



Reduplikation

Karg,  
Keydana,  
Schäfer

TETU

BR universell?

Minimal OT

Rankings

FSA

Demonstration

Literatur

# Reduplikation in minimaler OT

Michael Karg, Götz Keydana, Roland Schäfer  
ZIS Uni Göttingen

Göttingen  
8. März 2007



# Wir zeigen, daß...

## Reduplikation

Karg,  
Keydana,  
Schäfer

TETU

BR universell?

Minimal OT

Rankings

FSA

Demonstration

Literatur

- ... bei Berücksichtigung einer reichhaltigen Typologie von Reduplikation das Modell der Correspondence Theory nicht tauglich ist.
- ... in einem lexikalisch-templatischen Modell eine reduktionistische Constraintmenge zur Modellierung ausreicht.
- ... ein reduziertes Constraintsystem mittels endlicher Automaten implementiert werden kann (inkl. Demonstration).



# Was ist Reduplikation?

## Reduplikation

Karg,  
Keydana,  
Schäfer

TETU

BR universell?

Minimal OT

Rankings

FSA

Demonstration

Literatur

Perfektbildungen in altindogermanischen Sprachen:

- (1) (a.) Latein: *pendeō, pependī*
- (b.) Latein: *mordeō, momordī*
- (c.) Latein: *currō, cucurrī*
- (d.) Altindisch: *prat<sup>h</sup>, paprát<sup>h</sup>a*

Typische Eigenschaften des Reduplikanten (RED):

- RED ist hinsichtlich der melodischen Spezifizierung und der Linearisierung eine Funktion der Basis.
- RED hat eine eigenständige prosodische Struktur.
- RED hat eine unmarkierte phonologische Struktur.



# BR-Identität

## Reduplikation

Karg,  
Keydana,  
Schäfer

## TETU

BR universell?

Minimal OT

Rankings

FSA

Demonstration

Literatur

McCarthy & Prince (1994) und McCarthy & Prince (1995) interpretieren die Relation zwischen Basis und RED als Identitätsfunktion.

Reduplikation beruht demnach auf dem Zusammenspiel von

- Markiertheitsconstraints
- BR-Identitätsconstraints
  - MAX-BR: Jedes Element der Basis hat einen Korrespondenten in RED.
  - DEP-BR: Jedes Element in RED hat einen Korrespondenten in der Basis.
  - IDENT-BR[F]:  $\alpha$  sei ein Segment in der Basis,  $\beta$  sein Korrespondent in RED:  
Wenn  $\alpha = [\gamma F]$ , dann  $\beta = [\gamma F]$ .
- IO-Identitätsconstraints: MAX-IO, DEP-IO, IDENT-IO[F]



# Ein Beispiel: Einfache Onsets in altindischen Reduplikanten

## Reduplikation

Karg,  
Keydana,  
Schäfer

## TETU

BR universell?

Minimal OT

Rankings

FSA

Demonstration

Literatur

| RED + <i>prat</i> <sup>h</sup> | MAX-IO | *COMPLEX | MAX-BR |
|--------------------------------|--------|----------|--------|
| ☞ <i>paprat</i> <sup>h</sup>   |        | *        | *      |
| <i>praprat</i> <sup>h</sup>    |        | **       |        |
| <i>papat</i> <sup>h</sup>      | *      |          | *      |

- RED ist ein phonologisch unspezifiziertes Präfix.
- Die phonologische Spezifizierung ist vollständig grammatisch.



# TETU

## Reduplikation

Karg,  
Keydana,  
Schäfer

## TETU

BR universell?

Minimal OT

Rankings

FSA

Demonstration

Literatur

Aus dem ranking

(2) IO-Identität  $\gg$  Markiertheit  $\gg$  BR-Identität

folgt, dass RED phonologisch unmarkiert ist, selbst wenn das für die Basis nicht gilt.

Die Theorie von McCarthy & Prince (1995) kann somit *the emergence of the unmarked* (TETU) in der Reduplikation aus Eigenschaften der Grammatik ableiten.



# Korrespondenztheorie

## Reduplikation

Karg,  
Keydana,  
Schäfer

## TETU

BR universell?

Minimal OT

Rankings

FSA

Demonstration

Literatur

Ausgehend von BR-Identität wird Korrespondenz seit McCarthy & Prince (1995) generalisiert.

Die heute allgemein vorherrschende OT-Variante Correspondence Theory kennt gegenwärtig (mindestens)

- Korrespondenz zwischen RED und Basis,
- Korrespondenz zwischen Input und Output,
- Korrespondenz zwischen Outputs.



# Mehr Daten: Altindische Reduplikation

## Reduplikation

Karg,  
Keydana,  
Schäfer

TETU

BR universell?

Minimal OT

Rankings

FSA

Demonstration

Literatur

- (3) (a.) Perfekt: *prat<sup>h</sup>*, *pa-prat<sup>h</sup>*-  
(b.) Desiderativ: *pat*, *pi-pat*-  
(c.) Intensivum: *bād<sup>h</sup>*, *bad-bad<sup>h</sup>*-; *han*, *g<sup>h</sup>ani-g<sup>h</sup>an*-

## Mögliche Modellierungen

- Correspondence: RED<sub>1</sub>, RED<sub>2</sub> und RED<sub>3</sub>, die je unterschiedliche Grammatiken triggern.
- Alternative: drei unterschiedlich spezifizierte templates.

In jedem Fall:

3 verschiedene Reduplikanten im Lexikon.





# Latein revisited

## Reduplikation

Karg,  
Keydana,  
Schäfer

TETU

BR universell?

Minimal OT

Rankings

FSA

Demonstration

Literatur

- (4) (a.) *mordeō, momordī*, altlateinisch *memordī*  
(b.) *currō, cucurrī*, altlateinisch *cecurrī*  
(c.) *spondeō, spopondī*

- Im Altlat. wird unabhängig vom Nukleus der Basis mit *e* redupliziert.
- *e* ist – wie Epenthese zeigt – im Lat. kein *default*-Vokal.
- Fazit: Der Nukleus von RED muß lexikalisch spezifiziert sein: RED = 
$$\begin{array}{c} C \ V \\ | \\ e \end{array}$$
- (4c.) zeigt TETU in der Basis.



# Gotische Perfektreduktion

## Reduplikation

Karg,  
Keydana,  
Schäfer

TETU

BR universell?

Minimal OT

Rankings

FSA

Demonstration

Literatur

- (5) (a.) *haita, haihait*  
(b.) *hupa, hvaihvop*  
(c.) *gretan, gaigrot*

- Im Got. wird unabhängig von der Basis immer mit <ai> / [ε] redupliziert.
- ε ist im Got. nur unter zwei Bedingungen lizenziert:
  - vor /r, h, hv/ als Allophon von /i/ (Brechung),
  - als Nukleus der Reduplikationssilbe.
- Fazit: Der Nukleus von RED muß lexikalisch spezifiziert sein:

$$\text{RED} = \begin{array}{c} \text{C V} \\ | \\ \varepsilon \end{array}$$



# Zwischenbilanz

## Reduplikation

Karg,  
Keydana,  
Schäfer

TETU

BR universell?

Minimal OT

Rankings

FSA

Demonstration

Literatur

- TETU ist keine universelle Eigenschaft von Reduplikation.
- Reduplikanten sind templatisch spezifiziert.
- Reduplikanten können partiell melodisch spezifiziert sein.
- Korrespondenz ist daher als universeller Bestandteil von Reduplikationsgrammatiken falsifiziert. Vgl. Keydana (2007).
- Die Notwendigkeit von Correspondence Theory ist somit in Frage gestellt.



# Vorteile von Containment

## Reduplikation

Karg,  
Keydana,  
Schäfer

TETU

BR universell?

Minimal OT

Rankings

FSA

Demonstration

Literatur

- Containment (CT): Der gesamte Input ist im Output enthalten, evtl. ungeparst und damit nicht hörbar.
- CT ist eine Voraussetzung für die Konnektionismus-Metapher (Smolensky (2001)).
- Opazitätsphänomene sind in CT einfach modellierbar (Derivationalität bzw. Zyklizität fehlen in OT).
- CT ist keine rein output-basierte Theorie, daher templatischer Morphophonologie zugänglich.
- Der explanatorisch problematische Verlaß auf graphische phonologische Repräsentationen (Merkmalsgeometrien, Autosegmentale Phonologie) ist ausgeschlossen.



# Karttunen-OT

## Reduplikation

Karg,  
Keydana,  
Schäfer

TETU

BR universell?

Minimal OT

Rankings

FSA

Demonstration

Literatur

- In Karttunen (1998) wird gezeigt, wie die Generierung der Kandidatenmenge (PARSE und OVERPARSE)...
- ... und die Evaluierung mittels endlicher Automaten als Kaskade von Transducern modelliert werden kann.
- Dies setzt eine stark lexikalistische nicht output-basierte CT voraus.
- Containment kann jeweils unter Berücksichtigung einer einzigen Repräsentationsebene evaluiert werden, da das gesamte Material "durch die Evaluation getragen wird".



# Schema der Verarbeitung

## Reduplikation

Karg,  
Keydana,  
Schäfer

TETU

BR universell?

Minimal OT

Rankings

FSA

Demonstration

Literatur

**Lenient Composition (.O.):** Wenn keiner der Strings der Eingabe den Filter passieren würde, passiert die gesamte Menge der Eingabe-Strings.

|           |                           |   |
|-----------|---------------------------|---|
|           | $a$                       | 'upper language'                        |
| Parse     | $V \rightarrow N[.]$      | parses vowels into Nuc                  |
| .o.       |                           | composition                             |
| OverParse | $N[*] \rightarrow O[.]$   | inserts empty ONS before Nuc            |
|           | $N[a], O[N[a]]$           | 'lower language' of PARSE .o. OVERPARSE |
| .O.       |                           | Lenient Composition                     |
| HAVEONS   | $N[*] \Rightarrow O[*]_-$ | every NUC must have an ONS to its left  |
|           | $O[N[a]]$                 | 'lower language' of GEN .O. EVAL        |



# Minimal OT

## Reduplikation

Karg,  
Keydana,  
Schäfer

TETU

BR universell?

Minimal OT

Rankings

FSA

Demonstration

Literatur

- In Schäfer (2005) werden vier CT-Constraint-Schemen entwickelt, mit denen voraussichtlich alle phonologischen Phänomene modellierbar sind, und die sich zu einer FSA-Implementierung eignen.
- Sie setzen eine beschriftete Klammerung in phonologische Domänen voraus, die im Lexikon spezifiziert sind oder von (OVER)PARSE gesetzt werden.
- Fantasieeintrag *tak*:  $C[FB[t]]V[FB[a]]C[FB[k]]$ ,  
[t] für [+cons -nas -lat -voi cor] usw.
- Ein Parse:  
 $FT[SY[ONS[C[FB[t]]]]NUC[V[FB[a]]]COD[C[FB[k]]]]$



# Constraint-Schemata in Minimal OT I

## Reduplikation

Karg,  
Keydana,  
Schäfer

TETU

BR universell?

Minimal OT

Rankings

FSA

Demonstration

Literatur

$\text{PARSE}(\mu, \Delta)$

Parse material  $\mu$  into some slot in domain  $\Delta$ .

$\text{FILL}(\Delta, \mu)$

Fill a slot on structural domain  $\Delta$  with material  $\mu$ .





# Constraint-Schemata in Minimal OT II

## Reduplikation

Karg,  
Keydana,  
Schäfer

TETU

BR universell?

Minimal OT

Rankings

FSA

Demonstration

Literatur

$ALIGN(\mu, \delta, \Sigma[)$  und  $ALIGN(\mu, \delta, ]\Sigma)$

Don't let an element  $\delta$  intervene between material  $\mu$  and the left boundary of a slot  $\Sigma[$  (left alignment) or the right boundary of a slot  $] \Sigma$  (right alignment).

$REPEL((\mu_1, \mu_1, \dots, \mu_n), \Sigma)$ , Abk.  $*(\mu_1, \mu_1, \dots, \mu_n) / \Sigma$

An element  $\mu$  (or the cooccurrence of elements  $\mu_{1..n}$ ) is not licensed in a slot  $\Sigma$ .



# CV-Reduplikation im Lateinischen

## Reduplikation

Karg,  
Keydana,  
Schäfer

TETU

BR universell?

Minimal OT

Rankings

FSA

Demonstration

Literatur

- input für Perfekt:  $C[]V[]C[k]V[u]C[r]C[r]V[i]V[i]$
- erwarteter Output:  
 $C[QQk]V[QQu]C[k]V[u]C[r]C[r]V[i]V[i]$
- Klassen konkurrierender Outputs:
  - $C[QQQQr]V[QQQQi]C[k]V[u]C[r]C[r]V[i]V[i]$
  - $C[QQQu]V[Qk]C[k]V[u]C[r]C[r]V[i]V[i]$
  - $C[+]V[+]C[k]V[u]C[r]C[r]V[i]V[i]$
- Strukturen wie SY sind irrelevant und daher nicht annotiert.
- + sei das unmarkierte Merkmalsbündel.



# Constraints für das Lateinische

## Reduplikation

Karg,  
Keydana,  
Schäfer

TETU

BR universell?

Minimal OT

Rankings

FSA

Demonstration

Literatur

- $\mathcal{K}[R/Q] = R(QQQQ, T) \gg \dots \gg R(Q, T)$
- $F(C, FB)$
- $R(u, C), R(k, V)$
- $R(+, T)$
- Volles Ranking:  
 $F(C, FB), R(u, C), R(k, V), R(+, T) \gg^{\mathcal{K}}[R/Q] \gg R(k, C), R(u, V)$
- TETU für den Vokal träte ein bei:  
 $F(C, FB), R(u, C), R(k, V) \gg^{\mathcal{K}}[R/Q] \gg R(+, T) \gg R(k, C), R(u, V)$



# CV-Reduplikation mit Liquidschwund im Altindischen

## Reduplikation

Karg,  
Keydana,  
Schäfer

TETU

BR universell?

Minimal OT

Rankings

FSA

Demonstration

Literatur

- input für Perfekt:  $C[]V[]C[p]C[r]V[a]C[th]$
- erwarteter Output:  $C[QQp]V[QQQa]C[p]C[r]V[a]C[th]$
- Klassen konkurrierender Outputs: wie im Lateinischen, mit zusätzlichen Varianten wie:  
 $C[QQQr]V[QQQa]C[p]C[r]V[a]C[th]$
- Durch die Kopiendistanz werden ohnehin  $r$ -haltige Reduplikanten blockiert.
- Für  $R(u, C)$  tritt hier  $R(a, C)$  und für  $R(k, V)$   $R(p, V)$  ein.
- Eine Sonoritätshierarchie wäre erforderlich, wenn der Reduplikant  $XX$  statt  $CV$  spezifiziert wäre:
- $R(a, ONS) \gg \dots \gg R(t, ONS)$



# Cä-Reduplikation im Gotischen

## Reduplikation

Karg,  
Keydana,  
Schäfer

TETU

BR universell?

Minimal OT

Rankings

FSA

Demonstration

Literatur

- input für Perfekt:  $C[]V[\epsilon]C[g]C[r]V[o]C[t]$
- erwarteter Output:  $C[QQg]V[\epsilon]C[g]C[r]V[o]C[t]$
- Klassen konkurrierender Outputs:
  - $C[Q\epsilon]V[\epsilon]C[g]C[r]V[o]C[t]$
  - $C[QQQr]V[\epsilon]C[g]C[r]V[o]C[t]$
  - $C[+]V[\epsilon]C[g]C[r]V[o]C[t]$
  - $C[QQg]V[\epsilonQQQo]C[g]C[r]V[o]C[t]$



# Constraints für das Gotische

## Reduplikation

Karg,  
Keydana,  
Schäfer

TETU

BR universell?

Minimal OT

Rankings

FSA

Demonstration

Literatur

- Trivialerweise ist das Ranking im Prinzip wieder identisch.
- Die Kopie des Reduplikantenvokals in den Onset wird entweder durch das hohe Ranking von  $R(\varepsilon, C)$  oder die Sonoritätsmarkiertheit verhindert.
- In allen Fällen stehen die Constraints  $R(\text{voc}, C)$  und  $R(\text{cons}, V)$  nur für eine ganze Kaskade.
- Der lexikalisch-templatische Ansatz reduziert die Funktion der Grammatik auf einen schlanken Kopiermechanismus.



# Zu intermediären Kopien

## Reduplikation

Karg,  
Keydana,  
Schäfer

TETU

BR universell?

Minimal OT

Rankings

FSA

Demonstration

Literatur

- Kopieren ist ein rein lokaler Prozeß von Segment zu Segment. Hier nur Fälle, in denen beim Kopieren jeweils die letzte Kopie gelöscht wurde.
- Da Kopien kein lexikalisches Material sind, haben sie keinen PARSE Faithfulness-Constraints.
- $R(\text{FB} * \text{FB}, T)$  schließt somit die gesamte Klasse der Kandidaten mit intermediären Spuren aus.
- In den Sprachen, wo z.B. intermediäre Ton-Kopien stehen bleiben, ist die Domäne, auf die kopiert wurde vorher nicht tonal spezifiziert gewesen, weswegen  $R(\text{P} * \text{P}, \Delta)$  nicht verletzt wird.



# FSA Toolkits

## Reduplikation

Karg,  
Keydana,  
Schäfer

TETU

BR universell?

Minimal OT

Rankings

FSA

Demonstration

Literatur

- Xerox Toolkit: Unfreie Software.
- FSA6 (van Noord): Prolog (Performanz-, Handling-Nachteile), Lenient Composition funktioniert nicht richtig.
- Unser FSA Toolkit (Karg (2006)):
  - nativ in C++/extrem performant;
  - Lenient Composition direkt implementiert;
  - momentan wird GEN noch nicht modelliert;
  - als Toolkit nicht *generell*, aber für EVAL perfekt.





# Graphen der Constraint-Schemen: PARSE

Reduplikation

Karg,  
Keydana,  
Schäfer

TETU

BR universell?

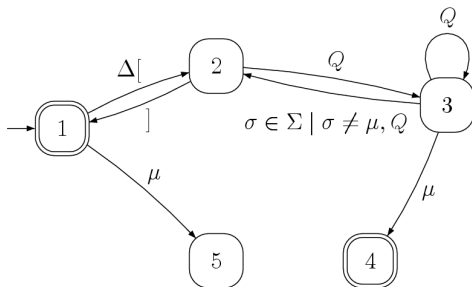
Minimal OT

Rankings

FSA

Demonstration

Literatur





# Graphen der Constraint-Schemen: FILL

Reduplikation

Karg,  
Keydana,  
Schäfer

TETU

BR universell?

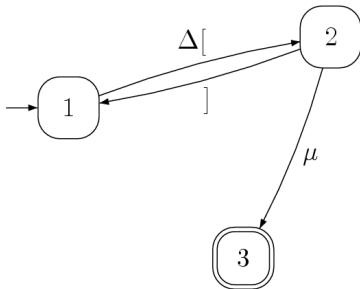
Minimal OT

Rankings

FSA

Demonstration

Literatur





# Graphen der Constraint-Schemen: ALIGN

Reduplikation

Karg,  
Keydana,  
Schäfer

TETU

BR universell?

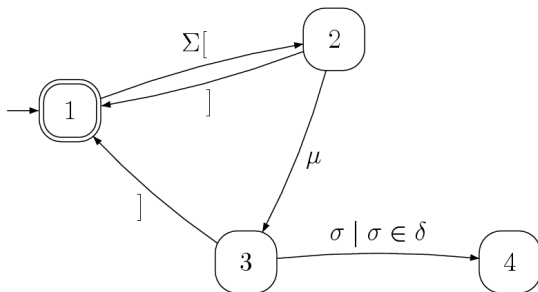
Minimal OT

Rankings

FSA

Demonstration

Literatur





# Graphen der Constraint-Schemen: REPEL

## Reduplikation

Karg,  
Keydana,  
Schäfer

TETU

BR universell?

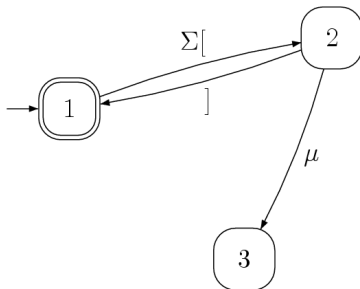
Minimal OT

Rankings

FSA

Demonstration

Literatur





# Demonstration

**Reduplikation**

**Karg,  
Keydana,  
Schäfer**

TETU

BR universell?

Minimal OT

Rankings

FSA

**Demonstration**

Literatur

... Jetzt zur Demonstration.



# Literatur I

## Reduplikation

Karg,  
Keydana,  
Schäfer

TETU

BR universell?

Minimal OT

Rankings

FSA

Demonstration

Literatur

KARG, MICHAEL, 2006.

Implementierung von optimalitätstheoretischen Constraints mittels endlicher Automaten. Zwischenprüfungsarbeit, Univ. Göttingen.

KARTTUNEN, L.

1998.

The proper treatment of optimality in computational linguistics.

In *Proceedings of FSMNLP'98*, 1–12, Ankara. Bilkent University.



# Literatur II

## Reduplikation

Karg,  
Keydana,  
Schäfer

TETU

BR universell?

Minimal OT

Rankings

FSA

Demonstration

Literatur

KEYDANA, GÖTZ.

2007.

Die indogermanische perfektreduplikation.

*Folia Linguistica Historica* 27. forthcoming.

MCCARTHY, JOHN, & ALAN PRINCE.

1994.

The emergence of the unmarked: optimality in prosodic morphology.

In *NELS 24: Proceedings of the Northeastern Linguistic Society*, hrsg. von M. Gonzáles, 333–379, Amherst, Mass. GLSA.



# Literatur III

## Reduplikation

Karg,  
Keydana,  
Schäfer

TETU

BR universell?

Minimal OT

Rankings

FSA

Demonstration

Literatur

—, & —.

1995.

Faithfulness and reduplicative identity.

In *Papers in Optimality Theory*, hrsg. von J. Beckman, S. Urbanczyk, & L. Walsh Dickey, Band 18 aus *University of Massachusetts Occasional Papers in Linguistics*, 249–384. Massachusetts: University of Massachusetts.

SCHÄFER, ROLAND, 2005.

Minimal constraint grammars. Vortrag beim D-UtKöMarSie, Januar 2005, Univ. Siegen.





# Literatur IV

## Reduplikation

Karg,  
Keydana,  
Schäfer

TETU

BR universell?

Minimal OT

Rankings

FSA

Demonstration

Literatur

SMOLENSKY, PAUL.

2001.

Grammar-based connectionist approaches to language.

In *Connectionist Psycholinguistics*, hrsg. von M.H.

Christiansen & N. Chater, 319–347. Westpoint: Ablex.