Optimal ist inkrementell - eine constraintbasierte Analyse der Prosodischen Morphologie im Tonkawa

Markus Walther, Universität Düsseldorf
walther@ling.uni-duesseldorf.de

Handout des Vortrags vom 5.9. 1995 auf der Sommerschule´95 der DGfS, Saarbrücken

I. Überblick

A. Optimalitätstheorie: keine optimale Theorie...
B. Ein Vorschlag für eine alternative Forschungsstrategie: `best of both worlds´
C. Prosodische Morphologie der Verben in Tonkawa: wieviel Optimalität?
D. Die Natur von Optimalität: inkrementelle Verarbeitung!

II. Optimalitätstheorie: keine optimale Theorie...

„In the last two years, a new paradigm has swept the phonological world by storm. This paradigm is Optimality Theory [OT, Prince & Smolensky 1993]. A great deal of its attraction stems from allowing phonologists to make sweeping generalisations. These generalisations are possible because, unlike constraints in Declarative Theories, those in OT do not have to hold in every circumstance: violations must be minimised, rather than dispensed with entirely.“ (Mark Ellison 1995)

8 gute Gründe, die Euphorie trotzdem etwas zu dämpfen...

(1) OT-Constraints sind *für sich genommen* nicht empirisch falsifizierbar

Beweis: *für sich genommen* bedeutet, daß man den Output von GEN zu einer gegebenen Oberflächenform kennen muß, um die Aktion der Constraints evaluieren zu können. Setze also für eine beliebige Oberflächenform *s* GEN = {*s*}, und die Menge S der Oberflächenformen ist *unabhängig von den Constraints* S = {*s*}. Q.e.d.

(2) In OT, anything goes by default.

OT ist *ein* Defaultformalismus unter vielen (cf. Ellison 1994 für eine Einordnung und Vergleich). Formal sind *Defaults* Standardannahmen, die in der Abwesenheit expliziten Wissens gelten, aber durch Hinzunahme expliziter gegenteiliger (Ausnahmefall-)Information ungültig werden können. Dies führt zu *Nichtmonotonie*: gültige Schlußfolgerungen aus bisher angehäuftem Wissen können durch neue Fakten ungültig werden. Defaults müssen auf irgendeine Weise geordnet oder mit Prioritäten versehen werden.

Nichtmonotone Formalismen sind in ihren formalen und verarbeitungsmäßigen Eigenschaften wesentlich problematischer als monotone Formalismen, z.B. was Reversibilität angeht. Formalismen, die - wie OT - Ausnahmen von Ausnahmen zulassen, haben die `anything goes´-Eigenschaft: beliebige Inkonsistenz in formalen Beschreibungen ist zulässig.

Ein Beispiel: O.B.d.A. Constraint >> **not** Constraint durch nichts in OT verboten!

Form Constraint **not** Constraint

output1	*	
output2		*

(3) Der Versuch von OT, Constraints zu beschränken:
von ´anything goes´ zu ´Was ist ein mögliches Constraint?´

i. *Bisher einzige OT-Antwort:* Zwei Constraints C1 und C2 mit C1 >> C2 sind benutzbar für eine Analyse der Sprache S1 gdw. es eine Sprache S2 gibt, von der gezeigt werden kann, daß eine (plausible) Analyse von S2 die umgekehrte Rangfolge C2 >> C1 benötigt.

ii. In Standard-OT ist Constraint-Existenz = Constraint-Universalität, so daß obige Antwort als Universalitätsargument gilt.

iii. Das Problem:

(3i) ist komplett *subjektiv*. Was ist eine plausible Analyse, warum wird C2 >>C1 zwingend benötigt? Hinzu kommt: Eines der größten Versäumnisse von OT-Arbeiten bislang besteht in der fehlenden Festlegung einer formalen Sprache zur Beschreibung von Constraints. Stattdessen häufig informelle natürlichsprachige Formulierungen (ONS „Syllables have onsets“) und damit zirkuläre ´Formalisierung´ natürlicher Sprache mittels natürlicher Sprache.

(3i) wird *in vielen Arbeiten nicht* oder ungenügend *beachtet*, wäre aber *notwendig für alle Constraintpaare* <Ci,Cj>, es sei denn, Ci und Cj ständen a) nie im Konflikt oder b) <Ci,Cj> wäre durch eine universelle Markiertheitshierarchie (eine andere Quelle von Universalität!) lizensiert und so von der Legitimation durch (3i) befreit. Großer Aufwand in der Praxis!

(4) Selbst innerhalb von Standard-OT sind Constraints nicht universell

OT-Dictum: Crosslinguistische Variation ist auf Reranking beschränkt. (P&S 1993)

Ausnahme 1: die Parametrisierung von Constraint-Schemata.

Kann man abstrakte Kategorien als Parameter, z.B. aus der prosodischen Hierarchie oder Morphologie (Fuß, Silbe, Wort, Stamm, etc.) wegen ihrer fixen, endlichen Zahl noch weg-expandieren (z.B. ALIGN(left,stem, left,foot) —> ALIGN_left_stem_left_foot, i.a. aus einem Constraintschema eine ganze Familie von Einzelconstraints), so geht das nicht mehr bei spezifischen Morphemen als Parameter: z.B. in ALIGN ([um]Af, L, Stem, L) für Prä/infigierung in Tagalog (McCarthy & Prince 1993b).

Ausnahme 2: Reranking innerhalb ein-und derselben Grammatik einer Sprache.

Z.B. innerhalb einer multistratalen Phonologie verschiedene Constraint-Rangordnung pro Ebene (McCarthy & Prince 1993a).

(5) Lernbarkeit in OT - <k>ein großes Problem

Tesar & Smolensky 1993 geben einen Lernalgorithmus zur Bestimmung des Rankings aus positiven Daten, nämlich Input-(optimaler)Output-Paaren, an.

Problem 1: kein *phonetischer* Output ist gemeint, sondern eine abstraktere, strukturell annotierte Variante, z.B. **.** • a**.**ba**.**<s>**.** Eine spektakuläre Vereinfachung. Das Kind hört nur phonetischen Output. Wie werden Annotationen erschlossen?

Problem 2: Parametersetzung (cf. (4)) als Teil des allg. Lernproblems unberücksichtigt (Tesar & Smolensky 1993 fn. 7a).

Problem 3: „It should also be observed that although Optimality-theoretic analyses have to date succeeded to a significant degree in avoiding idiosyncratic, language-particular constraints, such constraints have still sometimes proved necessary, and learning them may need to be part of a comprehensive learning theory for Optimality theory." (Tesar & Smolensky 1993: fn. 7b)

Beispiele z.B. aus dem Bereich ansonsten unmotivierter Lücken in der Phonotaktik einer Einzelsprache sind leicht zu finden.

Problem 4: Die Annahme eines *optimalen* Outputs verträgt sich schlecht mit einem realistischen Szenario, wo partielle Information und ungrammatische Formen toleriert werden müssen.

Problem 5: Wie werden *passende Input (underlying)-Formen* erschlossen? Lexikonoptimierung zur Ermittlung der Inputs bedingt Ranking, welches der Lernalgorithmus aber wiederum voraussetzt! Hypothesenbildung tentativer Kandidaten ist prinzipiell ein Ausweg, wurde aber bislang nicht beschrieben und präzisiert.

(6) Morpheme als Constraints - eine unbequeme Herausforderung für Standard-OT

Eine wichtige Motivation für OT: das häufige „do something except when"-Szenario in phonologischen Analysen (P&S 1993 ch. 4). Z.B. „Ein Affix ist ein Präfix, *es sei denn,* die Basis, an die es tritt, ist C-initial (dann ist es ein Infix)."

OT-Implementierung: *es sei denn*-Constraints >> Regelfall-Constraints

Exakt das gleiche Muster kann bei Morphemen bzgl. Ausnahmehaftigkeit angewandt werden: „Ein Morphem unterliegt einer Menge von Constraints, *es sei denn,* es ist eine Ausnahme."

Parallel: Ausnahme-Morphem(-klasse) >> Regelfall-Constraints

Das ist schon vor OT *die* prototypische Anwendung von Defaultformalismen bei morphologischer Beschreibung, z.B. DATR.
Siehe Hammond 1995, Russell 1995 für weitere Argumente bzgl. Morphemen als Constraints.

Probleme für Standard-OT: weit offene Schleusentore für eine Flut von sprachspezifischen Constraints. Mischung von angeblich universalen und

sprachspezifischen Constraints. Angenommen, ein algorithmisches Lernverfahren für Constraints existierte - dann muß die Universalität nicht notwendig mehr in den Constraints stecken. Sprachübergreifende Constraints wären aber in der Simulation des L1-Erwerbs nicht zu entdecken.

(7) OT und die Anzahl theorieinterner Stipulationen - eine kleine Rechnung

Großzügige Annahmen:

a. keine Morpheme als Constraints
b. 1 sprachspezifisches Constraint pro Sprache
c. 200 universale Constraints
d. 6000 Sprachen
e. 200 OT-interessierte Linguisten

Lernen sprachspezifischer Constraints in einem Zwei-Ebenen-Modell wie OT offen - Stipulation! Universale Constraints derzeit nicht empirisch oder sonstwie extern (z.B. neurologisch) nachweisbar - Stipulation! Constraints derzeit i.d. Regel nicht formalisiert, daher #Interpretationen eines Constraints ≈ #OT-interessierte Linguisten.

Damit: OT enthält mind. 1*6000+200*200 = 46.000 Stipulationen, bezogen auf 1995 und die gesamte Linguistengemeinde, falls die sprachspezifischen Constraints von allen gleich interpretiert würden.

(8) OT und die Elsewhere-Bedingung: notationeller versus formaler Konflikt

Klassifizierung von Constraintbeziehungen (nach Scobbie 1993):

Es gelte A >> B oder umgekehrt mit A,B binäre Constraints (bezogen auf eine Position).

O.B.d.A.: A und B als Wenn-Dann-Beziehung AntezedentA/B $\rightarrow$ KonsequentA/B formulierbar. Das ist keine Einschränkung in einer logikbasierten Formalisierung wg. {$\rightarrow$,$\neg$} DeMorgan-Basis.

Fall1: kein Konflikt $\rightarrow$ Ranking beliebig
Fall2: A spezifischer als B $\rightarrow$ A >> B (folgt aus der Elsewhere-Bedingung!)
Fall3: Konflikt und weder A spezifischer als B noch umgekehrt $\rightarrow$ neues Constraint C mechanisch ableitbar mit AntezedentA $\wedge$ AntezedentB $\rightarrow$ KonsequentA (Elsewhere-Bedingung vervollständigt {A,B,C}!)

Beispiel: A = [+F,+G] $\rightarrow$ [+J]
B = [+F,+H] $\rightarrow$ [-J]

ergibt C = [+F,+G,+H] $\rightarrow$ [+J] ; die Vervollständigung nach der Elsewhere-Bedingung bei klassischer Negation und close world-Annahme bzgl. Merkmalswerten ergibt

A´ = [+F,+G,-H] $\rightarrow$ [+J]
B´= [+F,-G,+H] $\rightarrow$ [-J]
C = [+F,+G,+H] $\rightarrow$ [+J]

als Menge ungeordneter und unverletzbarer Constraints.

Das ist eine *konfliktfreie Formalisierung* eines zunächst scheinbar auftretenden,aber klar *notationsabhängigen Konflikts* , denn {A´,B´, C} modelliert ({A,B}, A >> B) !!!

Behauptung: *dieses Verfahren funktioniert für die Klasse der binären Constraints immer!* (ohne Beweis). Formal sind für diese Klasse also keine verletzbaren Constraints und damit Nichtmonotonie nötig, auch wenn man eine derartige *Oberflächen*notation vielleicht benutzen möchte.

In OT wird der fundamentale Unterschied zwischen beiden Arten von Konflikten verschleiert.

III. Ein Vorschlag für eine alternative Forschungsstrategie - ´best of both´

(9) Ziele:
- i. So viel empirische Falsifizierbarkeit und Oberflächentreue wie möglich.
- ii. So formal wie möglich.
- iii. Soviel Einheitlichkeit wie möglich, minimale Anzahl von Theoriekomponenten.
- iv. Universalität als empirische Grenzziehung statt a priori-Stipulation
- v. So lernbar wie möglich.
- vi. So wenig nichtmonotone Aspekte wie möglich: *anything goes.

(10) Das Paradigma der Deklarativen Phonologie (DP, Scobbie 1993, Bird 1995) bietet eine geeignete Ausgangsbasis:

Morpheme, ´Regeln´ und Repräsentationen sind allesamt aus demselben Holz, nämlich Constraints (iii). Die meisten Forscher legen eine formal adequate Beschreibungssprache zugrunde (ii, z.B. Bird 1995, Walther 1995). Die aus der Natürlichen Generativen Phonologie bekannte *True Generalization Condition* („jeder Teil einer grammatischen Beschreibung sagt eine Teil-Wahrheit über die zu beschreibenden Oberflächenformen aus“) wird akzeptiert (i). Es existieren explizite Lernbarkeits-Computersimulationen (v, Ellison 1993), deren Erfolg eng mit der monostratalen Natur der DP-Constraints zusammenhängt (keine zwei Ebenen wie in OT, kein Problem der Auswahl und Hypothese zugrundeliegender Formen). Was sich als unlernbar erweist, ist ein Kandidat für eine Universalie (iv).

Obwohl viele DPler eine monotone Beschreibungssprache (nur unverletzbare Constraints, strikte Konsistenzforderung für die Constraintmenge) bevorzugen (vi), ist derzeit offen, wann genau man irreduzibel nichtmonotone Aspekte auf der formalen Ebene braucht. Zum Beispiel in der Form von möglichst wenigen, allgemeinen Optimalitätsbedingungen für Constraintlösungen.

Genau zu diesem letzten Aspekt bietet die folgende Fallstudie über Tonkawa ein paar Einsichten an.

[Exkurs: Warum ist Optimalität ein nichtmonotones Konzept?
Am Beispiel der Mnimum-Funktion über natürlichen Zahlen:
A. $\min\{2,4,7\} = 2$.
B. $\min(\{2,4,7\} \cup \{1\}) = \min\{1,2,4,7\} = 1$.
Im Schritt B ist durch Hinzufügung von Wissen der alte Schluß von A ´das Minimum ist 2´ ungültig geworden!].

IV. Prosodische Morphologie der Verben in Tonkawa - wieviel Optimalität?

(11) Tonkawa war eine Indianersprache aus Zentral-Texas in Nordamerika.
Hauptquelle: Harry Hoijer's Veröffentlichungen (z.B. Hoijer 1946).
Hier benutzte Literatur (Kenstowicz 1994, Kenstowicz & Kisseberth 1979, Noske 1993, Hoijer 1949)

(12) Die Daten I:

picno?	he cuts it	netlo?	he licks it
wepceno?	he cuts them	wentalo?	he licks them
kepceno?	he cuts me	kepcano?	he licks me
picnano?	he is cutting it	netleno?	he is licking it
wepcenano?	he is cutting them	wentaleno?	he is licking them
kepcenano?	he is cutting me	kentaleno?	he is licking me

picen castrated one,steer

(13) i. Klassische generative Analyse im SPE-Stil (K & K 1979:67f.):

Zugrundeliegend: /picena/ bzw. /netale/, sowie /we+/, /ke+/, /+o?/, /+n/

Regeln: V → 0 /__# >> V → 0 / #CVC__ CV >> V → 0 / __ V

1. Apokope 2. Elision 3. Trunkierung

Beispielderivationen:

#picena+o?# →1 #picena+o?# →2 #picna+o?# →3 #picn+o?#

#we+picena+o?# →1 #we+picena+o?# →2 #we+pcena+o?# →3 #we+pcen+o?#

#picena# →1 #picen# →2 #picen# →3 #picen#

ii. Noske(1993:ch.3): Nicht-deklarative direktionale Silbifizierung von rechts nach links mit Richtungsumkehr [sic!] als Ausweichmechanismus in einigen Fällen. Informal, sehr kompliziert. Erklärungswert von Richtungsumkehr?

(14) Kritik: ´rule conspiracies´ & mehr

i. alt: Regeln 1.-3. konspirieren, invariante CV(C)-Silbenstruktur wird bewahrt. Dies gilt auch für zugrundeliegende Formen, würde aber separate Morphemstrukturbedingungen erfordern. Zwischenformen einer Ableitung werden nie beobachtet.
ii. neu: V/0-Alternationen nur in Stämmen, segmentale Positionen von Affixen sind invariant. Das wird weder durch zugrundeliegende Formen noch durch Regeln ausgedrückt, ist aber wegen der daraus resultierenden stabileren Erkennbarkeit dieser Affixe (funktionale Kategorien und closed-class items!) sehr bedeutsam.
iii. neu: der letzte Stammvokal erscheint nur im bei vorhandenem *-n* - Suffix; keine Regel gibt das wieder.

(15) Constraintbasierte deklarative Analyse Part I:

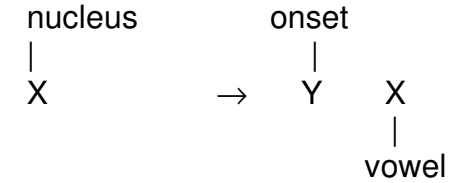
Formalisiert und implementiert in CUF, einer monotonen Constraintlogik-programmiersprache für linguistische Modellierung (Dörre & Dorna 1993).VollesTonkawa-Fragment auf Anfrage erhältlich. Im Folgenden semi-formale graphische Notation zur besseren Lesbarkeit.

i.Deklarative sonoritätsbasierte und lokale Silbifizierung (siehe z.B. Walther 1993): Segmentposition |→ {onset, nucleus,coda}

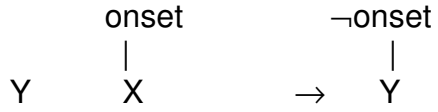
ii.Unterspezifizierte Sonoritäts´minima´: ¬nucleus, damit können weitere Constraints diese Positionen noch spezifischer eingrenzen.

iii.Weitere unverletzbare Constraints:

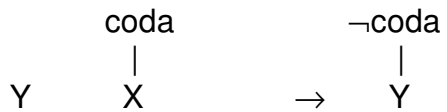
OB_ONS:
Obligatorischer Onset und vokalischer Nukleus: Y



ONSET(1):
maximal 1 Onset:



CODA(1)
maximal 1 Coda:



CLOSED#:
wortfinal geschlossene Silbe:

(16) Direkte Wiedergabe der beobachtbaren V/0-Alternationen
i. Jede Analyse muß die nichtprediktable Qualität und Reihenfolge der Stammvokale lexikalisch festlegen.

ii. Oberflächentreue Generalisierung:

Genau die Stammvokale sind optional/können mit 0 alternieren: (V).

iii. Stammrepräsentation: p(i)c(e)n(a) n(e)t(a)l(e)

iv. Was heißt Optionalität formal?
In DP: intensionale Beschreibung *denotiert* Klasse von Ereignissen in der Welt (z.B. artikulatorische Ereignisse);
Beschreibungen ≠ beschriebene Objekte!
Hier: (V) ≡ „ein mit V beginnender phonologischer String gefolgt von Rest R *oder* nur R“ ≡ *opt(V,R)*

[Eine abkürzende Oberflächensyntax gestattet es, *opt(V,R)* direkt in Beschreibungen zu verwenden.]

⇒ *eine* log. Formel/Beschreibung denotiert *zwei* Klassen von Ereignissen, solche mit V an der entsprechenden Stelle und solche ohne V.

v. Obligatorische Segmentposition in Affixen (und Stammkonsonanten):
obl(V,R) ≡ „ein mit V beginnender phonologischer String gefolgt von Rest R“

vi. Ergebnis der Constraintevaluierung für Morphemkonkatenation ∧ Silbifizierung ∧ Constraints:

[| p(i)c(e)n(a) |] = { [picen] }
[| wep(i)c(e)n(a)o? |] = { [wepceno?],[wep iceno?], [wep icno?] }

Wortposition Nr.: 12345678 123456789 12345678

NB. I.A. sehr kleine Kandidatenmengen, da in DP alle Alternation lexikalisch lizensiert ist, insbes. keine unrestringierten Epenthese- und Elisions´prozesse´.

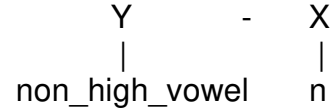
vii. Die Denotation [| wep(i)c(e)n(a)o? |] beinhaltet 3 ´Kandidaten´ die alle Constraints erfüllen. Die korrekte Oberflächenform ist aber [wepceno?].
Was unterscheidet die korrekte Form von den prosodisch möglichen, aber hier falschen Kandidaten?

(17) *Ein* zusätzliches Optimierungskriterium: „Lasse optionale Segmente so früh wie möglich weg!“

i. naive technische Implementierung: Summiere (über Position im Wort gewichtete) Verletzungsmarken, die bei Realisierung optionaler Segmentpositionen vergeben werden. Der Kandidat mit der kleinsten Summe ist der korrekte.
ii. Ein graduelles, nichtbinäres Constraint in OT-Terminologie! Grund: Die Distanz von der linken Wortecke spielt eine entscheidende Rolle. Ohne Beweis: es ist nicht (oder nur unter Verlust von Generalisierungen) möglich, (17) durch binäre Constraints zu ersetzen.
iii. (17) ist unverändert in der konkatenativen Modellierung der sog. nichtkonkatenativen Morphologie von Verben im Modernen Hebräisch (Walther & Graf in Vorb.) und Tigrinya (Walther in Vorb.), zweier mit Tonkawa nicht verwandter semitischer Sprachen, einsetzbar.

(18) Repräsentation des *-n*-Suffixes: phonologische ´Subkategorisierung´.

-n beschreibt als Constraint auf partielle Weise ein Wort, in dem es nur festlegt, daß ein /n/ mit einem linksadjazenten nicht-hohen Vokal vorkommen muß:



Damit ist (14iii) Rechnung getragen. (´-´ bezeichnet den Alignment-Punkt mit dem Stamm, keine morphologische Grenze!).

⇒ der klassische Fall der Kookkurenzrestriktion bezüglich der Umgebung eines Morphems: transparent und elegant durch das Morpheme-als-Constraints-Konzept erfaßbar.

V. Die Natur von Optimalität - inkrementelle Verarbeitung!

(19) Frage: läßt sich die ineffektive Generierung aller Kandidaten gemäß (17i) vermeiden, wenn nur der optimale Kandidat von Interesse ist? Ja!

(20) Intuitiv: Konkateniere bei Sprachproduktion in der Zeit die Einzelbeschreibungen der Morpheme bzw. ihrer Segmente und wende alle Constraints an, sobald genügend Information zu ihrer Überprüfung vorliegt. Lasse bei optionalen Konstituenten probeweise das zu inkorporierende Material weg und überprüfe, ob keine Constraints blockieren. Fahre ´von links nach rechts´ mit diesem Verfahren fort, bis das Wortende erreicht ist. Gibt es Constraints, die Linkskontextbedingungen enthalten, so ist ein begrenzter lookahead bzw. eine Verzögerung der Entscheidung über Inkorporierung erforderlich, was einer vorübergehenden Speicherung von Kandidatenteilstücken entspricht.

Unter Berücksichtigung dieser Modifikationen ist eine *strikt inkrementelle Verarbeitung möglich* !

(21) Zentrale Behauptung: die Links-nach-rechts-Natur dieser Optimierung ist signifikant und kann als Zeichen für eine enge Verzahnung von Kompetenz und Performanz gedeutet werden.

Mindestens in Tonkawa, Hebräisch und Tigrinya
sagt der Optimalitätsbegriff nichts Fundamentales über die Natur menschlicher Sprach*kompentenz* aus (wenn die vorgelegte Analyse richtig ist).

(22) Offene Fragen: Ausdehnbarkeit dieses Resultats auf andere Sprachen und Phänomene, insbesondere bei Fällen von angeblichem Rechts-Alignment, also der Tendenz einer Konstituente, mit der *rechten* Ecke einer anderen Konstituente zusammenzufallen.

Literatur

Bird, S. 1995: Computational phonology: a constraint-based approach. Cambridge University Press
Dörre, J. & Dorna, M. 1993: CUF - a formalism for linguistic knowledge representation. Deliverable R.1.2.A, DYANA 2
Ellison, T.M. 1992: Machine Learning of Phonological Structure. PhD thesis, Univ. of Western Australia
Ellison, T.M. 1995: Optimisation in TRDL. HTML manuscript, INESC, Lissabon.
Ellison, T.M. 1994: Constraints, Exceptions and Representations. ACL SIGPHON proceedings, New Mexico State Univ.
Hammond, M. 1995: There is no lexicon! ms, Univ. Arizona, ROA
Hoijer, H. 1946: Tonkawa. In: Hoijer (ed.), Linguistic Structures of Native America, Viking Fund Publications in Anthropology 6, 289-311
Kenstowicz, M. & Kisseberth, C. 1979: Generative Phonology. Academic Press, Orlando.
Kenstowicz, M. 1994: Phonology in Generative Grammar. Blackwell, Cambridge.
McCarthy, J. & Prince, A. 1993a: Prosodic Morphology I: Constraint Interaction and Satisfaction.TR-3, Rutgers University Cognitive Science Center. To appear: MIT Press
McCarthy, J. & Prince, A. 1993b: Generalized Alignment. In G. Booij & J. van Maarle (eds.), Yearbook of Morphology 1993, Kluwer, Dordrecht, 79-153
Noske, R. 1993: A Theory of Syllabification and Segmental Alternations: with studies on the phonology of French, German, Tonkawa and Yawelmani. Niemeyer, Tübingen.
Prince, A. & Smolensky, P. 1993: Optimality Theory: Constraint Interaction in Generative Grammar. TR-2, Rutgers University Cognitive Science Center. To appear: MIT Press
Scobbie, J. 1993: Issues in Constraint violation and conflict. In: Scobbie & Ellison (eds.), Computational Phonology, Edinburgh Working Papers in Cognitive Science 8, 37-54
Russell, K. 1995: Morphemes and candidates in Optimality Theory. ms, Univ. Manitoba, ROA

Tesar, B. & Smolensky, P. 1993: The Learnability of Optimality Theory: an algorithm and some basic complexity results. ms, Univ. of Colorado, ROA-2
Walther, M. & Graf, D. in Vorb.: Computational Prosodic Morphology - the case of Modern Hebrew verbs. SFB tech report, Univ. Düsseldorf
Walther, M. 1993: Declarative Syllabification with Applications to German. In: Scobbie & Ellison 1993: 55-79
Walther, M. in Vorb.: Computermodellierung Prosodischer Morphologie - unter besonderer Berücksichtigung von Tigrinya und Deutsch. Diss., Univ. Düsseldorf

Anhang

(23) Weitere Phänomene und ihre formale Analyse/Implementierung (wenn noch Zeit übrig bleibt):

- Repräsentation von langen Vokalen und V:/V-Alternationen: (V)V

  nebst Vervollständigung von (15iii:CODA(1)) wegen coda-Zuweisung an 2. Vokal (über Elsewhere). Alternationsbedingungen noch nicht vollständig verstanden.
- hV/V-Alternationen im Stamm: /h/ als stimmloser Vokal (phonetisch korrekt), völlig parallele Behandlung zu V:/V. /h/ tritt auf gdw. ein Onset erforderlich ist.
- Glide/hoher Vokal-Alternationen: alle solchermaßen alternierenden Vokale und alle invarianten Glides (z.B. in *we-*) sind prosodisch vorspezifiziert:
  ¬ nucleus ; für Tonkawa phonetisch Glides im Onset, sonst Vokal:
  | phonetische Interpretation prosodischer Struktur
  high_vowel

  Es gibt dramatische Beispiele von Nur-Vokal-Stämmen, z.B. i(a)u(e)i(a) ´to plant´, [yawei] ´field´, [weiweyano?] ´he is planting them´.
- Alle CV-Präfixe zeigen spreading der Vokalqualität bei einem rechtsadjazenten nicht-hohen Vokals, sonst (elsewhere!) einen lexikalisch festgelegten Defaultvokal.
  /xa-(h)ec(a)n(e)-o?/ [xe:cno?] ´I fall down with force´.
- Geschlossene Präfixe (*nes-* CAUSATIVE) bilden ein eigenes phonologisches Wort. Indiz: Vokallänge tritt wortinitial und nach nes- auf ([kaanano?] ´he is throwing it away´ vs [neskaano?] ´he causes him to throw it away´
- Der Glottalverschluß kann als Zweitglied zu einem Onset treten. (elsewhere zu (15iii:ONSET(1)). Von Hoijer's Beschreibung und der Distribution in der Silbe ist klar, daß es sich nicht um glottalisierte Konsonanten handelt.
  [s?e:to?] ´he cuts him´
- Ein Antigeminationsconstraint/OCP-Variante verhindert identische benachbarte Segmente, gilt aber nicht für lange Vokale:
  [hewawo?] ´he is dead´ , * [hewwo?]

  ¬nucleus
  |
  X Y

  →

  X Y
  | |
  α ¬α
- Wortfinale Codas dürfen einen zusätzlichen Glottisverschluß enthalten. Ausnahme (elsewhere) zu (15iii:CODA(1)).