Seminar **Ontologiebasierte Wissensmodellierung**
Dr. B. Heller, Prof. H. Herre
SS 2002 - 16. Mai 2002

Concepts, Attributes, and Arbitrary Relations

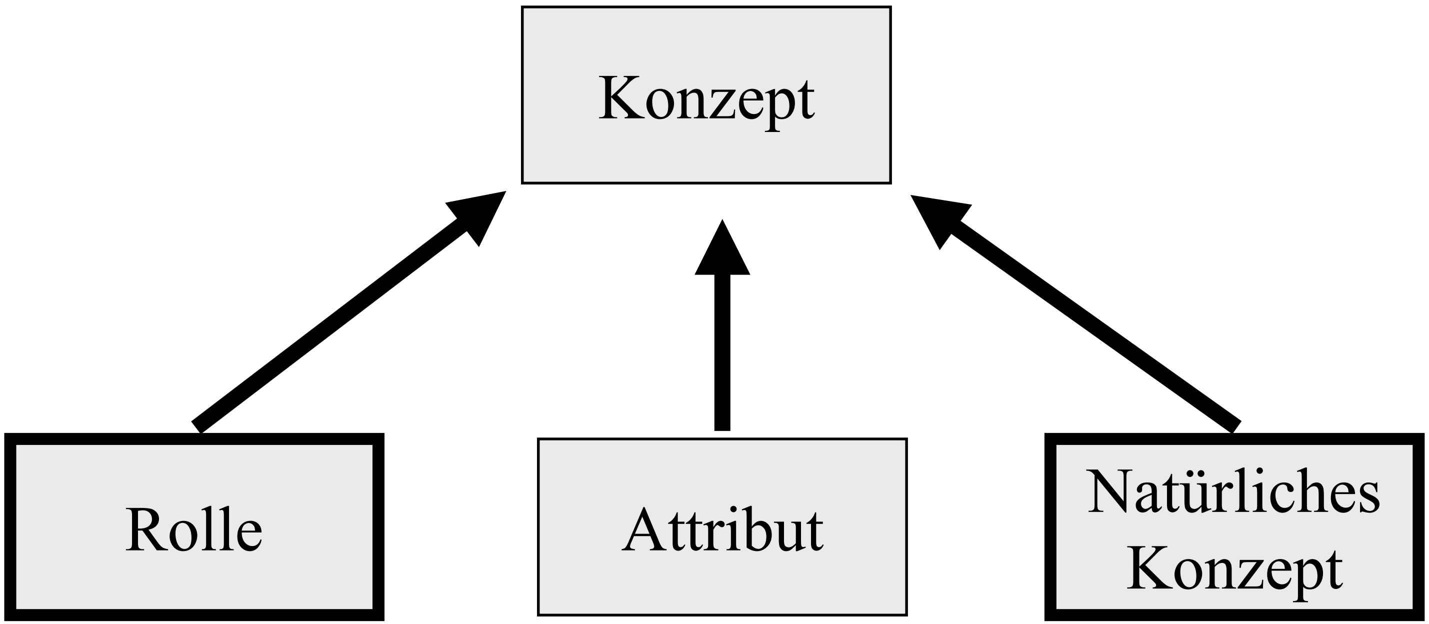
Some Linguistic and Ontological Criteria
for Structuring Knowledge Bases
Nicola Guarino, 1992

Johannes Freudenberg
mai98ftu@studserv.uni-leipzig.de

Einleitung

- Was ist das Problem?
  - Unterschiedliche Sichtweisen auf Begriff „Rolle“
  - Rolle als *beliebige* (arbitrary) zweistellige Relation vs. Rolle als Konzept mit zugeh. Relations“mustern“
- Motivation und Ziel
  - Gegenwärtig Wahl zwischen Rolle u. Konzept nötig
  - Folge: Bedeutungsverlust oder Duplikation
  - Ziel: ontol. Grundl. der Rolle-Konzept-Beziehung u. des Attributbegriffs untersuchen, (Meta-)Ontologie für Konzeptbegriff vorschlagen

Rolle & Natürliches Konzept



Rolle - verbale Definition

- Websters‘ International Dictionary:
  - a socially prescribed pattern of behavior corresponding to an individual‘s status in a particular society
  - a function performed by someone or something in a particular situation, process, or operation
- Sowa:
  - concept, whose instances are involved in some **particular pattern of relationships**
  - τ is a role type if something can only identified as type τ by considering some other entity, action, or state
    $\rightarrow$ zu vage (z.B. *Auto* ist keine Rolle!)

Fundiertheit

Def.: **(1)** Das Konzept α heißt ***fundiert auf*** β ($\alpha \Downarrow \beta$), falls ***nec*** $\forall x(x \, \varepsilon \, \alpha \Rightarrow \exists y(y \, \varepsilon \, \beta \wedge \neg(x \leq y) \wedge \neg(y \leq x))$.

(2) α heißt ***fundiert*** ($\alpha \Downarrow$), falls es ein β gibt, so dass $\alpha \Downarrow \beta$.

(3) α heißt ***essentiell unabhängig*** (***I*****(**α**)**), falls $\neg(\alpha \Downarrow)$.

(4) α heißt ***selbst-fundiert,*** falls $\alpha \Downarrow \alpha$.

Beispiele: Sohn, Fußgänger (2), Auto (3), (Ehe-)Partner (4)

Aber: Eigenschaften (qualities) wie Farbe, Gewicht, Position sind fundiert, entsprechen aber nicht der Lexikondefinition des Begriffs „Rolle“

Bemerkung: ε membership relation, $\leq$ part of relation, ***nec*** modal necessity operator

Rolle & Natürliches Konzept

Def.: Ein Konzept α heißt ***semantisch starr*** ($\boldsymbol{R}(\alpha)$), falls
$$\forall x(x \in \alpha \Rightarrow \textbf{\textit{nec}}(x \in \alpha)).$$
Beispiel: Tier, Hund, Farbe; *Gegenbeispiel*: Welpe

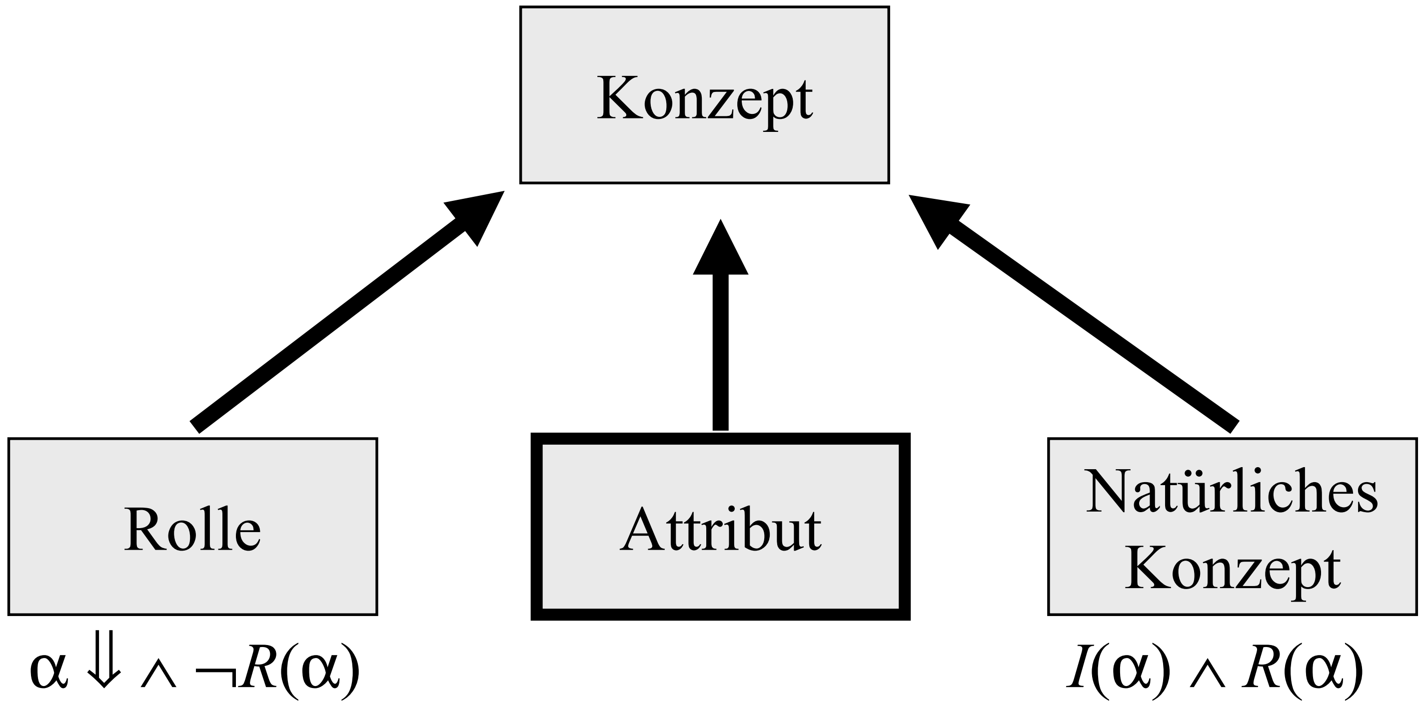
Def.: Ein Konzept α heißt ***Rolle***, falls $\alpha \Downarrow \wedge \neg R(\alpha)$.

Beispiel: Sohn, Vater; *Gegenbeispiel*: Farbe, Welpe

Def.: Ein Konzept α heißt ***Natürliches Konzept***, falls
$$I(\alpha) \wedge R(\alpha).$$
Beispiel: Hund; *Gegenbeispiel*: Farbe, Welpe

Bemerkung: Rolle und Natürliches Konzept sind **disjunkt.**

Attribute & Slots



Attribute vs. Slots?

- **Widerspruch** in Brachmans Def.:
  - *Komponente* eines Konzept kann nicht *beliebige* Relation sein.
  - Beispiel: John - Größe: 180cm - Kennt: Mary
- **Schlussfolgerung**:
  - ***Slot*** für beliebige binäre Relation → relationales Wissen
  - ***Attribut*** für „KL-ONE-Rolle“ → Wissen über interne Struktur
- **Woods‘ linguistischer Test:**

  y ist der Wert eines Attributs A von x, wenn wir sagen können: *y ist ein A (oder das A) von x*

  → Attributname muss ein Konzept bezeichnen
- **Lösung**:
  - Attribut als Konzept (1-stellige Relation)
  - zugehörige binäre Relation(en) = **relationale Interpretation**

Attribut als Konzept (1)

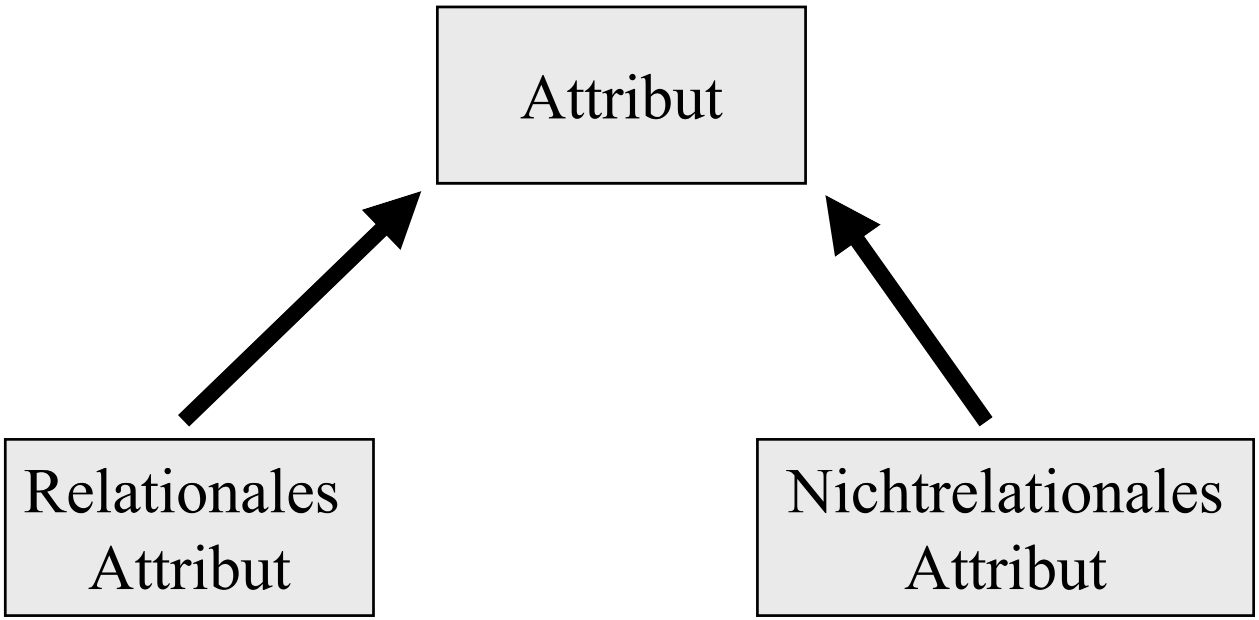
Definition einer Sprache *AL*:

- Das ***Alphabet*** von *AL* besteht aus
  - einer Menge *C* von *Konzepten*, mit $A \subseteq C$ Menge von *Attributen*
  - einer Menge *O* von *Objekten*, $C \cap O = \emptyset$
- Eine ***Atomformel*** von *AL* hat die Gestalt (c o) oder (a o_1 o_2), wobei $c \in C$, $a \in A$ und o, o_1, $o_2 \in O$
- Eine ***Interpretation*** von *AL* ist ein Tupel $\boldsymbol{I} = \langle U, \delta, \rho \rangle$, so dass
  - *U* ist eine beliebige Menge, das *universe of discourse,*
  - δ ist eine Funktion von $O \cup C$ in $U \cup Pow(U)$, die *Bezeichnungsfunktion*, so dass für alle $x \in O$ und $\alpha \in C$, $\delta(x) \in U$ und $\delta(\alpha) \in Pow(U)$,
  - ρ ist eine Funktion von *A* in $Pow(U \times U)$, die *relationale Interpretations-funktion*, so dass für alle Attribute α und alle $\langle x, y \rangle \in \rho(\alpha)$, $y \in \delta(\alpha)$.

Attribut als Konzept (2)

- Die Interpretation ***I*** = <*U*, δ, ρ> ***erfüllt*** die Atomformel ϕ (***I*** |= ϕ), gdw. eine der folgenden Bedingungen gilt:
  - ***I*** |= $(\alpha\ x)$ gdw. $\delta(x) \in \delta(\alpha)$
  - ***I*** |= $(\alpha\ x_1\ x_2)$ gdw. $< \delta(x_1), \delta(x_2)> \in \rho(\alpha)$.
- **Attribut-Konsistenz-Postulat:**
  Jeder Wert eines Attributs ist auch eine Instanz von dessen zugehörigem Konzept: $\forall \alpha \in A\ \forall x,y \in O\ ((\alpha\ x\ y) \Rightarrow (\alpha\ y))$
- **Def.:** Ein ***Attribut*** ist ein Konzept, das in der interessierenden Domäne eine eindeutige relationale Interpretation besitzt, die das Attribut-Konsistenz-Postulat erfüllt.
- **Vorteile**:
  - Keine Verwirrung und Redundanz mehr
  - Attribute erhalten die beabsichtigte Bedeutung

Relationale & Nichtrelationale Attribute



Relationales Attribut

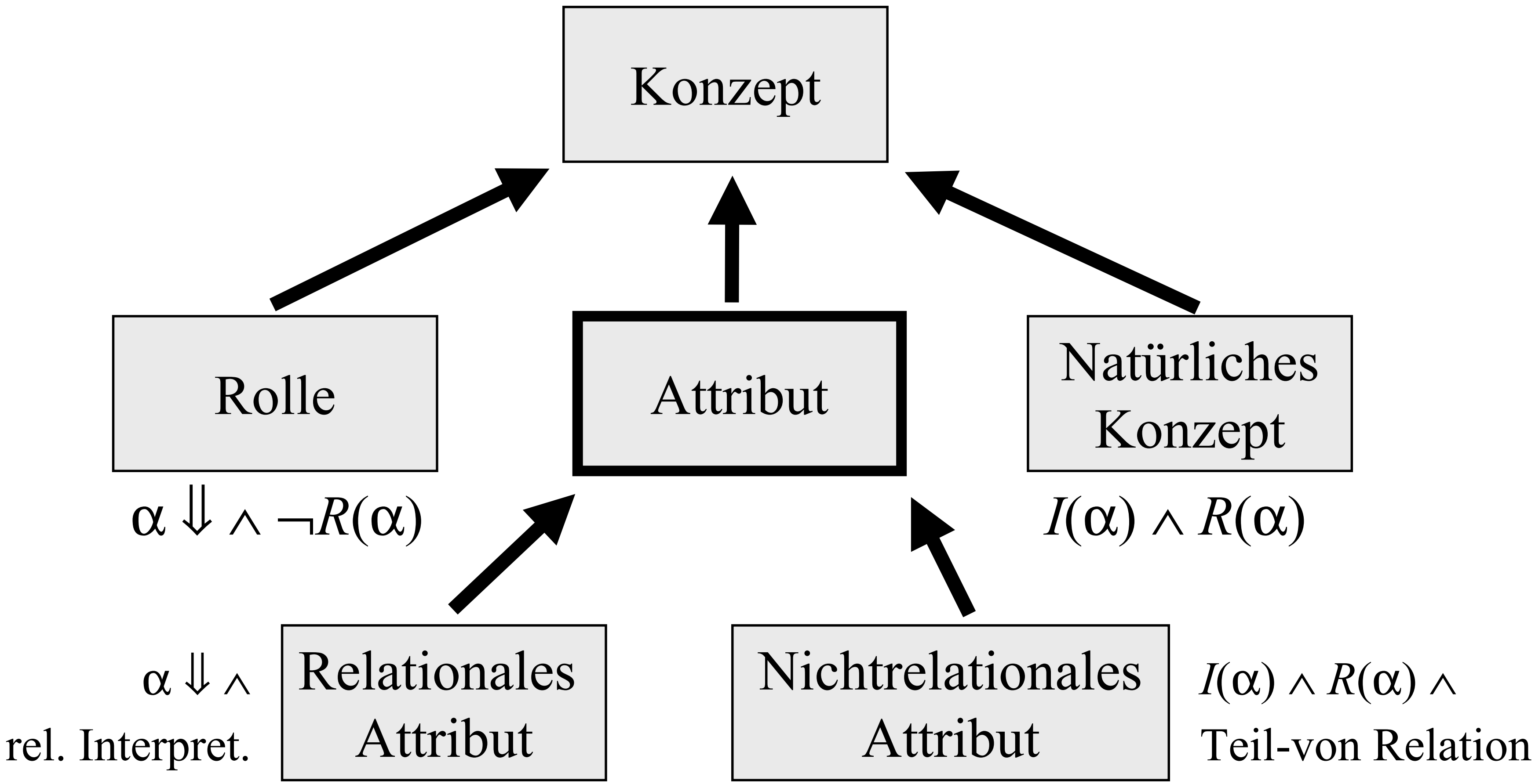
- Ein ***Domänenschema*** ist ein Tupel **D** = <U, C, R, δ>, wobei U, C, δ wie oben und R eine Menge binärer Relationen auf $U \times U$.
- Sei **D** = <U, C, R, δ> ein Domänenschema, $\alpha \in C$. R $\in R$ ist eine ***partielle relationale Interpretation*** von α in **D**, wenn es ein $\beta \in C$ gibt, so dass $\alpha \Downarrow \beta \wedge \mathrm{dom}(R) \subseteq \delta(\beta) \wedge \mathrm{range}(R) \subseteq \delta(\alpha)$.
- Sei **D**, α wie oben, $R_\alpha \subseteq R$ die Menge der partiellen relationalen Interpretationen von α. Das Konzept α heißt ***relationales Attribut*** in **D**, wenn $R_\alpha \neq \emptyset$. Seine ***relationale Interpretation*** ist

  $\rho(\alpha) = \bigcup R_i \in R_\alpha$. α heißt ***eindeutig*** (*non-ambiguous*) in **D** wenn $\mathrm{dom}(R_i)$ paarweise disjunkt.
- Beispiel: Lehrer, Fach, Schüler.
  R_1: δ(Fach) $\rightarrow$ δ(Lehrer), R_2: δ(Schüler) $\rightarrow$ δ(Lehrer), ρ(Lehrer) = $R_1 \cup R_2$

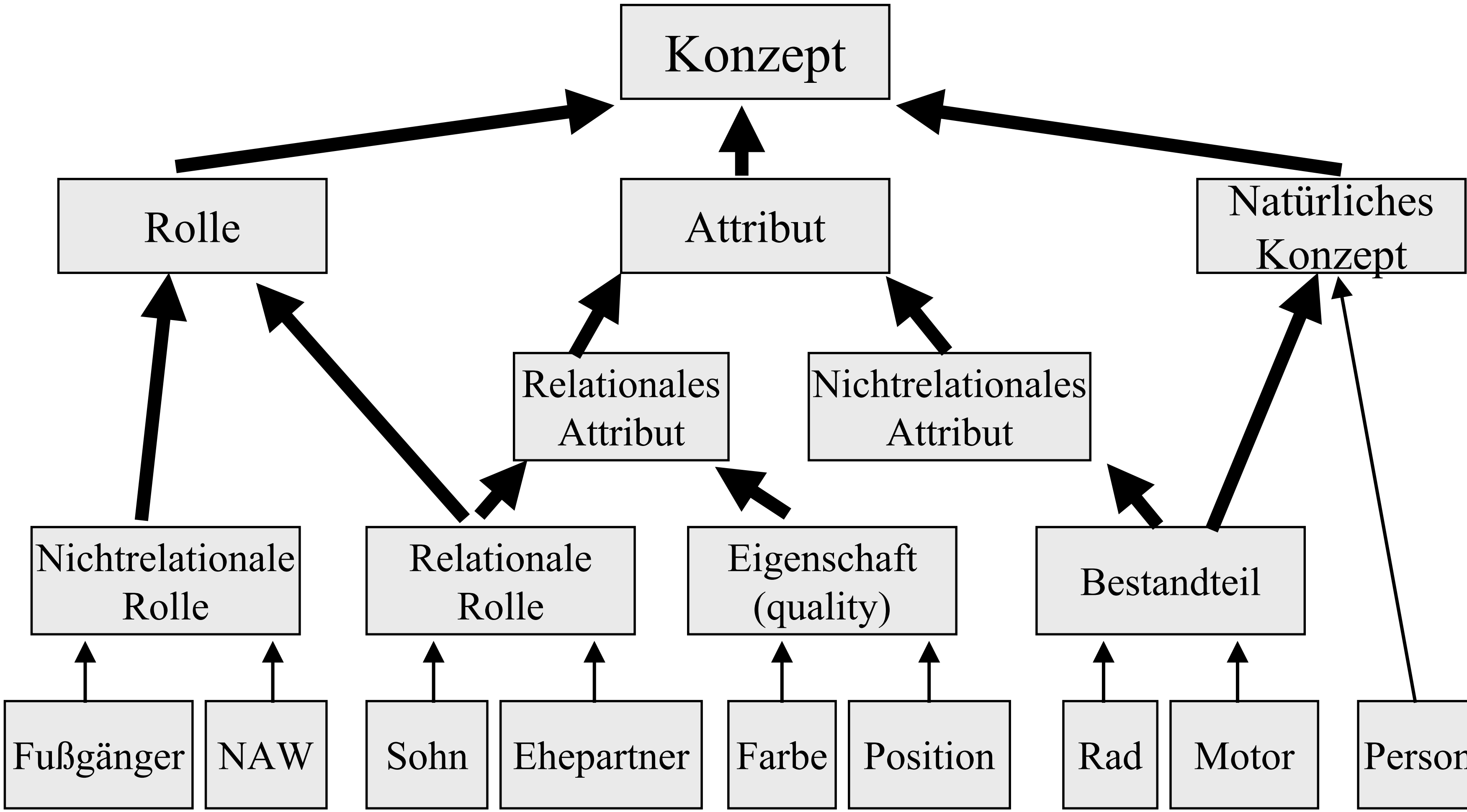
Nichtrelationales Attribut

- Sei **D** = $<U, C, R, \delta>$ ein Domänenschema, ein Konzept $\alpha \in C$ heißt ***nichtrelationales Attribut*** in **D**, wenn
  - α ist ein natürliches Konzept,
  - es gibt eine Relation $< \in R$, die die Bedeutung einer geeigneten Teil-von Relation hat und
  - relationale Interpretation $\rho(\alpha) = \{<x, y> \mid y < x \wedge y \in \delta(\alpha)\} \neq \emptyset$.
- Beispiel: *Rad*
  - (Rad Auto_{467} Rad_{7279}): *Rad* ist Attribut, aber keine Rolle.
  - (Rad John Rad_{7279}): Interpretation von < aus Kontext als „Besitz-von“
- Es gibt keine a priori-Bedeutung der zu *Rad* gehörigen Relation
- Attribute auf der Basis von Besitz sollten ausgeschlossen werden, was aber nicht formal forciert werden kann.

Was haben wir bis jetzt?



(Meta-)Ontologie der Konzepte



Zusammenfassung

- **Rolle** ist fundiert und nicht starr.
- **Natürliches Konzept** ist essentiell unabhängig und starr.
- **Attribut** ist entweder relational oder nichtrelational.
- **Kriterium** für Unterscheidung zwischen Attributen, anderen Konzepten und Slots → „Algorithmus“ für Frage „Kann A ein Attribut für das Objekt x sein“:
  - Woods‘ linguistischer Test
  - Dann Fundiertheit von A prüfen → relationales Attribut
  - Sonst „A Teil von x?“ prüfen → nichtrelationales Attribut