Generierung in Verbmobil

Tilman Becker

Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH
Stuhlsatzenhausweg 3
66123 Saarbrücken
e-mail: Tilman.Becker@dfki.de

Übersicht

- ▷ Der Aufbau von Verbmobil
- ▷ Architektur des Generierungsmoduls
- ▷ Mikroplanung
- ▷ Syntaktische Generierung
- ▷ Wissensquellen und Kernkomponenten
- ▷ Vorverarbeitung
- ▷ Ergebnisse
- ▷ Ausblick

Verbmobil Partner

LMU
LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN

RWTH

DFKI

CSLI

Gefördert vom
bmb+f
Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie

UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

TU berlin

UNIVERSITÄT BIELEFELD

Daimler-Benz Aerospace

DAIMLERBENZ

FRIEDRICH-ALEXANDER-UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG

Verbmobil
Phase 2

EBERHARDT-KARLS-UNIVERSITÄT TÜBINGEN

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

SIEMENS

PHILIPS

TU-DRESDEN

TU-BRAUNSCHWEIG

RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

RHEINISCHE FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT BONN

UNIVERSITÄT STUTTGART

UNIVERSITÄT KARLSRUHE

UNIVERSITÄT HAMBURG

© W. Wahlster, DFKI

Das Verbmobil Szenario

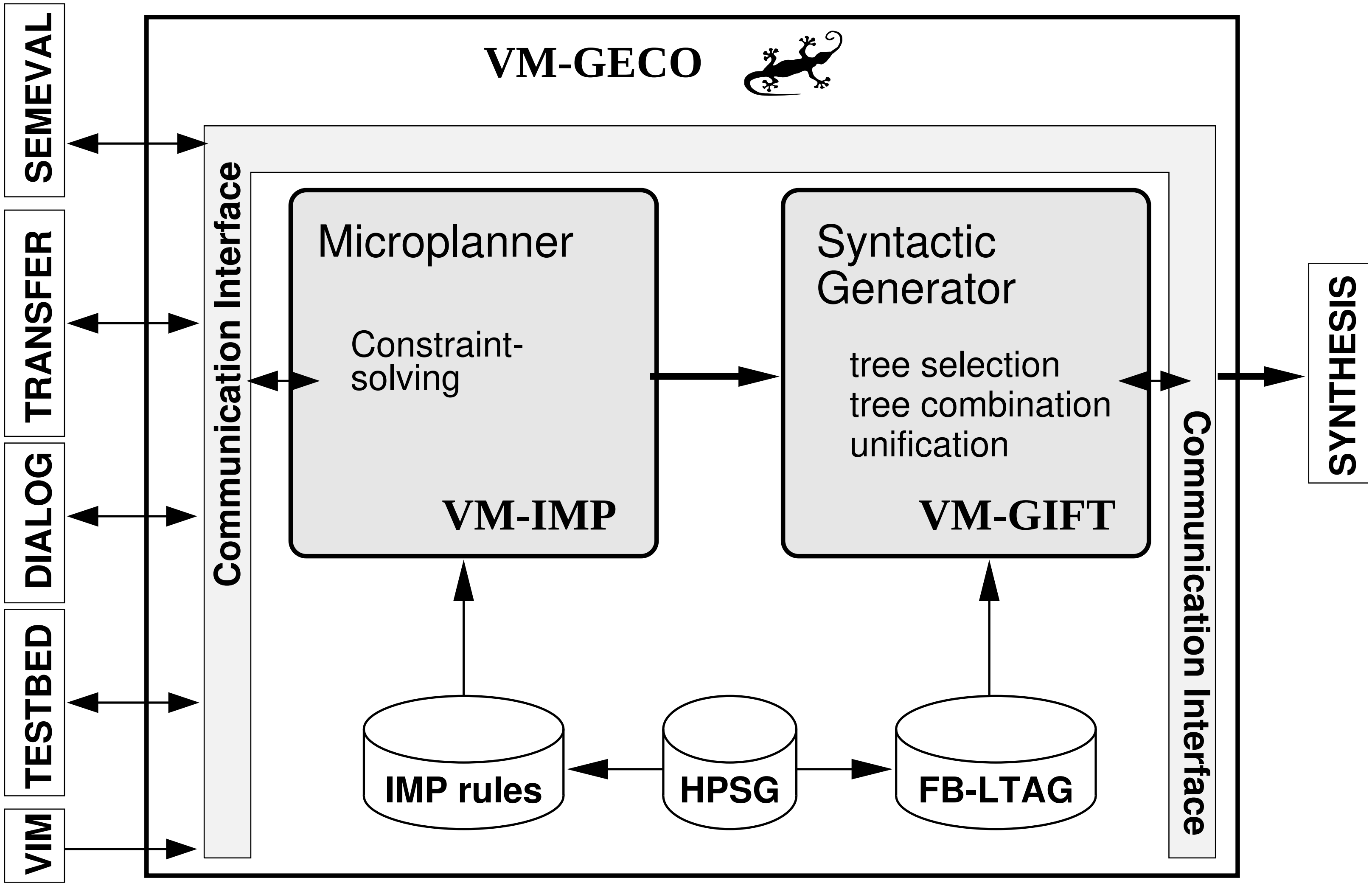
- ▷ Dialogpartner: Mensch-Mensch, Verbmobil ist Mediator

  → möglichst keine direkte Interaktion Verbmobil – Benutzer
- ▷ Kanäle: Telephon, Handy, Telekooperationssystem
- ▷ Domäne:
  - ○ Verbmobil I: Terminabsprache
  - ○ Verbmobil II: Reiseplanung, Fernwartung
- ▷ Besondere Anforderungen an Übersetzung:
  - ○ spontansprachliche Eingabe: Robustheit
  - ○ Echtzeitverhalten: effiziente Verarbeitung

VM-GECO Übersicht

- ▷ Eingabe: Semantikrepräsentation für Zielsprache
  - VIT: Verbmobil Interface Term
  - basiert auf UDRT
- ▷ Ausgabe: (annotierter) Text für Sprachsynthese
- ▷ Zwischenergebnis: Dependenzstruktur

VM-GECO Architektur



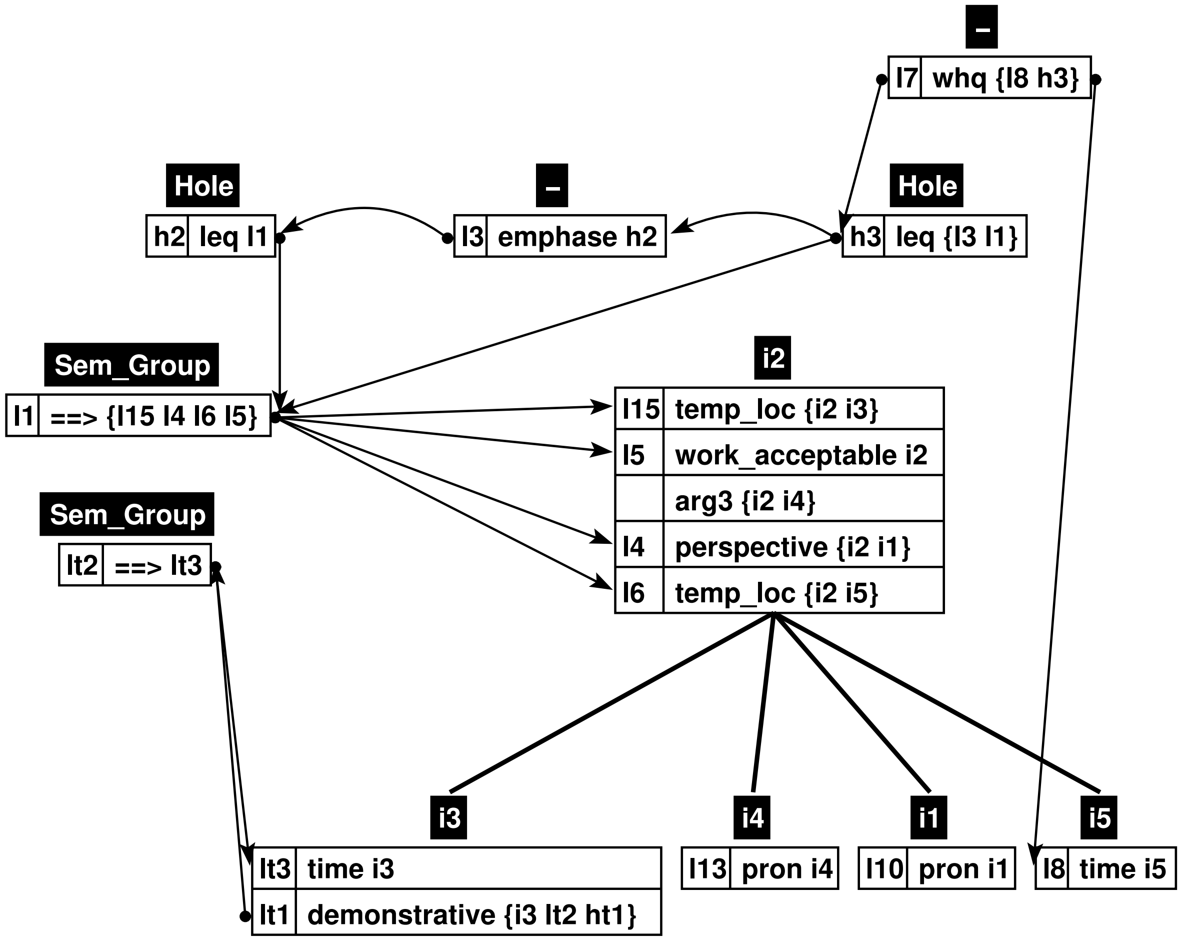
Wortwahl und Mikroplanung

Aufgaben der Mikroplanung:

- ▷ Wortwahl: insbesondere für abstrakte Prädikate
- ▷ Mikroplanung: Festlegung der syntaktischen Realisierung:
  - ○ Argumentstruktur
  - ○ Entscheidungen wie z.B. Nominalisierung/Relativsatz
  - ○ allgemein: n:m Abbildungen
- ▷ Wissensquellen als Constraints (deklarativ)

VIT-Eingabe

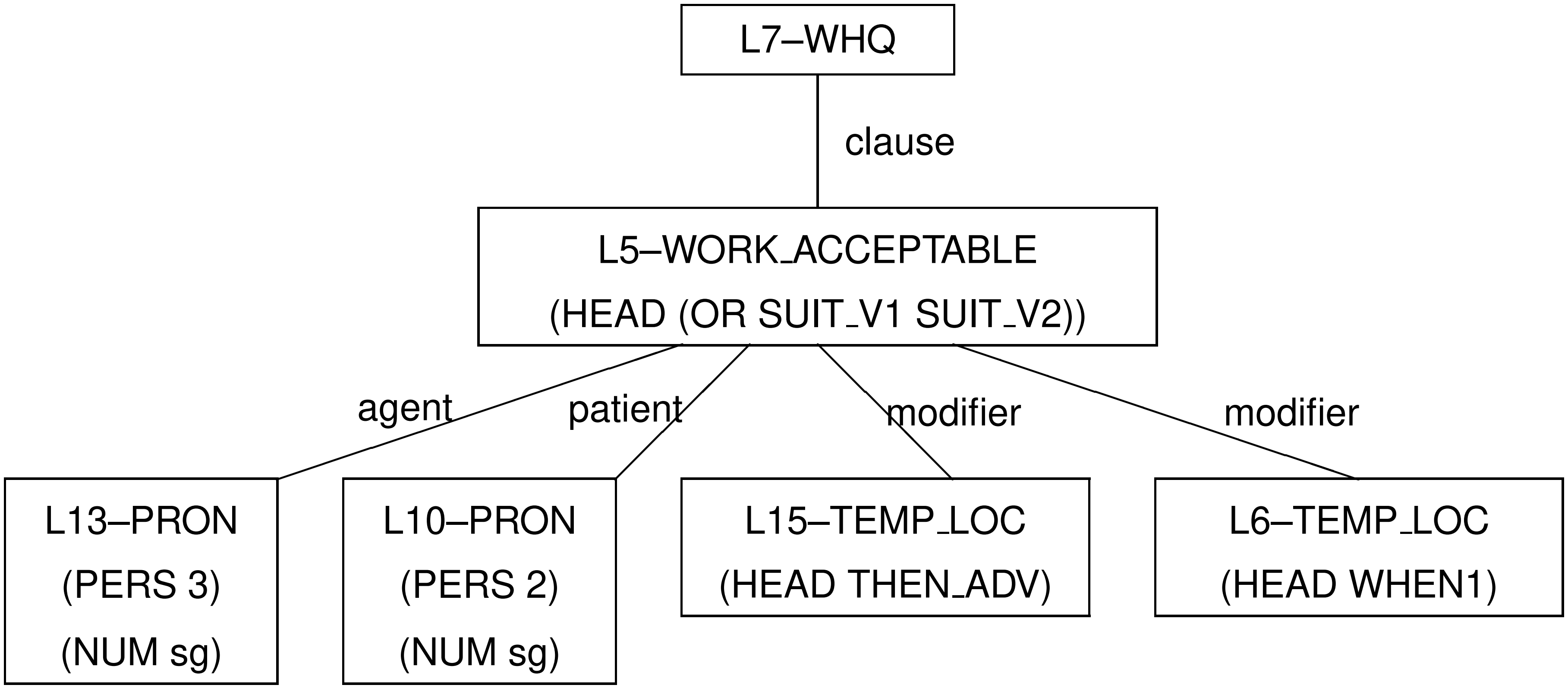
„Wann würde es dann bei Ihnen passen?"



Beispiel für Mikroplanungsregeln

```
;; standard verb + 2 complements
((WORK_ACCEPTABLE (L I) ARG3 (L I I2) PERSPECTIVE (L1 I I3)) ;;pattern
 NIL                                                          ;;condition
 (WORK_ACCEPTABLE (HEAD (OR SUIT_V1 SUIT_V2)) (CAT V)        ;;body
                  (TENSE (TENSE(WORK_ACCEPTABLE)))
                  (MOOD (MOOD (WORK_ACCEPTABLE))) (FORM ordinary)
                  (VOICE (VOICE(WORK_ACCEPTABLE))))
 (I2 (GENDER (NOT MAS FEM)))
 (REGENT-DEP-FUNC WORK_ACCEPTABLE I2 AGENT)
 (REGENT-DEP-FUNC WORK_ACCEPTABLE I3 PATIENT)
 (KEY KEY-V))
;; gerund
...
;; noun + whq entry
((TIME (L I))                                                  ;;pattern
 (WHQ (L1 L H) TEMP_LOC (L2 I1 I))                             ;;condition
 (TIME (CAT ADV) (HEAD WHEN1)))                                ;;body
;; noun entry
((TIME (L I))                                                  ;;pattern
 NIL                                                           ;;condition
 (TIME (CAT N) (HEAD TIME_N1) (NUM NUM(TIME))))                ;;body
...
```

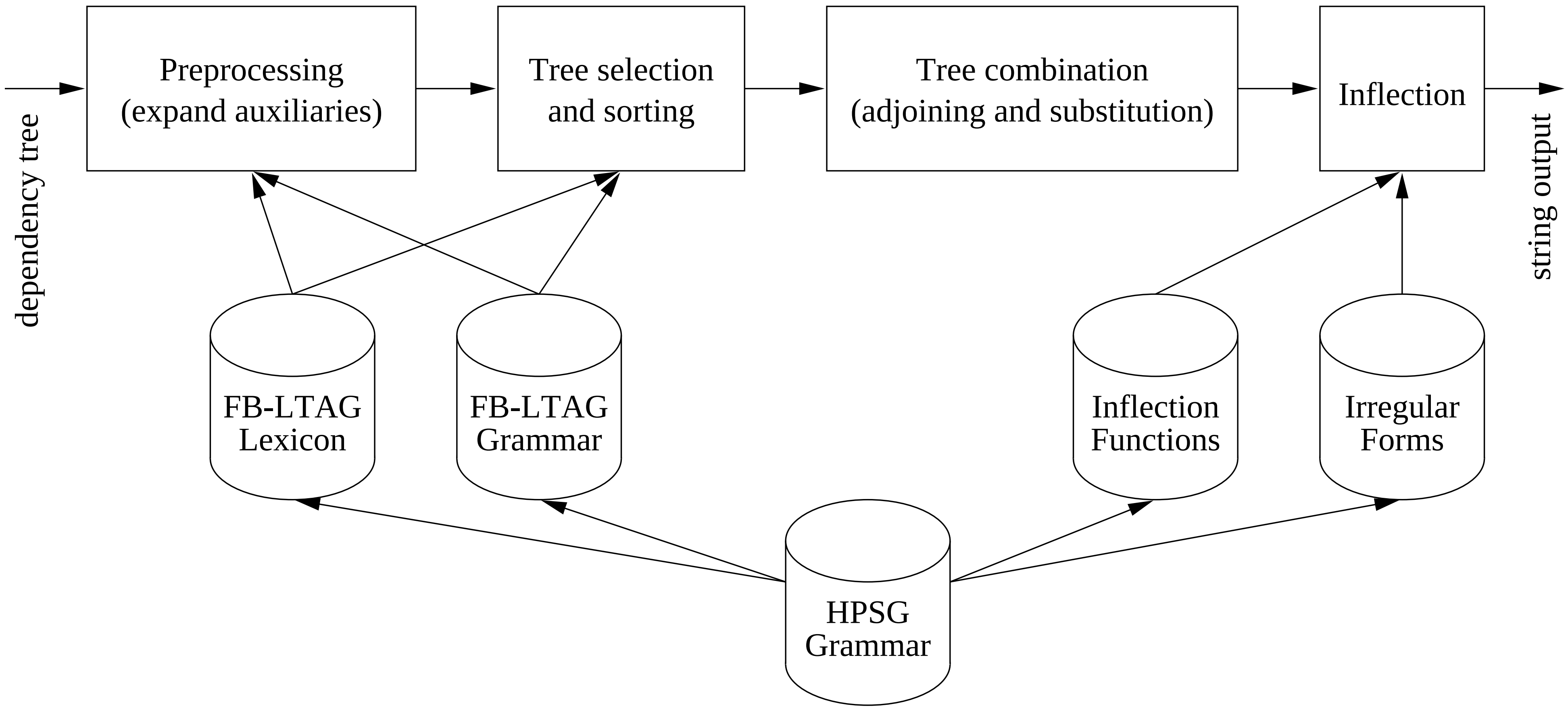
Mikroplanungsergebnis



Syntaktische Realisierung

- ▷ Aufgabe: Konstruktion einer konkreten Phrasenstruktur
- ▷ Erzeugter String wird an Sprachsynthese übergeben
- ▷ Wissensbasis:
  - ○ TAG Grammatik
  - ○ Lexikon (beides aus HPSG abgeleitet)
- ▷ Übernimmt auch Inflektion

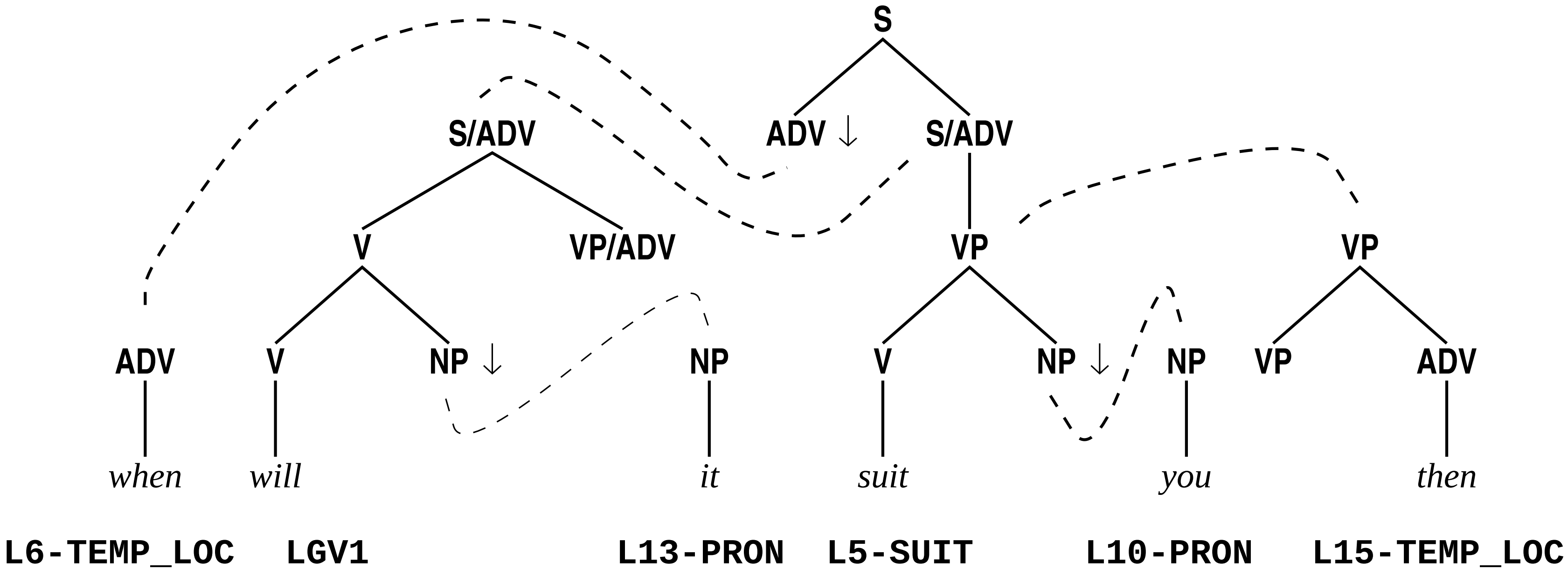
Syntaktische Realisierung



Eingabe für syntaktische Realisierung

```
((ENTITY L5-WORK_ACCEPTABLE
  ((FORM ORDINARY) (TENSE FUTURE-TENSE) (CAT V) (MOOD INDICATIVE)
   (VOICE ACTIVE) (GOVERNED-BY WH-SENTENCE) (OPTIONAL-AGENT NO)
   (HEAD (OR SUIT_V1 SUIT_V2)) (REALIZED LOCAL)))
 (ENTITY L13-PRON
  ((REALIZED LOCAL) (CAT PPRON) (PERS 3) (NUM SG) (GENDER NTR) (TYPE NORMAL)
   (GOVERNED-BY V) (IS-COMPLEMENT T) (FORM CONTINUOUS) (REG L5-WORK_ACCEPTABLE)
   (FUNC AGENT)))
 (ENTITY L10-PRON
  ((REALIZED LOCAL) (CAT PPRON) (PERS 2A) (NUM SG) (GENDER FEM) (TYPE NORMAL)
   (GOVERNED-BY (OR V PREP SENTENCE)) (FORM CONTINUOUS) (REG L5-WORK_ACCEPTABLE)
   (FUNC PATIENT)))
 (ENTITY L6-TEMP_LOC
  ((CAT ADV) (REAL WH_QUEST) (SORT TIME) (POINTED-BY TEMP_LOC)
   (GOVERNED-BY (OR V N ADV SENTENCE)) (PRED TIME) (HEAD WHEN1)
   (REALIZED LOCAL) (WH-FOCUS T) (REG L5-WORK_ACCEPTABLE) (FUNC TEMP-SPEC)))
 (ENTITY L15-TEMP_LOC
  ((CAT ADV) (HEAD THEN_ADV) (REALIZED GROUP-TIME-DEMONSTRATIVE)
   (REAL (OR ADV WH_QUEST YOFC)) (SORT (SUBSORT TIME)) (POINTED-BY TEMP_LOC)
   (GOVERNED-BY (OR V N ADV SENTENCE)) (REG L5-WORK_ACCEPTABLE) (FUNC TEMP-SPEC))))
```

Ergebnis: Phrasenstruktur fürs Beispiel



Kernalgorithmen

- ▷ Motivation: Leichte Erweiterbarkeit für weitere Sprachen und Domänen
- ▷ in Mikroplanung: Constraint-Solver
- ▷ in Realisierung: allg. best-first Suche
- ▷ Deklarative Wissensquellen:
  - ○ Wortwahl- und Mikroplanungsregeln
  - ○ TAG Grammatiken
  - ○ Lexika

Vorverarbeitung

- ▷ in Mikroplanung: Makros und off–line Konsistenzprüfung
- ▷ in Realisierung: Kompilation einer HPSG Grammatik
  - ∘ Verwendet Algorithmus von Kasper et al. 1995
  - ∘ Idee der „Vollständigen Lexikalisierung“
  - ∘ Vermeidet Anwendung von HPSG Schemata
  - ∘ Stattdessen nur TAG Adjunktion und Substitution

Vorverarbeitung in der Mikroplanung

```
;; Syntactic choice rule
((WORK_ACCEPTABLE (L I) PERSPECTIVE (L I I2))
 NIL
 (KEY KEY-V)
 (WORK_ACCEPTABLE (CAT V))
 (REGENT-DEP-FUNC WORK_ACCEPTABLE I2 patient))
;; Word choice rule
((WORK_ACCEPTABLE (L I) ARG3 (L I I2))
 NIL
 (WORK_ACCEPTABLE (HEAD (OR SUIT_V1 SUIT_V2)) (CAT V)
                  (TENSE (TENSE(WORK_ACCEPTABLE)))
                  (MOOD (MOOD(WORK_ACCEPTABLE))) (FORM ordinary)
                  (VOICE (VOICE(WORK_ACCEPTABLE))))
 (I2 (GENDER (NOT MAS FEM)))
 (REGENT-DEP-FUNC WORK_ACCEPTABLE I2 ARG3)
;; Semantics -- Syntax
((WORK_ACCEPTABLE
  ((OR SUIT_V1 SUIT_V2) (ARG3 AGENT))))
```

Lokalität in HPSG und TAG

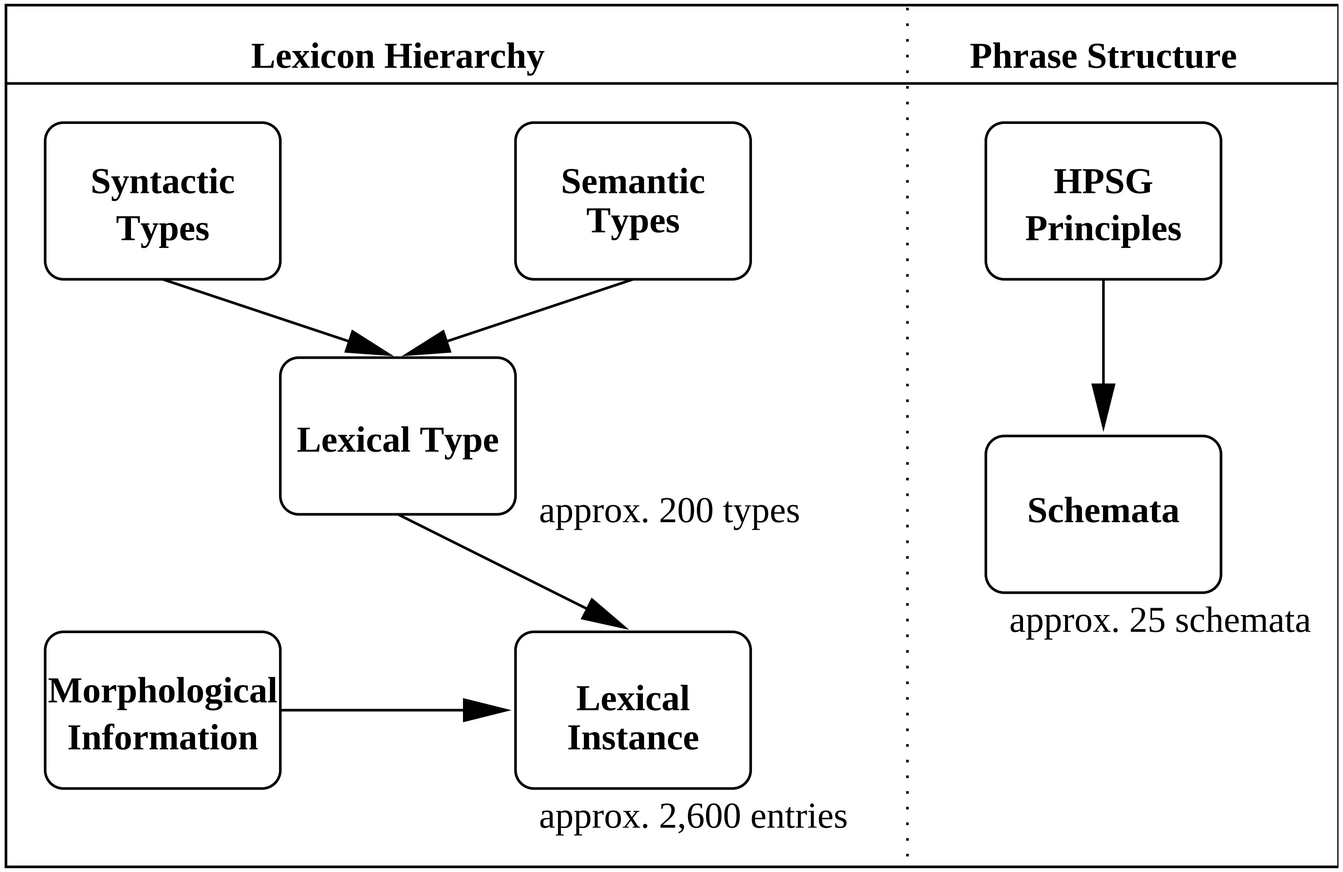
▷ in TAG:

- vollständig expandiert
- elementare Bäume beschreiben konkrete Phrasenstruktur

▷ in HPSG:

- Phrasenstruktur generalisiert in Schemata
- grammatikalisches Wissen in Lexikoneintrag kodiert

Architektur der HPSG



Ein Lexikoneintrag:

```
suit_v1 := mv_np_trans_le &
  [ STEM < "suit" >,
    SYNSEM.LOCAL.CONT.STEMLISZT <! [ PRED _suit_rel ] !> ].
```

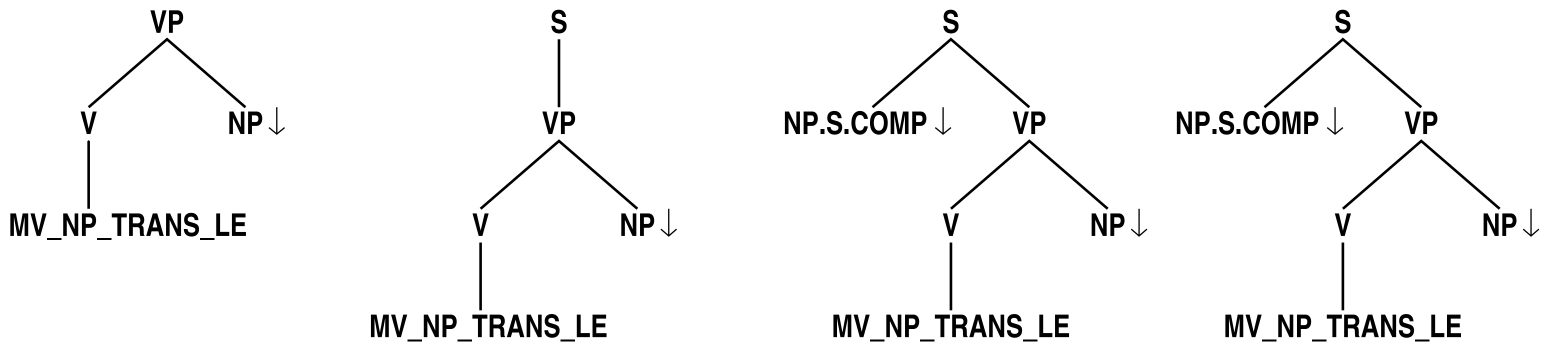
Die Grammatiken für Verbmobil werden am CSLI (Englisch) und DFKI (Deutsch, Japanisch) erstellt.

Kompilation von HPSG nach TAG

- ▷ Beschränkung auf Syntax
- ▷ Identifikation von „Selektormerkmalen“
- ▷ Expansion von lexikalischen Typen mit Schemata
- ▷ Terminierungskriterien: z.B. Sättigung der Selektormerkmale
- ▷ Ergebnis: Menge maximaler Projektionen = elementare Bäume
- ▷ Verwendung von top/bottom Merkmalsstrukturen
- ▷ Spezielle Regeln für auxiliare Bäume

Kompilationsergebnisse für MV_NP_TRANS_LE

MV_NP_TRANS_LE.1 MV_NP_TRANS_LE.2 MV_NP_TRANS_LE.3 MV_NP_TRANS_LE.4



Bottom-Merkmalsstruktur für den Baum MV_NP_TRANS_LE.2:

Bottom Dag at selected node:

```
[:ROOT: [SLC: [HEAD: [PRD: (- +)]
                [MOOD: (SUBJUNCTIVE MODAL_SUBJ INDICATIVE)]
                [VOICE: (PASSIVE ACTIVE)]
                [TENSE: (FUTURE PAST PRESENT)]
                [VFORM: BSE]
                [INV: -]
                [AUX: -]
           [ROOT: +]
           [CL-MODE: IMPERATIVE]
      [RULE: IMPERATIVE_RULE]
      [SLCI: NIL]
      [SYNSEM: [NON-LOCAL: [QUE: -]
```

Protokollgenerierung

- ▷ Generierung von Verlaufs- und Ergebnisprotokollen
- ▷ Zusammenarbeit mit Dialogverarbeitung und Kontextauswertung
- ▷ Verwendung von „tiefen“ und „flachen“ Ergebnissen
- ▷ VIT-Erzeugung aus Zeitausdrucksextraktion
- ▷ Berücksichtigung von Dialogakten

Ergebnisse

- ▷ 2961 Lexikoneinträge (HPSG)
- ▷ 2720 Mikroplanungsregeln
- ▷ 2844 TAG Bäume für ca. 230 lexikalische Typen
- ▷ Laufzeit: 0,7 Sekunden (Sätze bes 24 Worte)
- ▷ 68% Mikroplanung, 32% Realisierung
- ▷ Übertragung der Kernalgorithmen für UNL-Projekt
- ▷ Nur neue Wissensquellen für Mikrplanung

Evaluationsergebnisse des Forschungsprototyps 1.0

Evaluation 1996 [Bub, Wahlster, Waibel, ICASSP 1997]

- ▷ Anzahl der Wörter im Lexikon: 2451
- ▷ Wortfehlerrate der Spracherkennung: 13%
- ▷ End-to-End akzeptable Übersetzungen: 74.2%
  - ○ tiefe Verarbeitung: 51.9%
  - ○ dialogaktbasierte Übersetzung: 46.9%
  - ○ beispielbasierte Übersetzung: 46.3%
- ▷ Echtzeitfaktor: 5.7 (Sun UltraSparc 2)

Ausblick

- ▷ Erweiterung auf Deutsch (10000 Worte) und Japanisch
- ▷ Erweiterung auf neue Domänen
- ▷ Generierung von Ergebnisprotokollen
- ▷ „Content–to–Speech“
  - ○ Annotation der Ausgabe
  - ○ Erweiterung der Planungsregeln