

Sprachverarbeitung II / 6    FS 2017

# Transkription im Sprachsynthesesystem SVOX

Buch: Kapitel 8.4

Beat Pfister



# Sprachverarbeitung II / 6

Vorlesung: **Sprachsynthese** (Teil II.6)

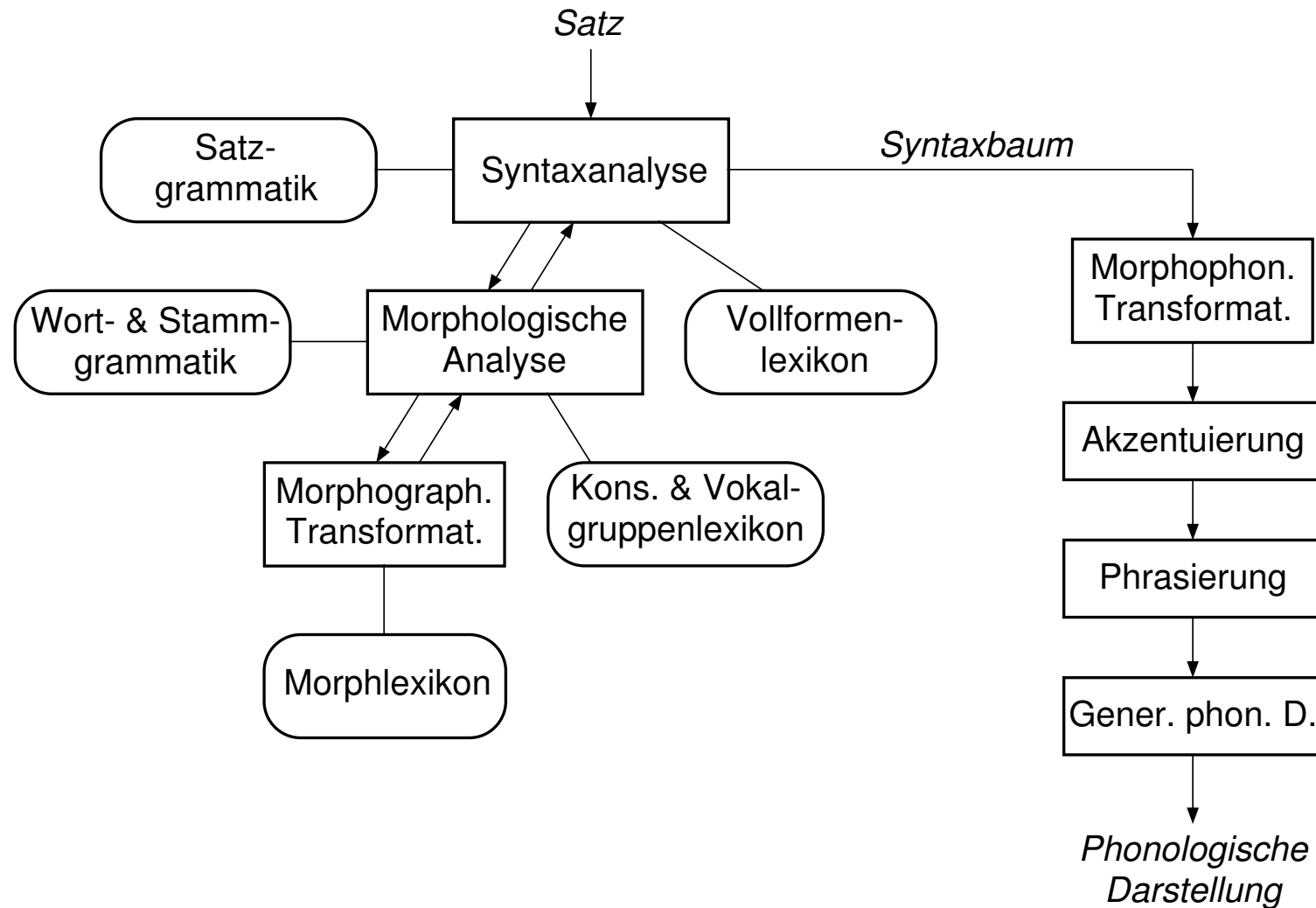
Hauptprobleme der morphosyntaktischen Analyse

Transkription des Sprachsynthesystems SVOX

- Morphosyntaktische Analyse
- Generierung der Lautfolge
- Akzentuierung und Phrasierung

Übung: rudimentäre Akzentuierung & Phrasierung  
—→ einfaches Sprachsynthesystem  
(zusammen mit Übungen 5, 6, 8, 9, 16 und 17)

# Übersicht SVOX-Transkription



# Formalismen / Verfahren in SVOX-Transkription

DCGs: Regeln und Lexikoneinträge mit Kostenwert erweitert

Chart-Parsing: Effizientes Parsing für DCGs mit Unifikation (bottom-up)

Two-Level-Regeln: Einfache Symbol-Entsprechungsregeln  
(z.B. lexikalische Ebene  $\leftrightarrow$  Oberflächenebene)

Transduktoren: Kompilierte Two-Level-Regeln

# Morphologische Analyse

- **Wortgrammatik** im DCG-Formalismus
- **Morphlexikon** (mit Allomorphen)

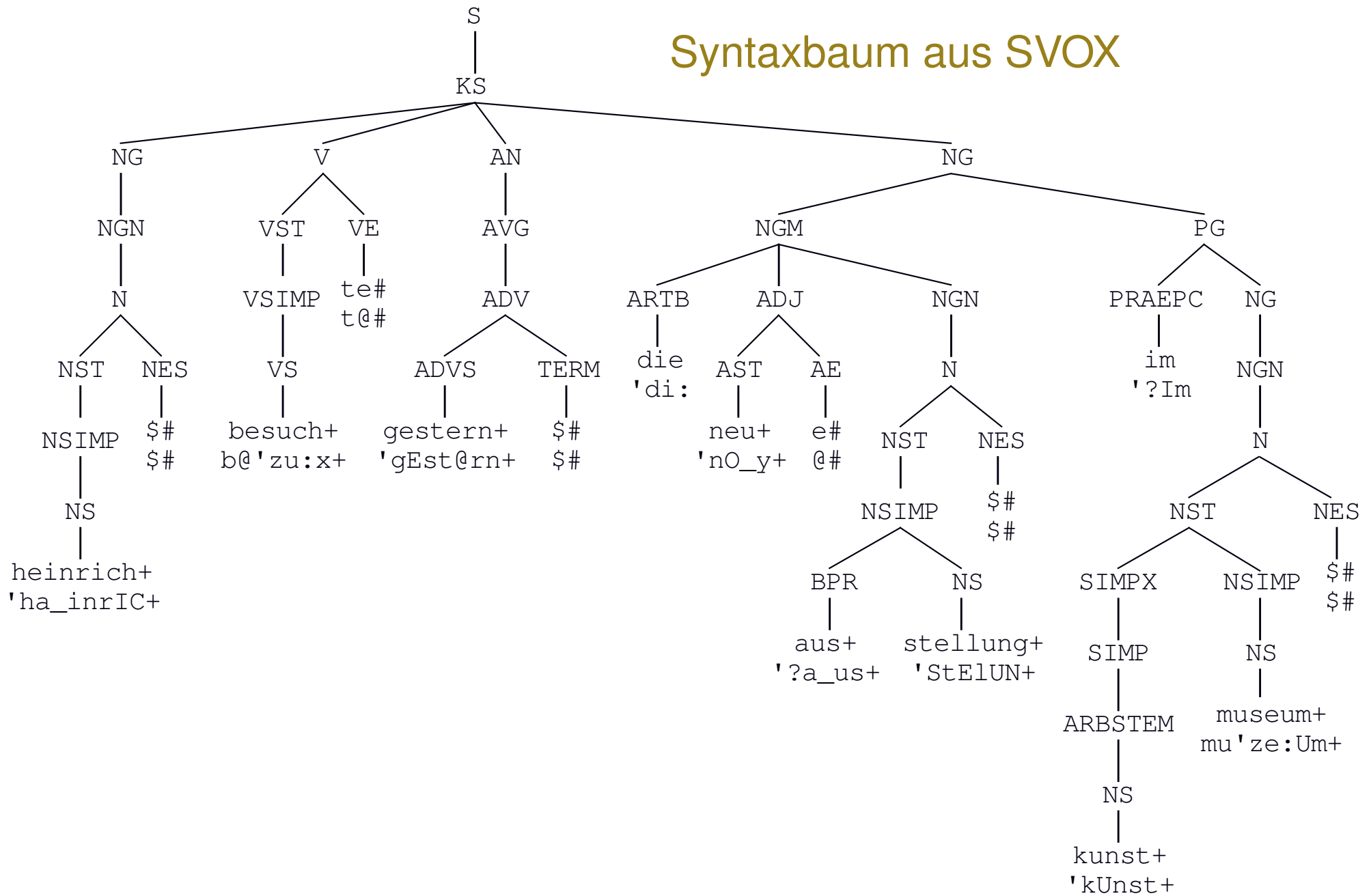
VS_D (V7, A, V)	"geb+"	"' ge:b+"
VS_D (V7, C, V)	"gab+"	"' ga:b+"
VS_D (V1, A, V)	"handelÂ+"	"' hand@lÂ+"

- graphemische und phonetische Einträge
- separate Einträge z.B. für “geb” / “gab” / “gäb” / “gib” oder “haus” / “häus”
- nur einen Eintrag (mit Marker) für regelmässige Varianten, z.B. nur “handel” für “handel” / “handl”

# Syntaktische Analyse

- **Satzgrammatik** im DCG-Formalismus
- Aufbauend auf **morphologischer Analyse** für offene Wortkategorien (Nomen, Verben, Adjektive, Adverbien, Partizipien . . . )
- **Vollformenlexikon** für Funktionswörter und Hilfsverben (Artikel, Präpositionen, Pronomen, Konjunktionen, . . . )  
("sein" / "haben")

# Syntaxbaum aus SVOX



# Lösung der vier Hauptprobleme in SVOX

- **Nicht analysierbare Wörter:**
- **Allomorphische Varianten:**
- **Nichtanalysierbare Sätze:**
- **Mehrdeutigkeiten:**



# Lösung der vier Hauptprobleme in SVOX

- **Nicht analysierbare Wörter:** Wortstammgrammatik und Graphem- / Phonemgruppenlexikon >>>
- **Allomorphische Varianten:**
- **Nichtanalysierbare Sätze:**
- **Mehrdeutigkeiten:**

# Lösung der vier Hauptprobleme in SVOX

- **Nicht analysierbare Wörter:** Wortstammgrammatik und Graphem- / Phonemgruppenlexikon >>>
- **Allomorphische Varianten:** Teils Behandlung mit Transduktoren, teils allomorphische Lexikoneinträge >>>
- **Nichtanalysierbare Sätze:**
- **Mehrdeutigkeiten:**

# Lösung der vier Hauptprobleme in SVOX

- **Nicht analysierbare Wörter:** Wortstammgrammatik und Graphem- / Phonemgruppenlexikon >>>
- **Allomorphische Varianten:** Teils Behandlung mit Transduktoren, teils allomorphische Lexikoneinträge >>>
- **Nichtanalysierbare Sätze:** Bottom-up-Chart-Parsing findet alle möglichen Konstituenten in einem Satz  
—> künstlicher Syntaxbaum >>>
- **Mehrdeutigkeiten:**

# Lösung der vier Hauptprobleme in SVOX

- **Nicht analysierbare Wörter:** Wortstammgrammatik und Graphem- / Phonemgruppenlexikon >>>
- **Allomorphische Varianten:** Teils Behandlung mit Transduktoren, teils allomorphische Lexikoneinträge >>>
- **Nichtanalysierbare Sätze:** Bottom-up-Chart-Parsing findet alle möglichen Konstituenten in einem Satz  
—> künstlicher Syntaxbaum >>>
- **Mehrdeutigkeiten:** Wortanalyse: alle Resultate verwenden  
Syntaxanalyse: ein Baum auswählen >>>

# Generierung der Lautfolge

- Lautfolgen der Morphe aus Lexikon
- div. Modifikationen mittels Transduktoren (kompilierte Two-Level-Regeln)

# Generierung der Lautfolge

- Lautfolgen der Morphe aus Lexikon
- div. Modifikationen mittels Transduktoren (kompilierte Two-Level-Regeln)

## 1. **Primäre Lautfolgen** (aus Lexikon)

z.B. [bə'zu:x+] + [tə#] → [bə'zu:x+tə#]

# Generierung der Lautfolge

- Lautfolgen der Morphe aus Lexikon
- div. Modifikationen mittels Transduktoren (kompilierte Two-Level-Regeln)

## 1. Primäre Lautfolgen (aus Lexikon)

z.B. [bə'zu:x+] + [tə#] → [bə'zu:x+tə#]

## 2. Allomorphische Varianten

z.B. ['handəl+ə#] → ['handl+ə#]

>>>

# Generierung der Lautfolge

- Lautfolgen der Morphe aus Lexikon
- div. Modifikationen mittels Transduktoren (kompilierte Two-Level-Regeln)

## 1. Primäre Lautfolgen (aus Lexikon)

z.B. [bə'zu:x+] + [tə#] → [bə'zu:x+tə#]

## 2. Allomorphische Varianten

z.B. ['handəl+ə#] → ['handl+ə#]

>>>

## 3. Morphophonetische Varianten

hauptsächlich Auslautverhärtung (Entstimmlichung)

z.B. ['hʊnd+s'ta:ɣ+ə#] → ['hʊnt+s'ta:ɣ+ə#]



#### 4. **Aussprachevarianten**

Umwandlung der “kanonischen” in gebräuchliche Lautfolge,  
beispielsweise Reduktion von Doppellauten

z.B. Leuchtturm [ˈlɔyçt,tʊrm] → [ˈlɔyç,tʊrm]

#### 4. **Aussprachevarianten**

Umwandlung der “kanonischen” in gebräuchliche Lautfolge,  
beispielsweise Reduktion von Doppellauten

z.B. Leuchtturm [ˈlʊyçt,tʊrm] → [ˈlʊyç,tʊrm]

#### 5. **Silbengrenzen:**

Grenze zwischen je zwei Vokalen / Diphthongen nach bestimmten Regeln

z.B. [bəˈftɪmtə] → [bə-ˈftɪm-tə]

#### 4. Aussprachevarianten

Umwandlung der “kanonischen” in gebräuchliche Lautfolge,  
beispielsweise Reduktion von Doppellauten

z.B. Leuchtturm [ˈlɔyçt,tʊrm] → [ˈlɔyç,tʊrm]

#### 5. Silbengrenzen:

Grenze zwischen je zwei Vokalen / Diphthongen nach bestimmten Regeln

z.B. [bəˈftɪmtə] → [bə-ˈftɪm-tə]

#### Resultat:

[ˈhain-riç bə-ˈzuːx-tə ˈɡɛs-tərn ˈdiː ˈnɔy-ə ˈlaʊs-ˈftɛ-lʊŋ ˈɪm ˈkʊnst-mu-ˈzeː-ʊm]

#### 4. Aussprachevarianten

Umwandlung der “kanonischen” in gebräuchliche Lautfolge,  
beispielsweise Reduktion von Doppellauten

z.B. Leuchtturm ['lɔyçt,turm] → ['lɔyç,turm]

#### 5. Silbengrenzen:

Grenze zwischen je zwei Vokalen / Diphthongen nach bestimmten Regeln

z.B. [bə'ftimtə] → [bə-'ftim-tə]

#### Resultat:

['hain-riç bə-'zu:x-tə 'gɛs-tərn 'di: 'nɔy-ə 'laus-'ftɛ-lʊŋ 'ɪm 'kʊnst-mu-'ze:-ʊm]

Ende der Transkription ?

>>>

#### 4. Aussprachevarianten

Umwandlung der “kanonischen” in gebräuchliche Lautfolge,  
beispielsweise Reduktion von Doppellauten

z.B. Leuchtturm ['lɔyçt,tʊrm] → ['lɔyç,tʊrm]

#### 5. Silbengrenzen:

Grenze zwischen je zwei Vokalen / Diphthongen nach bestimmten Regeln

z.B. [bə'ʃtɪmtə] → [bə-'ʃtɪm-tə]

#### Resultat:

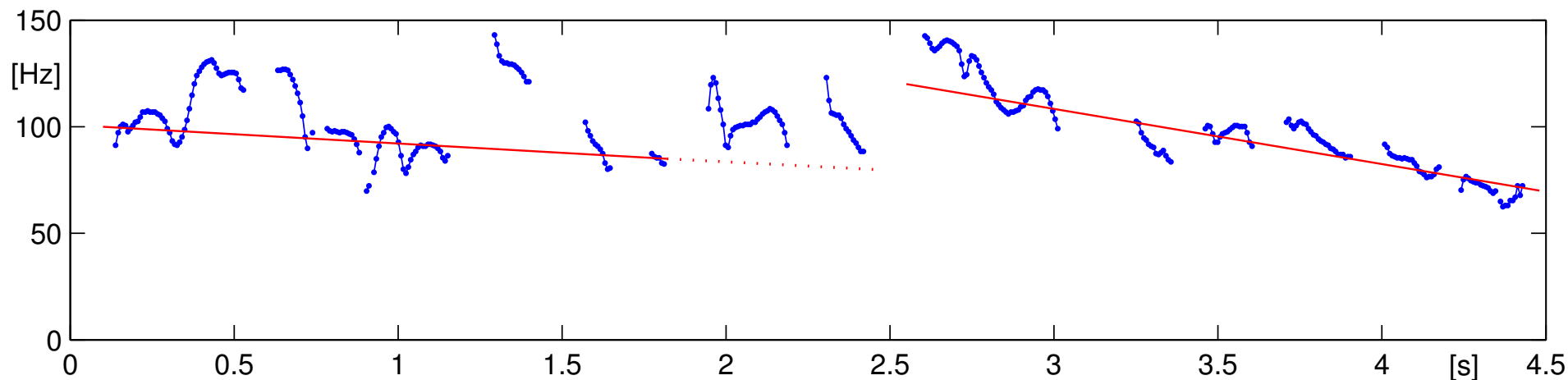
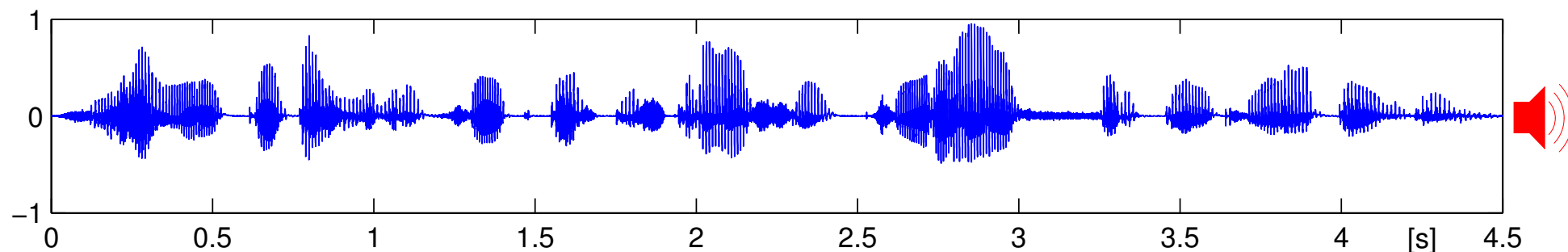
['hain-riç bə-'zu:x-tə 'ɡes-tərn 'di: 'nɔy-ə 'laus-'ʃtɛ-lʊŋ 'ɪm 'kʊnst-mu-'zeɪ-ʊm]

Akzentuierung und Phrasierung !

# Akzentuierung und Phrasierung: Wozu?

Natürliches Sprachsignal:

*“Sie erhielten bei ihrem Zug durch die Strassen Zulauf von Pekingern Bürgern.”*



# Satzakzentuierung: Normalbetonung

**Normalbetonung** Betonung bei isolierter Stellung, keine weitere Information

Zum grossen Teil lexikalisch / syntaktisch gegeben  
(syntaktische Struktur reflektiert zum Teil Semantik und Pragmatik)

- **Nicht betonbare Wortkategorien:**  
Funktionswörter wie Artikel, Präpositionen etc.
- Typische **Akzentuierungsmuster** für bestimmte Konstituenten

>>>

# SVOX-Satzakzentuierung

nach Kiparsky



# SVOX-Satzakzentuierung nach Kiparsky

- **Initialisierung:** Akzent 1 auf alle betonbaren Wörter

>>>

# SVOX-Satzakzentuierung nach Kiparsky

- **Initialisierung:** Akzent 1 auf alle betonbaren Wörter >>>
- **Iteration:** Zyklische Anwendung der “Nuclear stress rule” und der Rhythmisierungsregel auf Konstituenten; bei den kleinsten Konstituenten anfangen >>>

# SVOX-Satzakzentuierung nach Kiparsky

- **Initialisierung:** Akzent 1 auf alle betonbaren Wörter >>>
- **Iteration:** Zyklische Anwendung der “Nuclear stress rule” und der Rhythmisierungsregel auf Konstituenten; bei den kleinsten Konstituenten anfangen >>>
- **Resultat:** 1 Akzentgewicht pro Wort

# SVOX-Satzakzentuierung nach Kiparsky

- **Initialisierung:** Akzent 1 auf alle betonbaren Wörter >>>
- **Iteration:** Zyklische Anwendung der “Nuclear stress rule” und der Rhythmisierungsregel auf Konstituenten; bei den kleinsten Konstituenten anfangen >>>
- **Resultat:** 1 Akzentgewicht pro Wort
- **Problem:** Für lange Sätze entstehen sehr viele Akzentstufen

# SVOX-Satzakzentuierung nach Kiparsky

- **Initialisierung:** Akzent 1 auf alle betonbaren Wörter >>>
- **Iteration:** Zyklische Anwendung der “Nuclear stress rule” und der Rhythmisierungsregel auf Konstituenten; bei den kleinsten Konstituenten anfangen >>>
- **Resultat:** 1 Akzentgewicht pro Wort
- **Problem:** Für lange Sätze entstehen sehr viele Akzentstufen
- **Lösung:** Neuordnung innerhalb Phrase

# SVOX-Phrasierung nach Bierwisch

## SVOX-Phrasierung nach Bierwisch

**Initialisierung:** Überall Phrasengrenzen mit Index entsprechend Stufe des gemeinsamen Vaterknotens im Syntaxbaum  
(angefangen bei Stufe 3, 0 um ganzen Satz, 2 vor Vollverb)

Heinrich    besuchte    gestern    die    neue    Ausstellung    im    Kunstmuseum

## SVOX-Phrasierung nach Bierwisch

**Initialisierung:** Überall Phrasengrenzen mit Index entsprechend Stufe des gemeinsamen Vaterknotens im Syntaxbaum  
(angefangen bei Stufe 3, 0 um ganzen Satz, 2 vor Vollverb)

#0 Heinrich #2 besuchte #3 gestern #3 die #5 neue #5 Ausstellung #4 im #5 Kunstmuseum #0



## SVOX-Phrasierung nach Bierwisch

**Initialisierung:** Überall Phrasengrenzen mit Index entsprechend Stufe des gemeinsamen Vaterknotens im Syntaxbaum  
(angefangen bei Stufe 3, 0 um ganzen Satz, 2 vor Vollverb)

#0 Heinrich #2 besuchte #3 gestern #3 die #5 neue #5 Ausstellung #4 im #5 Kunstmuseum #0

**1. Schritt:** Verschmelzung von klitischen (unbetonten) Wörtern mit einem benachbarten (Löschen der Grenze mit höherem Index)

## SVOX-Phrasierung nach Bierwisch

**Initialisierung:** Überall Phrasengrenzen mit Index entsprechend Stufe des gemeinsamen Vaterknotens im Syntaxbaum  
(angefangen bei Stufe 3, 0 um ganzen Satz, 2 vor Vollverb)

#0 Heinrich #2 besuchte #3 gestern #3 die #5 neue #5 Ausstellung #4 im #5 Kunstmuseum #0

**1. Schritt:** Verschmelzung von klitischen (unbetonten) Wörtern mit einem benachbarten (Löschen der Grenze mit höherem Index)

#0 Heinrich #2 besuchte #3 gestern #3 die neue #5 Ausstellung #4 im Kunstmuseum #0

## SVOX-Phrasierung Fortsetzung

#0 Heinrich #2 besuchte #3 gestern #3 die neue #5 Ausstellung #4 im Kunstmuseum #0

## SVOX-Phrasierung Fortsetzung

#0 Heinrich #2 besuchte #3 gestern #3 die neue #5 Ausstellung #4 im Kunstmuseum #0

- 2. Schritt:** Rhythmische Verschmelzung kurzer, temporärer Phrasen  
Von höheren zu tieferen Indizes, Löschung von Grenzen  
nach Kriterien, ob temporäre Phrase links oder rechts allein  
stehen kann (Anzahl Akzente, Anzahl Silben)

## SVOX-Phrasierung Fortsetzung

#0 Heinrich #2 besuchte #3 gestern #3 die neue #5 Ausstellung #4 im Kunstmuseum #0

### 2. Schritt: Rhythmische Verschmelzung kurzer, temporärer Phrasen

Von höheren zu tieferen Indizes, Löschung von Grenzen  
nach Kriterien, ob temporäre Phrase links oder rechts allein  
stehen kann (Anzahl Akzente, Anzahl Silben)

#0 Heinrich #2 besuchte #3 gestern #3 die neue Ausstellung #4 im Kunstmuseum #0

# SVOX-Phrasierung Fortsetzung

#0 Heinrich #2 besuchte #3 gestern #3 die neue #5 Ausstellung #4 im Kunstmuseum #0

## 2. Schritt: Rhythmische Verschmelzung kurzer, temporärer Phrasen

Von höheren zu tieferen Indizes, Löschung von Grenzen  
nach Kriterien, ob temporäre Phrase links oder rechts allein  
stehen kann (Anzahl Akzente, Anzahl Silben)

#0 Heinrich #2 besuchte #3 gestern #3 die neue Ausstellung #4 im Kunstmuseum #0

#0 Heinrich #2 besuchte #3 gestern #3 die neue Ausstellung im Kunstmuseum #0

# SVOX-Phrasierung Fortsetzung

#0 Heinrich #2 besuchte #3 gestern #3 die neue #5 Ausstellung #4 im Kunstmuseum #0

## 2. Schritt: Rhythmische Verschmelzung kurzer, temporärer Phrasen

Von höheren zu tieferen Indizes, Löschung von Grenzen  
nach Kriterien, ob temporäre Phrase links oder rechts allein  
stehen kann (Anzahl Akzente, Anzahl Silben)

#0 Heinrich #2 besuchte #3 gestern #3 die neue Ausstellung #4 im Kunstmuseum #0

#0 Heinrich #2 besuchte #3 gestern #3 die neue Ausstellung im Kunstmuseum #0

#0 Heinrich #2 besuchte gestern #3 die neue Ausstellung im Kunstmuseum #0

# Akzentnormalisierung und Generieren der phonologischen Darstellung



# Akzentnormalisierung und Generieren der phonologischen Darstellung

## **Akzentnormalisierung:**

Neuverteilung der Akzente in Phrasen, damit jede Phrase einen Akzent 1 erhält, sonst relative Akzentverhältnisse beibehalten

# Akzentnormalisierung und Generieren der phonologischen Darstellung

## **Akzentnormalisierung:**

Neuverteilung der Akzente in Phrasen, damit jede Phrase einen Akzent 1 erhält, sonst relative Akzentverhältnisse beibehalten

Heinrich #2 besuchte gestern #3 die neue Ausstellung im Kunstmuseum

2

3

2

3

4

1

# Akzentnormalisierung und Generieren der phonologischen Darstellung

## Akzentnormalisierung:

Neuverteilung der Akzente in Phrasen, damit jede Phrase einen Akzent 1 erhält, sonst relative Akzentverhältnisse beibehalten

Heinrich #2 besuchte gestern #3 die neue Ausstellung im Kunstmuseum

2	3	2	3	4	1
1	2	1	2	3	1

# Akzentnormalisierung und Generieren der phonologischen Darstellung

## Akzentnormalisierung:

Neuverteilung der Akzente in Phrasen, damit jede Phrase einen Akzent 1 erhält, sonst relative Akzentverhältnisse beibehalten

Heinrich #2 besuchte gestern #3 die neue Ausstellung im Kunstmuseum

2	3	2	3	4	1
1	2	1	2	3	1

**Phonologische Darstellung:** Lautfolge, Akzente, Phrasen

(P) = progrediente Phrase, (T) = terminale Phrase

# Akzentnormalisierung und Generieren der phonologischen Darstellung

## Akzentnormalisierung:

Neuverteilung der Akzente in Phrasen, damit jede Phrase einen Akzent 1 erhält, sonst relative Akzentverhältnisse beibehalten

Heinrich #2 besuchte gestern #3 die neue Ausstellung im Kunstmuseum

2	3	2	3	4	1
1	2	1	2	3	1

**Phonologische Darstellung:** Lautfolge, Akzente, Phrasen

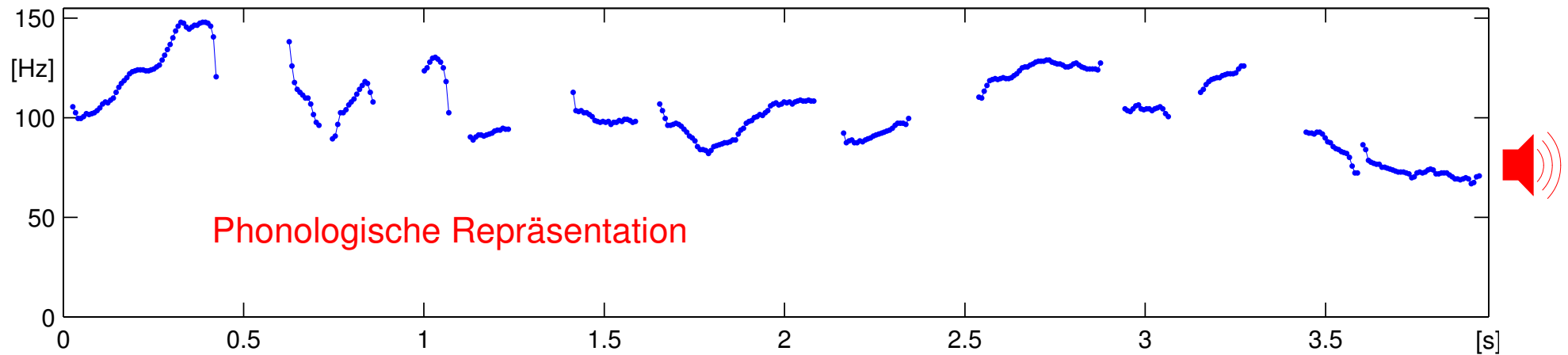
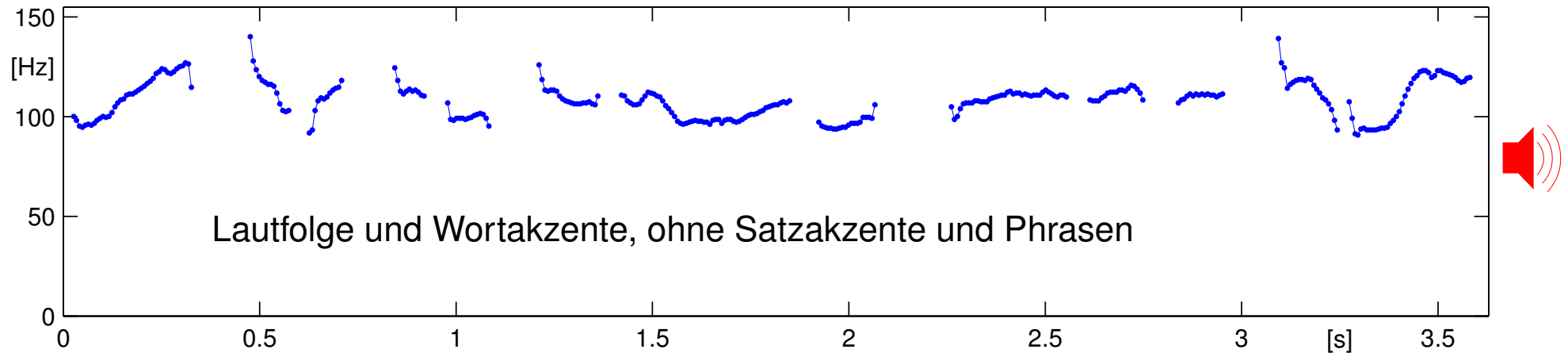
(P) = progrediente Phrase, (T) = terminale Phrase

(P) [1]hain-riç #2 (P) bæ-[2]zu:x-tə [1]gɛs-tərn #3

(T) di: [2]nɔy-ə [3]laus-[4]ftɛ-lʊŋ |im [1]kʊnst-mu-[4]ze:ʊm.

# Signalsynthese

Sprachsignal mittels Diphon-Verkettung erzeugen aus:



# Thema der nächsten Lektion

Spracherkennung mit HMM

Zur Übersicht der Vorlesung *Sprachverarbeitung II* >>>





# Nicht analysierbare Wörter

**Grundsatz:** Sprachsynthese muss für jede Buchstabenfolge etwas Angemessenes ausgeben, auch bei Schreibfehlern!

**Lösung:** Wortstammgrammatik und alle erdenklichen Graphem- / Phonemgruppen ins Lexikon

**Resultat:** Schreibfehler sind unterschiedlich hörbar:

“am morgen”

“am mmorgen”

“am morggen”

“am mrogen”

“nachrichten”

“nnachrichten”

“nachricchten”

“nacrhichten”

<<<

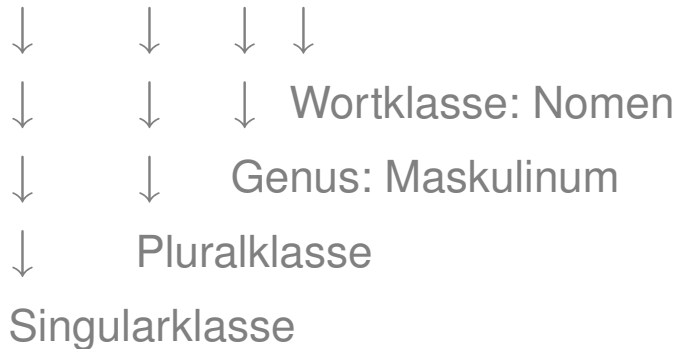


# Allomorphe Lexikoneinträge

Beispielsweise für Nomenstämme, die im Plural einen Umlaut erhalten:

NS\_D (SK3, PK0, M, N)    "baum+"    "' ba\_um+"

NS\_D (SK0, PK7, M, N)    "bäum+"    "' bO\_ym+"



<<<



```

+- S          1053
|
+- NG_D   <K G> <N S3> <G F>      12
|
|   +- N_D   <K G> <N S3> <G F>      5
|   |
|   |   +- NS_D   "achtung+"   "'?axtUN+"   <SK SK1> <PK PK4> <G F> <SC N>      1
|   |   |
|   |   +- NES_D   "$#"   "$#"   <EMPTY E> <VSK SK1> <K G> <N S3>      1
|   |
+- NGM_D   <K N> <N S3> <G N>      12
|
|   +- ARTU_D   "ein"   "'?a_in"   <K N> <N S3> <G N> <FF U>      1
|   |
|   +- N_D   <K N> <N S3> <G N>      5
|   |
|   |   +- NS_D   "auto+"   "'?a_uto+"   <SK SK2> <PK PK2> <G N> <SC N>      1
|   |   |
|   |   +- NES_D   "$#"   "$#"   <EMPTY E> <VSK SK2> <K N> <N S3>      1
|   |
+- PG_D   <K A> <N S3> <G N>      16
|
|   +- PRAEP_D   "ohne"   "'?o:n@"   <R A> <AG NON> <KO D>      1
|   |
|   +- NG_D   <K A> <N S3> <G N>      12
|   |
|   |   +- N_D   <K A> <N S3> <G N>      5
|   |   |
|   |   |   +- NS_D   "licht+"   "'licT+"   <SK SK2> <PK PK9> <G N> <SC N>      1
|   |   |   |
|   |   |   +- NES_D   "$#"   "$#"   <EMPTY E> <VSK SK2> <K A> <N S3>      1

```



<<<



# Parser findet mehrere Ableitungen / Syntaxbäume

Die Mutter sieht das lachende Kind.



# Parser findet mehrere Ableitungen / Syntaxbäume

Die Mutter sieht das lachende Kind.

$S \rightarrow NG(nom, ?num, ?gen) VG(?num)$

$VG(?num) \rightarrow V(?num) NG(dat/akk, ?num, ?gen)$

# Parser findet mehrere Ableitungen / Syntaxbäume

Die Mutter sieht das lachende Kind.

(nom)

(akk)

$S \rightarrow NG(nom, ?num, ?gen) VG(?num)$

$VG(?num) \rightarrow V(?num) NG(dat/akk, ?num, ?gen)$

# Parser findet mehrere Ableitungen / Syntaxbäume

Die Mutter sieht das lachende Kind.

(nom)

(akk)

$S \rightarrow NG(nom, ?num, ?gen) VG(?num)$

$VG(?num) \rightarrow V(?num) NG(dat/akk, ?num, ?gen)$

Die Mutter sieht das lachende Kind.

# Parser findet mehrere Ableitungen / Syntaxbäume

Die Mutter sieht das lachende Kind.

(nom)

(akk)

Der Vater sieht das lachende Kind.

$S \rightarrow NG(nom, ?num, ?gen) VG(?num)$

$VG(?num) \rightarrow V(?num) NG(dat/akk, ?num, ?gen)$

Die Mutter sieht das lachende Kind.

Den Vater sieht das lachende Kind.

# Parser findet mehrere Ableitungen / Syntaxbäume

Die Mutter sieht das lachende Kind.

(nom)

(akk)

Der Vater sieht das lachende Kind.

$S \rightarrow NG(nom, ?num, ?gen) VG(?num)$

$VG(?num) \rightarrow V(?num) NG(dat/akk, ?num, ?gen)$

Die Mutter sieht das lachende Kind.

Den Vater sieht das lachende Kind.

$S \rightarrow NG(dat/akk, ?num, ?gen) V(?num) NG(nom, ?num, ?gen)$

# Parser findet mehrere Ableitungen / Syntaxbäume

Die Mutter sieht das lachende Kind.  Der Vater sieht das lachende Kind.   
(nom) (akk)

$S \rightarrow NG(nom, ?num, ?gen) VG(?num)$   
 $VG(?num) \rightarrow V(?num) NG(dat/akk, ?num, ?gen)$

Die Mutter sieht das lachende Kind.  Den Vater sieht das lachende Kind.   
(akk) (nom)

$S \rightarrow NG(dat/akk, ?num, ?gen) V(?num) NG(nom, ?num, ?gen)$

# Parser findet mehrere Ableitungen / Syntaxbäume

Die Mutter sieht das lachende Kind.  Der Vater sieht das lachende Kind.   
(nom) (akk)

$S \rightarrow NG(nom, ?num, ?gen) VG(?num)$   
 $VG(?num) \rightarrow V(?num) NG(dat/akk, ?num, ?gen)$

Die Mutter sieht das lachende Kind.  Den Vater sieht das lachende Kind.   
(akk) (nom)

$S \rightarrow NG(dat/akk, ?num, ?gen) V(?num) NG(nom, ?num, ?gen)$

Massnahme:

# Parser findet mehrere Ableitungen / Syntaxbäume

Die Mutter sieht das lachende Kind.  Der Vater sieht das lachende Kind.   
(nom) (akk)

$S \rightarrow NG(nom, ?num, ?gen) VG(?num) * 1$   
 $VG(?num) \rightarrow V(?num) NG(dat/akk, ?num, ?gen) * 1$

Die Mutter sieht das lachende Kind.  Den Vater sieht das lachende Kind.   
(akk) (nom)

$S \rightarrow NG(dat/akk, ?num, ?gen) V(?num) NG(nom, ?num, ?gen) * 5$

Massnahme: **Regeln mit Kostenwert versehen!**

→ Auswahl durch Kostenminimierung

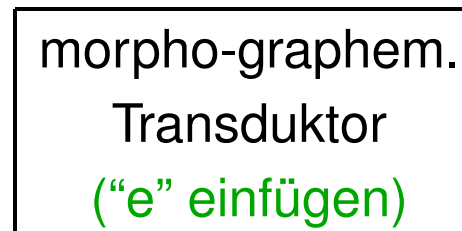
<<<





Graphemische Oberfläche

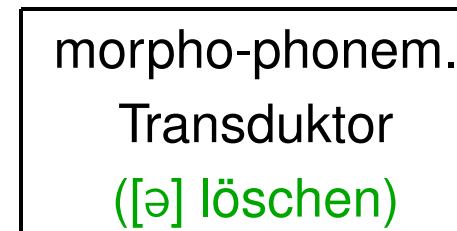
“handle”



“handel+” “e”

Phonemische Oberfläche

['handl+ə#]



['handəl+] [ə#]

Lexikalische Ebene

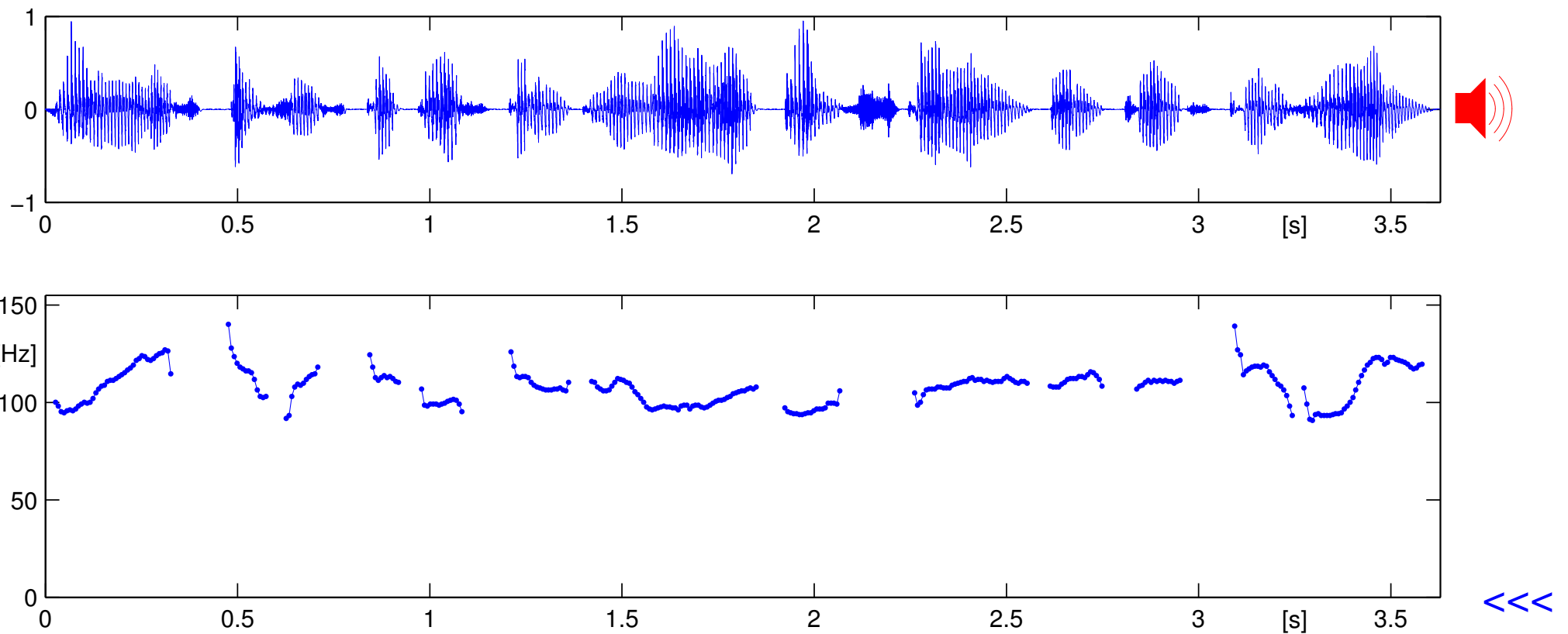
<<<



# Signalsynthese

Sprachsignal mittels Diphon-Verkettung erzeugen aus:

['hain-riç bə-'zu:x-tə 'gɛs-tərn 'di: 'nɔy-ə 'laʊs-'ftɛ-lʊŋ 'lɪm 'kʊnst-mu-'ze:ʊm]





## Beispiel: Satz

Ich spreche.

## Beispiel: Satz

Ich spreche.

## Beispiel: Satz

Ich spreche.

Ich spreche den Text.



## Beispiel: Satz

Ich spreche.

Ich spreche den Text.

## Beispiel: Satz

Ich spreche.

Ich spreche den Text.

Ich spreche den Text langsam.

## Beispiel: Satz

Ich spreche.

Ich spreche den Text.

Ich spreche den Text langsam.

## Beispiel: Satz

Ich spreche.

Ich spreche den Text.

Ich spreche den Text langsam.

→ Endbetonung des Satzes

## Beispiel: Nominalgruppe

(Das Bild) ist da.

## Beispiel: Nominalgruppe

(Das Bild) ist da.

## Beispiel: Nominalgruppe

(Das Bild) ist da.

(Das schöne Bild) ist da.

## Beispiel: Nominalgruppe

(Das Bild) ist da.

(Das schöne Bild) ist da.



## Beispiel: Nominalgruppe

(Das Bild) ist da.

(Das schöne Bild) ist da.

(Das Bild meines Vaters) ist da.

## Beispiel: Nominalgruppe

(Das Bild) ist da.

(Das schöne Bild) ist da.

(Das Bild meines Vaters) ist da.

## Beispiel: Nominalgruppe

(Das Bild) ist da.

(Das schöne Bild) ist da.

(Das Bild meines Vaters) ist da.

(Meines Vaters Bild) ist da.

## Beispiel: Nominalgruppe

(Das Bild) ist da.

(Das schöne Bild) ist da.

(Das Bild meines Vaters) ist da.

(Meines Vaters Bild) ist da.

## Beispiel: Nominalgruppe

(Das Bild) ist da.

(Das schöne Bild) ist da.

(Das Bild meines Vaters) ist da.

(Meines Vaters Bild) ist da.

→ Endbetonung der Nominalgruppe

## Beispiel: Verbalkomplex

Ich gehe (schwimmen).

## Beispiel: Verbalkomplex

Ich gehe (schwimmen).

## Beispiel: Verbalkomplex

Ich gehe (schwimmen).

Ich werde (schwimmen gehen).



## Beispiel: Verbalkomplex

Ich gehe (schwimmen).

Ich werde (schwimmen gehen).

## Beispiel: Verbalkomplex

Ich gehe (schwimmen).

Ich werde (schwimmen gehen).

Ich werde (schwimmen gegangen sein).

## Beispiel: Verbalkomplex

Ich gehe (schwimmen).

Ich werde (schwimmen gehen).

Ich werde (schwimmen gegangen sein).

## Beispiel: Verbalkomplex

Ich gehe (schwimmen).

Ich werde (schwimmen gehen).

Ich werde (schwimmen gegangen sein).

Ich werde (schwimmen gehen wollen).

## Beispiel: Verbalkomplex

Ich gehe (schwimmen).

Ich werde (schwimmen gehen).

Ich werde (schwimmen gegangen sein).

Ich werde (schwimmen gehen wollen).

## Beispiel: Verbalkomplex

Ich gehe (schwimmen).

Ich werde (schwimmen gehen).

Ich werde (schwimmen gegangen sein).

Ich werde (schwimmen gehen wollen).

→ Anfangsbetonung des Verbalkomplexes

<<<







**Initialisierung:** Alle akzentuierbaren Wörter erhalten Akzent 1

(Heinrich besuchte gestern ((die neue Ausstellung) (im Kunstmuseum)))

1

1

1

1

1

1

<<<

## Iteration mit NSR: für “die neue Ausstellung”

(Heinrich besuchte gestern ((die neue Ausstellung) (im Kunstmuseum)))

1

1

1

1

1

1

## Iteration mit NSR: für “die neue Ausstellung”

(Heinrich besuchte gestern ((die neue Ausstellung) (im Kunstmuseum)))

1        1        1                    1    1                    1

(Heinrich besuchte gestern ( die neue Ausstellung (im Kunstmuseum)))

1        1        1                    2    1                    1

## Iteration mit NSR: für “im Kunstmuseum”

(Heinrich besuchte gestern ((die neue Ausstellung) (im Kunstmuseum)))

1        1        1                    1    1                    1

(Heinrich besuchte gestern ( die neue Ausstellung (im Kunstmuseum)))

1        1        1                    2    1                    1

## Iteration mit NSR: für “im Kunstmuseum”

(Heinrich besuchte gestern ((die neue Ausstellung) (im Kunstmuseum)))

1        1        1                    1    1                    1

(Heinrich besuchte gestern ( die neue Ausstellung (im Kunstmuseum)))

1        1        1                    2    1                    1

(Heinrich besuchte gestern ( die neue Ausstellung im Kunstmuseum ))

1        1        1                    2    1                    1

## Iteration mit NSR: für “die neue Ausstellung im Kunstmuseum”

(Heinrich besuchte gestern ((die neue Ausstellung) (im Kunstmuseum)))

1        1        1                    1    1                    1

(Heinrich besuchte gestern ( die neue Ausstellung (im Kunstmuseum)))

1        1        1                    2    1                    1

(Heinrich besuchte gestern ( die neue Ausstellung im Kunstmuseum ))

1        1        1                    2    1                    1

## Iteration mit NSR: für “die neue Ausstellung im Kunstmuseum”

(Heinrich besuchte gestern ((die neue Ausstellung) (im Kunstmuseum)))

1        1        1                    1    1                    1

(Heinrich besuchte gestern ( die neue Ausstellung (im Kunstmuseum)))

1        1        1                    2    1                    1

(Heinrich besuchte gestern ( die neue Ausstellung im Kunstmuseum ))

1        1        1                    2    1                    1

(Heinrich besuchte gestern die neue Ausstellung im Kunstmuseum )

1        1        1                    3    2                    1

## Rhythmisierungsregel: Akzentmuster 3 2 1 durch 2 3 1 ersetzen

(Heinrich besuchte gestern ((die neue Ausstellung) (im Kunstmuseum)))

1        1        1                    1    1                    1

(Heinrich besuchte gestern ( die neue Ausstellung (im Kunstmuseum)))

1        1        1                    2    1                    1

(Heinrich besuchte gestern ( die neue Ausstellung im Kunstmuseum ))

1        1        1                    2    1                    1

(Heinrich besuchte gestern die neue Ausstellung im Kunstmuseum )

1        1        1                    3    2                    1



## Rhythmisierungsregel: Akzentmuster 3 2 1 durch 2 3 1 ersetzen

(Heinrich besuchte gestern ((die neue Ausstellung) (im Kunstmuseum)))

1        1        1                    1    1                    1

(Heinrich besuchte gestern ( die neue Ausstellung (im Kunstmuseum)))

1        1        1                    2    1                    1

(Heinrich besuchte gestern ( die neue Ausstellung im Kunstmuseum ))

1        1        1                    2    1                    1

(Heinrich besuchte gestern die neue Ausstellung im Kunstmuseum )

1        1        1                    3    2                    1

(Heinrich besuchte gestern die neue Ausstellung im Kunstmuseum )

1        1        1                    2    3                    1

## Anwendung NSR: auf ganzen Satz

(Heinrich besuchte gestern ((die neue Ausstellung) (im Kunstmuseum)))

1        1        1                    1    1                    1

(Heinrich besuchte gestern ( die neue Ausstellung (im Kunstmuseum)))

1        1        1                    2    1                    1

(Heinrich besuchte gestern ( die neue Ausstellung im Kunstmuseum ))

1        1        1                    2    1                    1

(Heinrich besuchte gestern die neue Ausstellung im Kunstmuseum )

1        1        1                    3    2                    1

(Heinrich besuchte gestern die neue Ausstellung im Kunstmuseum )

1        1        1                    2    3                    1

## Anwendung NSR: auf ganzen Satz

(Heinrich besuchte gestern ((die neue Ausstellung) (im Kunstmuseum)))

1        1        1                    1    1                    1

(Heinrich besuchte gestern ( die neue Ausstellung (im Kunstmuseum)))

1        1        1                    2    1                    1

(Heinrich besuchte gestern ( die neue Ausstellung im Kunstmuseum ))

1        1        1                    2    1                    1

(Heinrich besuchte gestern die neue Ausstellung im Kunstmuseum )

1        1        1                    3    2                    1

(Heinrich besuchte gestern die neue Ausstellung im Kunstmuseum )

1        1        1                    2    3                    1

Heinrich besuchte gestern die neue Ausstellung im Kunstmuseum

2        2        2                    3    4                    1

## Spezialregel: schwaches Vollverb (eine Stufe reduziert)

(Heinrich besuchte gestern ((die neue Ausstellung) (im Kunstmuseum)))

1        1        1                    1    1                    1

(Heinrich besuchte gestern ( die neue Ausstellung (im Kunstmuseum)))

1        1        1                    2    1                    1

(Heinrich besuchte gestern ( die neue Ausstellung im Kunstmuseum ))

1        1        1                    2    1                    1

(Heinrich besuchte gestern die neue Ausstellung im Kunstmuseum )

1        1        1                    3    2                    1

(Heinrich besuchte gestern die neue Ausstellung im Kunstmuseum )

1        1        1                    2    3                    1

Heinrich besuchte gestern die neue Ausstellung im Kunstmuseum

2        2        2                    3    4                    1

## Spezialregel: schwaches Vollverb (eine Stufe reduziert)

(Heinrich besuchte gestern ((die neue Ausstellung) (im Kunstmuseum)))

1        1        1                    1    1                    1

(Heinrich besuchte gestern ( die neue Ausstellung (im Kunstmuseum)))

1        1        1                    2    1                    1

(Heinrich besuchte gestern ( die neue Ausstellung im Kunstmuseum ))

1        1        1                    2    1                    1

(Heinrich besuchte gestern die neue Ausstellung im Kunstmuseum )

1        1        1                    3    2                    1

(Heinrich besuchte gestern die neue Ausstellung im Kunstmuseum )

1        1        1                    2    3                    1

Heinrich besuchte gestern die neue Ausstellung im Kunstmuseum

2        2        2                    3    4                    1

Heinrich besuchte gestern die neue Ausstellung im Kunstmuseum

2        3        2                    3    4                    1

<<<

