

S 8.3 Wissensrepräsentationen

Lernziel: Übersicht über Darstellungsformen von Wissen verschiedener Art und eine nüchterne Beurteilung der Reichweite von wissensbasierten Systemen.

Zum Verständnis eines Satzes ist viel *Hintergrundwissen* nötig.

- Die Bauern verkauften ihre Kühe, denn **sie** gaben keine Milch mehr
- Die Bauern verkauften ihre Kühe, denn **sie** brauchten Geld

Worauf bezieht sich "sie"? Wieso weiß man das?

Die Vielfältigkeit der psychologischen Zusammenhänge untersucht die **Kognitionswissenschaft**.
(Bei aller Faszination sollten Erkenntnisziele, Hypothesen und Daten strikten wissenschaftlichen Kriterien genügen.)

Wissensbasierte Systeme = Computerprogramme mit Hintergrundwissen über den Anwendungsbereich. Sie verfügen über eine sog. **Wissensbasis**.

Einsatz von Wissen zum Zwecke der **Problemlösung**

Wissensbasierte Systeme haben neben der Wissensbasis eine Problemlösungskomponente.

natural language processing systems (NLP) = sprachverarbeitenden Systeme mit Wissensbasis:
und Problemlösungskomponente:

maschinelle Übersetzung, automatische Fragebeantwortung, Mensch-Maschine-Kommunikation ...

Arten von Wissen

Wissen über

- **Objekte**

In erster Linie versteht man unter Wissen die Kenntnis von Fakten über Objekte in der Welt, die uns umgibt:

"Vögel haben Flügel. Schwalben sind Vögel. Schnee ist weiß".

Wir müssen daher Objekte, Klassen von Objekten, Eigenschaften von Objekten, und Beziehungen zwischen Objekten repräsentieren können.

- **Ereignisse**

Zusätzlich zu Objekten gibt es Vorgänge und Ereignisse in der Welt.

"Der Ätna ist ausgebrochen. Das World Trade Center wurde zerstört."

Neben der Darstellung der Ereignissen selbst, muß der zeitliche Ablauf von Ereignissen und die zwischen ihnen bestehenden Ursache-Wirkungs-Beziehungen erfasst werden können.

- ***Handlungswissen***

Eine spezielle Art von Wissen ist das, wie eine bestimmte Handlungen (vgl. S 8.1) auszuführen ist. Auch Sprechakte verlangen Handlungswissen. Besonders wichtig ist Wissen, wie ein Problem zu lösen ist.

- ***Metawissen***

Das ist Wissen über das Wissen, z.B. über die Verlässlichkeit oder Wichtigkeit bestimmter Information, oder das Bewußtsein über Objekt-, Ereignis- und Handlungswissen zu verfügen oder auch nicht.

Winograd SHRDLU: Sprachwissen - Dialogwissen - encyklopädisches Wissen

ABER: Wissen als solches ist schlecht faßbar. Wie prüft man, ob jemand etwas weiß oder nicht?

Wir halten uns an repräsentiertes Wissen. Wissensrepräsentation.

Definition "Wissensrepräsentation"

Wissensrepräsentation ist die symbolische Darstellung von Wissen über einen Gegenstandsbereich. Zur Wissensrepräsentation gehört

- ✓ **Die Syntax**, d.i. die Menge der Symbole, die verwendet werden können, sowie die mögliche Anordnung der Symbole
- ✓ **Die Semantik**, d.i. eine Interpretation (eine Bedeutung) der Symbole. Als Interpretation kann man ansetzen, welche Operationen mit den Symbolen vorgenommen werden können.

Vgl. unsere Definition von "Rechnen" als Symbolmanipulation nach einer Vorschrift.

(Frage: Ist Wissen selbst symbolisch oder nicht-symbolisch?)

Drei Aufgaben für Systementwickler:

- Wissensrepräsentation (*knowledge representation*)
- Wissensakquisition (*knowledge acquisition*)
- Wissensverarbeitung (*knowledge processing*)

(Trennung dieser drei Bereiche; die Wissensbasis soll nicht im Programm versteckt sein, sondern explizit repräsentiert sein. Die Wissensbasis soll so repräsentiert sein, dass auch andere Programme darauf zurückgreifen können.)

✓ Merke: Das wichtigste Kriterium für Wissensrepräsentation ist die erwünschte Verarbeitung.

Repräsentationsformate

Der wichtigste Unterschied (vgl. S 7.3):

- **analoge Repräsentationen:** Bilder, Graphen, Modelle
 - > Ablesen der Zusammenhänge am Modell aufgrund von Homomorphie mit dem Objekt
- **sprachliche (propositionale) Repräsentationen:** natürliche Sprache, Kunstsprachen, Logikkalkül
 - > sprachliches Erschließen der Zusammenhänge aufgrund von Regeln



Die Altstadt von Heidelberg liegt auf dem südlichen Ufer des Neckar. Am Südufer führt die Straße „Am Hackteufel“ entlang. Am Nordufer führt ein Leinpfad entlang. Der Neckar wird überspannt von der Karl-Theodor-Brücke (Alte Brücke). Die Brücke mündet auf der Heidelberger Seite im Brückenturm. In Verlängerung der Brücke, verbunden mit ihr durch die Steingasse, steht eine Kirche. Östlich an diese schließt sich der Marktplatz an und jenseits des Marktplatzes ist das Rathaus. Heidelberg wird im Südosten dominiert vom Schloss. (usw.)

REPRÄSENTATION

analog

sprachlich

NACHTEIL

keine Abstraktion, keine
Generalisierung, keine Negation
möglich

Änderungen, Hinzufügungen u.U.
aufwendig,
Ambiguität häufig

VORTEIL

Änderungen direkt und leicht
vorzunehmen,
keine Ambiguität

Abstraktion, generelle Regeln
Negation darstellbar

- ✓ Repräsentationen sind teilweise übersetzbar, soweit sie dieselben Gegenstände und Sachverhalte abbilden.

Ausserdem Unterscheidung in Bezug auf die Verarbeitung

- ***Deklarative Wissensrepräsentation***

"Eine Nominalphrase besteht aus einem Artikel und einem Substantiv"

NP = Art + Subs

- ***Prozedurale Wissensrepräsentation***

"Verknüpfe ein Artikelwort mit einem Substantiv, dann hast Du eine Nominalphrase"

NP = CONCAT(Art, Subs)

I. Graphen, Bäume, Netze

bestehen aus **Knoten, Kanten, Beschriftungen**

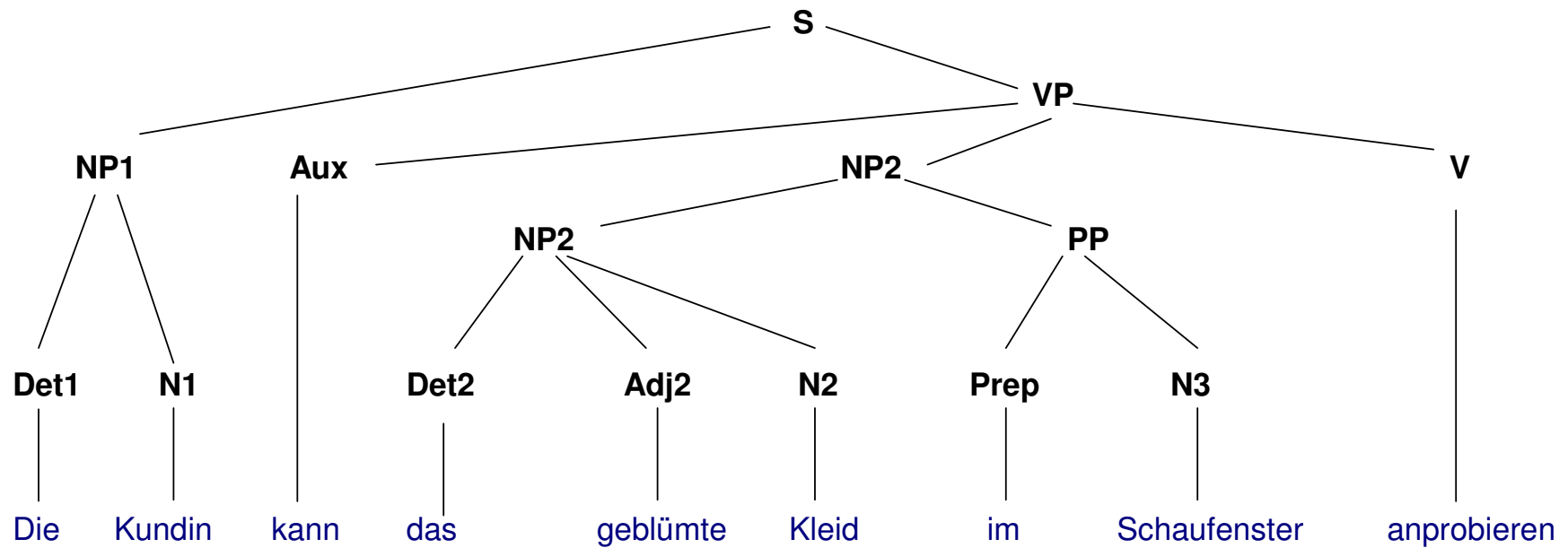
ungerichtete Graphen = die Kanten zwischen den Knoten entsprechen einer symmetrischen Relation

gerichtete Graphen = die Kanten zwischen den Knoten entsprechen einer asymmetrischen Relation

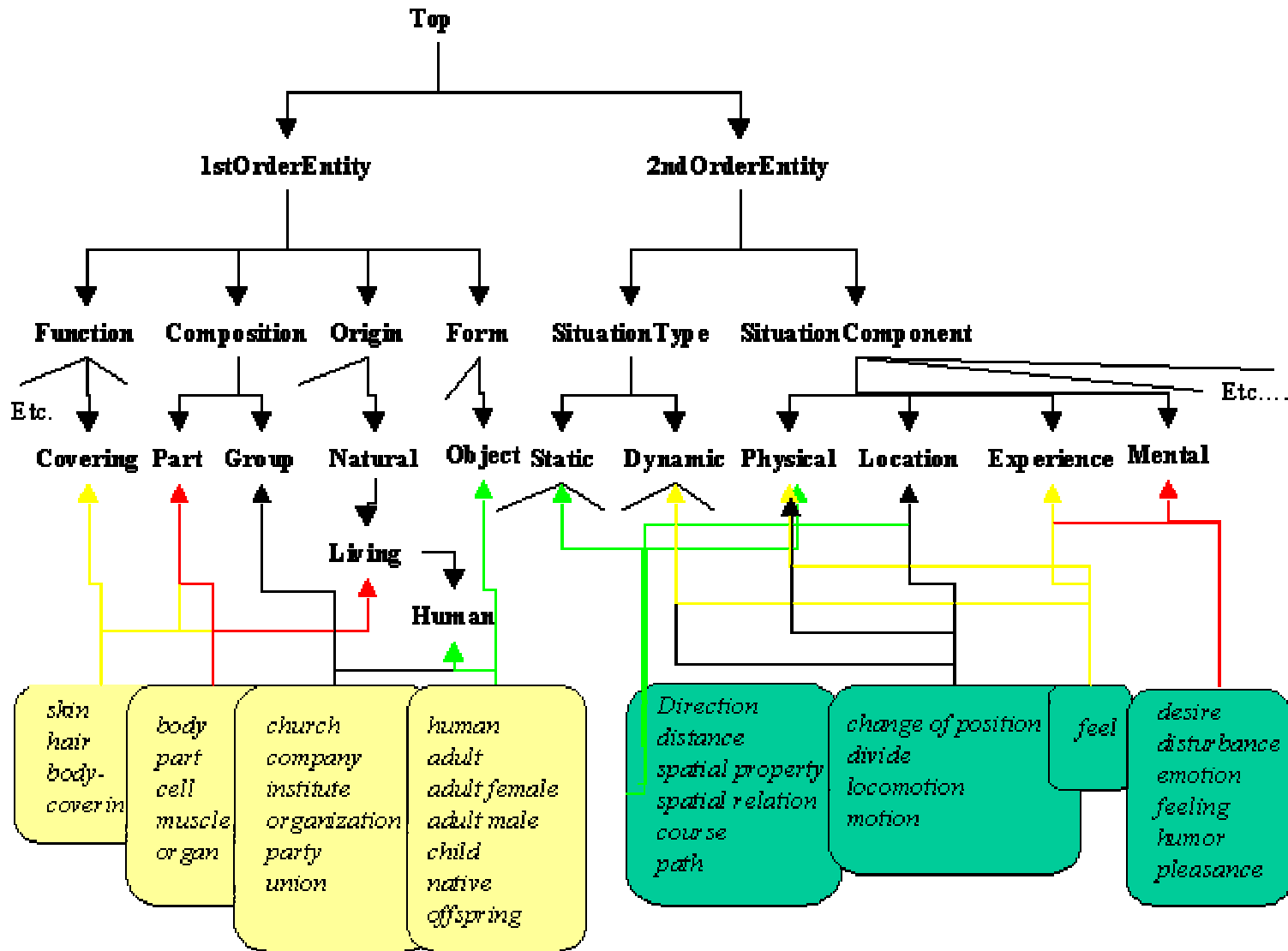
Baumgraphen

- gerichtet
- alle Knoten miteinander über Kanten verbunden
- genau ein Knoten, von dem (mittelbar) alle Kanten ausgehen
- keine Kante führt zum Knoten, von dem sie ausgeht
- zu jedem Knoten führt genau eine Kante

Verwendung von Baumgraphen in der Syntax (vgl. S5.2)

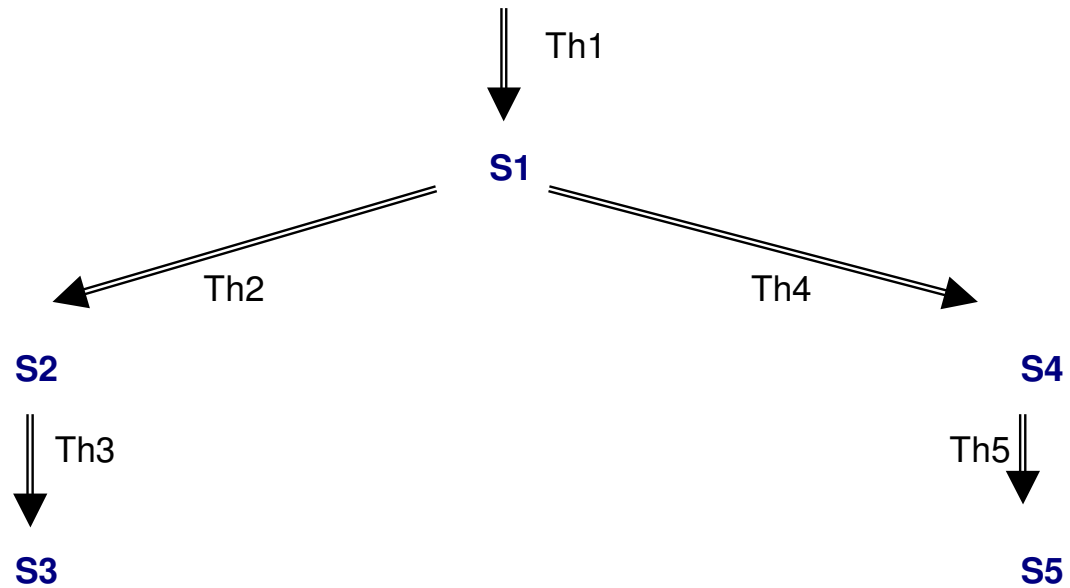


Baumgraphen in der lexikalischen Semantik für sog. „Ontologien“



aus Eurowordnet

In der Textlinguistik - KOHÄRENZBAUM mit impliziten Themen und Sätzen (vgl. S 8.2)



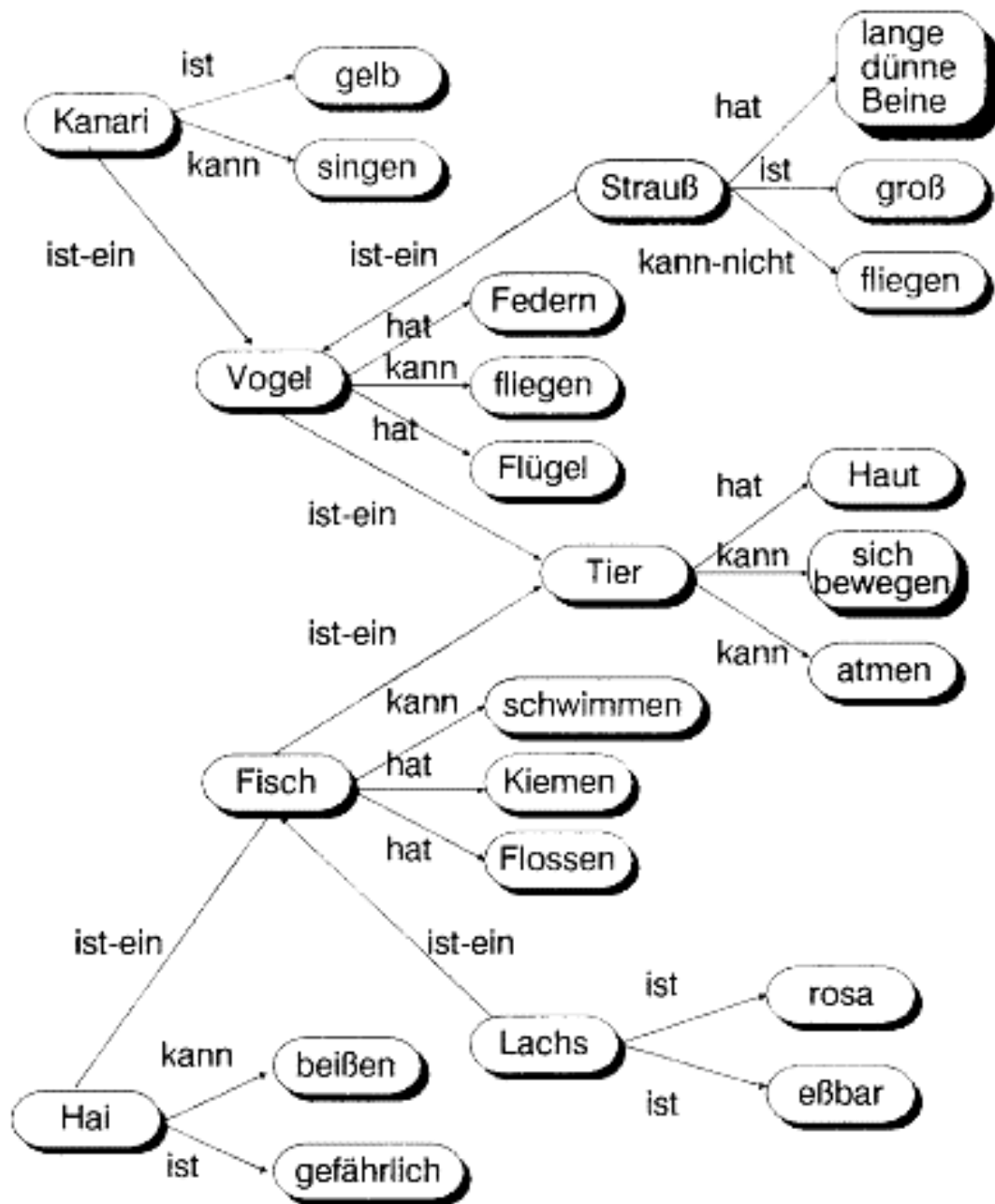
Und für viele andere hierarchische Strukturen

Verarbeitung: Durchsuchen vom obersten Knoten über die Kanten zu allen anderen Knoten
(effiziente Algorithmen verfügbar)

Netze

- normalerweise gerichtet
- alle Knoten miteinander über Kanten verbunden
- ein oder mehrere Knoten als Eingang, ein oder mehrere Knoten als Ausgang
- Kanten dürfen auch zu dem Knoten zurückführen, von dem sie ausgehen

a) Verwendung in der lexikalische Semantik: Prototypenbeschreibung.



Exkurs: "Konzepte" - Begriffe

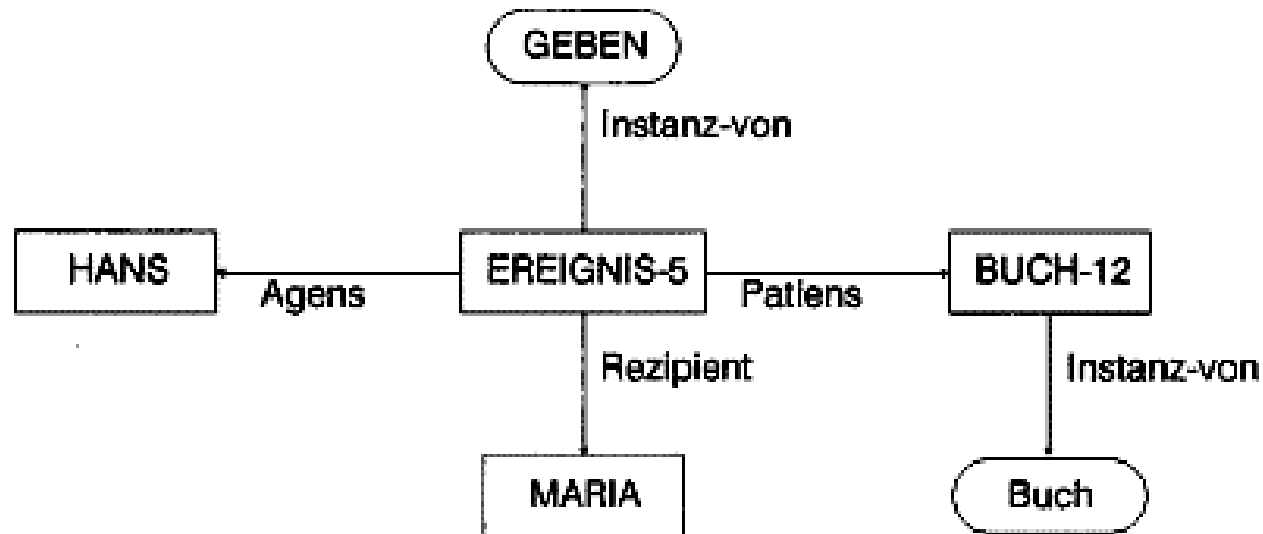
Konzeptklasse = mehrere Gegenstände fallen unter den Begriff (*Extension* > 1)

Individuumkonzept = bezeichnet einen konkreten Gegenstand (*Extension* = 1)

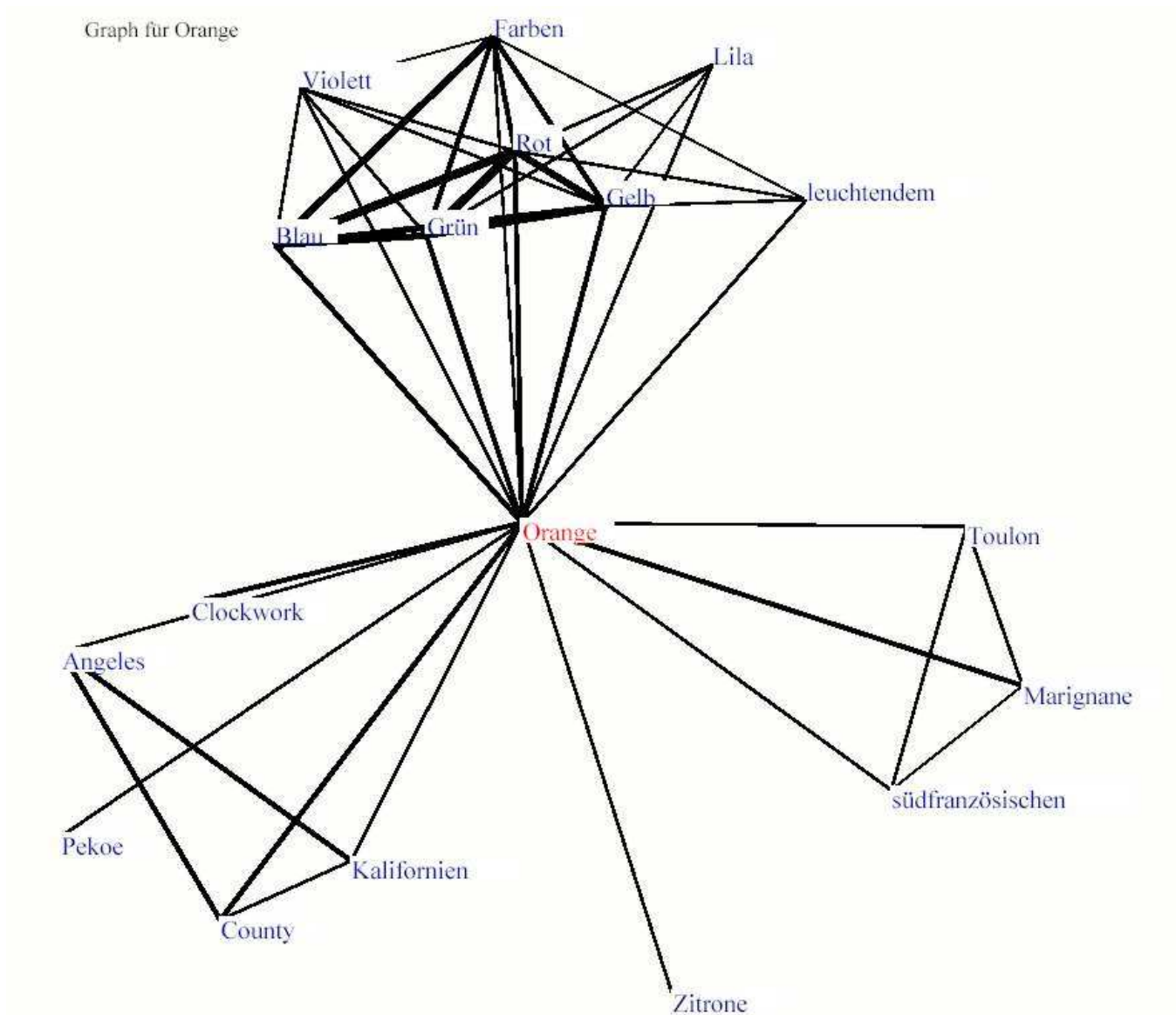
Verarbeitung: Durchsuchen des Netzes von jedem Knoten aus möglich

Vererbung der Eigenschaften von der Klasse auf das Individuum (isa-Kante)

b) Verwendung in der referenziellen Semantik, zur Darstellung von Gegenständen und Sachverhalten



c) Kollokationsnetz (Dicke der Linien = Häufigkeit):

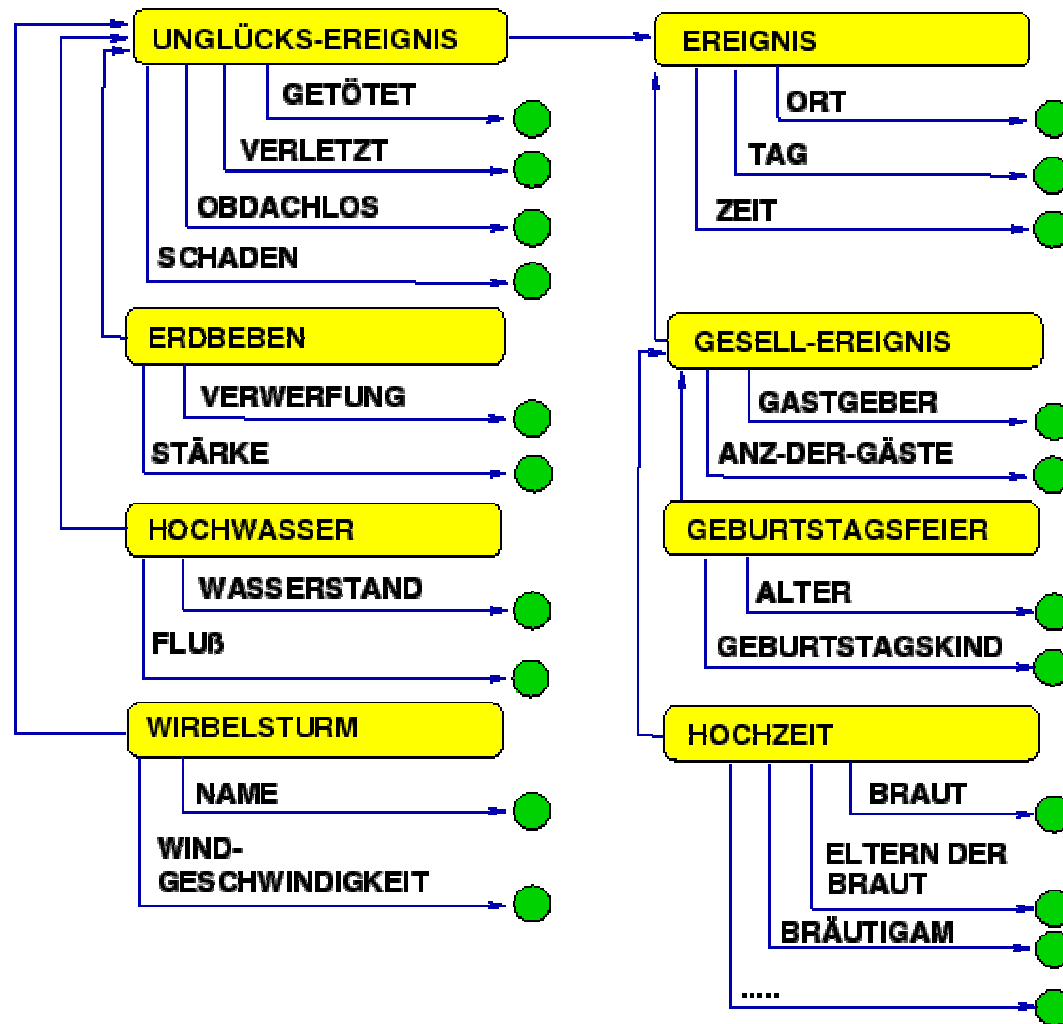


Aus: Schmidt, Fabian. Automatische Ermittlung semantischer Zusammenhänge lexikalischer Einheiten und deren graphische Darstellung. Leipzig 1999

"Frames, Scripts"

Frame = Datenstruktur mit Kategorien ("*Rollen*") und **Slots**, d.s. Leerstellen zum Ausfüllen
Prinzip des Fragebogens

Beispiel mit verknüpften Frames:



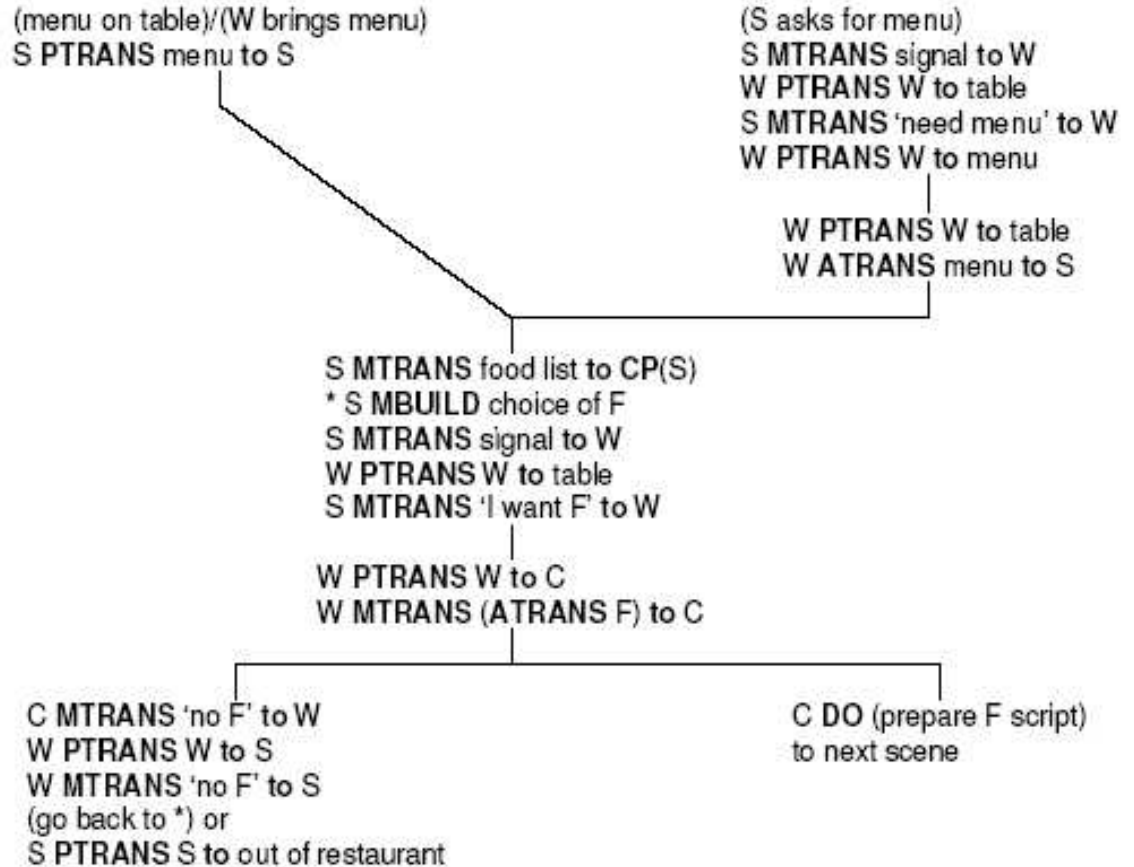
Skript = ein Frame mit Ereignisslots und Zeitverlauf

Restaurantbesuch:

beteiligte Personen: Gast
Ober
(Geschäftsführer)
(Koch)

beteiligte Objekte: ...
Speisekarte
Rechnung
(Tisch)
(Vorspeise)
Hauptgericht
(Nachspeise)
(Trinkgeld)
...

Gast betritt Restaurant
Gast sucht Tisch aus
Gast setzt sich
Ober bringt Speisekarte
Gast sucht aus
Gast bestellt
(Ober bringt Vorspeise)
Ober bringt Hauptgericht
(Ober bringt Nachspeise)
(Gast beschwert sich beim
Geschäftsführer)
Ober bringt Rechnung
Gast zahlt
Gast geht



Formales Beispiel eines Skripts

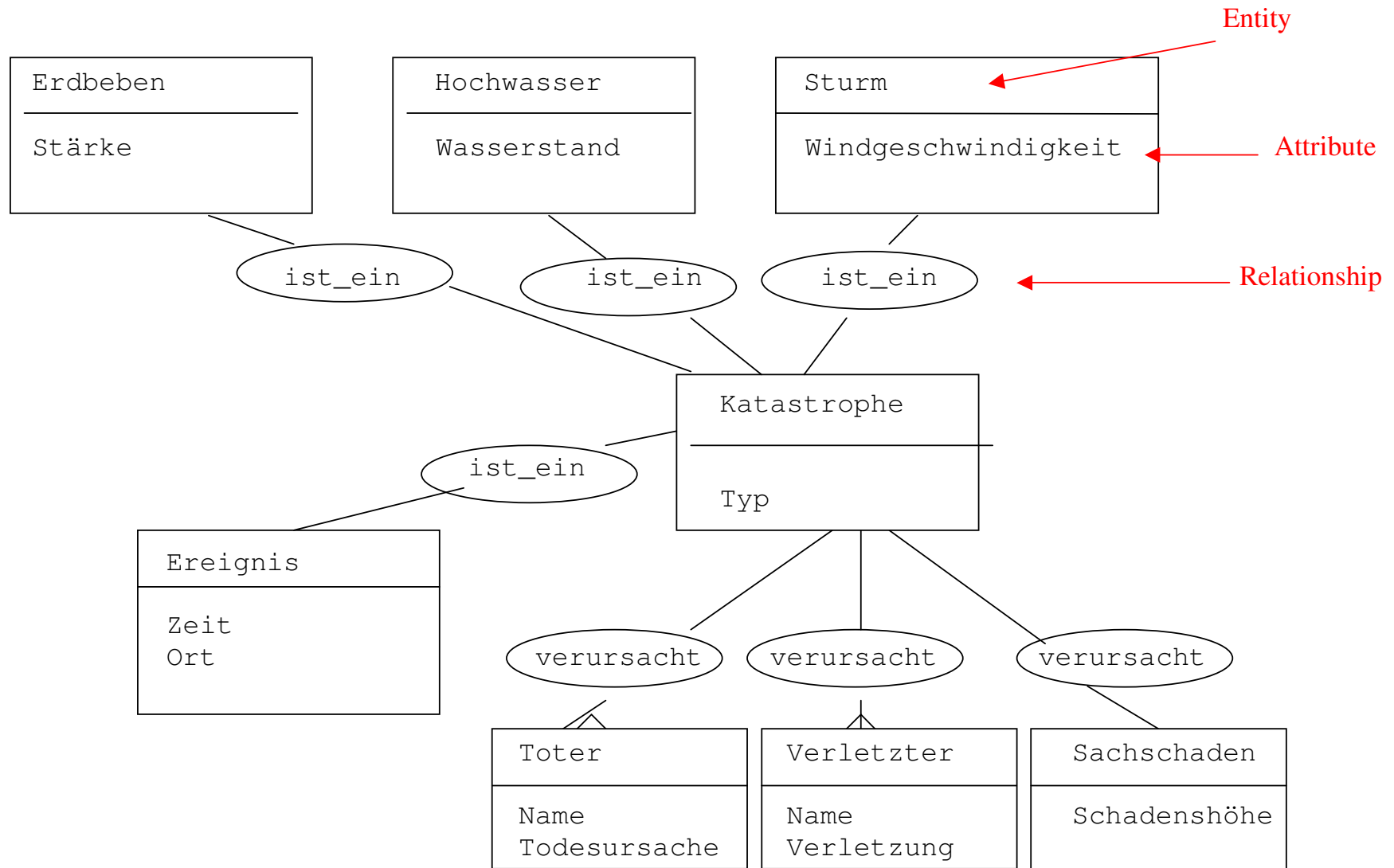
C=cook, S=Gast, W=waiter

Verzweigungen: Speisekarte auf dem Tisch oder nicht

Aktionen PTRANS (physical transportation), MTRANS (mental transportation), MBUILD (Erstellen eines Plans) und DO (Ausführen eines anderen Skripts.)

II. Datenbanken

- konzeptuelle Ebene: **Entity, Attribute, Relationship** - Modell (eng verwandt mit Frames, s.o.)



- Implementierungsebene

Datenbanken sind im Prinzip Tabellen mit Spalten und Zeilen

relationale Datenbank = geschickte Aufteilung der Information zwischen mehreren Tabellen
Verbindung zwischen den Tabellen über eindeutige Schlüssel

Ereignisse

ID	Zeit	Ort	Typ
#1	12.8.00	San Fransico	Erdbeben
#2	10.11.00	Koblenz	Hochwasser
#3	26.11.01	Feldberg	Sturm
#4	04.05.02	Udine	Erdbeben
#5	22.08.02	Dresden	Hochwasser

Erdbeben

Ereignis_ID	Stärke
#1	6,3
#4	7,0

Hochwasser

Ereignis_ID	Wasserstand
#2	9,3 m
#5	8,0 m

Sturm

Ereignis_ID	Geschwindigkeit
#3	190 kmh

Katastrophen

Ereignis_ID
#1
#2
#3
#4
#5

Verletzte

Ereignis_ID	Name	Verletzung
#1	Miller	Beinbruch
#1	Smith	Gehirnerschütter.
#4	de Lima	Gehirnerschütter
#5	Braun	Armbruch
#5	Liebherr	Beckenbruch
#5	Meyer	Beinbruch

Sachschaden

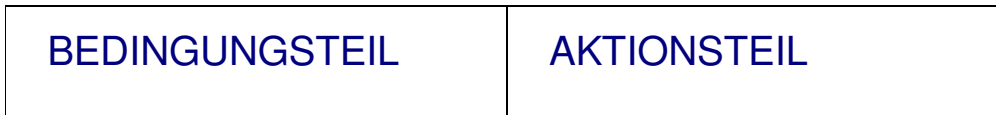
Ereignis_ID	Höhe
#1	2 Mio \$
#4	7 Mio DM

Verarbeitung: Sortieren, Suchen, Suchen mittels Boolescher Verknüpfungen
eigene Abfragesprachen, z.B. SQL

III. Regeln

Regeln sind bedingte Vorschriften für Operationen, d.h. sie spezifizieren direkt Algorithmen.

Allgemein besteht eine Regel aus



(vgl. IF-THEN oder DO WHILE in Programmiersprachen)

Der Bedingungsteil stellt normalerweise ein **Muster** für einen Anwendungsfall dar.

Er kann Konstante und Variable enthalten.

Im Aktionsteil kann auf Elemente, die im Bedingungsteil identifiziert wurden, Bezug genommen werden.

Regeln können auf immer neue Einzelfälle zutreffen und angewandt werden, denn

- ✓ Regeln sind Generalisierungen aus bisherigen Einzelfällen
- ✓ Regeln sind Vorhersagen auf künftige Einzelfälle

(im Unterschied zu Datenbanken, die nur bisherige Einzelfälle enthalten)

kategorie[satz] -> kategorie[np] kasus[nominativ] person[C] numerus[C] +
kategorie[verb] person[C] numerus[C]+
kategorie[np] kasus[dativ]

kategorie[np] kasus[C] person[3] numerus[C] ->
kategorie[artikelwort] kasus[C] numerus[C] +
kategorie[nomen] kasus[C] person[C] numerus[C]

(Aus S.5.2)

IV. Logikformalisten und andere Wissensrepräsentations-Sprachen

Schlußfigur

wenn a dann b	⇐	MAJOR-PRÄMISSE
a	⇐	MINOR-PRÄMISSE

also b		

Das besondere ist die Major-Prämisse. Diese ist eine Regel, die auf die andere Prämisse angewendet werden kann (Bedingungsteil) und die Konklusion ergibt (Aktionsteil).

PROLOG = eine Programmiersprache, mit der Regeln und Fakten spezifiziert werden.

Ein eingebauter „inference engine“ zieht automatisch Schlussfolgerungen und beantwortet Fragen.

V. Markierte (mit Tags versehene) natürliche Sprache

Für den Menschen ist die natürliche Sprache die flexibelste und weitreichendste Wissensrepräsentation.

Für den Computer ist die natürliche Sprache, so wie sie ist, zu mehrdeutig.

Markup Sprachen bestehen aus **Tags**, mit denen natürliche Sprache versehen werden kann, um sie eindeutig zu machen.

SGML - Standard Generalized Markup Language

HTML - hypertext markup language

XML - Extensible Markup Language

Anforderungen an die Wissensrepräsentation. Eine gute Repräsentation:

- ist in Bezug auf die angestrebte Problemlösung vollständig
- macht die ausschlaggebenden Dinge explizit.
- unterdrückt in Bezug auf die Problemlösung irrelevante Dinge
- stellt die natürliche Zusammenhänge heraus.
- ist transparent für den Anwender.
- läßt sich effizient mit dem Computer verarbeiten.