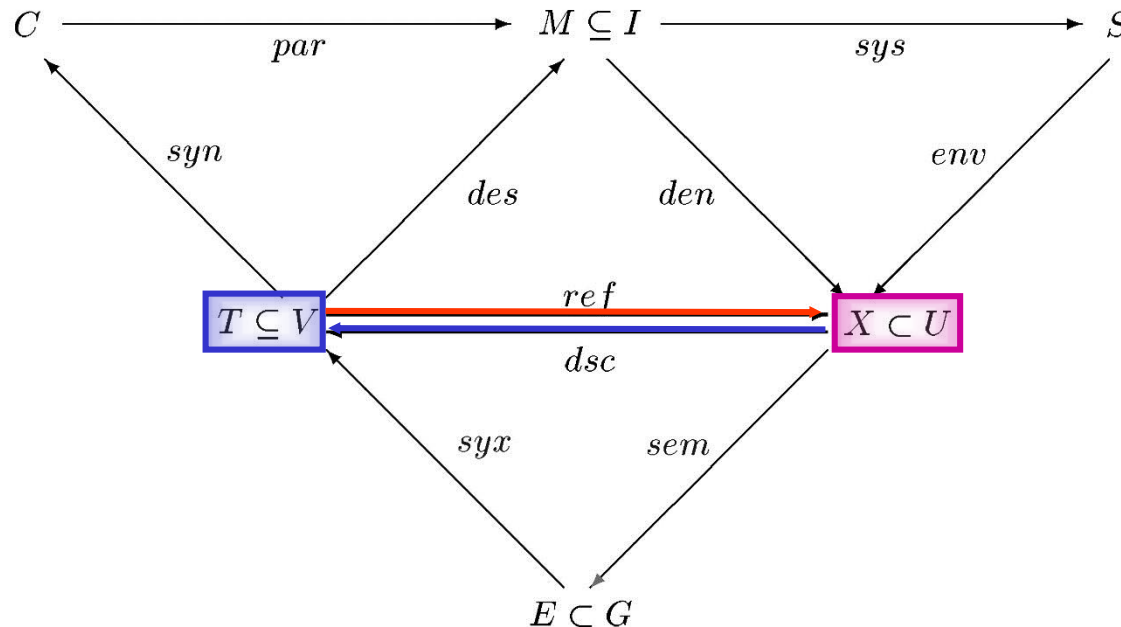
Formale Dekomposition: Morphismen

Empirische Rekonstruktion: Instantiierung

Prozedurale Implementation: Überprüfung

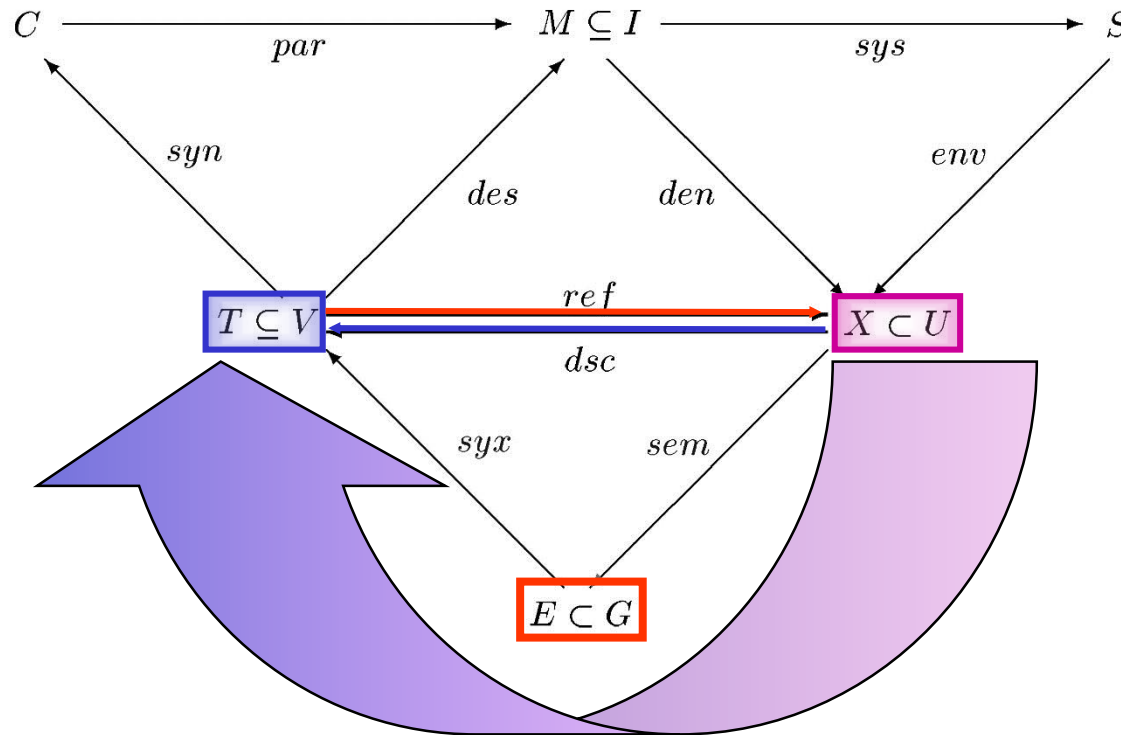
III. DIG-Semantik – 2. Empirische Rekonstruktion

Auf der Basis der formalen Zusammenhänge zwischen Umgebung, System, und seiner Verarbeitung sprachlicher Umgebungsinformationen ist zu spezifizieren:



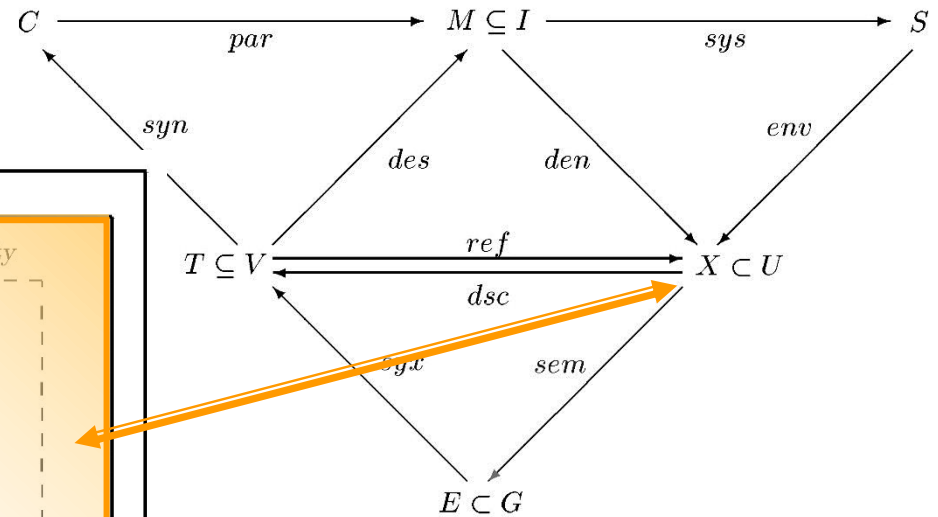
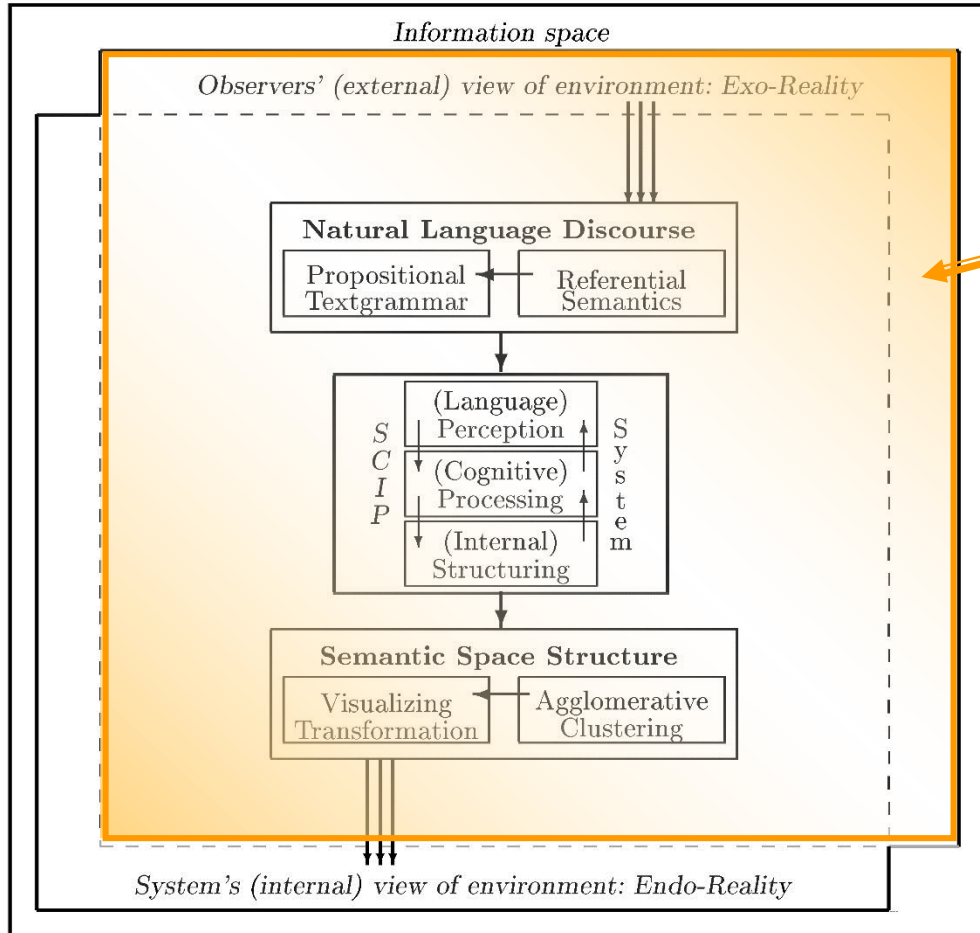
III. DIG-Semantik – 2. *Empirische Rekonstruktion*

1. Beschreibung der Umgebung (Exo-Sicht) in Form von NL Texten durch formale Grammatik (Syntax/Semantik).



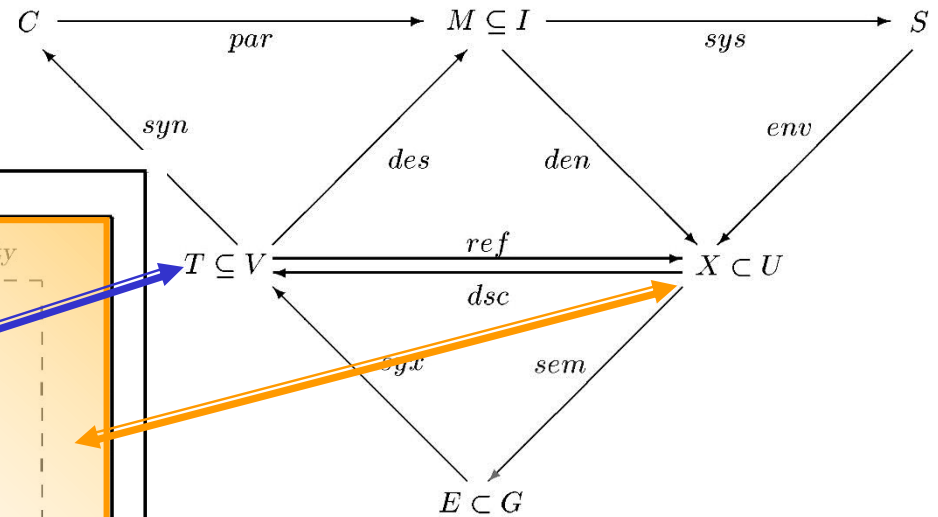
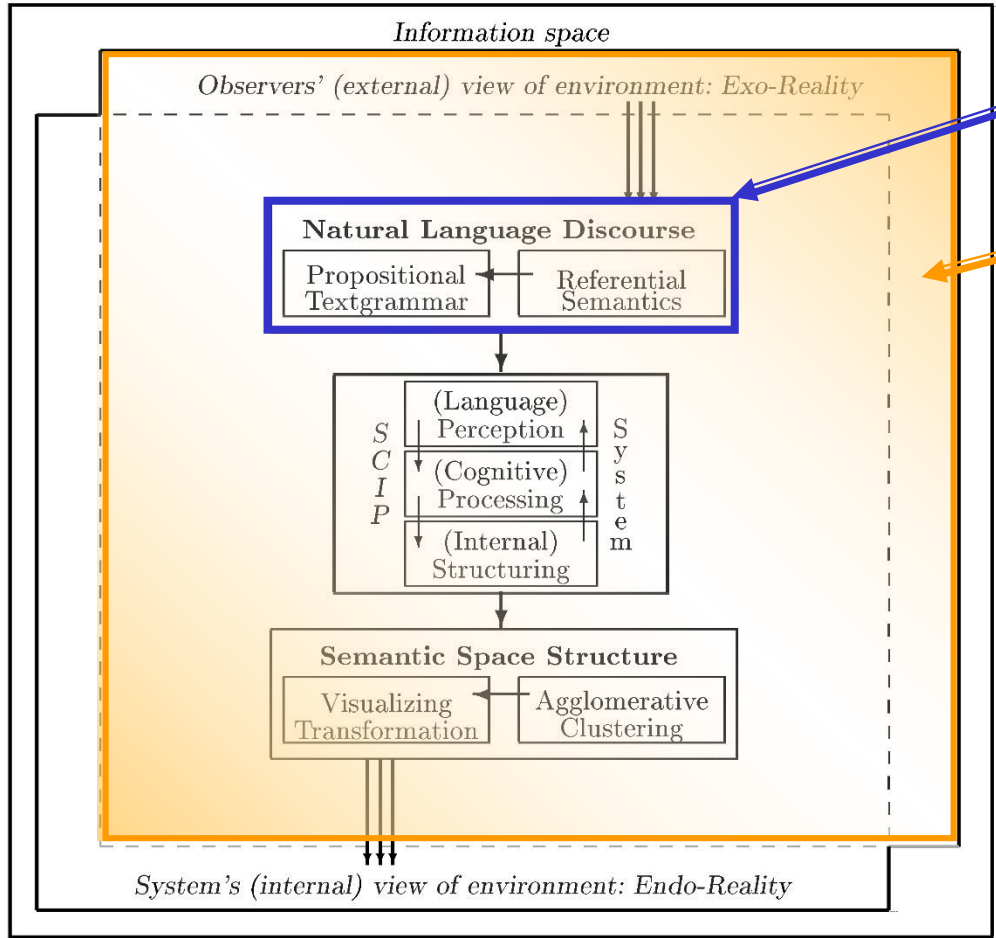
III. DIG-Semantik – 2. Empirische Rekonstruktion

Zuordnungen:



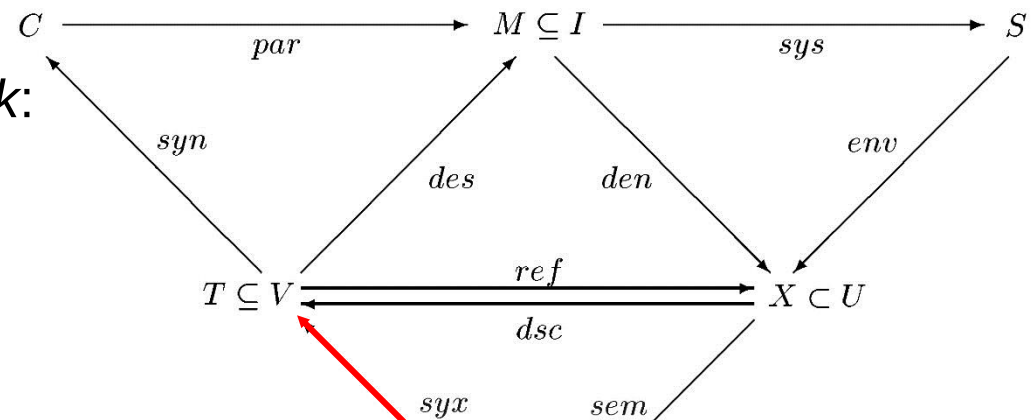
III. DIG-Semantik – 2. Empirische Rekonstruktion

Zuordnungen:



III. DIG-Semantik – 2. Empirische Rekonstruktion

Morphismen durch Grammatik:



Text-Syntax:

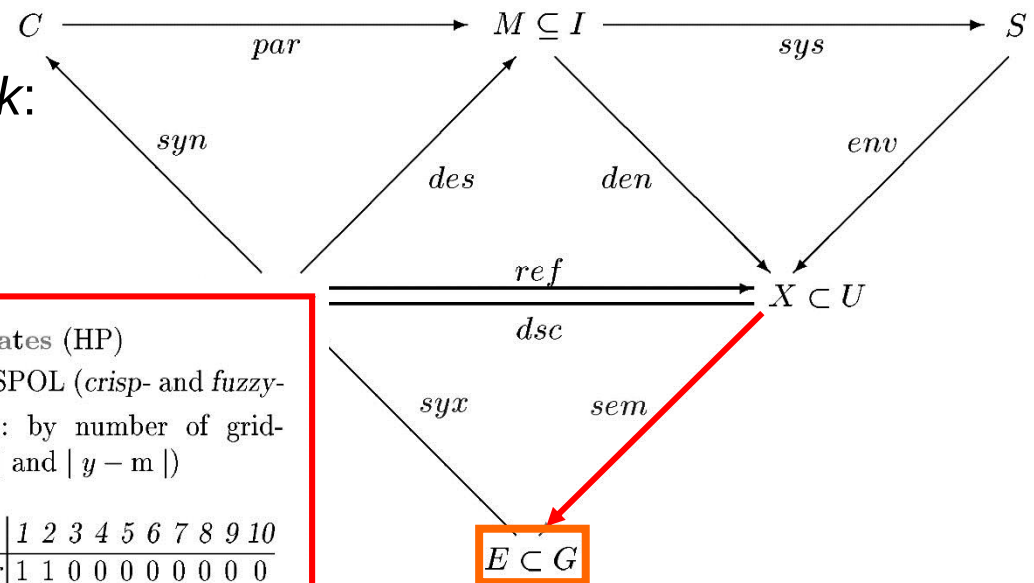
$T(\text{ext}) := \{S_i \mid S_i \rightarrow S_{i+1} : \mathcal{B} \wedge \{KP_1, KP_2\} \in S_i \wedge \{KP_1, KP_2\} \in S_{i+1}$
 $\quad \quad \quad \wedge \forall KP_j \in S_i \cup S_{i+1}; j = 1, 2; \quad i = 1, \dots, I\}$
 $\mathcal{B} := \{k(0, 1), k(1, 1), k(1, 0), k(1, -1), k(0, -1), k(-1, -1), k(-1, 0), k(-1, 1)$
 $\quad \quad \quad : k = 1\}$
 $S_i \rightarrow \text{NP} \quad \text{VP}$
 $\text{NP} \rightarrow \text{N}$
 $\text{VP} \rightarrow \text{V} \quad \text{PP}$
 $\text{PP} \rightarrow \text{HP} \quad \text{KP}$
 $\text{N} \rightarrow a \langle \text{triangle} \mid \text{square} \rangle$
 $\text{V} \rightarrow \text{lies}$
 $\text{HP} \rightarrow \langle \text{extremely} \mid \text{very} \mid \text{rather} \rangle \langle \text{near} \mid \text{far} \rangle$
 $\text{KP} \rightarrow \langle \text{on the left} \mid \text{on the right} \rangle \mid \langle \text{in front} \mid \text{behind} \rangle$

$E \subset G$

III. DIG-Semantik – 2. Empirische Rekonstruktion

Morphismen durch Grammatik:

Referenz-Semantik:



Core-predicates (KP)

as $>$ and $<$ relations of system positions x, y and object locations n, m (0-coordinates being down left) for all orientations N, E, S, W of the system

NORTH x, y	<i>in front</i>	<i>behind</i>
<i>on the left</i>	$>m, <n$	$>m, >n$
<i>on the right</i>	$<m, <n$	$>m, <n$

EAST x, y	<i>in front</i>	<i>behind</i>
<i>on the left</i>	$<m, <n$	$>m, <n$
<i>on the right</i>	$<m, >n$	$>m, >n$

SOUTH x, y	<i>in front</i>	<i>behind</i>
<i>on the left</i>	$<m, >n$	$<m, <n$
<i>on the right</i>	$>m, >n$	$<m, >n$

WEST x, y	<i>in front</i>	<i>behind</i>
<i>on the left</i>	$>m, >n$	$<m, >n$
<i>on the right</i>	$>m, <n$	$<m, <n$

Hedge-predicates (HP)

as distances of SPOL (crisp- and fuzzy-interpretations): by number of grid-points ($|x - n|$ and $|y - m|$)

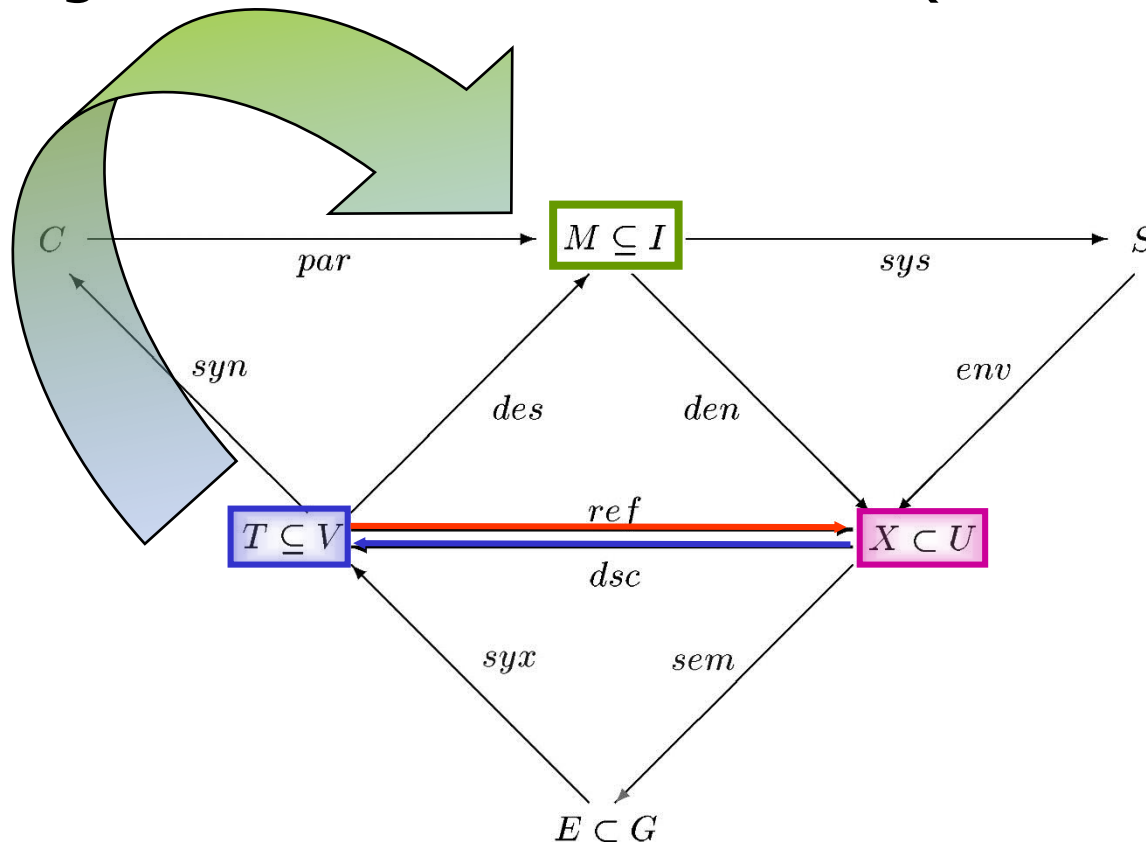
Crisp 1.0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>extremely near</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>very near</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>rather near</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>rather far</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>very far</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>extremely far</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Fuzzy 1.1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>extremely near</i>	1	1	.7	.2	0	0	0	0	0	0
<i>very near</i>	.2	.7	1	1	.7	.2	0	0	0	0
<i>rather nearby</i>	0	0	.2	.7	1	.7	.2	0	0	0
<i>rather far</i>	0	0	0	.2	.7	1	.7	.2	0	0
<i>very far</i>	0	0	0	0	.2	.7	1	1	.7	.2
<i>extremely far</i>	0	0	0	0	0	0	.2	.7	1	1



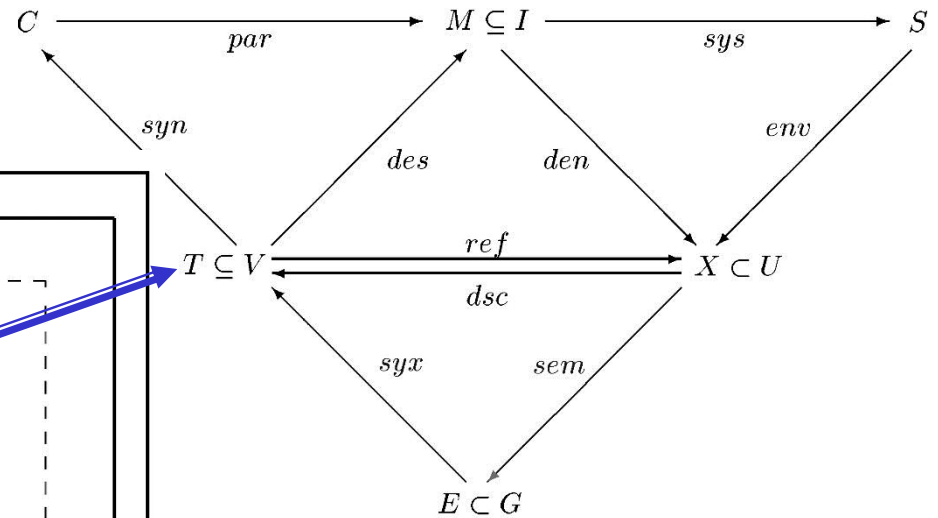
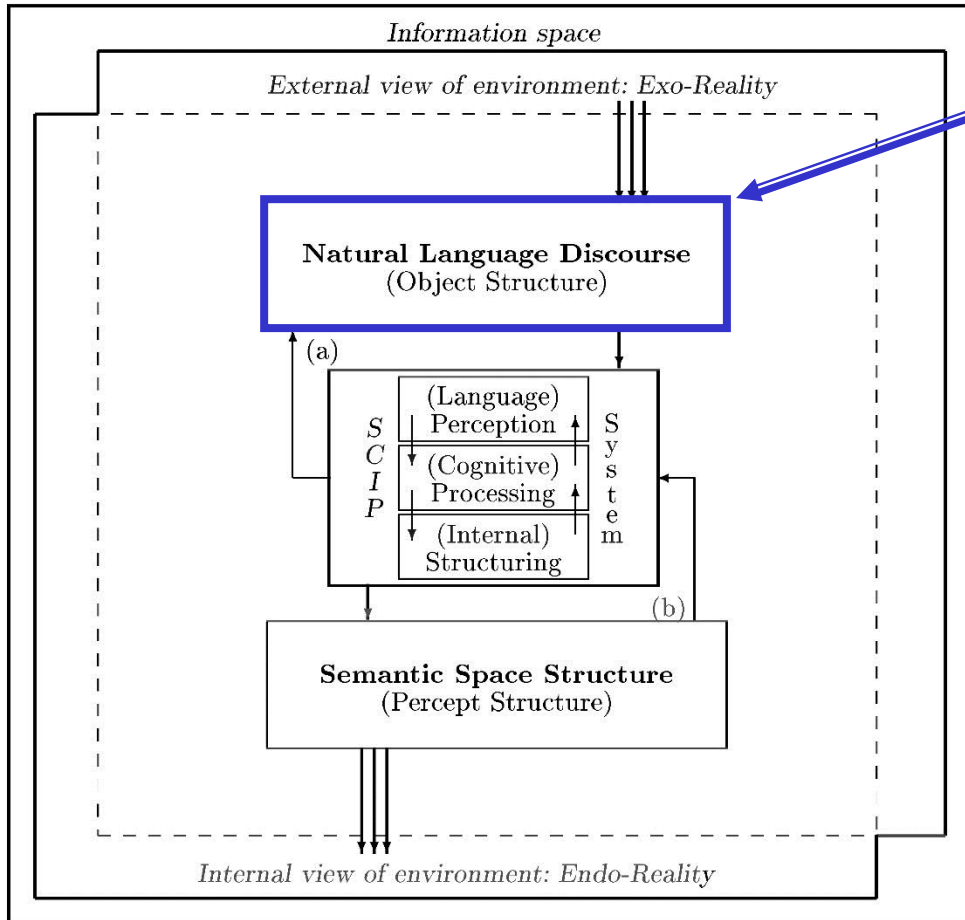
III. DIG-Semantik – 2. Empirische Rekonstruktion

2. Perzeptions-basierte Verarbeitung der NL Texte zur Berechnung des semantischen Raums (Endo-Sicht):



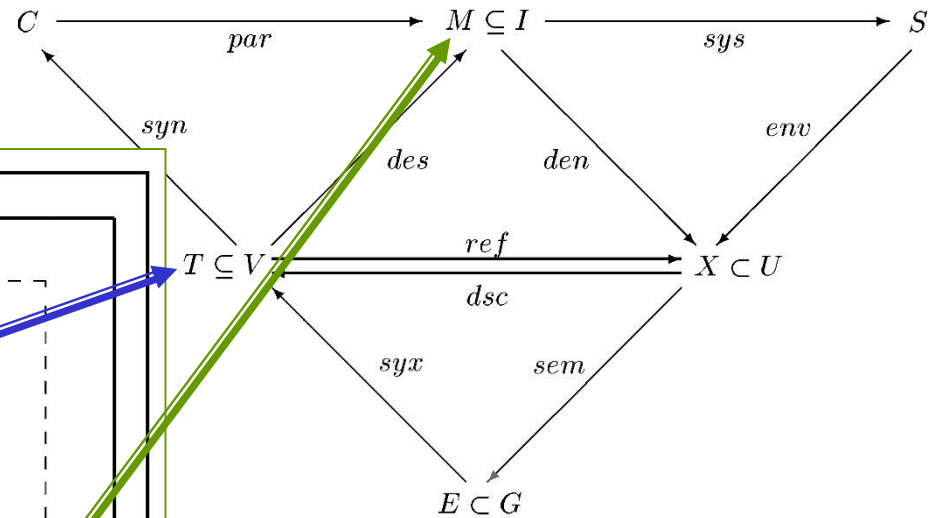
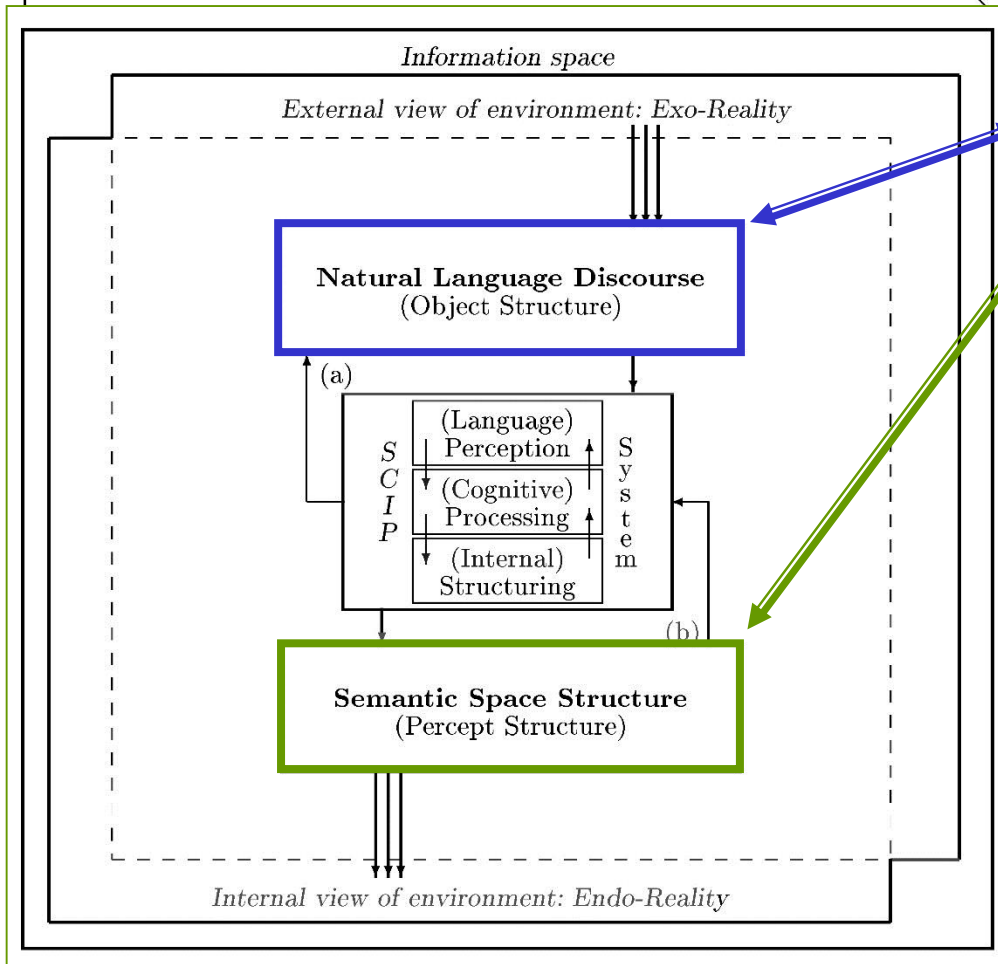
III. DIG-Semantik – 2. Empirische Rekonstruktion

Morphismen durch
SCIP-Schema:



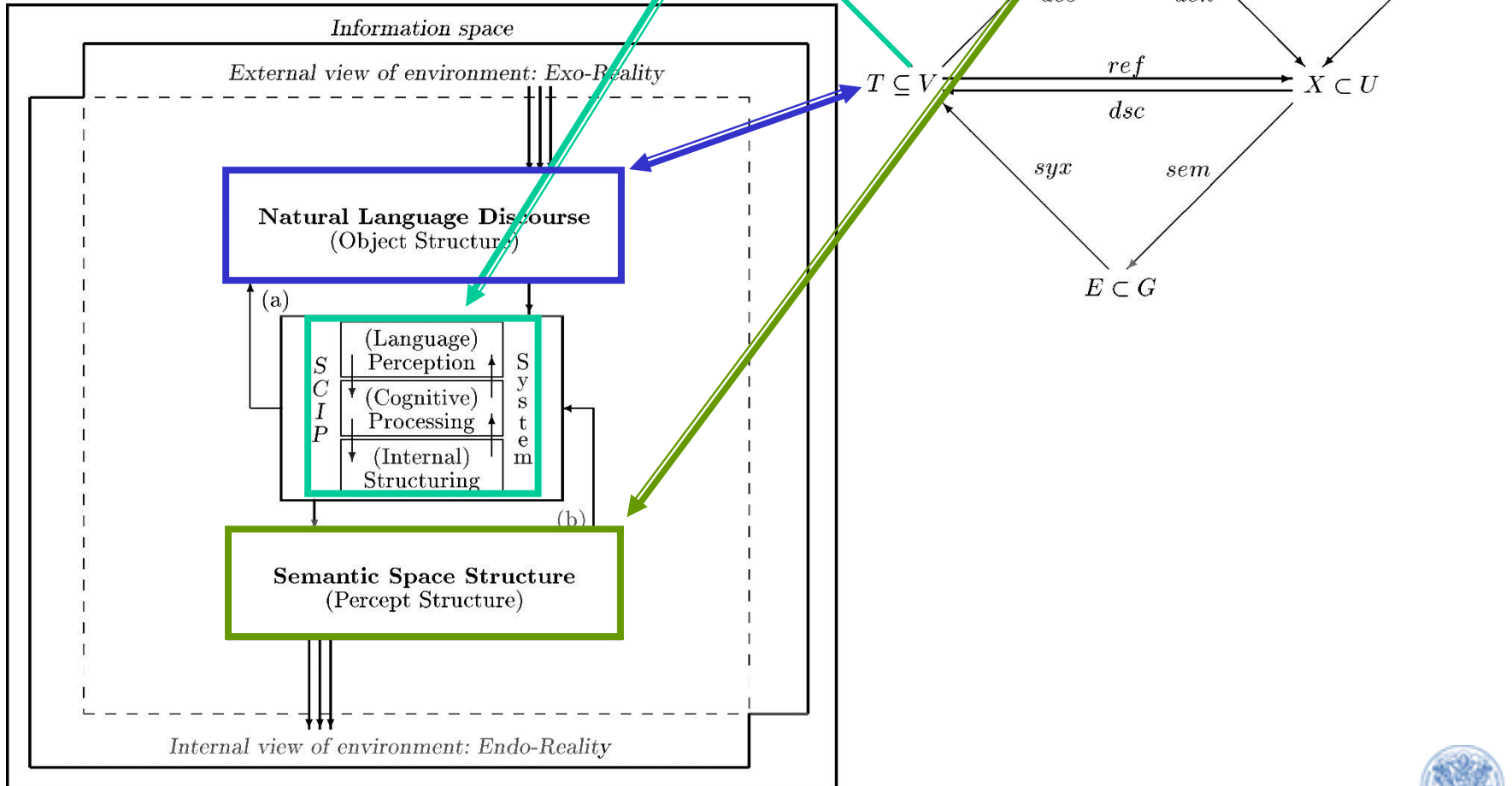
III. DIG-Semantik – 2. Empirische Rekonstruktion

Morphismen durch
SCIP-Schema:



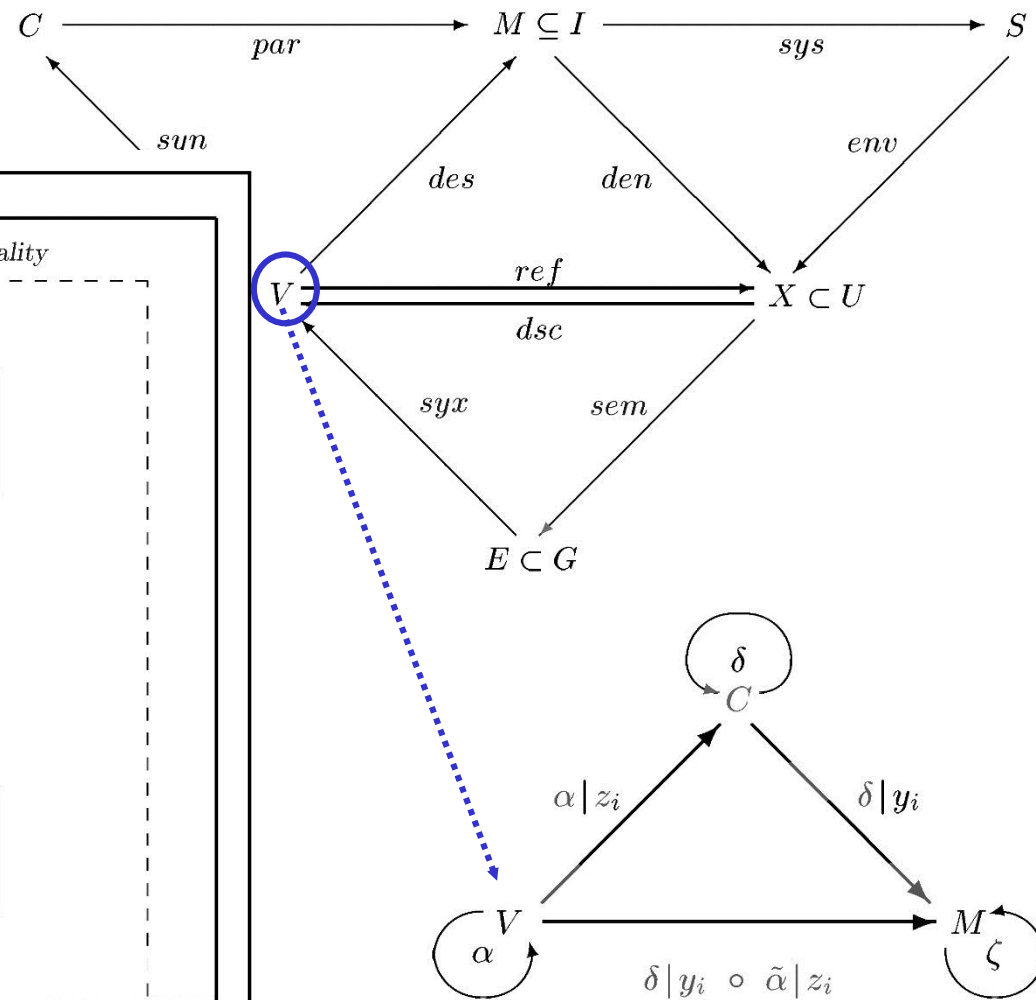
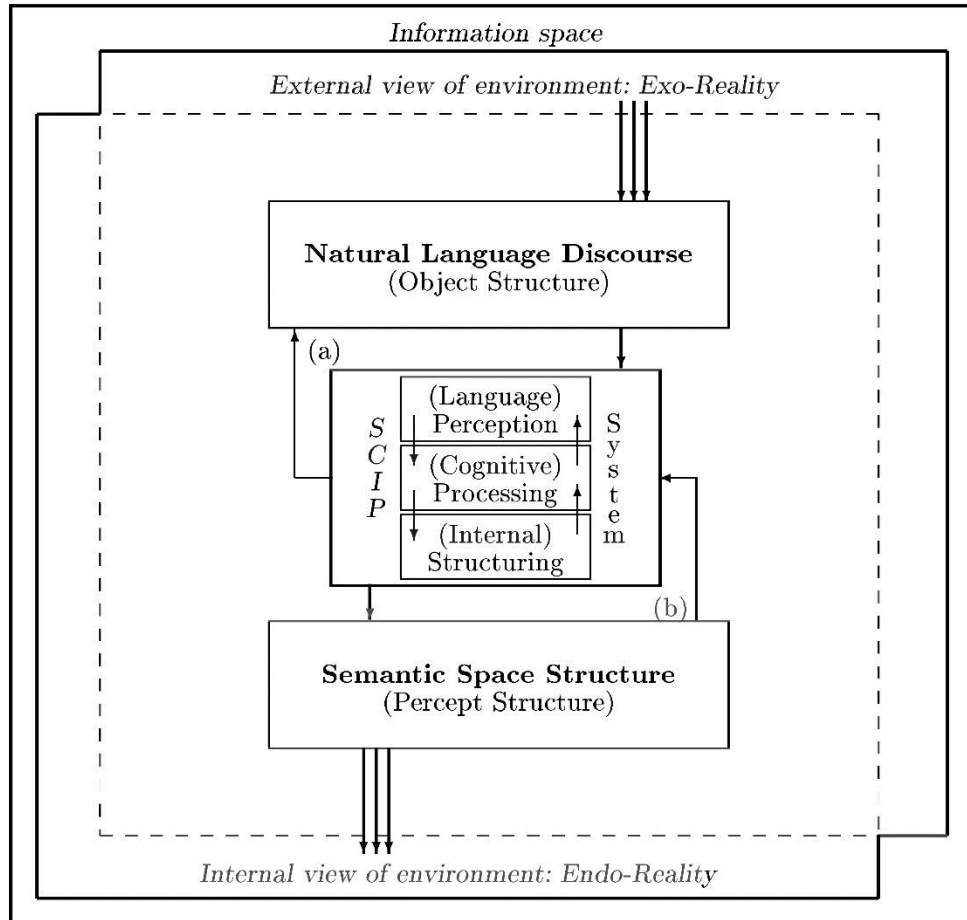
III. DIG-Semantik – 2. Empirische Rekonstruktion

Morphismen durch
SCIP-Schema:



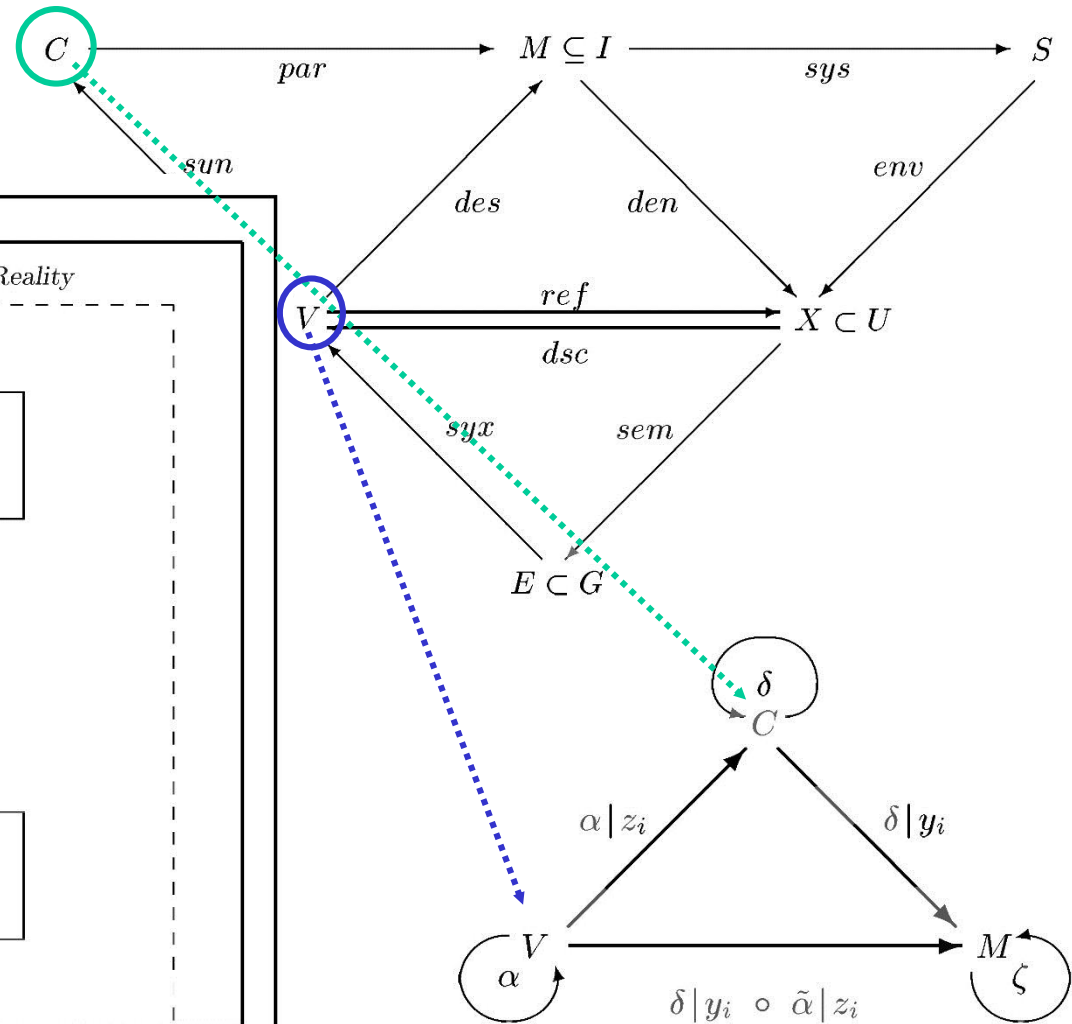
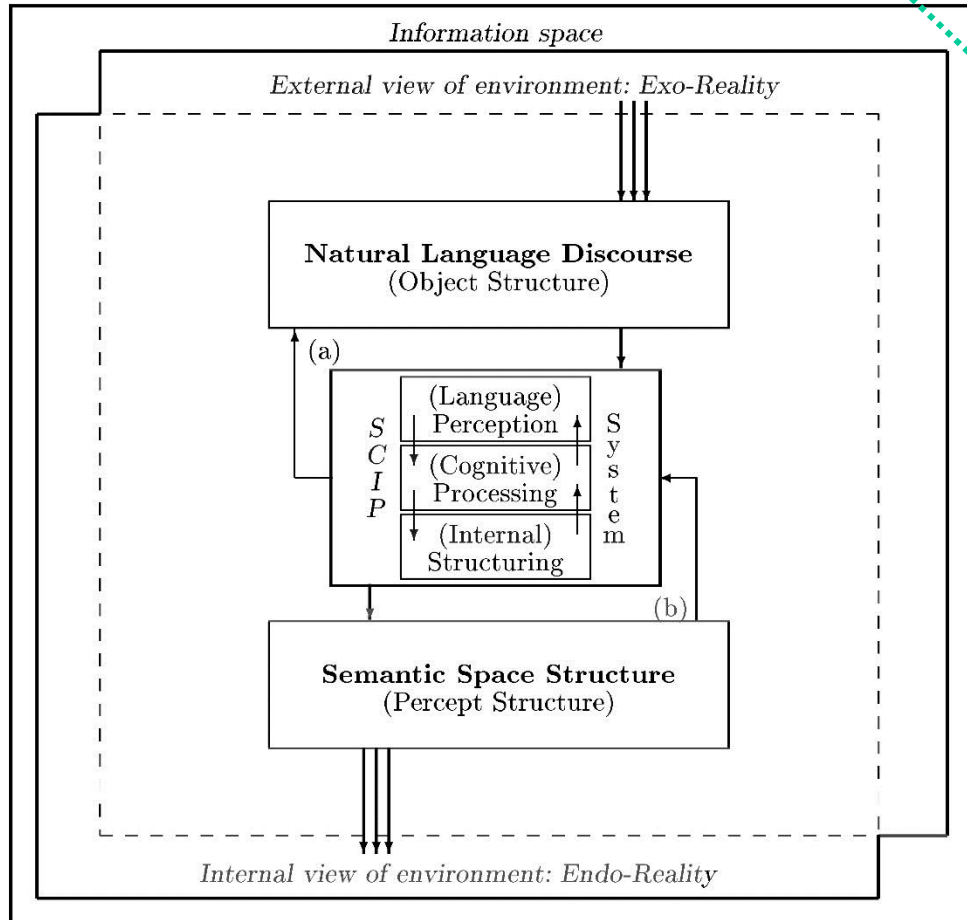
III. DIG-Semantik – 2. Empirische Rekonstruktion

Morphismen durch
Relationen:



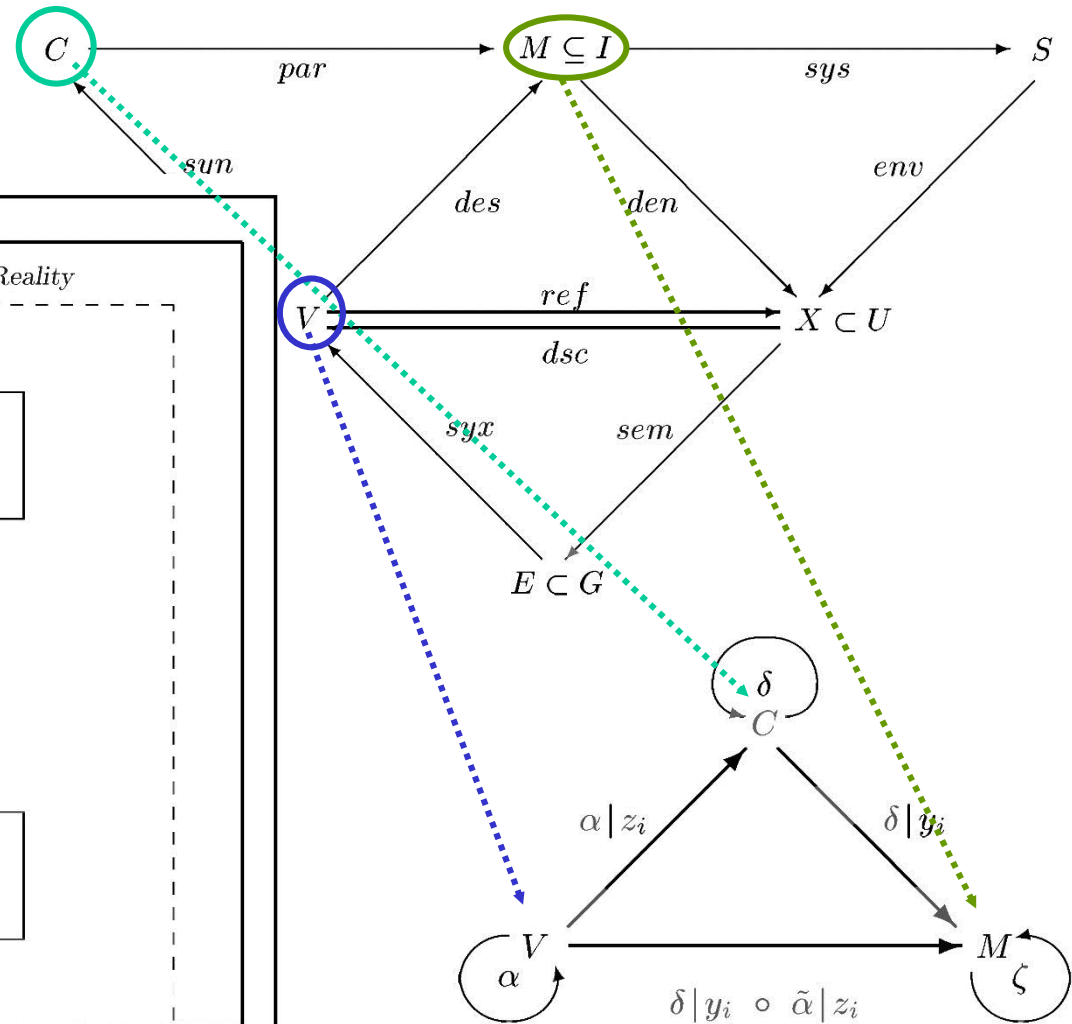
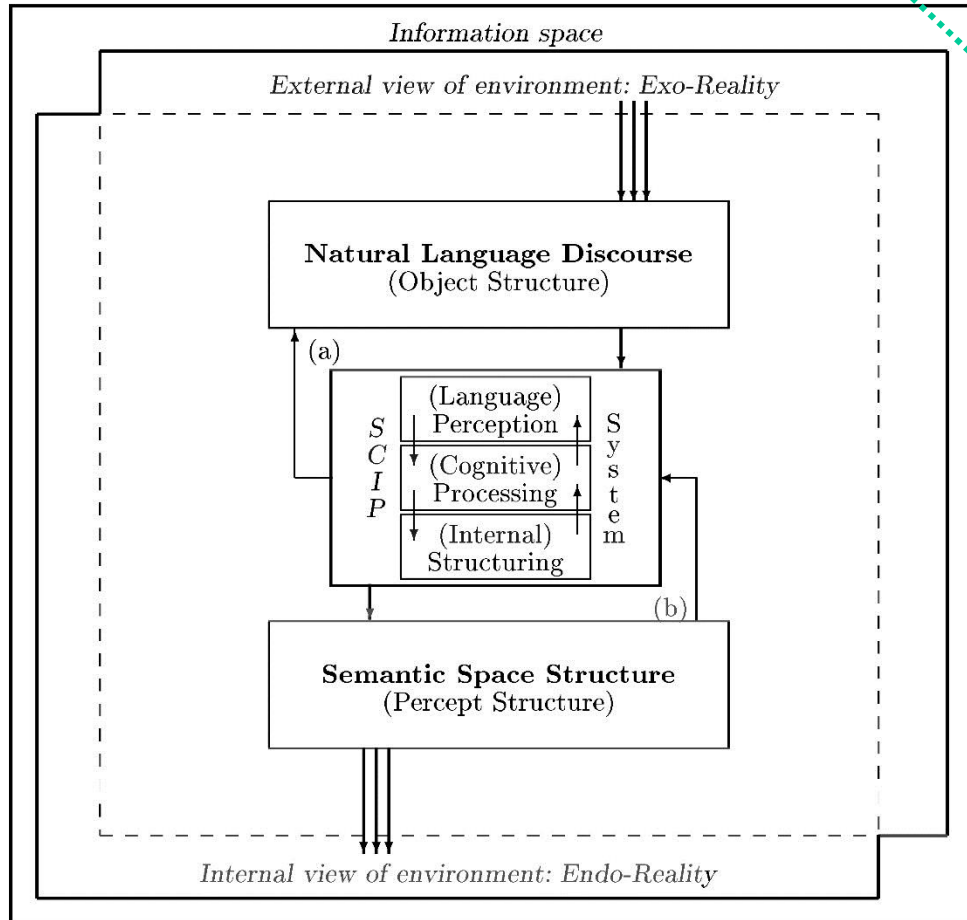
III. DIG-Semantik – 2. Empirische Rekonstruktion

Morphismen durch
Relationen:



III. DIG-Semantik – 2. Empirische Rekonstruktion

Morphismen durch
Relationen:



III. DIG-Semantik – 2. Empirische Rekonstruktion

Relationen durch Koeffizienten
mit den Definitionen:

Vokabular $V = \{z_n\}; \quad n = 1, \dots, i, j, \dots, N$

Text-Korpus $K = \{k_t\}; \quad t = 1, \dots, T$

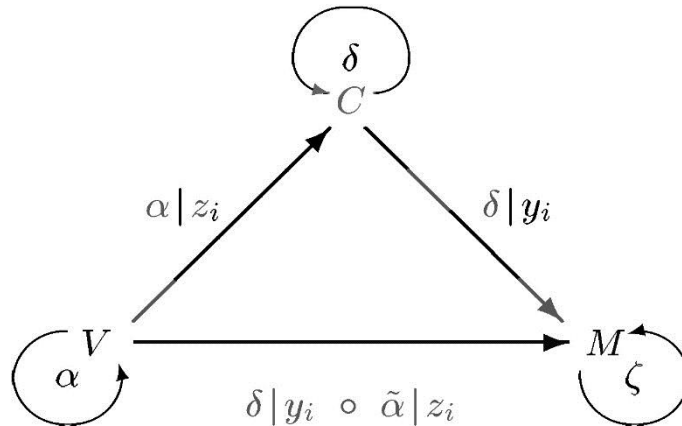
Längen $L = \sum_{t=1}^T l_t \quad 1 \leq l_t \leq L$

Häufigkeit $H_i = \sum_{t=1}^T h_{it}; \quad 0 \leq h_{it} \leq H_i$

$$H_j = \sum_{t=1}^T h_{jt}; \quad 0 \leq h_{jt} \leq H_j$$

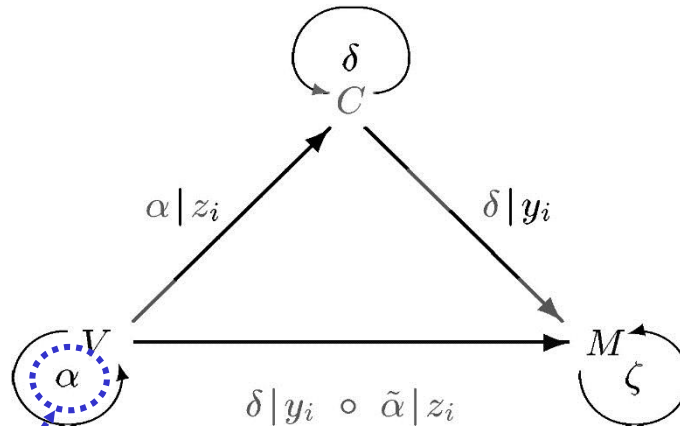
III. DIG-Semantik – 2. Empirische Rekonstruktion

Relationen durch Koeffizienten:



III. DIG-Semantik – 2. Empirische Rekonstruktion

Relationen durch Koeffizienten:

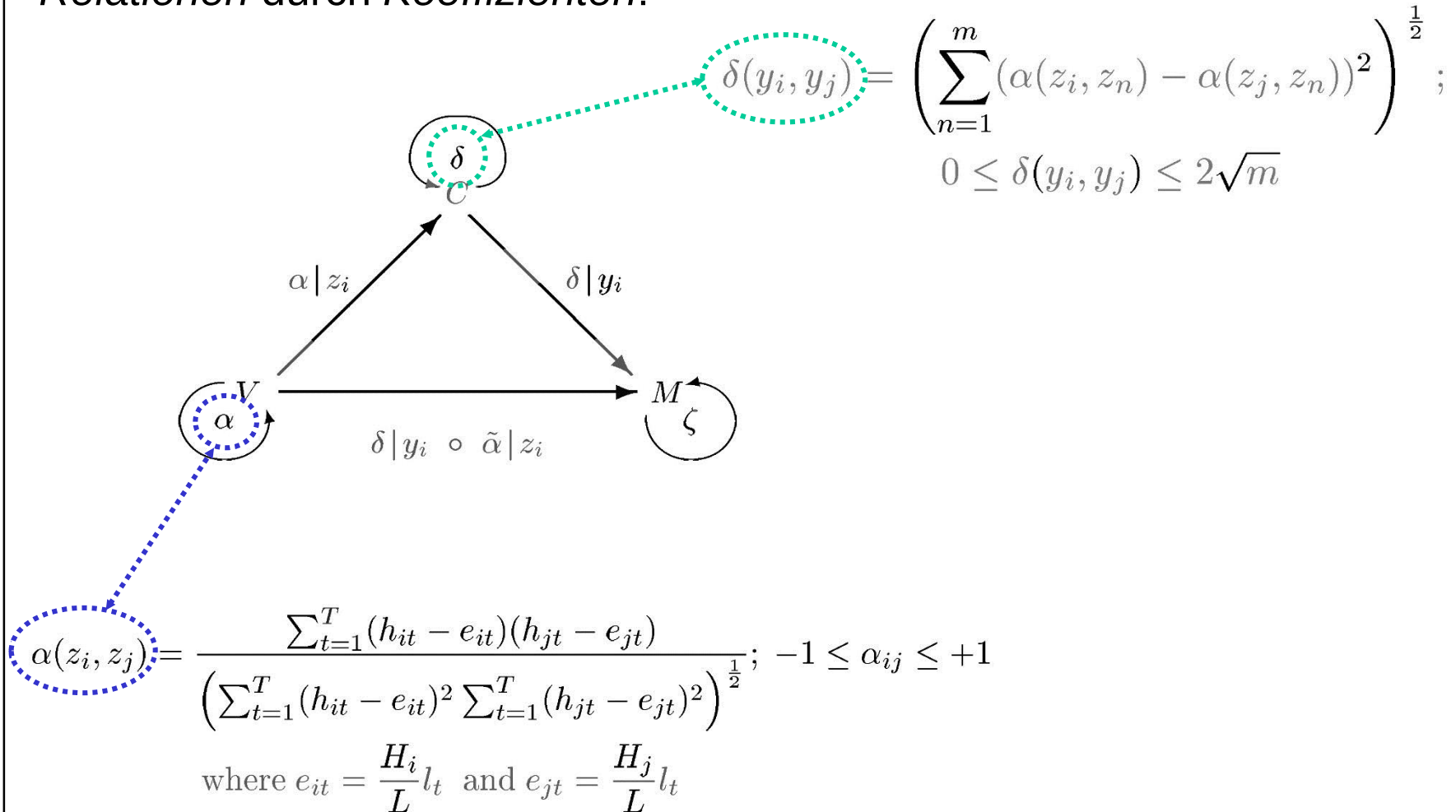


$$\alpha(z_i, z_j) = \frac{\sum_{t=1}^T (h_{it} - e_{it})(h_{jt} - e_{jt})}{\left(\sum_{t=1}^T (h_{it} - e_{it})^2 \sum_{t=1}^T (h_{jt} - e_{jt})^2 \right)^{\frac{1}{2}}}; \quad -1 \leq \alpha_{ij} \leq +1$$

where $e_{it} = \frac{H_i}{L} l_t$ and $e_{jt} = \frac{H_j}{L} l_t$

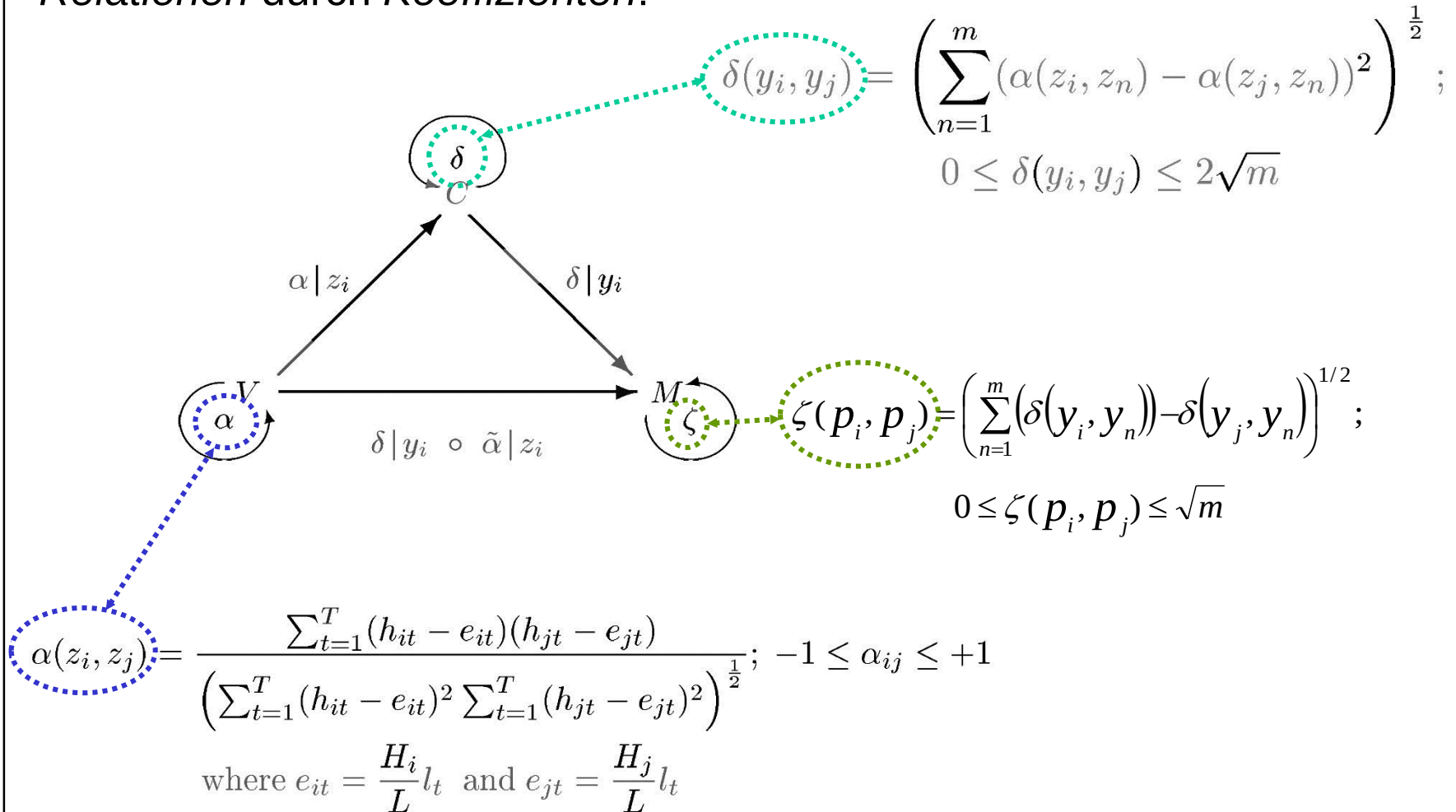
III. DIG-Semantik – 2. Empirische Rekonstruktion

Relationen durch Koeffizienten:



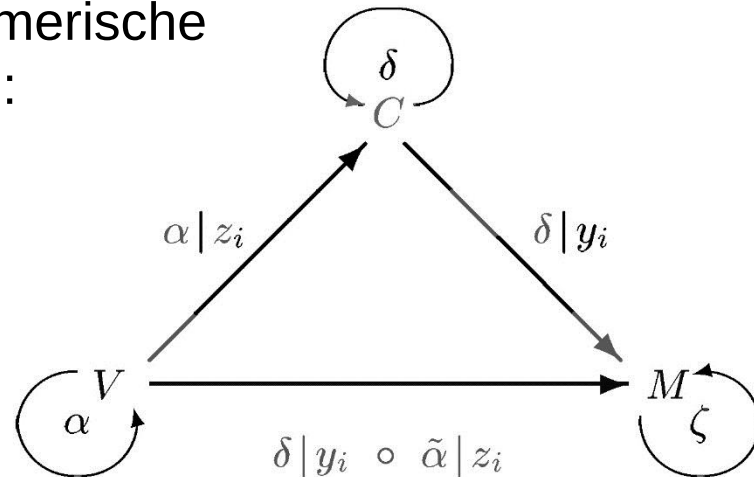
III. DIG-Semantik – 2. Empirische Rekonstruktion

Relationen durch Koeffizienten:



III. DIG-Semantik – 2. Empirische Rekonstruktion

Relationen durch numerische Werte (Verteilungen):



α -abstraction

δ -abstraction

$$\left\{ \begin{array}{c|ccc} & \alpha & z_1 & \dots & z_m \\ \hline \alpha & & \alpha_{11} & \dots & \alpha_{1m} \\ z_1 & & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots \\ z_m & & \alpha_{m1} & \dots & \alpha_{mm} \end{array} \right\}$$

$\Downarrow$

$\alpha \mid z_i$

$\Uparrow$

Syntagmatic

$$\left\{ \begin{array}{c|ccc} & \delta & y_1 & \dots & y_m \\ \hline \delta & & \delta_{11} & \dots & \delta_{1m} \\ y_1 & & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_m & & \delta_{m1} & \dots & \delta_{mm} \end{array} \right\}$$

$\Downarrow$

$\delta \mid y_i$

$\Uparrow$

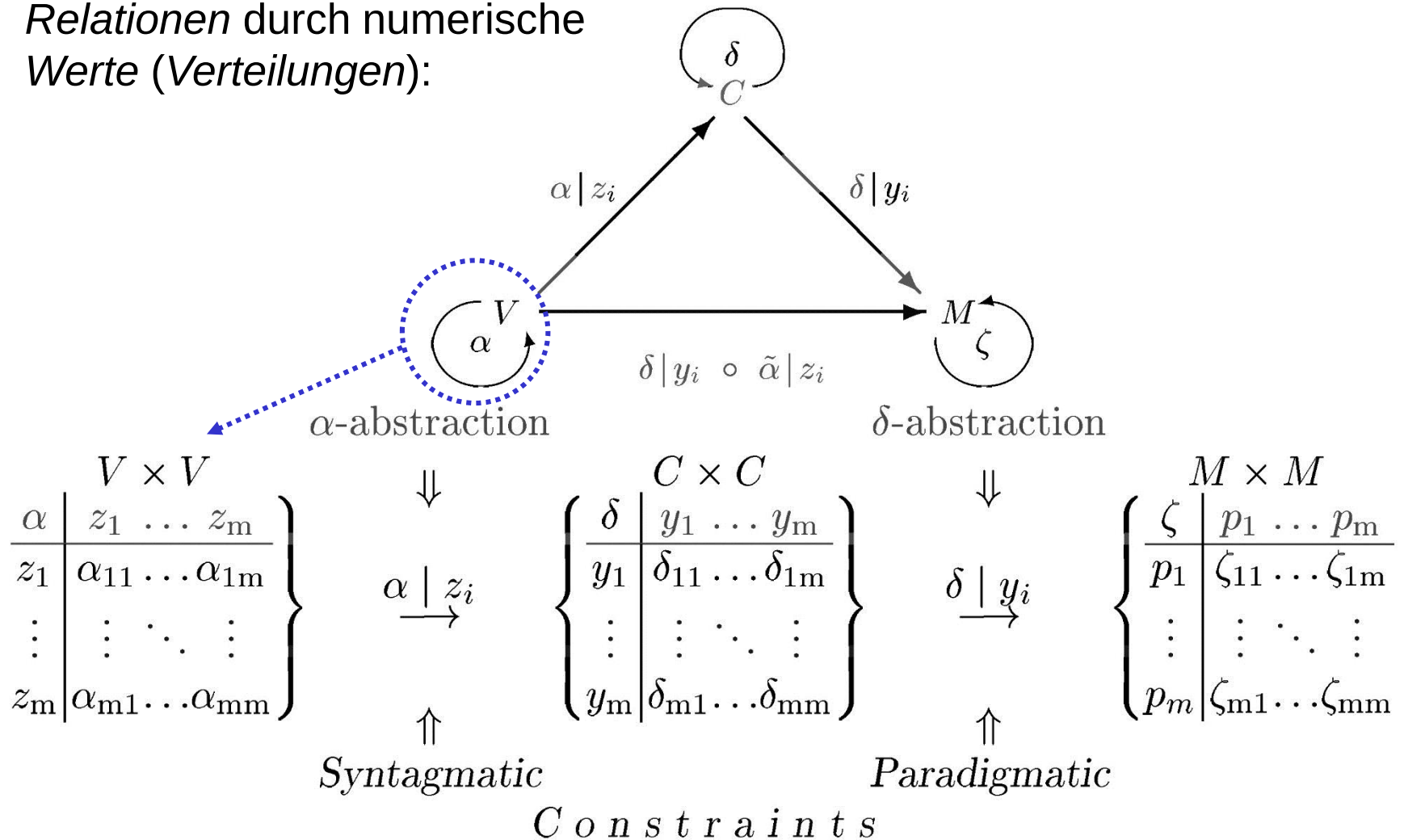
Paradigmatic

$$\left\{ \begin{array}{c|ccc} & \zeta & p_1 & \dots & p_m \\ \hline \zeta & & \zeta_{11} & \dots & \zeta_{1m} \\ p_1 & & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_m & & \zeta_{m1} & \dots & \zeta_{mm} \end{array} \right\}$$

Constraints

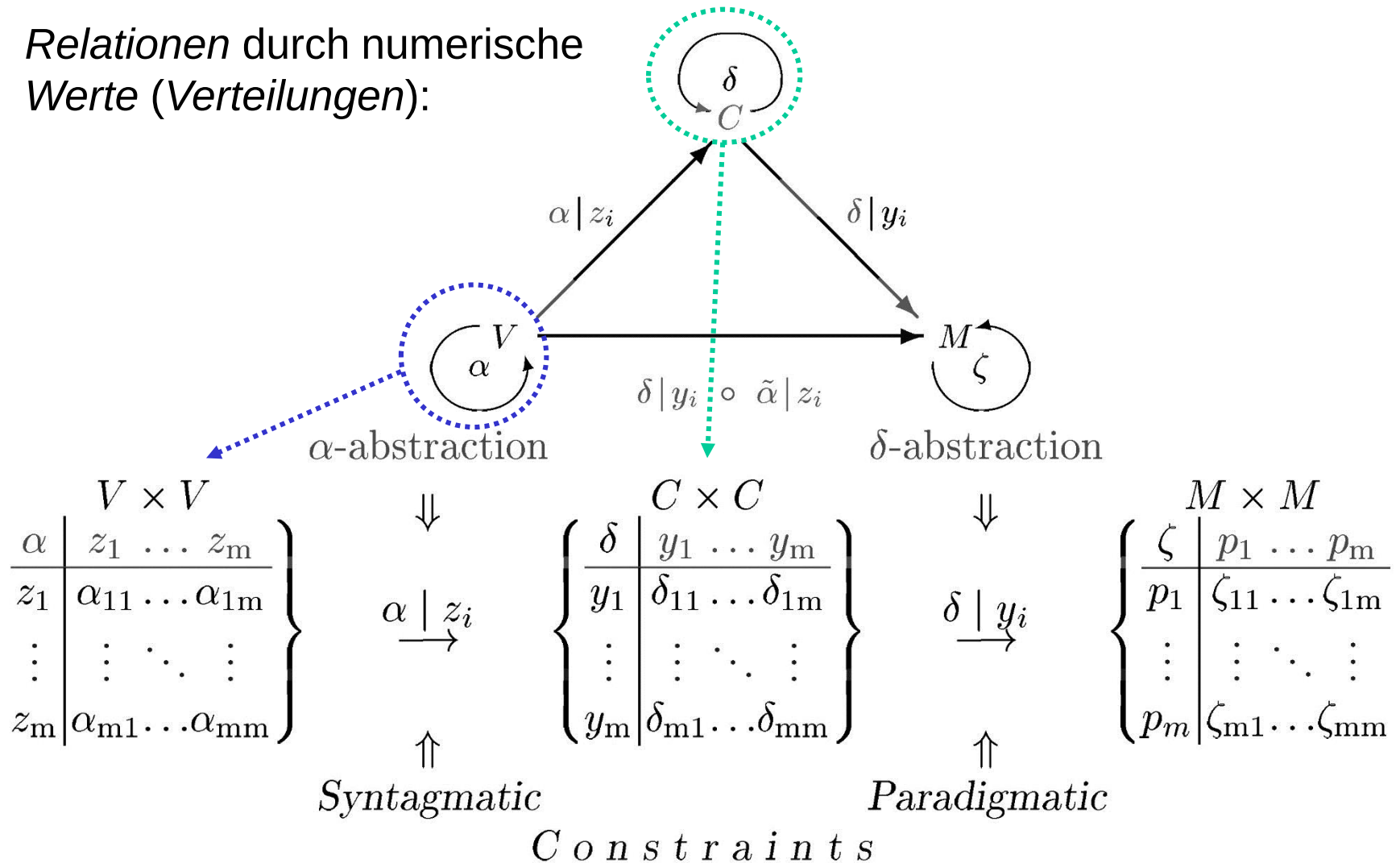
III. DIG-Semantik – 2. Empirische Rekonstruktion

Relationen durch numerische Werte (Verteilungen):



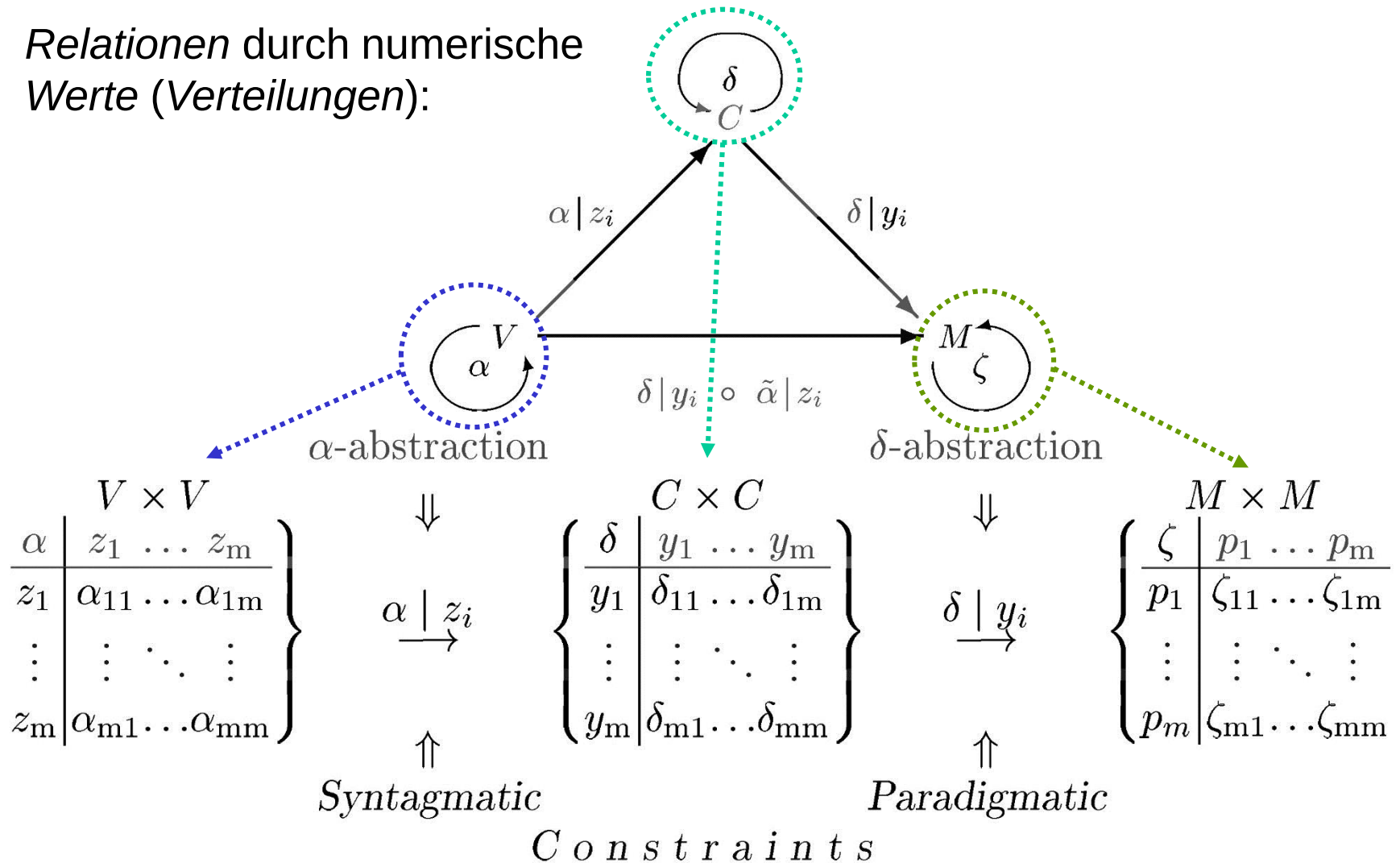
III. DIG-Semantik – 2. Empirische Rekonstruktion

Relationen durch numerische Werte (Verteilungen):



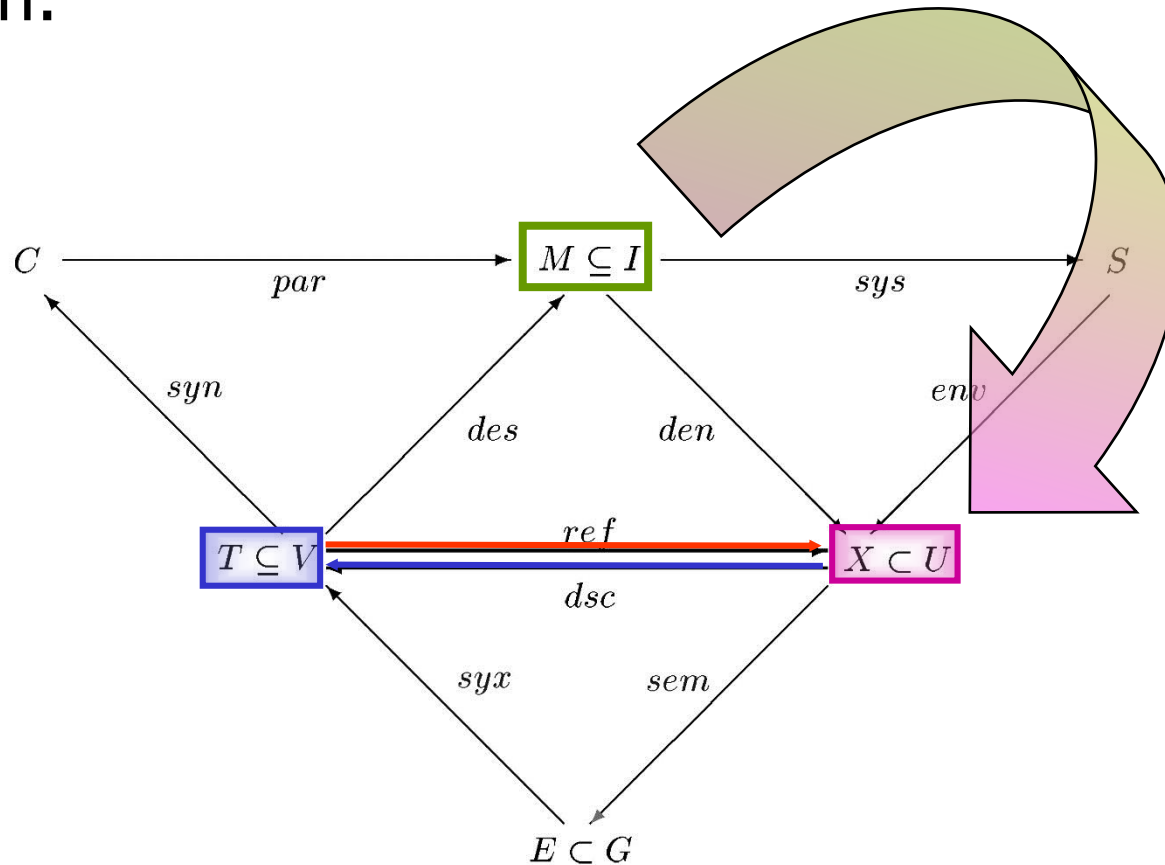
III. DIG-Semantik – 2. Empirische Rekonstruktion

Relationen durch numerische Werte (Verteilungen):



III. DIG-Semantik – 3. Empirische Rekonstruktion

3. Visualisierung des semantischen Raums (Endo-Sicht) über Cluster- und Dependenzstrukturen generierende Verfahren:



III. Dynamische Image Generierende Semantik

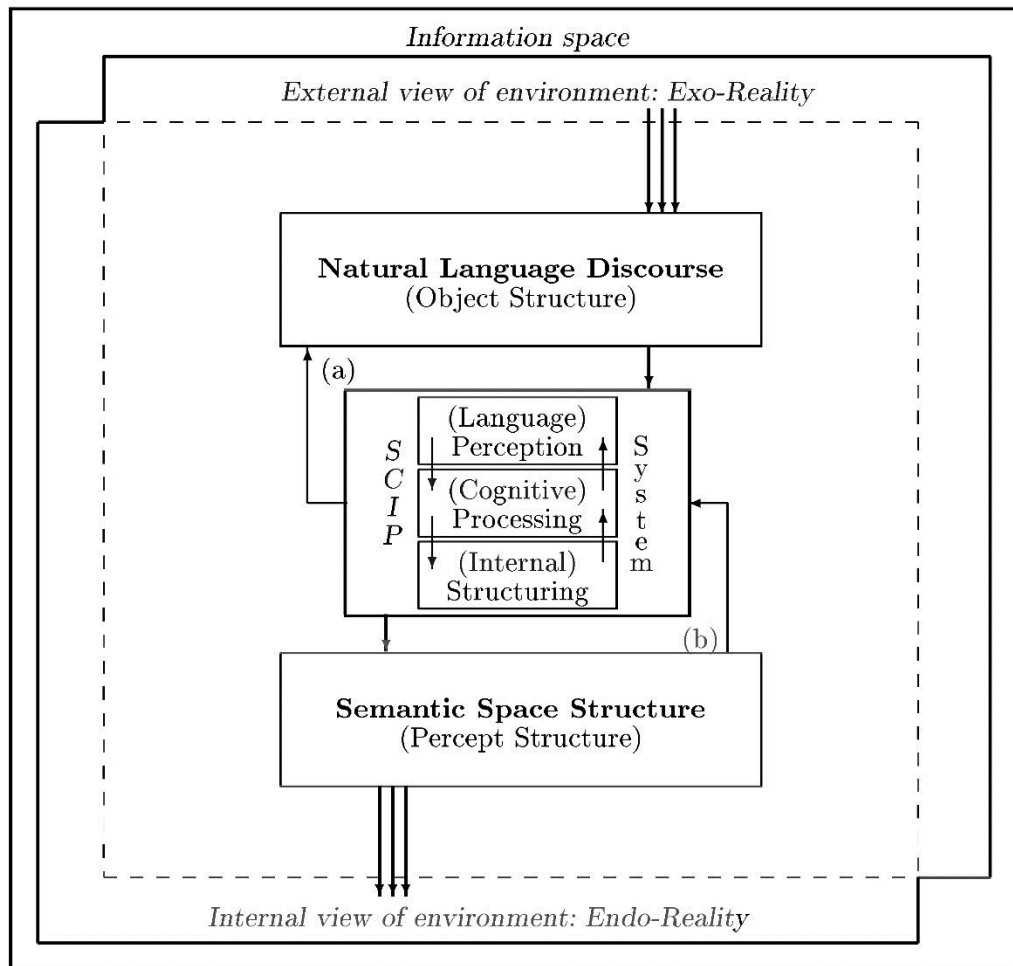
Formale Dekomposition: Morphismen

Empirische Rekonstruktion: Instantiierung

Prozedurale Implementation: Überprüfung

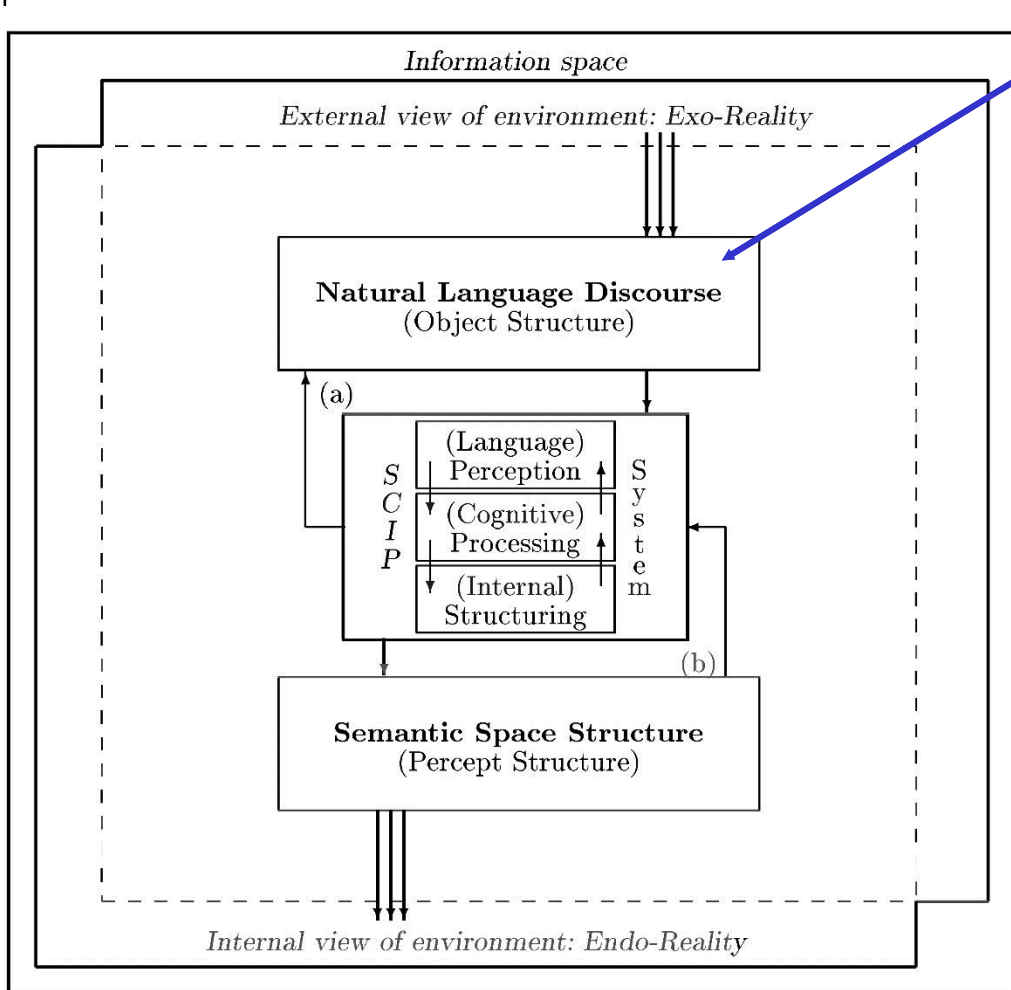
III. DIG-Semantik – 3.Implementation: Überprüfung

Wie läßt sich *Verstehen* als **Bedeutungskonstitution** testen?



III. DIG-Semantik – 3.Implementation: Überprüfung

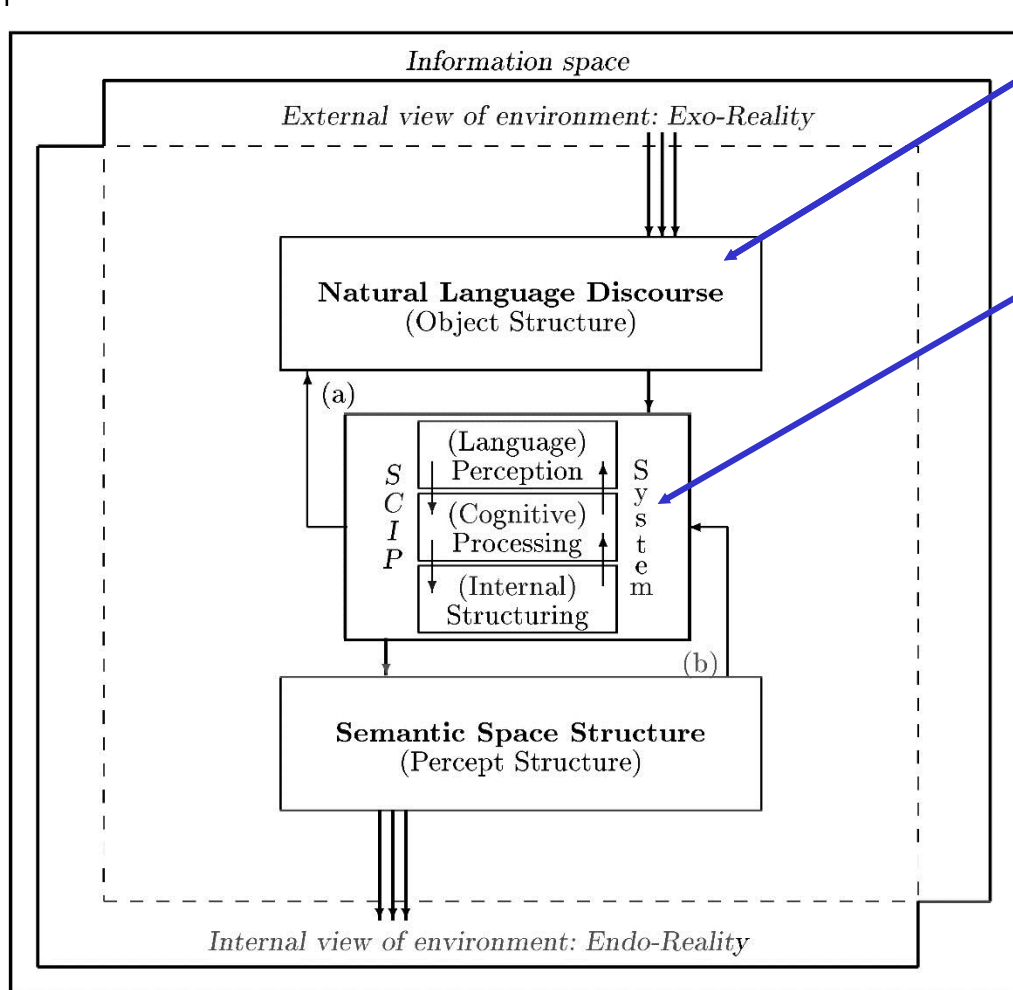
Wie läßt sich *Verstehen* als **Bedeutungskonstitution** testen?



1. Generieren von NL-Texten
(als *strukturelle Kopplung*),
die **Exo-Realität** (durch Gram-
matik kontrolliert) beschreiben

III. DIG-Semantik – 3.Implementation: Überprüfung

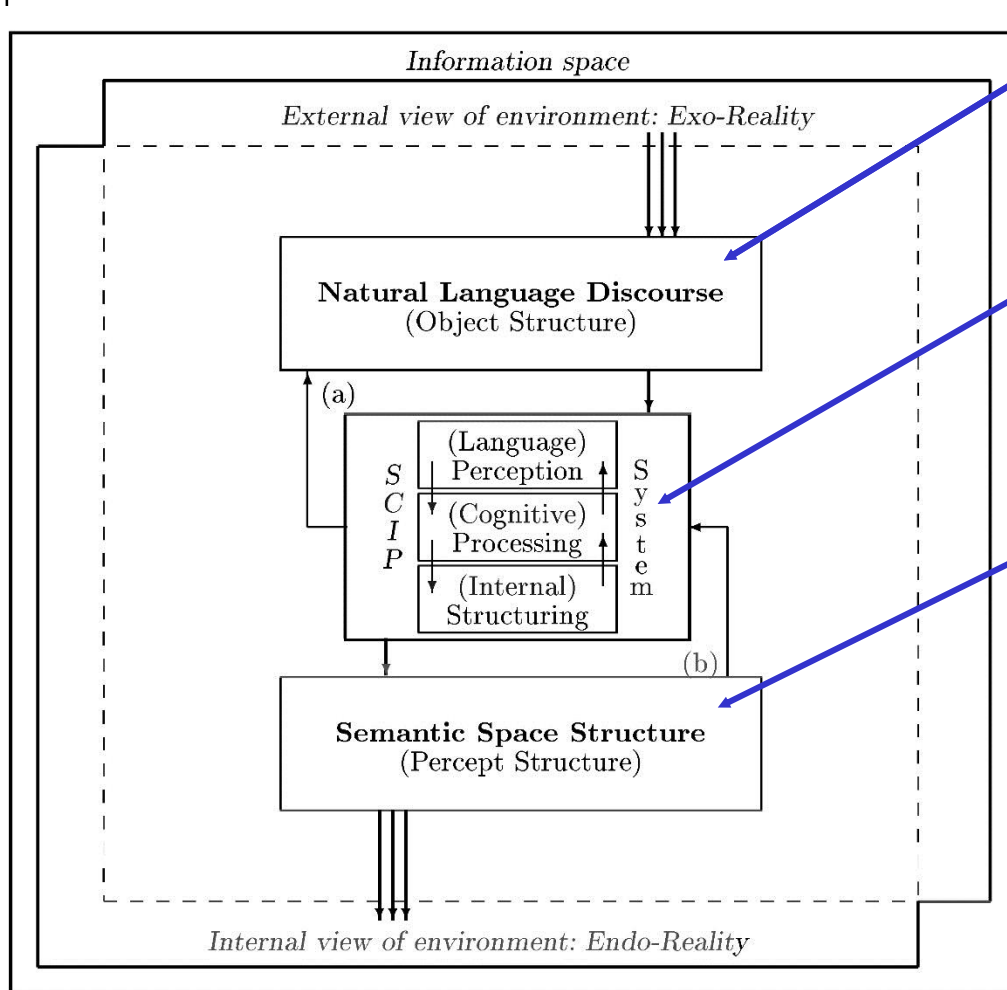
Wie läßt sich *Verstehen* als **Bedeutungskonstitution** testen?



1. **Generieren** von NL-Texten (als *strukturelle Kopplung*), die **Exo-Realität** (durch Grammatik kontrolliert) beschreiben
2. **Verarbeitung** der Sprachdaten gemäß der (*perzeptiven, kognitiven, internen*) SCIP-Algos als Verstehens-**Modell**

III. DIG-Semantik – 3.Implementation: Überprüfung

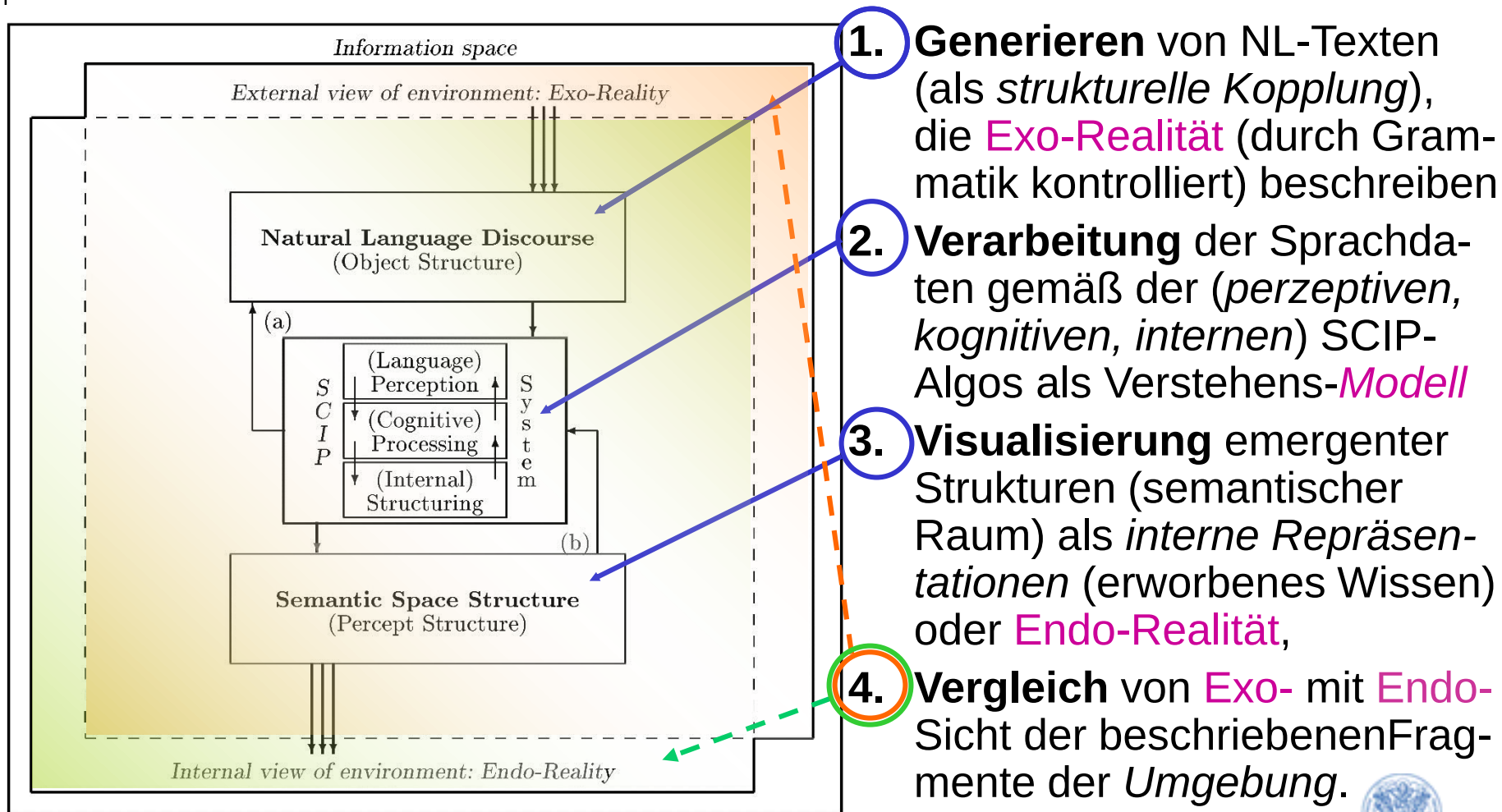
Wie läßt sich *Verstehen* als **Bedeutungskonstitution** testen?



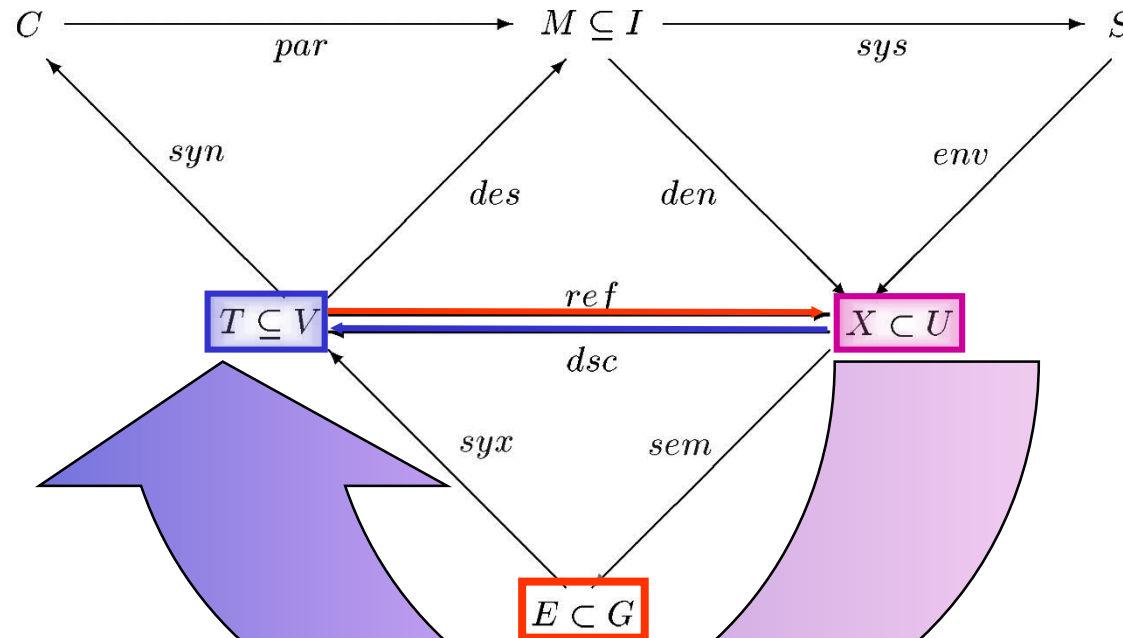
1. **Generieren** von NL-Texten (als *strukturelle Kopplung*), die **Exo-Realität** (durch Grammatik kontrolliert) beschreiben
2. **Verarbeitung** der Sprachdaten gemäß der (*perzeptiven, kognitiven, internen*) SCIP-Algos als Verstehens-**Modell**
3. **Visualisierung** emergenter Strukturen (semantischer Raum) als *interne Repräsentationen* (erworbenes Wissen) oder **Endo-Realität**,

III. DIG-Semantik – 3.Implementation: Überprüfung

Wie läßt sich Verstehen als **Bedeutungskonstitution** testen?



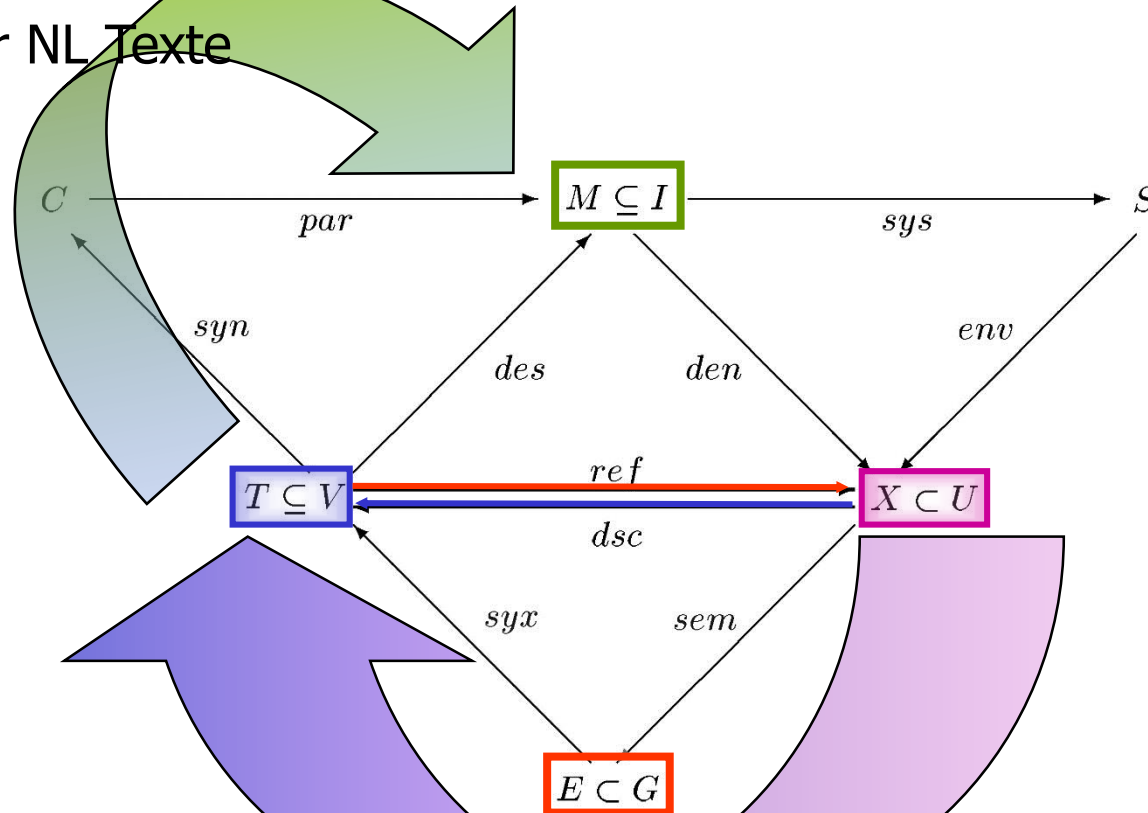
III. DIG-Semantik – 3.Implementation: Überprüfung



1. Grammatik-basierte Beschreibung der Umgebung (Exo-Sicht)

III. DIG-Semantik – 3.Implementation: Überprüfung

2. Perzeptions-basierte Verarbeitung der NL Texte

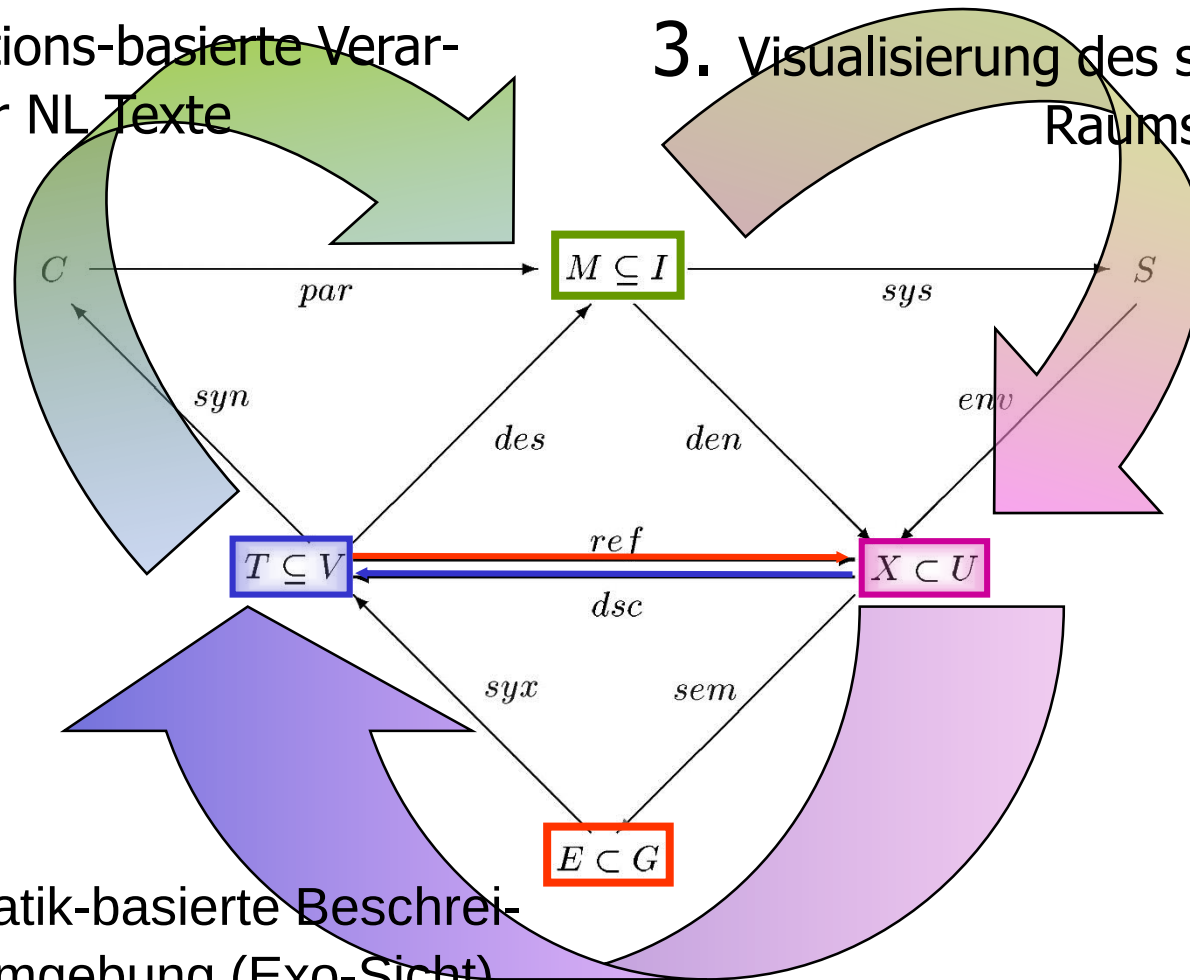


1. Grammatik-basierte Beschreibung der Umgebung (Exo-Sicht)

III. DIG-Semantik – 3.Implementation: Überprüfung

2. Perzeptions-basierte Verarbeitung der NL Texte

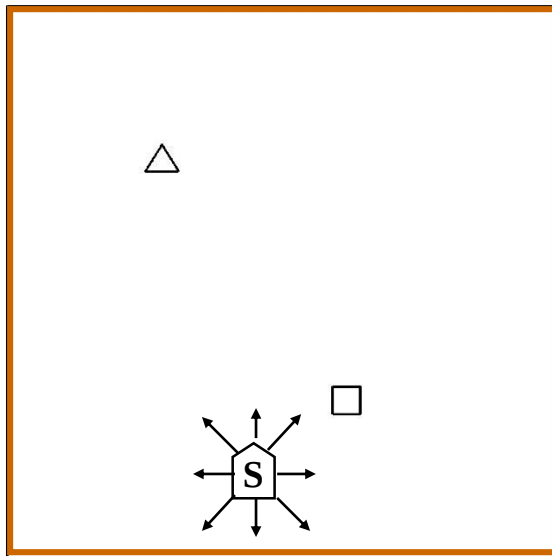
3. Visualisierung des semantischen Raums (Endo-Sicht)



1. Grammatik-basierte Beschreibung der Umgebung (Exo-Sicht)

III. DIG-Semantik – *3.Implementation: Überprüfung*

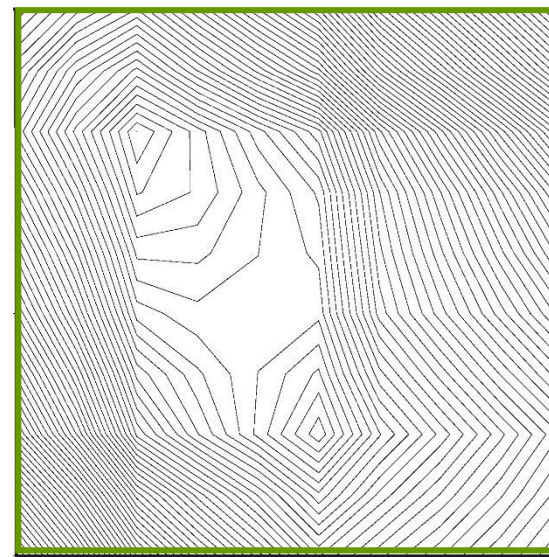
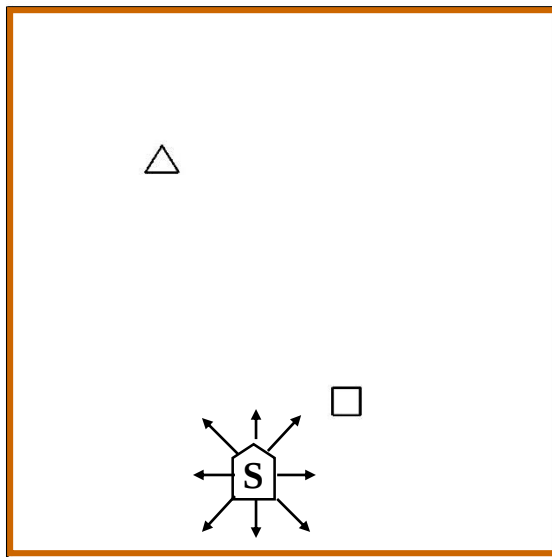
Exo-Sicht der *Referenzebene* mit stationären Objekten ($\triangle$ □) und mobilem Agenten (S), dessen Systempositionen *relativ* zu den Objektlagen (SPOL-Relationen) die NL Texte beschreiben.



III. DIG-Semantik – 3.Implementation: Überprüfung

Exo-Sicht der *Referenzebene* (links) mit stationären Objekten ($\triangle$ $\square$) und mobilem Agenten (S), dessen Systempositionen *relativ* zu den Objektlagen (SPOL-Relationen) die NL Texte beschreiben.

Endo-Sicht der Struktur des *semantischen Raums* (rechts) wie vom SCIP System aus den NL Texten (ohne Kenntnis der *Syntax* oder *Semantik*) berechnet, und als sein *Verstehens-Resultat* im Profil gleicher Objektlagen-Erwartungen (*Iso-Referenziale*) visualisiert zum **Vergleich**.



IV. Test und Zusammenfassung

SCIP-Systeme der *Computersemiotik* können als ein Ansatz zu einer ***dynamischen Bild-gebenden Semantik*** (DIGS) gelten.

IV. Test und Zusammenfassung

SCIP-Systeme der *Computersemiotik* können als ein Ansatz zu einer ***dynamischen Bild-gebenden Semantik*** (DIGS) gelten.

Sie erlauben die Modellierung

- ▶ von **Semiosis** als “*symbol grounding*”
- ▶ durch **Simulation** von Prozessen
- ▶ deren **Prozeduren** sich *algorithmisieren*
- ▶ und in **Programmen** *implementieren* lassen
- ▶ wobei **Prozesse** der *Bedeutungskonstitution*
- ▶ in der Verarbeitung von NL Texten *realisiert* (nicht nur *simuliert*) werden.

Was ist Bedeutung überhaupt?

Die *computerlinguistische Semantik* bedient sich dieser Analysen und Modelle, **nicht** als (mehr oder weniger plausible) symbolische Repräsentationen und Explikationen von natürlichsprachlichen Bedeutungen, **sondern** als (mehr oder weniger brauchbare) Komponenten von *Prozessen*, als deren Resultate die '*verstanden*' Bedeutungen erscheinen.

Diese *Verstehensprozesse* werden von der *linguistischen Struktur* der verarbeiteten *sprachlichen Ausdrücke*, sowie ihrer *Ko- und Kontexte* gesteuert.

Wie? - das versucht *Computerlinguistik* in Wissensbasierten, prozeduralen Modellierungen kognitiver Prozesse herauszufinden.



Wie modelliert Computerlinguistik?

Erscheinungsvielfalt des Forschungsgegenstands (NL) wird durch Aufweis von (hypothetischen) *Strukturen* beschrieben, die natürliche Sprachen organisieren.

Strukturen werden dabei nicht nur als Resultate von Prozessen *analysiert*, sondern auch *modelliert*.

Prozesse werden als (von ihrer Zeitlichkeit abstrahierte) *Prozeduren* formuliert, die *algorithmisierbar* sind.

Implementation der gefundenen *Algorithmen* in lauffähigen *Programmen*, die auf geeigneten *Daten* operieren, initiiert *kontrollierte Prozesse* (im Rechner).

Prozeßresultate reproduzieren dann (idealiter) die *Strukturen*, deren (hypothetische) Entstehung beobachtbar zu modellieren und zu überprüfen war.

