



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich



Institut für
Technische Informatik und
Kommunikationsnetze

Diplomarbeit

Wort- und Satzakkzentuierung gemischtsprachiger Texte für die Sprachsynthese

Manuel Weiß

Sommersemester 2006

3. April – 2. Oktober 2006

Diplomarbeit DA-2006-08

Betreut durch Harald Romsdorfer

Prüfer: Dr. Beat Pfister (TIK) und Dr. Bernd Möbius (IMS)

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	5
2. Prosodie in der Sprachsynthese	7
2.1. Überblick	7
2.2. Akzentuierung	8
2.2.1. Wortakzent	8
2.2.2. Satzakzent	8
2.2.3. Kiparskys Ansatz	9
2.3. Phrasierung	10
3. Die polySVOX-Architektur	11
3.1. Die morpho-syntaktische Analyse	13
3.2. Notation der Grammatikregeln	14
3.3. Notation der Lexikoneinträge	15
4. Morpho-Syntaktische Analyse	17
4.1. Deutsche Wortgrammatik	17
4.1.1. Ziel der Wortanalyse	17
4.1.2. Aufbau der Wortgrammatik	17
4.1.3. Präfix- und Partikelverben: Morphologie	18
4.1.4. Präfixverben: Implementierung	19
4.2. Deutsche Satzgrammatik	22
4.2.1. Ziel der Syntaxanalyse	22
4.2.2. Aufbau der Grammatik	22
4.2.3. Komplexe Nominalphrasen	23
4.2.4. Eigennamen	24
4.2.5. Koordination	24
4.2.6. Nebensätze	25
4.2.7. Infinitiv-Verbalkomplex	25
4.2.8. Offene Probleme	26
5. Technische Details	27
5.1. Notation der Beispiele	27
5.2. Annotation von Grammatikregeln mit Beispielen	27
5.3. Das Stress-Feature	28
5.4. Das Grammatik-Test-Skript	28

6. Akzentuierung	29
6.1. Überblick	29
6.2. Deutsche Wort-Akzentuierung	29
6.2.1. Präfix-/Partikelverben	29
6.2.2. Adjektive	31
6.2.3. Komposita	32
6.3. Deutsche Satzakkzentuierung	33
6.3.1. Nominalphrasen	36
6.3.2. Präpositionalphrasen	44
6.3.3. Adjektivphrasen	44
6.3.4. Adverbialphrasen	46
6.3.5. Infinite Verbalkomplexe	46
6.3.6. Negationswörter und kontrastive Hervorhebung	46
6.3.7. Aussagesätze	47
6.3.8. Nebensätze	50
6.3.9. Imperativsätze	50
6.3.10. Ja/Nein-Fragen	50
6.3.11. Wh-Fragen	51
6.4. Englische Satz-Akzentuierung	52
6.4.1. Nominalphrasen	52
6.4.2. Tabelle: restliche Phrasen	55
6.4.3. Sonderfälle: Sätze ohne Objekt, Passivsätze	57
6.4.4. Negationswörter	57
7. Akzentuierung von gemischtsprachigen Sätzen	59
7.1. Einschlussgrammatiken	59
7.1.1. Gemischtsprachige Morphologie	59
7.1.2. Gemischtsprachige Syntax	60
7.2. Akzentuierung	61
7.2.1. Wortakzent	62
7.2.2. Satzakzent	62
8. Zusammenfassung	65
A. Verwendung des Skripts	67
B. Testsätze	69
B.1. Präfix-/Partikelverben	69
B.2. Gemischtsprachige Sätze	69
C. Aufgabenstellung	71

1. Einleitung

In dieser Diplomarbeit geht es darum, die morpho-syntaktische Analyse des Text-to-Speech-Systems `polySVOX` im Hinblick auf die Prosodie zu verbessern und Regeln für die Phrasen- und Satzakkzentuierung aufzustellen. Insbesondere sollten dabei auch gemischtsprachige Sätze berücksichtigt werden (dabei habe ich mich allerdings auf englische Einschlüsse beschränkt). Ich habe mich vor allem mit den folgenden Punkten beschäftigt:

- Präfigierung von deutschen Verben und ihre Betonung
- Erweiterung der deutschen Satzgrammatik
- Erstellung eines Tools zum automatischen Vergleichen der Analyseresultate
- Aufstellung von Akzentuierungsregeln für das Deutsche und Englische

Im **Kapitel 2** gebe ich einen Überblick über die Prosodie und ihre Bedeutung für die Sprachsynthese, welche Probleme es gibt und welcher Lösungsansatz für die Akzentuierung in `polySVOX` gewählt wurde.

Im **Kapitel 3** stelle ich dann die Architektur des `polySVOX`-Systems vor, um den Leser mit der Arbeitsweise dieses TTS-Systems und einigen Notationskonventionen vertraut zu machen.

Im **Kapitel 4** beschreibe ich die Erweiterungen der morpho-syntaktischen Analyse für das Deutsche, die ich im Rahmen der Diplomarbeit vorgenommen habe.

Im **Kapitel 5** werden kurz einige technische Details erläutert, die für das Verständnis der folgenden Kapitel hilfreich sind.

Im **Kapitel 6** geht es um die Akzentuierung und die Regeln, die ich für die deutsche und englische Wort- und Satzakkzentuierung aufgestellt habe.

Im **Kapitel 7** zeige ich dann, wie die Einschlussgrammatiken für die Verarbeitung gemischtsprachiger Sätze funktionieren und wie die Akzentuierungsregeln auf sie angewendet werden.

Im **Kapitel 8** findet sich schließlich eine Zusammenfassung der Arbeit und ein Ausblick auf noch offene Fragen.

Der **Anhang A** enthält eine kurze Beschreibung des von mir geschriebenen Tools für die Erstellung von Referenzkorpora und erklärt, wie es verwendet wird.

Der **Anhang B** enthält eine Sammlung gemischtsprachiger Testsätze.

Bedanken möchte ich mich bei Jason Utt und Ryan Evans für ihre Hilfe bei der Beurteilung der Normalbetonung von englischen Phrasen und ganz besonders auch bei meinem Betreuer Harald Romsdorfer, der sich viele Stunden Zeit genommen hat, um mit mir Probleme und Lösungsansätze zu diskutieren.

2. Prosodie in der Sprachsynthese

2.1. Überblick

Die Sprachqualität von Synthesystemen hat in den letzten Jahren ein sehr hohes Niveau erreicht. Inzwischen steht längst nicht mehr nur die Verständlichkeit im Vordergrund, sondern es ist vor allem Natürlichkeit gefragt, um eine hohe Akzeptanz zu erreichen. Hier spielt die Prosodie eine sehr wichtige Rolle.

Unter Prosodie versteht man diejenigen Sprachphänomene, die sich über mehr als einzelne Lautsegmente erstrecken, weshalb man auch von suprasegmentalen Merkmalen spricht. Dazu gehören vor allem der Verlauf der Grundfrequenz (F_0), die Lautintensität und die -dauer. Aber auch Sprechtempo, Rhythmus usw. können unter diesem Oberbegriff zusammengefasst werden.

Bei einem menschlichen Sprecher finden sich in allen diesen Parametern starke Variationen – so verwundert es kaum, dass synthetisierte Sprache mit stark eingeschränkter Prosodie schnell unangenehm monoton wirkt. Eine falsche Prosodiesteuerung kann aber bis zu fast völliger Unverständlichkeit führen. Der Versuch ist also naheliegend, Modelle zu finden, die, ausgehend vom Text, möglichst präzise Vorhersagen über die mögliche(n) prosodische(n) Realisierung(en) machen.

Auf der linguistischen Beschreibungsebene geht es bei der Prosodie um die Verteilung der Akzente und Phrasengrenzen sowie um die Satzmelodie, d.h. die Intonationskurve. Diese Phänomene lassen sich symbolisch beschreiben, indem z.B. jeder Silbe eine Akzentstärke zugeordnet wird oder die Intonation durch Tonangaben wie z.B. mit der ToBI-Notation ([SBP⁺92]) beschrieben wird. In einem TTS-System geht es bei der Prosodiegenerierung also vor allem darum, aus dem gegebenen Text die korrekte symbolische Beschreibung zu ermitteln, um dann mithilfe dieser Beschreibung ein adäquates Signal erzeugen zu können. Die Prosodie hängt von vielen Faktoren ab: Sprache, Sprechstil, Phrasen- und Satztyp, ...

Eine syntaktische Analyse der Eingabe ist unumgänglich, um eine möglichst natürliche Prosodie zu erreichen (s. [Hir91], [SH00]), da z.B. der Wortakzent von der Wortart abhängen kann („modern“ vs. „mo'dern“) und die Phrasierung von der syntaktischen Struktur abhängt.

Aus dieser abstrakten Beschreibung müssen dann aber die physikalischen Parameter der Prosodie wie F_0 -Verlauf, Laut- und Pausenlängen und Signalintensität generiert werden.

Da der Zusammenhang zwischen symbolischer Beschreibung und resultierendem Signal noch sehr unzureichend verstanden wird, kommen dafür in polySVOX machine-learning-Verfahren zum Einsatz. Für die F_0 -Generierung und die Laut-

dauer-Ermittlung werden dabei jeweils unabhängige statistische Modelle verwendet, die mit Prosodie-Corpora trainiert wurden.

Wichtig ist, dass für fremdsprachige Einschlüsse die Modelle der Originalsprache verwendet werden, da die Prosodie stark sprachabhängig ist.

Durch prosodische Variation kann vom Sprecher sehr viel zusätzliche Information übermittelt werden, die nicht direkt aus dem Text ersichtlich ist. Da ein TTS-System allerdings normalerweise über keinerlei semantische (oder gar pragmatische) Information verfügt,¹ muss versucht werden, eine möglichst „neutrale“ Prosodie zu erzeugen, also z.B. den Hauptakzent des Satzes auf eine „default“-Position zu setzen, die auch von einem Sprecher ohne zusätzlichen Kontext verwendet würde.² Allerdings gibt es Linguisten, die argumentieren, dass eine solche default-Akzentuierung überhaupt nicht existiert, bzw. dass sie nicht von der syntaktischen Struktur abhängt, sondern nur von der Absicht des Sprechers (s. [Bol72]).

2.2. Akzentuierung

Wir gehen davon aus, dass es sowohl auf Wort- als auch auf Phrasen- bzw. Satzebene eine bestimmte Akzentverteilung gibt, d.h. bestimmte Silben bzw. Wörter prosodisch hervorgehoben werden (hauptsächlich durch Tonhöhenänderung), wie es z.B. in [Möb93] beschrieben wird.

2.2.1. Wortakzent

Der Wortakzent ist zumindest bei den germanischen Sprachen lexikalisch festgelegt, d.h. im Wörterbuch sind Haupt- und eventuell Nebenakzent markiert oder werden – bei abgeleiteten Wörtern – durch Regeln zugewiesen. Dies folgt der Beobachtung, dass es unmöglich ist, einen kompakten Satz an Regeln anzugeben, der zumindest den allergrössten Teil aller Lemmata richtig akzentuieren würde, andererseits aber sich die Betonung von zusammengesetzten Wörtern recht regelmäßig verhält. Ein Beispiel für die regelhafte Verschiebung des Wortakzents in zusammengesetzten Wörtern wird in Abschnitt 6.2.1 behandelt.

Bei den romanischen Sprachen hingegen wird kein Wortakzent im Lexikon definiert. Vielmehr wird erst nach der Phrasierung in Abhängigkeit von der Verteilung der Phrasengrenzen entschieden, welche Silben akzentuiert werden. In dieser Arbeit werde ich die Begriffe „Akzent“ und „Betonung“ synonym verwenden.

2.2.2. Satzakzent

Durch die Satzakkentuierung werden die einzelnen Wortakzente relativ gewichtet. Der Phrasen- oder Satzakzent bezeichnet diejenige Konstituente, die durch geeig-

¹ zukünftige Systeme werden sicher versuchen, auch semantische Informationen zur Disambiguierung und zur Verbesserung der Natürlichkeit einzusetzen

² für eine Diskussion einer solchen „Normalbetonung“ s. z.B. [Bre71], [Sch76], [Höh82]

nete prosodische Merkmale vom Sprecher gegenüber dem Rest des Satzes hervorgehoben wird. Ein wichtiger Begriff in diesem Zusammenhang ist der „Fokus“; damit ist die Hervorhebung einer bestimmten Konstituente aus semantischen Gründen gemeint, etwa um neue Information oder einen Kontrast zu kennzeichnen. Die folgenden Beispiele zeigen, dass prinzipiell jedes Wort hervorgehoben werden kann:

<i>Meine</i> Katze spielt im Garten.	(nicht seine)
Meine <i>Katze</i> spielt im Garten.	(nicht mein Hund)
Meine Katze <i>spielt</i> im Garten.	(sie schläft nicht)
Meine Katze spielt im <i>Garten</i> .	(nicht im Haus)

Unabhängig davon gehen wir aber davon aus, dass es immer auch einen gewissen „default“-Akzent gibt, der realisiert wird, wenn eine Äußerung völlig ohne Kontext gesprochen wird. Es ist in der Literatur aber strittig, ob diese Annahme richtig ist oder es keinen Akzent ohne Fokus gibt. Da im TTS-System keine semantischen Informationen zur Verfügung stehen, bleibt nichts anderes übrig, als nach einer möglichst „normalen“ Akzentuierung zu suchen, die in möglichst vielen Kontexten als korrekt angesehen werden kann. Dies ist die Akzentuierung, die gemeint ist, wenn im Folgenden von Normalbetonung gesprochen wird.

Auch der Satzakkzent ist sprachabhängig. Er ist eng verknüpft mit der Phrasierung der Äußerung und orientiert sich bei der Implementierung von Deutsch und Englisch in `polySVOX` an der syntaktischen Struktur, während für das Italienische, Französische und Spanische dieser Zusammenhang nur indirekt gegeben ist, da hier die Akzente unabhängig von den Wort- und Satzstrukturen auf die Silben einer Intonationsphrase³ verteilt werden. Wie die Verteilung der Akzente im Deutschen und Englischen im Detail funktioniert, erläutert der nächste Abschnitt.

2.2.3. Kiparskys Ansatz

Im Deutschen und Englischen kann man beobachten, dass neue Information normalerweise am Ende des Satzes steht. Es ist also naheliegend, den Satzakkzent standardmäßig auf die letzte Konstituente zu legen. Diese Beobachtung kann man auf die einzelnen syntaktischen Phrasen ausdehnen und sich jeweils fragen, wie sie (von kontrastivem Akzent abgesehen) betont werden. Falls es dann noch möglich ist, einzelne Phrasen dem Syntaxbaum folgend zu größeren zusammenzufassen, wobei die Akzente durch eine Regel verteilt werden, kann man die Akzentuierung beliebig komplizierter Sätze aus dem Syntaxbaum ableiten.

Diese Idee hatte auch Kiparsky ([Kip66]), um die Akzentverteilung im Deutschen zu erklären: er teilt die Wörter ein in solche, die unbetont bleiben (Funktionswörter), und solche, die potentiell einen Akzent erhalten können (Inhaltswörter).⁴

³die Intonationsphrasengrenzen hängen aber natürlich wiederum von der syntaktischen Struktur ab

⁴s. dazu auch Abschnitt 6.3

Werden dann mehrere Wörter zu einer Phrase zusammengefasst, muss angegeben werden, ob die Phrase anfangs- oder endbetont ist, d.h. welches der Wörter den Hauptakzent (Akzent der Stufe 1) erhält; die Akzente der anderen Wörter werden dann jeweils um eine Stufe reduziert (zu 2). Entsprechend wird verfahren, wenn mehrere Phrasen zu größeren zusammengefasst werden – die Akzente werden dann weiter reduziert. Chomsky und Halle haben ein ganz ähnliches Prinzip für die Erklärung der Akzentuierung englischer Phrasen postuliert, die „Nuclear Stress Rule“ ([CH68]).

Nach erfolgter Akzentverteilung wird noch eine Rhythmusregel angewandt, die verhindert, dass unnatürliche Akzentuierungsmuster entstehen. So wird z.B. die Akzentfolge „3 2 1“ durch „2 3 1“ ersetzt („Stress Shift Rule“, s. auch [Mon90]). Abschnitt 6.3 enthält ein ausführliches Beispiel.

Dieses relativ einfache zyklische Prinzip erweist sich als sehr mächtig und hat einen großen Vorteil: es kann einfach implementiert werden. Es gibt zwar viele Einwände gegen dieses Verfahren (s. z.B. [Sch76], Kapitel 1), aber kaum Alternativen, die sich für die automatische Akzentverteilung eignen, wie sie für ein TTS-System benötigt wird.

Ein weiterer Vorteil ist, dass es sich auch für die Verarbeitung gemischtsprachiger Texte eignet. Die fremden Einschlüsse werden zunächst von den Akzentuierungsregeln der Herkunftssprache behandelt, dann werden sie in den Matrixsatz eingebettet und hier bei der Satzakzentvergabe wie normale Konstituenten behandelt. Ausführlicher wird dies in Abschnitt 7.2 beschrieben.

2.3. Phrasierung

Die Phrasierung sorgt für die Aufteilung einer längeren Äußerung in prosodische Phrasen, d.h. Sprechgruppen, die durch mehr oder minder starke Phrasengrenzen getrennt werden. Diese Phrasengrenzen können z.B. durch Pausen, aber auch nur durch eine tonale Markierung realisiert werden. Zwar müssen prosodische Phrasengrenzen nicht unbedingt mit syntaktischen übereinstimmen, aber doch kann man davon ausgehen (s. [Bie66]), dass eine Phrasengrenze umso plausibler ist, je weiter die zwei aneinandergrenzenden Konstituenten im Syntaxbaum von einander entfernt sind.⁵

Allerdings wird bei der Berechnung der Phrasengrenzen in polySVOX auch die Anzahl der Silben und Akzente innerhalb einer Phrase berücksichtigt. Der genaue Ablauf des Phrasierungsalgorithmus ist relativ kompliziert und da ich im Weiteren nicht mehr auf die Phrasierung eingehe, sei hier auf [Tra95] verwiesen.

⁵d.h. je mehr Klammern zwischen den beiden Konstituenten stehen, wenn man den Baum als verschachtelte Klammerung darstellt

3. Die polySVOX-Architektur

Das polySVOX-TTS-System ist ein polyglottes Sprachsynthesesystem, d.h. im Unterschied zu einem multilingualen System, bei dem zwischen verschiedenen Sprachen umgeschaltet werden kann, die aber jeweils in eigenen Subsystemen (und mit verschiedenen Stimmen) implementiert wurden, kann polySVOX gemischtsprachige Texte verarbeiten, d.h. solche mit beliebigen Mischungen der unterstützten Sprachen.¹ Selbst auf Wortebene können fremde Einschlüsse korrekt verarbeitet und ausgesprochen werden.

Ein paar Beispiele gemischtsprachiger Sätze:

Kim Basinger spielte die *Femme fatale* in *Basic Instinct*.

Er hat's mit *Red Hat's Journaling File System* probiert.

C'est l'*Adagio* d'*Hammerklavier*.

Lifestyle outet sich oft als *niveaulose* *Event*kultur.²

In diesen Beispielen zeigt sich, dass Einschlüsse als Bestandteil eines Wortes, als ganze Wörter sowie als syntaktische Phrasen auftauchen können. Einschlüsse sollen jeweils mit den grammatischen, phonologischen und prosodischen Regeln der Herkunftssprache verarbeitet werden.

Um die Verwendung mit beliebigen Sprachen zu ermöglichen, muss das sprachspezifische Wissen komplett vom System getrennt sein. Dies wird erreicht, indem Lexika, Wort- und Satzgrammatiken und phonologische Regeln in Konfigurationsdateien gespeichert werden, die beim Systemstart eingelesen werden. Sollen gemischtsprachige Äußerungen synthetisiert werden, müssen die Daten der einzelnen Sprachen gleichzeitig vorhanden sein, sowie Einschlussgrammatiken, die festlegen, wie die Teile einer Sprache in die andere eingebettet werden können.

Dass eine syntaktische Analyse für die korrekte Aussprache und Prosodie notwendig ist, haben viele Entwickler von TTS-System festgestellt (s. z.B. [Spr96]); insbesondere gilt dies bei gemischtsprachigem Input, da hier zusätzlich auch noch für jede Silbe die richtige Sprache erkannt werden muss.

Aufbauend auf dem Ansatz der generativen Phonologie von [CH68] und den Ideen von [Kip66] und [Bie66] wird in polySVOX von den syntaktischen Phrasen ausgehend mittels „Nuclear Stress Rule“ und „Stress Shift Rule“ die Akzentuierung festgelegt. Dies ist im Detail im Abschnitt 6.3 beschrieben.

Wie in Abbildung 3.1 zu sehen, besteht das System aus zwei Teilen:

¹Im Moment sind dies: Deutsch, Englisch, Französisch, Italienisch und Spanisch

²die Beispiele 2-4 sind der polySVOX-Demoseite [pol06] entnommen

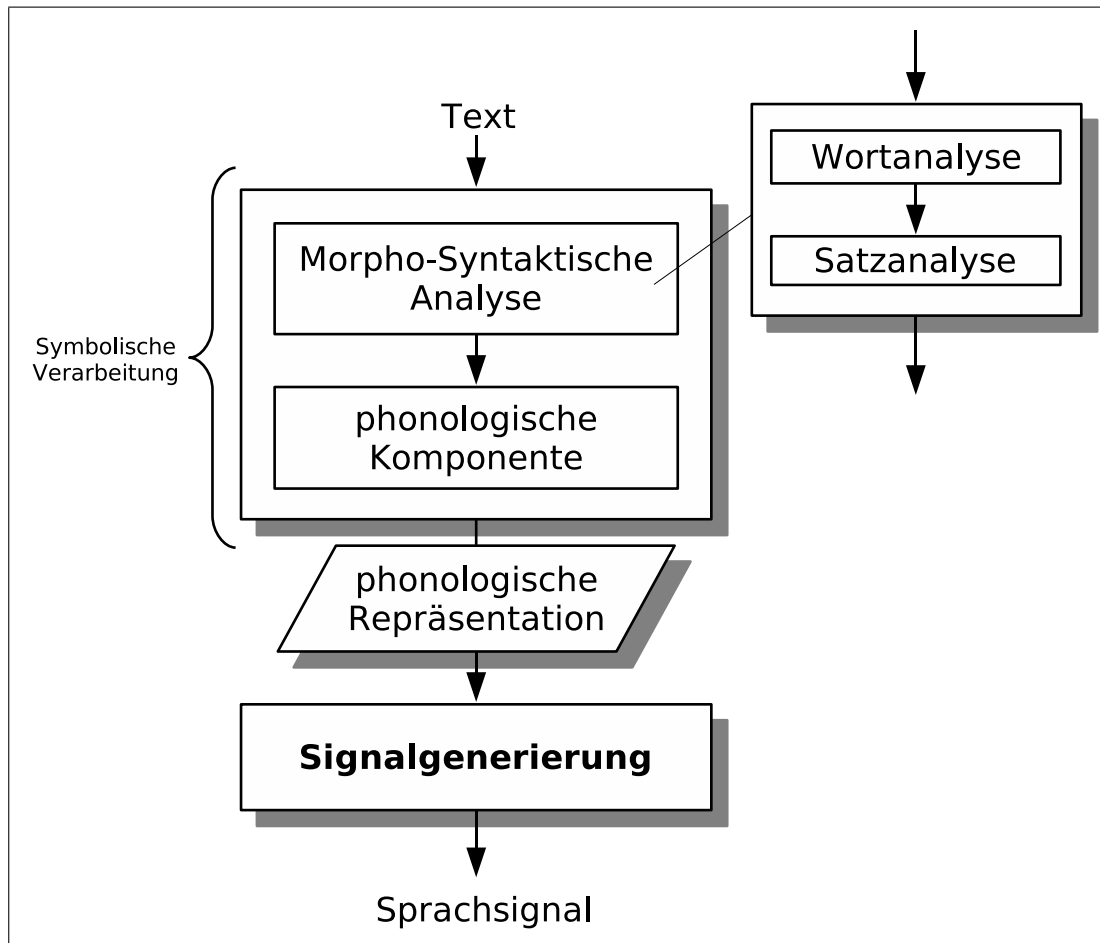


Abbildung 3.1.: Die polySVOX-Architektur

- einem symbolischen Verarbeitungsschritt („Transkription“), in dem das linguistische Wissen in Form von Regeln für alle Sprachen realisiert ist; dieser Teil ist komplett unabhängig von der verwendeten Stimme und erzeugt eine *phonologische Repräsentation*, die alle notwendigen Daten für die weitere Verarbeitung enthält (für Details s. [Rom03], [RPB05]),
- einem zweiten Schritt („phono-akustisches Modell“), der stimmabhängig ist. Hier kommen stochastische und machine-learning-Verfahren zum Einsatz, um die Prosodie (Laut- und Pausendauer, Tonhöhen- und Intensitätsverlauf) zu modellieren, und Signalverarbeitungsmethoden, um das eigentliche Signal zu generieren (für Details s. [RPB05]).

Die Transkriptionsstufe wiederum setzt sich aus der morpho-syntaktischen Analyse und der sog. phonologischen Komponente zusammen. Die morpho-syntaktische

Analyse erzeugt einen annotierten Syntaxbaum, der alle notwendigen Informationen für die phonologische Komponente enthält, die dann verschiedene phonologische Transformationen durchführt. Auf Silbenebene wird hierbei markiert, um welche Sprache es sich jeweils handelt.

Die Ausgabe der Transkriptionsstufe ist die sog. *phonologische Repräsentation*, die alle Informationen enthält, die für die Signalgenerierung benötigt werden.

Im weiteren Verlauf dieser Diplomarbeit geht es nur um die morpho-syntaktische Analyse, d.h. ich habe mich weder mit der phonologischen Komponente noch mit dem phono-akustischen Modell beschäftigt. Bei der Erweiterung der Grammatik standen die Phänomene im Vordergrund, die für die Prosodie relevant sind.

Ein interessanter Aspekt des Systems, der noch erwähnt werden sollte, ist die Verarbeitung der Eingabe. Die allermeisten Sprachsynthesysteme verwenden einen *Tokenizer*, der den Eingabestring erst einmal in *Tokens*, d.h. Wörter zerlegt und z.B. Zahlen, Abkürzungen und andere Nichtwörter behandelt. Dies führt allerdings zu zahlreichen Problemen, da ohne syntaktisches Wissen oft noch gar nicht entschieden werden kann, wie Abkürzungen oder Zahlen korrekt expandiert werden sollten bzw. wie die Interpunktion zu interpretieren ist. Diese Probleme werden noch viel schwerwiegender, wenn es sich um multilingualen Input handelt. Aus diesen Gründen haben Romsdorfer und Pfister einen neuen Ansatz gewählt ([RP06]), der all diese Probleme elegant umgeht: das sog. *character stream parsing*. Hier wird die gesamte Eingabe als Kette von einzelnen Zeichen betrachtet, ohne sie in einzelne Worte zu zerlegen. Erst bei der morphosyntaktischen Analyse wird dann entschieden, wo Wort- und Satzgrenzen zu setzen sind, indem versucht wird, aus Wort-, Satz- und Paragraphengrammatik einen Baum zu konstruieren, der die gesamte Eingabe überspannt. Diese Herangehensweise ermöglicht auch die Verarbeitung von Sprachen, die keine Wortgrenzenmarkierung haben, wie Chinesisch oder Japanisch.

Eine ausführliche Darstellung des gesamten Systems (allerdings noch in der monolingualen Version) findet sich in [Tra95]. Die Erweiterungen sind in [THN⁺99], [PR03], [Rom03], [RPB05] beschrieben.

3.1. Die morpho-syntaktische Analyse

Für die morpho-syntaktische Analyse wird das linguistische Wissen über die jeweilige Sprache benötigt, das in verschiedenen Formaten zur Verfügung gestellt wird:

- Vollformen-, Morphem- und Submorphemlexikon
- Morphographemische und -phonemische Regeln in Form von „two-level rules“
- Wort- und Satzgrammatiken
- Einschlussgrammatiken für die gemischtsprachige Analyse

Die Wort- und Satzgrammatiken beschreiben den Aufbau von Wörtern (Morphologie) und Sätzen (Syntax), während die Lexika die Wörter bzw. Wortbestandteile und deren phonemische Transkription enthalten.

Das Submorphemlexikon wird für die Graphem-zu-Phonem-Konversion bei unbekannten Wörtern verwendet (z.B. Eigennamen).

Die morphographemischen Regeln mappen verschiedene Graphem-Varianten auf Lexikoneinträge (z.B. „ue“ → „ü“),³ während die morphophonemischen für das Mapping von phonemischem Lexikoneintrag auf phonetische Oberflächenform zuständig sind (z.B. Auslautverhärtung am Wortende).

Sowohl die Regeln für die Wortbildung als auch die Syntaxregeln werden in Form von DCGs notiert (dazu mehr im nächsten Abschnitt). Zum Parsen der Eingabesätze wird ein Bottom-up-Chart-Parser eingesetzt. Der Vorteil daran ist, dass möglichst große Konstituenten „aufgesammelt“ werden können, auch wenn keine vollständige Analyse gefunden wird. Diese können dann zu einem künstlichen Syntaxbaum zusammengefügt werden, der immer noch viele hilfreiche Informationen für die Akzentuierung und Phrasierung enthält. So wird eine robuste Analyse garantiert.

3.2. Notation der Grammatikregeln

polySVOX verwendet DCGs (Definite Clause Grammars) für die Beschreibung von Wort- und Satzgrammatiken. Ein Gerüst von kontextfreien Produktionsregeln wird um Parameter („Features“) und einen Unifikationsalgorithmus ergänzt. Zusätzlich kann den Produktionsregeln noch ein Gewicht („penalty value“) zugewiesen werden, so dass bei Ambiguitäten die „billigere“ Lösung gewählt wird.

Ein Beispiel für eine Grammatikregel:

```
NP_G (?C, pl, ?P, ?G, ?NT, ?F) ==>
    NP_G (?C, ?NR1, ?P1, ?G1, ?NT1, ?F)
    CONJ_G (conj, co, cop, front, ?, ?, ?)
    NP_G (?C, ?NR2, ?P2, ?G2, ?NT2, ?F) *
```

Variablen werden mit einem ‘?’ gekennzeichnet, ‘*’ schliesst die Regel ab. Danach kann optional noch ein Gewicht, sowie das Keyword ‘:INV’ kommen, das Regeln markiert, die nicht im ausgegebenen Syntaxbaum erscheinen sollen, was für Hilfskonstruktionen (z.B. leere Produktionen) oft recht praktisch ist. Um die Einmaligkeit der Konstituentennamen über alle Grammatiken hinweg zu garantieren, erhält jeder Bezeichner eine Sprachmarkierung angehängt, für das Deutsche ein *_G*.

Ein ‘!’ führt Kommentare ein, der Rest der Zeile wird ignoriert.

³hier werden auch alle Groß- auf Kleinbuchstaben gemappt; im gesamten System wird nur mit Kleinbuchstaben gearbeitet

3.3. Notation der Lexikoneinträge

Die Lexikoneinträge bestehen aus dem Konstituententyp, einer optionalen Featurliste sowie der graphemischen und der phonemischen Darstellung des jeweiligen Wortes. Auch hier kann wiederum zusätzlich noch ein Gewicht angegeben werden.

Ein paar Beispiele für Lexikoneinträge:

NS_G	(sk1,pk4,f)	"sprachsynthese+"	"'Spra:xzYn,te:z@+"
VS_G	(V7,A,v)	"sprech+"	"'SprEC+"
VS_G	(V7,B,v)	"sprich+"	"'SprIC+"
VS_G	(V7,C,v)	"sprach+"	"'Spra:x+"
AS_G	(pos,comp,sup)	"schön+"	"'S2:n+"

Die phonemische Darstellung ist in ETHPA notiert, einer SAMPA-ähnlichen Kodierung, die ohne Leerzeichen auskommt (s. [Rom03]).

4. Morpho-Syntaktische Analyse

4.1. Deutsche Wortgrammatik

4.1.1. Ziel der Wortanalyse

Die Wortanalyse wird durchgeführt, um jedem graphemischen Wort im Eingabesatz eine phonetische Darstellung zuordnen zu können, sowie der Syntaxanalyse Informationen wie Wortart und Person, Numerus, Genus usw. zu liefern. Dabei kann es durchaus zu ambigen Lösungen kommen (meist sind mehrere Analysen möglich; verschiedene Wortarten führen oft zu verschiedenen Aussprachen), die dann alle als Alternativen an die Syntaxanalyse weitergegeben werden, um die Entscheidung später treffen zu können.

Über Einschlussgrammatiken werden auch fremdsprachige Morpheme in der Analyse berücksichtigt. Durch die Penalty-Werte, die den Einschlussregeln zugewiesen sind, werden allerdings einsprachige Analysen bevorzugt.

polySVOX hat schon eine recht umfangreiche morphologische Analyse, die in den meisten Fällen zu einer korrekten Analyse führt, selbst wenn ein Morphem nicht im Lexikon enthalten ist. Dies ist sehr wichtig für ein TTS-System, da auf jeden Fall eine Ausgabe erfolgen soll, selbst bei falsch geschriebenen Wörtern oder Eigennamen, die unmöglich alle im Lexikon enthalten sein können.

Diese „out of vocabulary“-Analyse funktioniert folgendermaßen:

Da alle Präfixe und Suffixe (Deklinations-/Konjugationsendungen) im Lexikon enthalten sind, muss lediglich für den unbekannten Stamm ein Graphem-zu-Phonem-Mapping durchgeführt werden. Dies lässt sich elegant in die allgemeine Wortanalyse einbetten, indem eine Stammgrammatik formuliert wird, die alle möglichen Zeichenfolgen aus dem sog. Submorphemlexikon, das Graphem-(und entsprechende Phonem-)Cluster enthält, erzeugen kann. Dadurch wird quasi ein menschlicher Sprecher simuliert, der ein ihm unbekanntes Wort vorlesen soll. Für Details sei wieder auf [Tra95] verwiesen.

Die Submorphem-Analyse wird nur durchgeführt, wenn mittels der regulären Wortanalyse keine Lösung gefunden wird, da sie sehr viel zeitaufwändiger ist.

4.1.2. Aufbau der Wortgrammatik

Die Wortgrammatik verwendet die gleichen DCGs wie auch die Satzgrammatik. Es wird nach allen Analysen gesucht, die das ganze Wort abdecken, d.h. sowohl das Vollformen-Lexikon als auch das Morphemlexikon wird verwendet. Die Grammatikregeln beschreiben, welche Derivationsendungen z.B. an einen Nomenstamm,

welche Konjugationsendungen an einen Verbstamm angehängt und wie Komposita gebildet werden dürfen. Mit den Endungen sind auch syntaktische Informationen im Lexikon gespeichert, wie z.B. „2. Person, singular“ für die Verbendung „-st“. Ein Beispiel veranschaulicht die Wortanalyse:

```
VS_G (v3,a,v)           "geh+"    "'ge:+"
VE_G (v3,a,ind,pres,sg,pers2) "st"    "st"
PREF_G (v,p4,sep)        "weg+"    "'vEk+"

```

```
VERB_G (?M,?T,?NR,?P,?SCL) ==>
    PREF_G (v,?,sep)
    VS_G (?VCL,?STCL,?SCL)
    VE_G (?VCL,?STCL,?M,?T,?NR,?P) *
```

Ein '+' markiert die Morphemgrenze. Mit dieser Regel und den angegebenen Lexikoneinträgen kann nun das Wort „weggehst“ analysiert werden und man erhält die Informationen „Indikativ, Präsens, Singular, 2. Person, Verbstamm“.

Da auch bei der Wortanalyse gilt, dass „billigere“ Lösungen bevorzugt werden, erhält man automatisch diejenige, die die einfachste Struktur hat, u.U. also vielleicht sogar als Vollform im Lexikon zu finden ist. Anders als beim Generieren von Wörtern muss bei der Analyse kein Wert darauf gelegt werden, dass die Regeln nur genau die zulässigen Wortformen bilden können (und nicht übergenerieren), wichtig ist einzig, dass für jedes beliebige Wort eine (möglichst korrekte) Aussprache gefunden wird.

Mit der Wortgrammatik habe ich mich in dieser Diplomarbeit nur in soweit befasst, als ich die Regeln für die Analyse von Präfixverben ergänzt habe, was in den nächsten Abschnitten geschildert wird.

4.1.3. Präfix- und Partikelverben: Morphologie

Im Deutschen ist die Verbbildung mit Präfixen bzw. Partikeln sehr produktiv: neben den untrennbaren („echten“) Präfixen gibt es sehr viele, oft von Präpositionen oder Adverbien abgeleitete abtrennbare Präfixe (in [Dud84] als „Halbpräfixe“, in [Dud05] als Partikeln bezeichnet), außerdem können Verben seltener auch aus Nomen + Verb (meistens Rückbildungen wie „staubsaugen“) oder aus Adjektiv + Verb („trockenlegen“) und sogar aus Verb + Verb („spaziergehen“) bestehen. Laut [Dud84] machen ver-, be-, ent- und er- ca. 95% aller deutschen Verbpräfixe aus.

Teilweise können auch zwei Präfixe auftreten („wieder+auf+arbeiten“, „vor+ver+urteilen“).

Im polySVOX-Lexikon war bis jetzt nur eine Liste von Verbstämmen inklusive Präfix enthalten, weswegen viele Verben nicht analysiert werden konnten. Meine Aufgabe war es, eine möglichst vollständige Liste von Präfixen zusammenzustellen

und die Regeln zu schreiben, wie diese mit den Verbstämmen kombiniert werden können. Besonders wichtig war, dass sich dabei auch der korrekte Wortakzent ableiten lässt.

Dazu lassen sich die Präfixe in drei Gruppen einteilen:

untrennbar: be-, ent-, er-, ge-, miss-, ver-, zer-

abtrennbar: ab-, an-, aus-, auf-, bei-, durch-, ein-, nach-, wieder-, ...

beides möglich: durch-, hinter-, miss-, ob-, um-, unter-, über-,
voll-, wider-, wieder-¹

Der Begriff „trennbar“ bezieht sich hier auf die Tatsache, dass diese Präfixe in den meisten Fällen vom Verb abgetrennt werden und dann in der rechten Satzklammer stehen.

Interessanterweise hilft diese Unterscheidung auch bei der Betonung, um die es uns ja eigentlich geht. Dies wird im Detail in Abschnitt 6.2.1 dargestellt.

Im Lexikon habe ich die Präfix-Einträge um einen neuen Parameter ergänzt, der die Werte `sep` = „abtrennbar“ und `non` = „untrennbar“ annehmen kann.

4.1.4. Präfixverben: Implementierung

Um Mehrfacheinträge im Lexikon weitgehend zu vermeiden, habe ich bei den Verbstämmen ein neues Feature eingeführt, das aussagt, ob dieser Verbstamm

- a. ein untrennbares Präfix braucht: 'y'
(Verben, Partizipien wie „+fremden“, „+bracht“, ...),
- b. kein untrennbares Präfix akzeptiert: 'n'
(Verben wie „verbreitern“, „befeuchten“),
- c. oder sowohl mit als ohne untrennbares Präfix vorkommt: 'b'
(die meisten Verben).

Zu beachten ist, dass die abtrennbaren Präfixe immer fakultativ vorkommen können, sie werden nicht vom Stamm selektiert. Der Lexikoneintrag für „bringen“ sieht z.B. folgendermaßen aus:

```
VS_G (V4,a,v,b)  "bring+"  "'brIN+"
VS_G (V4,c,v,b)  "bracht+"  "'braxt+"
VS_G (V4,d,v,b)  "bräch+"   "'brE:C+"
VS_G (V4,e,v,y)  "bracht+"  "'braxt+"

```

Der letzte Parameter gibt dabei an, dass der Präsens-, Imperfekt- und Konjunktivstamm sowohl mit („verbringen“) als auch ohne untrennbares Präfix („bringen“)

¹sie sind also entsprechend in beiden Varianten im Lexikon gelistet

stehen kann ('b'), während der Partizip2-Stamm ein solches haben muss ('b': „gebracht“, „verbracht“, „vollbracht“ usw.). Ich habe alle Verbstämme um einen entsprechenden Eintrag ergänzt.

Ein Sonderfall sind die Verben mit unbetonter erster Silbe wie „sti'bitzen“, „trom'peten“, „po'saunen“, „emp'fangen“, ... – sie koennen nur mit betontem („'aus-po'saunen“) oder ohne Präfix vorkommen. Sie müssen also mit Präfix-Feature 'n' eingetragen werden.

Dann habe ich die Wortgrammatik um Regeln ergänzt, die die möglichen Kombinationen von Präfixen beschreiben. Die untrennbaren Präfixe (markiert mit *non*) können nur direkt vor dem Stamm vorkommen, und nur wenn der Stamm dies erlaubt. Die abtrennbaren Präfixe (markiert mit *sep*) können ohne Beschränkungen zusätzlich vorkommen, jedoch nur *vor* einem eventuell vorhandenen untrennbaren:

```

VERB_G (?M, ?T, ?NR, ?P, ?SCL) ==>
    PREF_REP_G (v, ?, sep)
    VERBSTRUCT_G (?VCL, ?STCL, ?SCL)
    VE_G (?VCL, ?STCL, ?M, ?T, ?NR, ?P) *
VERBSTRUCT_G (?VCL, ?STCL, ?SCL) ==>
    PREF_G (v, ?, non)
    VERBSTEM_G (?VCL, ?STCL, ?SCL, y) * 0 :INV
VERBSTRUCT_G (?VCL, ?STCL, ?SCL) ==>
    VERBSTEM_G (?VCL, ?STCL, ?SCL, n) * 0 :INV
VERBSTRUCT_G (?VCL, ?STCL, ?SCL) ==>
    PREF_OPT_G (v, ?, non)
    VERBSTEM_G (?VCL, ?STCL, ?SCL, b) * 0 :INV

```

Das obige PREF_OPT_G bedeutet ein optionales Präfix, während PREF_REP_G für keines oder eine beliebige Anzahl steht.

Damit auch Adverbien, Adjektive und Nomen als Präfixe verwendet werden können, gibt es folgende Regeln:

```

PREF_G (v, p3, sep) ==> NOUNSTEM_G (?, ?, ?) * 10 :INV
PREF_G (v, p3, sep) ==> ADVERB_G (?, ?, ?) * 2 :INV
PREF_G (v, p3, sep) ==> AS_G (?, ?, ?) * 1 :INV

```

Diese „unechten“ Präfixe werden wie die abtrennbaren behandelt, sie erhalten den Hauptakzent.

Ich führte eine kleine Evaluation mit einer von Tobias Kaufmann zusammengestellten Verbliste durch, die etwa 25.000 Einträge (Infinitive von Präfixverben) enthielt. Diese Liste enthielt 155 Präfixe, von denen die folgenden fünf noch in unserem Lexikon gefehlt hatten und ergänzt wurden: inne-, irre-, kehrt-, kund-, parat-. Dann konnten alle zusammengesetzten Verben in der Liste geparkt werden, wenn man von einer Reihe im Lexikon fehlender Verbstämme absieht.

Wichtig ist die Unterscheidung zwischen abtrennbaren und untrennbaren Präfixen auch für die Bildung von Partizipien und zu-Infinitiven. Die Partizipien waren bis jetzt als eigene Kategorie im Lexikon aufgeführt, was verschiedene Nachteile hat: werden neue Einträge hinzugefügt, muss an zwei Stellen im Lexikon ergänzt werden; für die regelmäßigen Verben ist es zudem unnötig, das Partizip extra anzugeben.

Die regelmäßigen Partizipien werden nach dem Muster „untrennbares Präfix + Verbstamm A + Endung“ gebildet, wobei Verbstamm A den Infinitivstamm bezeichnet. Für die unregelmäßigen Partizipien wie „gewesen“ oder „getroffen“ habe ich einen neuen Verbstamm E eingeführt. Der Verbstamm E muss im Lexikon mit Endung angegeben werden.

Folgende neue Regel habe ich für den zu-Infinitiv ergänzt:²

```
VINF_G (infzu) ==> PREF_REP_G (v, ?, sep)
                    PREF_G (id_zu, v, ?, ?)
                    PREF_OPT_G (v, ?, non)
                    VERBSTEM_G (?VCL, A, v, ?NONSEP)
                    VINFE_G (?VCL)
                    TERM (?) * 0
```

sowie diese Regeln für die Partizipien I:

```
P1STEM_G (?SCL) ==> PREF_REP_G (v, ?, sep)
                    PREF_OPT_G (v, ?, non)
                    VERBSTEM_G (?VCL, A, ?SCL, b)
                    P1SUFF_G () *
P1STEM_G (?SCL) ==> PREF_REP_G (v, ?, sep)
                    VERBSTEM_G (?VCL, A, ?SCL, n)
                    P1SUFF_G () *
P1STEM_G (?SCL) ==> PREF_REP_G (v, ?, sep)
                    PREF_G (v, ?, non)
                    VERBSTEM_G (?VCL, A, ?SCL, y)
                    P1SUFF_G () *
P1STEM_G (?SCL) ==> PREF_G (v, ?, sep)
                    PREF_G (id_zu, v, ?, sep)
                    VERBSTEM_G (?VCL, A, ?SCL, b)
                    P1SUFF_G () *
```

Bei den Partizipien muss jeweils zwischen den drei oben beschriebenen Möglichkeiten unterschieden werden, was die Kombinierbarkeit mit Präfixen angeht, entsprechend ist hier VERBSTEM_G mit 'b', 'n' und 'y' markiert. Das Partizip I mit „zu“

²hier wird im Eintrag PREF_G (id_zu, v, ?, ?) über das ID-Feature, das ich sonst aus Platzgründen in allen anderen Beispielen weggelassen habe, auf den Lexikoneintrag für „zu“ zugegriffen, alternativ könnte man für „zu“ eine eigene Kategorie einführen

gibt es nur mit einem davorstehenden trennbaren Präfix, wie in „auf+zu+bauend“, „ab+zu+sehend“, dafür ist die vierte Regel zuständig.

Für die Partizipien II gibt es folgende neue Regeln:

```
P2STEM_G (?SCL) ==> PREF_REP_G (v, ?, sep)
                        PREF_G (v, ?, non)
                        VERBSTEM_G (?VCL, A, ?SCL, b)
                        P2E_G (?VCL) *
P2STEM_G (?SCL) ==> PREF_REP_G (v, ?, sep)
                        VERBSTEM_G (?VCL, A, ?SCL, n)
                        P2E_G (?VCL) *
P2STEM_G (?SCL) ==> PREF_REP_G (v, ?, sep)
                        PREF_G (v, ?, non)
                        VERBSTEM_G (?VCL, E, ?SCL, y) *
P2STEM_G (?SCL) ==> PREF_REP_G (v, ?, sep)
                        VERBSTEM_G (?VCL, E, ?SCL, n) *
```

Beim Partizip II wird unterschieden zwischen regelmäßiger Form, die aus Stamm A gebildet wird, und unregelmäßiger, aus Stamm E; beide müssen aber auf jeden Fall ein untrennbares Präfix haben, außer dieses ist schon mit dem Stamm im Lexikon notiert (letzter Parameter = n, z.B. bei Verben wie „befeuchten“). Beim Stammtyp E (unregelmäßiges Partizip II) muss die Endung bereits im Lexikoneintrag enthalten sein, es wird also keine Endung angehängt.

Die Betonungsregeln sind die gleichen wie bei den Infinitiven.

Die alten Vollformeinträge, die Verbstamm und Präfix enthielten, sowie alle Partizip-Stämme habe ich aus dem Lexikon entfernt; eine Überprüfung bestätigte, dass alle diese Einträge durch die neuen Regeln abgedeckt werden.

4.2. Deutsche Satzgrammatik

4.2.1. Ziel der Syntaxanalyse

Auch die Satzgrammatik ist lediglich Mittel zum Zweck der möglichst perfekten Sprachsynthese. Es geht hier also nicht darum, esoterische grammatische Phänomene zu behandeln, sondern eine möglichst robuste Grammatik zu entwickeln, die eine korrekte Identifizierung der wichtigen Phrasen und der Satzstruktur erlaubt. Phänomene, die keine Auswirkungen auf die Aussprache bzw. Prosodie haben, brauchen nicht berücksichtigt werden.

4.2.2. Aufbau der Grammatik

Beim Aufbau der Grammatik haben wir uns am Duden [Dud05] orientiert, der das Feldermodell verwendet (s. Tabelle 4.1 für Beispiele). Dieses Modell hat den großen Vorteil, dass die auch für die Prosodie wichtigen Elemente finites und infinites

Vorfeld	linke SK	Mittelfeld	rechte SK	(Nachfeld)
Peter	geht	gerne	einkaufen	(am Abend).
	Kannst	Du sie	anrufen?	
den		ich gestern	getroffen habe.	
	dass	ich ihn	getroffen habe.	

Tabelle 4.1.: Das Feldermodell

Verb, die in der linken respektive rechten Satzklammer auftreten, einen robusten Rahmen für den Satz vorgeben. Dann muss nur noch angegeben werden, welche Konstituenten an welcher Position auftreten können.

Dabei können Vorfeld und linke Satzklammer, je nach Satzform, genau eine oder keine Konstituente aufnehmen, das Mittelfeld und die rechte Satzklammer können prinzipiell beliebig viele Konstituenten aufnehmen (nur durch die Verständlichkeit beschränkt). Das Nachfeld stellt einen Sonderfall dar, es ist normalerweise leer.

Ich habe nun neue Regeln eingeführt, die zwischen den drei Satzformen Verberst-, Verbzweit- und Verbletztsatz unterscheiden. Steht das finite Verb in der linken Satzklammer, erhält man einen Verberst- bzw. Verbzweitsatz, je nachdem, ob das Vorfeld belegt ist.

Steht das finite Verb in der rechten Satzklammer, so handelt es sich um einen Nebensatz und es muss entweder das Vorfeld mit einem Relativ- oder Interrogativpronomen belegt sein, oder die linke Satzklammer muss eine Subjunktion enthalten.

Es lassen sich sogar direkt prosodische Muster aus diesem Modell ableiten: steht eine Nominalphrase im Vorfeld, die nicht im Nominativ ist, so handelt es sich um eine Topikalisierung, die durch eine geeignete Akzentuierung hervorgehoben werden sollte:

Den Nachbarn hat sie getroffen.

Im Folgenden möchte ich einige der Wichtigsten der vielen Erweiterungen, die ich an der Grammatik vorgenommen habe, kurz darstellen. Sie sind meist nicht direkt mit Auswirkungen auf die Prosodie verbunden, waren aber nötig, um eine viel größere Anzahl an Sätzen korrekt parsen zu können.

Oft führten fehlende Regeln dazu, dass der Satz zwar geparkt wurde, aber eine völlig falsche Analyse lieferte, was dann häufig auch zu falsch zugewiesenen Wortarten bzw. zu falscher Phrasierung führte.

4.2.3. Komplexe Nominalphrasen

Die deutsche Nominalphrase kann sehr komplex sein; entsprechend viele Grammatikregeln werden benötigt. Um die Struktur etwas übersichtlicher zu machen, haben wir die Nominalphrase wiederum in Vorfeld, Kern (Nukleus) und Nachfeld

NP-Vorfeld	Nukleus	NP-Nachfeld
die kleinen seine Peters	Kinder Freundin Haus	des Herrn Müller Anna

Tabelle 4.2.: Struktur der Nominalphrase

unterteilt (s. Tabelle 4.2). Im Kern steht jeweils das Nomen, im Vorfeld stehen z.B. Artikel und Adjektivphrasen. Im Nachfeld kann ein Relativsatz stehen, aber auch eine Apposition oder ein Genitiv.

Ein Nomen im Genitiv kann nur entweder im NP-Vorfeld oder im NP-Nachfeld stehen: „des Nachbarn Haus“ vs. „das Haus des Nachbarn“.

Der Nukleus der Nominalphrase wiederum kann ein einzelnes Nomen enthalten, aber auch komplexe Strukturen wie Titel und Eigennamen oder eher exotische Konstituenten wie Possesivpronomen („die Unsrige“) und Zahlwörter („die glorreichen Sieben“).

4.2.4. Eigennamen

Eigennamen sind als solche im Lexikon markiert, für sie gibt es eine eigene Kategorie PRN_G. Dabei wird zwischen drei Typen unterschieden: Vor- und Nachnamen von Personen sowie alle sonstigen Eigennamen von Orten usw.

Für Titel habe ich eine neue Kategorie NT_G eingeführt. Titel können mit Vor- und Nachnamen kombiniert werden; sowohl Titel als auch Namen können mehrfach vorkommen („Herr Professor Dr. Albert Peter Einstein-Müller“). Zwischen Titel, Nachnamen und eventuell vorhandenem Artikel wird auf Kongruenz überprüft („des Herrn Müllers“, aber auch „des Herrn Müller“ wird akzeptiert). Entsprechend werden Adressbezeichnungen behandelt; für Wörter wie „Strasse“, „Allee“ oder „Platz“ habe ich die neue Kategorie NA_G hinzugefügt, um dann eine entsprechende Akzentuierungsregel schreiben zu können (s. Abschnitt 6.3.1).

4.2.5. Koordination

Koordination kann auf praktisch allen Ebenen vorkommen. Ganze Sätze können koordiniert werden, aber auch alle Phrasen und die meisten Wörter innerhalb von Phrasen. Entsprechend habe ich dafür sehr viele Regeln zur Grammatik hinzugefügt. Teilweise können dabei Beschränkungen vorgegeben werden. So sollten z.B. zwei koordinierte NPs den selben Kasus haben, ausserdem kann man den Numerus je nach Konjunktion festlegen:

```
! conjunctive Conj ("und") -> plural
!<BSP cons="GS_G">ER UND SEINE FRAU schlafen.</BSP>
```



```

NP_G (?C,pl,?P,?G,?NT,?F) ==>
    NP_G (?C,?NR1,?P1,?G1,?NT1,?F)
    CONJ_G (conj,co,cop,front,?,?,?)
    NP_G (?C,?NR2,?P2,?G2,?NT2,?F) *

```

Wenn zwei Nominalphrasen mit „und“ verbunden werden, erhält die resultierende Nominalphrase Pluralmarkierung.

```

! disjunctive Conj ("oder") -> sg iff both NPs sg
!<BSP cons="GS_G">ER ODER SEINE FRAU schlaeft.</BSP>
NP_G (?C,sg,?P,?G,?NT,?F) ==>
    NP_G (?C,sg,?P1,?G1,?NT1,?F)
    CONJ_G (conj,co,dis,front,?,?,?)
    NP_G (?C,sg,?P2,?G2,?NT2,?F) *

! else pl
!<BSP cons="GS_G">ER ODER SEINE KINDER schlafen.</BSP>
NP_G (?C,pl,?P,?G,?NT,?F) ==>
    NP_G (?C,?NR1,?P1,?G1,?NT1,?F)
    CONJ_G (conj,co,dis,front,?,?,?)
    NP_G (?C,?NR2,?P2,?G2,?NT2,?F) * 2

```

Werden allerdings zwei Nominalphrasen mit „oder“ konjugiert, erhält die resultierende Nominalphrase Singularmarkierung, wenn beide NPs im Singular waren, ansonsten erhält sie Pluralmarkierung.

4.2.6. Nebensätze

In der Grammatik hatten Nebensätze noch völlig gefehlt, für sie habe ich eine neue Kategorie `SOCL_G` eingeführt. Nebensätze werden normalerweise von Kommata begrenzt und können sowohl Verberst-, Verbzweit- als auch Verbletztsätze sein. Sie werden in der Grammatik nicht nach ihren semantischen Funktionen unterschieden, sondern nur nach der Syntax. Die zuverlässige Erkennung von Nebensätzen ist wichtig für die Phrasierung.

Nebensätze können im Vor-, Mittel- und Nachfeld stehen; ausserdem können sie an Nominalphrasen oder direkt an Pronomen und Artikeln adjungiert sein (z.B. als Relativsatz).

4.2.7. Infinitiv-Verbalkomplex

In der rechten Satzklammer können verschiedene Komponenten stehen, deren Reihenfolge jedoch ziemlich fix ist: Partizipien, Infinitive, Partikeln, „zu“. Falls das finite Verb in der rechten Satzklammer steht (Verbletztsatz), so steht es immer *nach* dem infiniten Verbalkomplex; Ausnahme: Konstruktionen mit zwei Infinitiven wie „weil er es hat kommen sehen“. Der infinite Verbalkomplex kann Folgendes enthalten:

- ein Verbpartikel
- ein optionales „zu“, ein oder mehrere Infinitive
- Partizipien

Hier ein paar Beispiele:

... kaufen
... kaufen wollen
... zu kaufen
... gekauft
... gekauft haben
... gekauft habend
... gekauft zu haben
... gekauft werden
... gekauft worden sein
... stehen bleiben
... stehen geblieben
... erledigen können haben

Alle möglichen Muster sind jeweils durch eine Regel abgedeckt, was die Erkennung der rechten Satzklammer recht zuverlässig macht – eine wichtige Voraussetzung für das Parsing von komplexen Sätzen.

Ausserdem gibt es einige Regeln, was die Kombination von finitem Verb und Infinitiv-Verbalkomplex angeht.

4.2.8. Offene Probleme

Es gibt noch eine ganze Reihe von grammatischen Problemen, die noch nicht oder nicht hinreichend von unserer Grammatik abgedeckt werden. Ein Beispiel sind Sätze ohne Subjekt wie „Mich friert.“, ein weiteres sind Nominalphrasen mit Maßangaben wie „1 Liter Milch“, „ein zwei Tonnen schwerer Felsblock“, sowie Uhrzeit-Angaben. Auch zweiteilige Konjunktionen („entweder ... oder“, „sowohl ... als auch“) werden noch nicht richtig verarbeitet.

5. Technische Details

5.1. Notation der Beispiele in dieser Arbeit

Um die Akzentuierungsbeispiele, von denen ich viele im Kapitel 6 dieser Diplomarbeit verwende, möglichst intuitiv verständlich zu machen, habe ich eine sehr einfache Notation verwendet, die aber für unsere Belange ausreichend ist. Auf Phrasenebene habe ich die Akzente nur wortweise angegeben, die Betonung der einzelnen Silben ergibt sich dann in Kombination mit der Wortbetonung aus dem Lexikon bzw. der Wortanalyse.

Die Akzente werden durch „[]“ markiert, die dem jeweiligen Wort vorangestellt werden. Dabei ist [1] der stärkste Akzent; je höher die Zahl, desto schwächer der Akzent. [0] bedeutet kein Akzent.

Der relevante Teil des Satzes wird mit „()“ umschlossen, der Rest ist Kontext, den ich angegeben habe, um die Verwendung der jeweiligen Phrase zu verdeutlichen.

Er glaubt an ([0]ein [2]Leben [0]vor [0]dem [1]Tod).

5.2. Annotation von Grammatikregeln mit Beispielen

Im Laufe der Arbeit an der Grammatik wurden die meisten Grammatikregeln mit Beispielen versehen, so dass ein zukünftiger Bearbeiter sofort nachvollziehen kann, wozu eine bestimmte Regel dienen soll und welche Phänomene sie abdeckt. Diese Beispiele sind in einem speziellen Format notiert, damit sie sich automatisch aus den Grammatikdateien extrahieren lassen.

```
!<BSP cons="GS_G">er singt UND SIE HOEREN ZU.</BSP>
```

Wie hier zu sehen ist, beginnt ein Beispiel zunächst einmal mit einem Ausrufezeichen, damit es als Kommentar von polySVOX ignoriert wird. Dann folgt das Beispiel, in XML-artige Tags eingeschlossen, wobei das Feature „cons“ den Konstituententyp bezeichnet, als der das Beispiel geparkt werden soll. Das ist nützlich, um einzelne Konstituenten isoliert testen zu können. Für den menschlichen Bearbeiter erschliesst sich der für die jeweilige Regel relevante Teil aus der GROSSSCHREIBUNG, die von polySVOX ignoriert wird. Nach dem schließenden Tag kann noch ein beliebiger Kommentar stehen, er wird ignoriert.

5.3. Das Stress-Feature

Das Stress-Feature haben wir neu eingeführt, um einfach Akzentuierungsregeln schreiben zu können, die von bestimmten syntaktischen Konstituenten ausgelöst werden. Es ist im Prinzip ein normales grammatikalisches Feature wie in Kapitel 4 beschrieben, mit dem Unterschied, dass es an die Akzentuierung weitergereicht wird und dort von den Regeln abgeprüft werden kann. Dies erspart die Einführung neuer Konstituententypen und die Vervielfachung von Regeln. Dies lässt sich am Besten an einem Beispiel veranschaulichen: Adjektive sollen innerhalb einer Nominalphrase den Hauptakzent bekommen, wenn sie im Komparativ oder Superlativ stehen. Durch eine Grammatikregel muss also das Stress-Feature auf einen bestimmten Wert gesetzt werden:

```
ADJ_G (?C, ?NR, ?G, pos, ?TYPE, ?ST) ==>
    ADJECT_G (?C, ?NR, ?G, pos, ?TYPE, ?ST)
    TERM (?) *
ADJ_G (?C, ?NR, ?G, comp, ?TYPE, s) ==>
    ADJECT_G (?C, ?NR, ?G, comp, ?TYPE, ?)
    TERM (?) *
ADJ_G (?C, ?NR, ?G, sup, ?TYPE, s) ==>
    ADJECT_G (?C, ?NR, ?G, sup, ?TYPE, ?)
    TERM (?) *
```

der dann durch eine entsprechende Akzentuierungsregel ausgewertet werden kann:

```
NP_G (*; ++ (ADJ_G <S> (**; ++ (1, M, 1) ; *) ) ; **);
```

Das Stress-Feature muss den Namen `STRESS` tragen; die Akzentuierungsregel greift jetzt nur noch, wenn das Stress-Feature den angegebenen Wert ('s') hat.

5.4. Das Grammatik-Test-Skript

Im Rahmen der Erweiterung der `polySVOX`-Grammatik schrieb ich ein Perl-Skript, mit dem sich die Auswirkungen neuer oder geänderter Grammatikregeln überprüfen lassen. Dazu wird mit diesem Skript ein Referenzkorpus erstellt, indem alle Beispiele (s. 5.2) automatisch aus der Grammatikdatei extrahiert werden,¹ mit `polySVOX` die phonologische Repräsentation erzeugt und in eine Datei gespeichert wird.

Nach einer Änderung an der Grammatik kann dann mit demselben Skript geprüft werden, ob sich die Analyseergebnisse gegenüber der Referenz geändert haben, Abweichungen werden ausgegeben. Die Verwendungsweise und die Parameter für den Aufruf sind im Detail im Anhang A beschrieben.

¹alternativ können auch noch zwei weitere Inputformate verwendet werden

6. Akzentuierung

6.1. Überblick

Die Akzentuierungsmuster im Deutschen und Englischen sind sich recht ähnlich; die Wortbetonung ist lexikalisch festgelegt, im Lexikon werden also für jeden Eintrag der Haupt- und eventuell Nebenakzent(e) eingetragen. Im Gegensatz zu Komposita werden die meisten Phrasen, wie auch der ganze Satz, rechts betont, d.h. das letzte betonbare Lexem erhält den Hauptakzent, der dann auf die im Lexikon festgelegte Silbe fällt.

Beim Französischen und Italienischen handelt es sich jedoch um Sprachen mit „fixed stress“. Der Phrasenhauptakzent fällt immer auf die letzte betonbare *Silbe* innerhalb einer Phrase, die weiteren (Neben-)Akzente sind innerhalb der Phrase gleichmässig auf die betonbaren Silben verteilt – die Wortbetonung ist also nicht lexikalisch festgelegt wie bei den germanischen Sprachen (für Französisch s. z.B. [MS01], [Fér01]).

6.2. Deutsche Wort-Akzentuierung

Wie oben erwähnt, sind die Wortakzente im Deutschen im Lexikon annotiert. In polySVOX wird zwischen Haupt- und Nebenakzent unterschieden. Ein Lexikon-Eintrag sieht z.B. folgendermaßen aus:

```
NS_G (sk1,pk4,f) "sprachsynthese+" "'Spra:xzYn,te:z@+"
```

wobei das Hochkomma (´) den Hauptakzent auf der folgenden Silbe markiert, ein Komma (,) den Nebenakzent.

Für zusammengesetzte Wörter, die nicht im Lexikon stehen, muss der Akzent durch Regeln festgelegt werden. Ein Beispiel dafür wird im nächsten Abschnitt näher beschrieben.

6.2.1. Präfix-/Partikelverben

Wie in Abschnitt 4.1.3 beschrieben, ist die Bildung von Präfix- bzw. Partikelverben im Deutschen sehr produktiv; es ist nicht möglich, alle Formen im Lexikon zu listen. Die Betonung der zusammengesetzten Formen muss also durch Regeln festgelegt

werden. Dabei habe ich mich an [Kip66] orientiert, seinen Ansatz allerdings etwas verallgemeinert.

Wie schon in Abschnitt 4.1.3 beschrieben, lassen sich die Verbpräfixe in drei Gruppen einteilen: die abtrennbaren Präfixe sind grundsätzlich betont (der Hauptakzent im Verbstamm wird dann zu einem Nebenakzent reduziert), während die untrennbaren unbetont sind.¹

Es gibt eine dritte Gruppe von Präfixen, die in beiden Varianten existieren. Bei ihnen richtet sich die Betonung nach der folgenden Silbe: ist diese betont („miss'fallen“, „voll'strecken“), so ist das Präfix unbetont, andernfalls wird das Präfix betont („'missver'stehen“). Die drei Typen sind im Lexikon mit P1 (unbetont), P2 (variabel) und P3 (betont) markiert.

Allerdings hilft dieser Heurismus nicht immer, da es Verben gibt, die aus semantischen Gründen Ausnahmen von dieser Regel bilden, wie z.B. der Gegensatz „um'fahren“ und „'um,fahren“, oder auch Verben wie „'voll,laufen“. Diese Verben müssen dann als Vollformen ins Lexikon eingetragen werden, um die korrekte Betonung zu erhalten, bzw. werden sich erst durch eine semantische/pragmatische Analyse unterscheiden lassen.

Kommen zwei Präfixe vor, so gilt die gleiche Regel – vor betonten Silben muss das zusätzliche Präfix deakzentuiert werden, ansonsten behält es den Hauptakzent.

Also „über'an,strengen“, „wieder'auf,nehmen“, aber „'überbe,tonen“, „'wiederbe,völkern“.

Ein paar Beispiele zur Präfixierung:

'gehen → be'gehen
 'gehen → über'gehen
 'gehen → 'auf,gehen
 be'tonen → 'überbe,tonen
 'setzen → über'setzen vs. 'über,setzen²
 'arbeiten → 'auf,arbeiten → wieder'auf,arbeiten
 'stellen → 'kalt,stellen
 'nehmen → 'teil,nehmen

Die Regeln, die diese Betonungsmuster implementieren, verwenden den sog. *Multi-context Rule Formalismus*, der ausführlich in [RP04] beschrieben wird. „Multi-context“ heisst hier, dass phonologische Transformationen definiert werden können, bei denen gleichzeitig der syntaktische, graphemische und phonemische Kontext berücksichtigt wird. Damit können sehr komplexe Verarbeitungsschritte beschrieben werden. Die Transformationen selbst werden als *Two-level Rules* formuliert, die aber gleichzeitig auf der graphemischen und phonologischen Ebene operieren können.

¹dies deckt sich mit Kiparskys Beobachtungen ([Kip66]), allerdings bekommen laut ihm die eigentlich nicht betonbaren Präfixe (die ein /ə/ enthalten) vor einer unbetonten Silbe einen Nebenakzent: „verge'wältigt“, „entmagnet'i'siert“.

²kann nur semantisch unterschieden werden, was zumindest im Moment nicht möglich ist

Eine Multi-context Rule besteht aus zwei Teilen: einem *Subtree Pattern*, das den syntaktischen Kontext beschreibt, sowie der eigentlichen Two-level Rule, die in einen Automaten (Transducer) kompiliert wird.

Das folgende Subtree Pattern ruft den Automaten auf, der die Transformation für das oben beschriebene Akzentuierungsmuster bei Präfixverben durchführt:

```
PREF_G <TYPE=P2> [_] ANY [_] ==> wordstress_G.prefix2.aut ;
```

Das Pattern matcht auf alle Präfixe, bei denen das Feature TYPE den Wert P2 hat, sowie eine beliebige folgende Wortkonstituente (ANY). Diese beiden Teile werden dann als Argumente an den Automaten `wordstress_G.prefix2.aut` übergeben (der Operator `[_]` bewirkt, dass die links davon stehende Konstituente dem Automaten als Argument übergeben wird³). Dieser Automat wird aus der folgenden Regel kompiliert:

```
"'"/@ <=> _ {?} ']' ' '[ ' {&Cons} "' " ;
```

Die linke Seite der Regel gibt an, dass der primäre Akzent ' gelöscht wird (dafür steht das @), wenn der auf der rechten Seite angegebene Kontext zutrifft.

In diesem Kontext geben die eckigen Klammern die Konstituentengrenzen an, wie sie im phonemischen String stehen, `{?}` steht für eine beliebige Anzahl beliebiger Zeichen und `{&Cons}` für eine beliebige Anzahl von Konsonanten.

Insgesamt ist die Regel also zu lesen als: „lösche den Hauptakzent des Präfixes, wenn vor dem ersten Vokal des nächsten Morphems ein weiterer Hauptakzent steht, d.h. also wenn die erste Silbe des nächsten Morphems betont ist“. Damit wird genau das oben beschriebene Verhalten der Präfixe erreicht (die Reduzierung weiterer Hauptakzente im Wort wird von der allgemeinen Linksbetonungsregel erledigt, s. Abschnitt 6.2.3).

6.2.2. Adjektive

Mit den Adjektiv-Präfixen habe ich mich nicht näher befasst, deswegen hier nur kurz ein wichtiges Phänomen. Das produktivste der Adjektiv-Präfixe ist „un-“; nach [Kip66] erhält es den Hauptakzent des Wortes, wenn es vor ein existierendes Adjektiv gesetzt wird:

```
'sanft → 'un,sanft
'logisch → 'un,logisch
```

Bei den Adjektiven, bei denen „un-“ zum Lemma gehört, weil der Stamm nicht isoliert existiert, sind die Betonungsverhältnisse komplizierter. Diejenigen, die aus

³die eckigen Klammern `[_]` bewirken die Übergabe der phonologischen Darstellung, alternativ kann man durch die Verwendung von geschweiften Klammern `{_}` auch die graphemische an den Automaten weitergeben, oder, durch Angabe beider Operatoren, auch beide gleichzeitig

Verben nach dem Muster „un-“ + Verbstamm + „-lich/-bar“ abgeleitet sind, tragen den Hauptakzent auf dem Verbstamm, das Präfix bleibt unbetont. Fängt der Verbstamm allerdings mit einer unbetonten Silbe an, erhält das Präfix einen Nebenakzent:

un'glaublich
,uner'müdlich

Daneben gibt es noch eine Reihe von Adjektiven mit „un-“, die lexikalisiert sind, wie „ungefähr“ oder „unzählig“. Hier wird dann die Betonung sowieso im Lexikon mit eingetragen.

6.2.3. Komposita

Komposita sind im Deutschen mit sehr wenigen Ausnahmen⁴ linksbetont, d.h. der erste Stamm bekommt den Hauptakzent, alle folgenden werden zu Nebenakzenten reduziert.

Dies wird durch die folgende Two-Level Rule implementiert:

```
"'"/", " <=> "' " {?} _ ;
```

Dies ist zu lesen als „reduziere jeden primären Akzent zu einem sekundären, wenn weiter links im Wort ein primärer steht“.

Aufgerufen wird dieser Automat von der folgenden Multi-context Rule:

```
%StressCons_G = N_G, V_G, VIN_F_G, ADJ_G, P1_G, P2_G;  
%StressCons_G [_] ==> wordstress_G.primL.aut ;
```

Mit %StressCons_G wird hier eine Menge von Konstituenten definiert, die dann im Subtree Pattern verwendet wird. Der Automat wird also für alle N_G, V_G, VIN_F_G, ADJ_G, P1_G und P2_G aufgerufen, wobei jeweils die phonologische Darstellung übergeben wird.

⁴diese Ausnahmen sind normalerweise semantisch motiviert, sie müssen als Vollform ins Lexikon aufgenommen werden

6.3. Deutsche Satzakkzentuierung

Die Phrasenakkzentuierung beschreibt die Verteilung der Akzente auf die einzelnen Konstituenten einer Phrase. Es handelt sich also um eine relative Gewichtung innerhalb der Phrase. Die korrekte Verteilung ist sehr stark von Semantik und Pragmatik abhängig, da von einem natürlichen Sprecher je nach Kontext und ausgedrückter Proposition sehr unterschiedliche Gewichtungen gewählt werden können. Im Prinzip ist fast jedes Betonungsmuster möglich: „*Ich* kaufe ein Auto.“ vs. „Ich *kaufe* ein Auto.“ vs. „Ich kaufe *ein* Auto.“ vs. „Ich kaufe ein *Auto*.“ (Hauptakzent jeweils auf dem kursiven Wort).

Da heutige Sprachsynthesysteme noch recht weit davon entfernt sind, semantische Informationen zu verwenden, die sich u.U. aus dem Satzkontext ergeben, wird bei der Prosodie grundsätzlich von einer „neutralen“ Betonung ausgegangen, also einer solchen, die ein Sprecher ohne besondere kontextuelle Information benutzen würde. Das für die Akzentverteilung notwendige Wissen muss sich auf die aus der syntaktischen Satzanalyse gewonnenen Informationen beschränken.

Es gibt betonbare und unbetonbare Wortarten im Deutschen (s. Tabelle 6.1). Betonbar heisst, dass diese Wortarten einen mehr oder minder starken Akzent innerhalb einer Phrase erhalten, während die unbetonbaren unter normalen Umständen (von denen hier immer ausgegangen wird) keinen Akzent erhalten. Natürlich könnte in einer kontrastiven Aussage auch ein Wort, das einer unbetonbaren Kategorie angehört, betont werden, wie z.B. in „Er hat *für* die Kandidatin gestimmt.“ (obwohl alle das Gegenteil erwartet hatten). Um diese Abweichung von der Normalbetonung im Synthesystem realisieren zu können, müsste aber zusätzliche kontextuelle Information verfügbar sein.

Die Betonung ist keine binäre, sondern eine graduelle Erscheinung. In der Praxis reicht es aber aus, ca. 5-8 Betonungsstufen zu unterscheiden. Die betonbaren Wortklassen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Grundbetonungsstärke; die folgende Tabelle⁵ listet die Tendenzen auf, nach denen die Wortklassen unterschiedlich starke Grundakzente erhalten:

Artikel	Indefinitpronomen	Adjektiv	Substantiv
Pronomen	Negativadverb	Adverb	Verb
Kurze Präpos.	Verbzusatz	Zahlwort	
unbetont	← eher →	betont	

Die Realisierung der Akzentverteilung in SVOX beruht auf der Arbeit Kiparskys ([Kip66]), der das Prinzip der *zyklischen Akzentuierung*, ähnlich der später von Chomsky und Halle aufgestellten *Nuclear Stress Rule* (s. [CH68]), vorgeschlagen hat. Dies ist ein relativ einfaches Prinzip, das einen sehr großen Vorteil hat – es lässt sich als Algorithmus anwenden. Nach diesem Prinzip wird die relative Gewichtung der Akzente bottom-up (d.h. von den Terminalknoten des Syntaxbaums

⁵ich habe sie [Rot90] entnommen

Konstituente	Beschreibung	betonbar
ABBR	abbreviations	+
ADJ	adjective	+
ADJU	non-inflected adjective	+
ADV	adverb	+
ARTDEF	definite article	-
ARTINDEF	indefinite article	-
AUXH	auxiliary „haben“	+
AUXHINF	auxiliary infinitive „haben“	+
AUXHP2	auxiliary past participle „haben“	+
AUXS	auxiliary „sein“	+
AUXSINF	auxiliary infinitive „sein“	+
AUXSP2	auxiliary past participle „sein“	+
AUXW	auxiliary „werden“	+
AUXWINF	auxiliary infinitive „werden“	+
AUXWP2	auxiliary past participle „werden“	+
CARDNR	cardinal number	+
CONJ	conjunction	-
DEM	demonstrative pronoun	+
DTPREF	detached prefix	+
INDEF	indefinite pronoun	+
INTADV	interrogative adverb	+
INTPRON	interrogative pronoun	+
NEGADV	negation particle	+
NEG	negation pronoun	+
MU	measure unit	-
MODADV	modal adverb	+
MODAUX	modal auxiliary	-
MODAUXINF	modal auxiliary infinitive	-
MODAUXP2	modal auxiliary past participle	-
N	noun	+
NT	title noun	+
ORDNR	ordinal number	+
PERS	personal pronoun	-
POSS	possessive pronoun	+
PREP	preposition	-
PREPC	preposition with contracted article	-
PRN	proper noun	+
P1	present participle	+
P2	past participle	+
REL	relative pronoun	-
RELADV	relative adverb	-
V	verb	+
VINF	infinitive	+
EPAR	modal particle/interjection	+
ZU	„zu“ in infinite verb complex	-

Tabelle 6.1.: Die in der deutschen Grammatik von polySVOX verwendeten Wortkategorien und ihr Betonungsstatus

ausgehend bis zur Wurzel) aus den Akzentstärken der Konstituenten berechnet: eine alleinstehende Konstituente erhält den Hauptakzent; werden mehrere Konstituenten zusammengefasst, erhält der Kern der Phrase den Hauptakzent, alle anderen Konstituenten werden um eine Stufe abgeschwächt.

Ein einfaches Beispiel macht dies deutlich (die Klammern markieren die zusammengesetzten Konstituenten):

Peter geht oft ((in die kleine Bar) (an der Ecke)).
 1 1 1 1 1 1

Zunächst erhält jedes betonbare Wort einen Hauptakzent 1. Dann werden Konstituenten zu grösseren Einheiten zusammengefasst, wobei die Nuclear Stress Rule angewandt wird:

Peter geht oft ((in die kleine Bar) (an der Ecke)).
 1 1 1 2 1 1

„Bar“ ist der Kern der ersten Präpositionalphrase und behält den Hauptakzent, während der Akzent von „kleine“ um eine Stufe reduziert wird. Die zweite Präpositionalphrase enthält nur eine betonte Konstituente, hier ändert sich nichts.

Im nächsten Schritt wird der Hauptakzent innerhalb der verbliebenen Klammerung festgelegt. Innerhalb von Nominal- und Präpositionalphrasen bekommt immer das letzte Nomen den Hauptakzent:

Peter geht oft (in die kleine Bar an der Ecke).
 1 1 1 3 2 1

Durch die Rhythmisierungsregel, die die beiden Akzentmuster 3 2 1 und 2 2 1 durch 2 3 1 ersetzt (damit die Akzentfolge natürlicher klingt), ergibt sich folgendes Muster:

Peter geht oft (in die kleine Bar an der Ecke).
 1 1 1 2 3 1

Als nächstes werden die Akzente auf Satzebene verteilt, es gilt Endbetonung:

Peter geht oft in die kleine Bar an der Ecke.
 2 2 2 3 4 1

Die Akzente für „kleine Bar“ müssen reduziert werden, damit die relative Gewichtung zwischen der Präpositionalphrase und dem Rest des Satzes erhalten bleibt (sie waren ja im vorigen Schritt bereits schwächer als die Akzente auf „Peter geht oft“).

In einem letzten Schritt wird noch der Akzent des Vollverbs um eine Stufe reduziert, da es im Allgemeinen nur schwach betont wird, sofern es nicht den Hauptakzent des Satzes trägt:

Peter geht oft in die kleine Bar an der Ecke.
 2 3 2 3 4 1

Dies ist der Input für die Phrasierung, nach der die Akzentuierung aber noch einmal angepasst und die Anzahl der unterschiedlichen Akzentuierungsstufen stark reduziert wird, da dann pro Phrase genau ein Hauptakzent erlaubt ist.

Im Deutschen bekommt normalerweise die am weitesten rechts stehende Konstituente einer Phrase den Hauptakzent, da sie meist den Kern der Phrase darstellt.

Die Regel

`ANY (** ; ++ (1, M, 1) ; *)`

bewirkt dies in unserem System. Die Akzentregeln werden in einer eigenen Datei definiert, die Syntax dieser Regeln ist recht kryptisch. Das Keyword `ANY` steht für eine beliebige Komponente, innerhalb derer die am weitesten rechts (zwei „*“ links davon, nur einer rechts) stehende Konstituente den Hauptakzent bekommt (dafür steht das `++ (1, M, 1)`). Für Ausnahmen müssen dann extra Akzentregeln definiert werden. Diese Regeln werden der Reihe nach abgearbeitet, bis eine Regel matcht, weshalb die Reihenfolge wichtig ist.

In `polySVOX` wird eine Liste von betonbaren Wortkategorien benutzt (s. Tabelle 6.1); alle Wortkategorien, die nicht in der Liste stehen, bleiben automatisch unbetont (Artikel, Funktionswörter, ...).

Die folgenden Abschnitte bauen stark auf der Arbeit von Ruth Rothenberger ([Rot90]) auf; viele Beispiele habe ich von ihr übernommen oder sie sind zumindest an ihre Beispiele angelehnt. Oft habe ich jedoch die von ihr aufgestellten Betonungsmuster verallgemeinert oder präzisiert, um sie dann als Akzentuierungsregeln für `polySVOX` formulieren zu können. Ausserdem habe ich versucht, einige Inkonsistenzen zu beseitigen.

6.3.1. Nominalphrasen

Nominalphrasen werden normalerweise auf dem am weitesten rechts stehenden Nomen betont, unabhängig davon, ob es der Kern der Phrase ist oder nicht. In der Phrase „das Haus am See“, in der die Präpositionalphrase in die NP eingebettet ist, würde also „See“ den Hauptakzent erhalten. Entsprechendes gilt für Phrasen wie „die Rede des Präsidenten“. Da Nominalphrasen somit dem Standard entsprechen, ist keine spezielle Regel für sie notwendig.

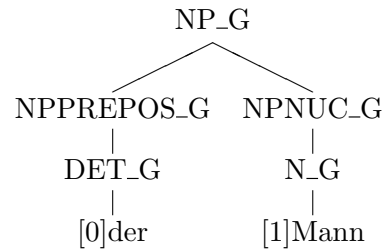
Modifikatoren

Unter Modifikatoren versteht man diejenigen Konstituenten, die innerhalb einer NP *vor* dem Hauptnomen (dem Phrasenkern) stehen. In einer Phrase wie „die kleine Tochter unserer Nachbarn“ wären also „die“ und „kleine“ Modifikatoren des Hauptnomens „Tochter“.

Artikel und Possesivpronomen:

Artikel und Possesivpronomen bleiben unbetont:

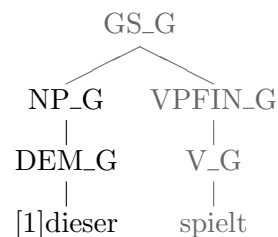
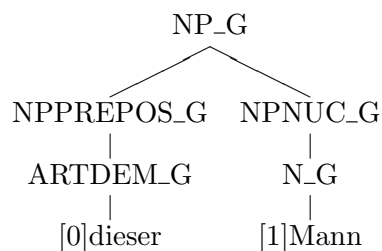
([0]der [1]Mann) spielt Geige.
 ([0]ein [1]Missverständnis) war die Ursache.
 ([0]unsere [1]Bekannten) kochen gern.
 ([0]seine [1]Ansichten) sind altmodisch.



Demonstrativpronomen:

Demonstrativpronomen sind akzentlos, wenn sie als Artikel verwendet werden:

([0]dieser [1]Mann) spielt Geige.
 ([0]dieses [2]kleine [1]Missverständnis) war die Ursache.



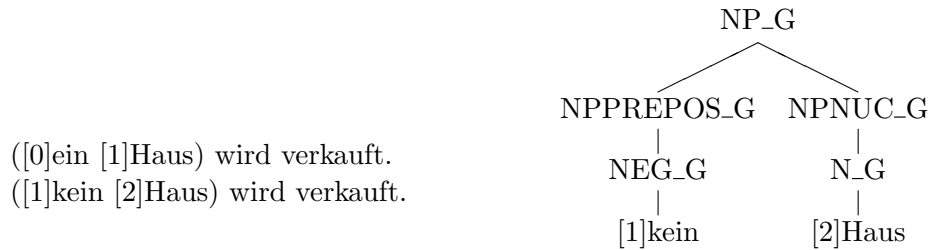
als Pronomen sind sie aber betonbar:

([1]dieser) spielt Geige.
 Ich kaufe ([1]dieses).

Deswegen werden Demonstrativpronomen in zwei Kategorien unterschieden: ARTDEM_G und DEM_G, wobei nur die letztere als betonbar gelistet ist. Da DEM_G in diesem Fall die einzige Konstituente darstellt, erhält es zunächst einen Default-Akzent von „1“; die letztendlich realisierte Akzentstärke hängt natürlich von der restlichen Struktur des Satzes ab.

Negativartikel:

Negativartikel sind betonbar und ziehen den Akzent auf sich:



Es wird also eine Regel benötigt, die einem Negativartikel innerhalb einer NP den Akzent zuweist:

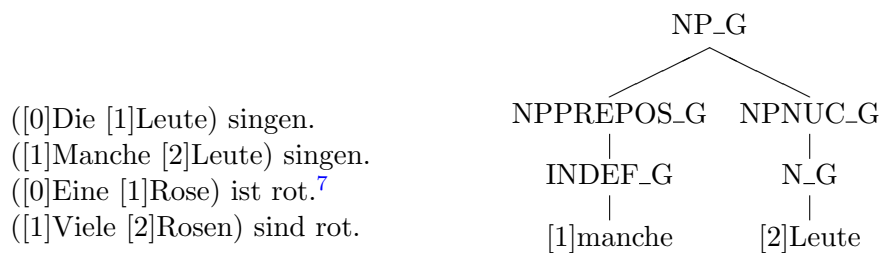
`NP_G (*; ++ (NEG_G (**; ++ (1, M, 1) ; *)) ; **) ;`

Hier lässt sich aber auch eine allgemeinere Regel aufstellen, wie ich weiter unten zeigen werde.

Indefinitartikel und -pronomen:

Es wird unterschieden zwischen Indefinitartikeln `ARTINDEF_G` („ein+“⁶ und „etwas“), die nur vor einem Nomen stehen können und nicht betonbar sind, und Indefinitpronomen `INDEF_G` („manch+“, „viel+“, „einige“ ...), die auch alleine stehen können und betonbar sind.

Indefinitpronomen erhalten Hauptakzent:



Es ist also eine Regel notwendig, die dem Indefinitpronomen innerhalb einer NP den Hauptakzent gibt:

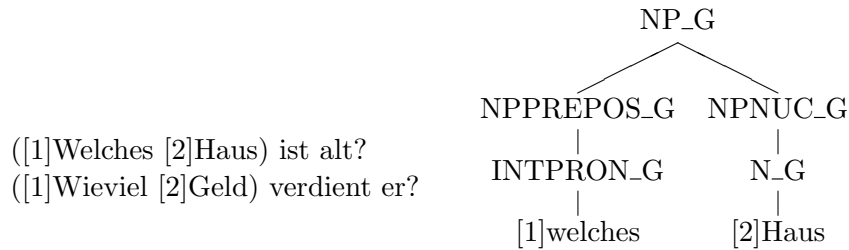
`NP_G (*; ++ (INDEF_G (**; ++ (1, M, 1) ; *)) ; **) ;`

⁶Das ‘+’ bezeichnet die Morphemgrenze, es können noch Deklinationseendungen folgen

⁷das „eine“ ist hier *nicht* kontrastiv zu verstehen

Fragepronomen:

Fragepronomen bzw. Frageartikel erhalten beide den Hauptakzent der NP:



Auch hier brauchen wir eine entsprechende Regel:

$NP_G (*; ++ (INTPRON_G (**; ++ (1, M, 1); *)); **);$

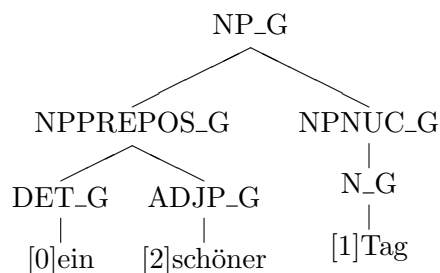
Diese beiden Regeln sowie diejenige für Negativartikel lassen sich jedoch zusammenfassen, indem das Stress-Feature verwendet wird, das dann durch die Grammatikregeln entsprechend gesetzt werden muss. So kommt man mit einer einzigen Akzentuierungsregel aus:

$NP_G (*; ++ (DET_G <S> (**; ++ (1, M, 1); *)); **);$

Adjektive:

Adjektive sind betonbar, bekommen normalerweise aber keinen Hauptakzent:

Es war ([0]ein [2]schöner [1]Tag).
 Es war ([0]ein [3]schöner [0]und [2]ruhiger [1]Tag).
 ([0]Seine [2]vielen [1]Antworten) waren falsch.⁸



stehen sie allerdings ohne Artikel, erhalten sie den Hauptakzent:

⁸ „viele“ steht hier, anders als im Beispiel oben, an Stelle eines Adjektivs

Sie verbrachten ([1]schöne [2]Tage).
 ([1]Kleine [2]Hunde) bellen mehr.

Dies wird von folgender Regel abgedeckt:

```
NP_G ( ++ (ADJP_G ( ** ; ++ ( 1, M, 1 ) ; * ) ) ; ** ) ;
```

Adjektive im Komparativ und Superlativ bekommen ebenfalls einen Hauptakzent:

Es war ([0]das [1]kleinere [2]Übel).
 ([0]Die [1]härteren [2]Bedingungen) bereiteten ihm Probleme.
 ([0]Die [1]wichtigste [2]Änderung) betrifft die Finanzpolitik.
 ([0]Der [3]wohl [1]kleinste [2]Mann) kommt.

Dafür wird sinnvollerweise, wie schon in Abschnitt 5.3 beschrieben, das Stress-Feature verwendet, das dann in den Grammatikregeln gesetzt werden muss ('s' = betont, 'n' = unbetont):

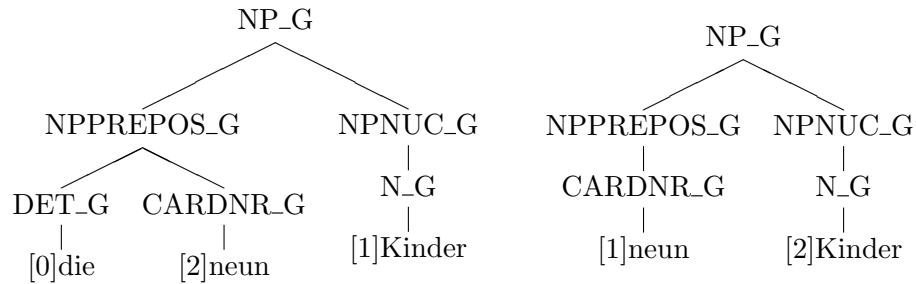
```
NP_G ( * ; ++ (ADJ_G <S> ( ** ; ++ ( 1, M, 1 ) ; * ) ) ; ** ) ;
```

```
ADJ_G ( ?C, ?NR, ?G, pos, ?TYPE, n ) ==>
    ADJECT_G ( ?C, ?NR, ?G, pos, ?TYPE )
    TERM ( ? ) *
ADJ_G ( ?C, ?NR, ?G, comp, ?TYPE, s ) ==>
    ADJECT_G ( ?C, ?NR, ?G, comp, ?TYPE )
    TERM ( ? ) *
ADJ_G ( ?C, ?NR, ?G, sup, ?TYPE, s ) ==>
    ADJECT_G ( ?C, ?NR, ?G, sup, ?TYPE )
    TERM ( ? ) *
```

Zahlwörter:

Zahlwörter sind betonbar; ohne Artikel bekommen sie den Hauptakzent der NP, mit Artikel nicht (analog zu den Adjektiven):

([1]Neun [2]Kinder) kamen zum Fest.
 ([0]Die [2]neun [1]Kinder) waren alle glücklich.
 Es waren nur ([1]zwölf [2]Ballone).
 ([0]Die [2]zwölf [1]Ballone) waren rot.



Dafür kann eine Regel formuliert werden, die einem Zahlwort den Hauptakzent zuweist, wenn dieses ganz am Anfang einer NP steht:

`NP_G (++ (CARDNR_G (** ; ++ (1, M, 1) ; *)) ; **) ;`

Ordnungszahlen verhalten sich ebenfalls wie Adjektive; sie kommen aber praktisch nie ohne Artikel vor (außer in Plakativsprache):

[0]Das [2]siebte [1]Kreuz) war falsch.
 ([0]Der [2]achte [1]Weltrekord) wurde heute gebrochen.

Erweiterungen

Als Erweiterungen werden alle Konstituenten bezeichnet, die rechts vom Nucleus stehen (s. 4.2.3). Wenn Erweiterungen vorhanden sind, rückt der Akzent weg vom Nukleus auf die innerhalb der NP am weitesten rechts stehende Konstituente.

Genitiv:

Er sieht ([0]die [2]Kleider [0]des [1]Kaisers).
 Er sieht ([0]des [2]Kaisers [3]neue [1]Kleider).

Dies wird durch die allgemeine Regel der Rechtsbetonung abgedeckt.

Relativsatz:

Sie hörte ([0]den [2]Gesang, [0]den [0]sie [1]liebte).
 ([0]die [2]Frau, [0]die [0]er [2]immer [1]bewundert [0]hatte,) ist tot.

Ein an das Nomen adjungierter Relativsatz erhält den Hauptakzent. Allerdings werden bei Relativsätzen normalerweise Phrasengrenzen eingefügt, d.h. sowohl das Nomen als auch das Verb bekommen dann einen Hauptakzent innerhalb ihrer Phrase. Die Phrasengrenzen werden im polySVOX-Output mit `# {T:X}` markiert, wobei das X für die Stärke steht:

[0]der [1]Gesang, `# {T:1}` [0]den [0]sie [1]liebte

Koordination und Apposition:

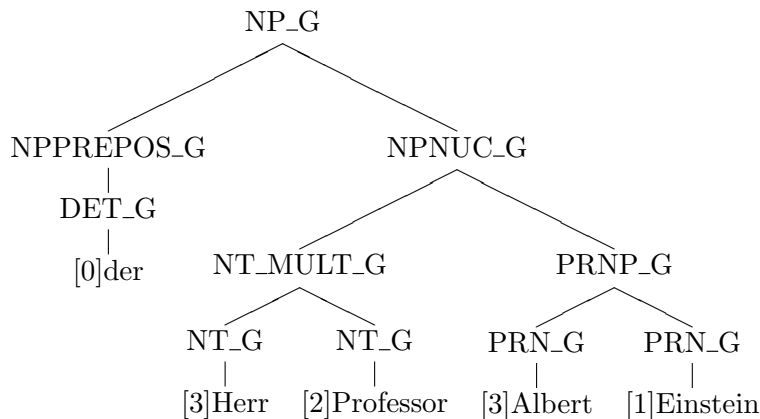
(([0]Das [2]Haus [0]und [0]die [1]Scheune) brannten ab.
Er glaubt an ([0]das [2]Prinzip [1]Hoffnung)).

Wird ebenfalls durch die allgemeine Regel der Rechtsbetonung abgedeckt. Dies gilt auch für die Koordination von Präpositionalphrasen.

mehrgliedrige Eigennamen und Ortsangaben:

Mehrgliedrige Eigennamen sind in der Regel rechtsbetont, ebenso eine Folge mehrerer Titel. Für diese beiden Subphrasentypen habe ich die neuen Kategorien NT_G/NT_MULT_G und PRN_G/PRN_MULT_G sowie PRNP_G hinzugefügt. Bei einer Kombination von Titel(n) und Eigename(n) gilt ebenfalls wieder Endbetonung.

(([0]Der [3]Herr [2]Professor [3]Albert [1]Einstein) spricht.
Sie gewann den ([2]Sankt [3]Gallen [1]Marathon)).



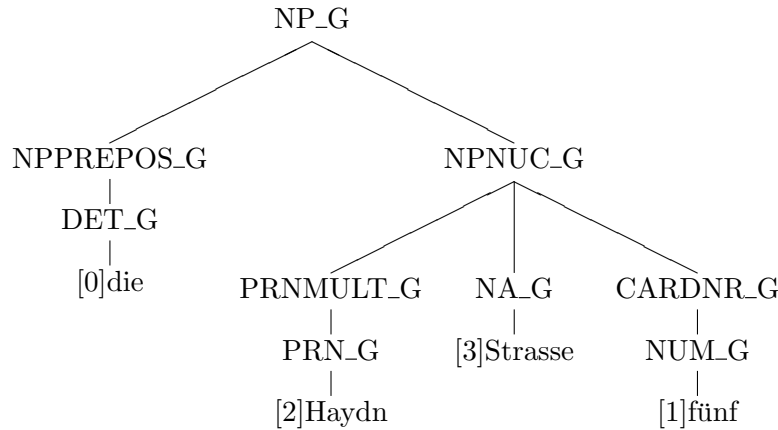
Für Titel und Eigennamen wird also keine besondere Regel gebraucht, da die Standardregel „Rechtsbetonung“ zutrifft.

Adressbezeichnungen weichen von diesem Muster jedoch ab:

Er wohnt am ([1]Berliner [2]Platz).
Er wohnt in ([0]der [1]Haydn [2]Strasse).
Er wohnt in ([0]der [2]Haydn [3]Strasse [1]fünf).

Bei Addressangaben, bei denen ein Eigename vor einem allgemeinen Bezeichner steht („[1]Berliner [2]Platz“, „[1]Haydn [2]Strasse“), ist der Eigename hauptbetont, da er die relevantere Information enthält (also Linksbetonung); wird noch eine

Hausnummer hinzugefügt, so erhält diese wiederum den Hauptakzent der gesamten Phrase: „[2]Haydn [3]Strasse [1]fünf“.



Es sind also zwei Betonungsregeln notwendig:

```

NPNUC_G (**; ++ (CARDNR_G (**; ++ (1, M, 1); *) ); *) ;
NPNUC_G (*; ++ (PRN_G (**; ++ (1, M, 1); *) ); ++ (NA_G (*)); **);
  
```

Wichtig: der Eigennamen (PRN_G) darf nur links von einem Addressbezeichner (NA_G) den Hauptakzent erhalten, sonst würden mehrteilige Eigennamen links betont werden.

Präpositionalphrase in NP:

Präpositionalphrasen, die Ortsangaben darstellen, müssen keinen Hauptakzent erhalten, da sie normalerweise nur zusätzliche Information repräsentieren, aber kein Alleinstellungsmerkmal. Alle anderen PPs aber sollen den Hauptakzent bekommen.

([0]Die [1]Fische [0]im [2]Teich) sind erfroren.
 ([0]Das [1]Haus [0]auf [0]dem [2]Hügel) steht leer.

aber:

Er ignoriert ([0]die [2]Konsequenzen [0]für [0]die [1]Gesundheit).
 ([0]Die [3]Diskussionen [0]über [0]das [2]neue [1]Eherecht) waren ohne Ergebnis.

Das Problem: Orts-Präpositionalphrasen können von den anderen in unserem System momentan nicht unterschieden werden. Man könnte zwar Faustregeln aufstellen, nach denen bestimmte Präpositionen eher Ortsangaben einleiten, davon haben wir aber abgesehen. Wir unterscheiden die beiden Fälle also nicht, alle Präpositionalphrasen erhalten den Hauptakzent.

Ein weiteres Problem ist die Unterscheidung zwischen Präpositionalphrasen, die in eine satzfinale Nominalphrase eingebettet sind und solchen, die an den Satz adjungiert sind. Die letztere erhält den Satzakzent. Da dies aber nur semantisch unterscheidbar ist, wird dieses Problem hier ignoriert; in den allermeisten Fällen ergibt sich sowieso die gleiche Oberflächenform.

Reihung von mehreren Erweiterungen:

Im Allgemeinen gilt, dass mehrere auf einander folgende Erweiterungen der normalen Rechtsbetonung folgen.

Das Gras ([0]im [2]Garten [0]des [1]Nachbarn) ist grüner.

Das Buch ([0]auf [0]dem [2]Tisch [0]im [1]Wohnzimmer) gehört mir.

Personal- und Reflexivpronomen

Pronomen sind generell unbetont, sie sind entsprechend nicht als betonbare Kategorie gelistet.

6.3.2. Präpositionalphrasen

Der Hauptakzent der Präpositionalphrase liegt auf der Nominalphrase, die Präposition ist unbetont; Ausnahme: „trotz“ ist aufgrund seiner kontrastiven Bedeutung stärker betont als die folgende NP.

Sie spielen ([0]auf [0]der [1]Straße).

Sie liebt ihn ([1]trotz [0]seiner [2]Fehler).

Für „trotz“ ist also eine eigene Regel notwendig, dies ist aber nicht so einfach zu realisieren. Man könnte für diesen einen Fall die Kategorie `PREP_G` mit einem Stressfeature versehen, das dann durch eine Grammatikregel gesetzt wird, die auf das `id`-Feature zugreift. Zusätzlich müssten dann auch noch die Präpositionen als betonbar gelistet werden. Alternativ könnte man eine neue Kategorie „betonte Präposition“ schaffen, müsste dann aber alle Regeln, die Präpositionen enthalten, um die Alternative ergänzen. Beides ist mit einigen Änderungen an der Grammatik verbunden. Im Moment wird „trotz“ noch nicht besonders behandelt.

6.3.3. Adjektivphrasen

Bei Adjektivphrasen muss zwischen echten Adjektiven und solchen, die von Partizipien (oder anderen Kategorien) abgeleitet sind, unterschieden werden; bei abgeleiteten erhält, soweit vorhanden, die davorstehende Konstituente den Hauptakzent:

Das ([1]schwach [2]betonte) Wort ist falsch.

Das ([1]schlecht [2]fahrbare) Auto ist meines.

Die ([1]wild [2]schreienden) Kinder rennen davon.

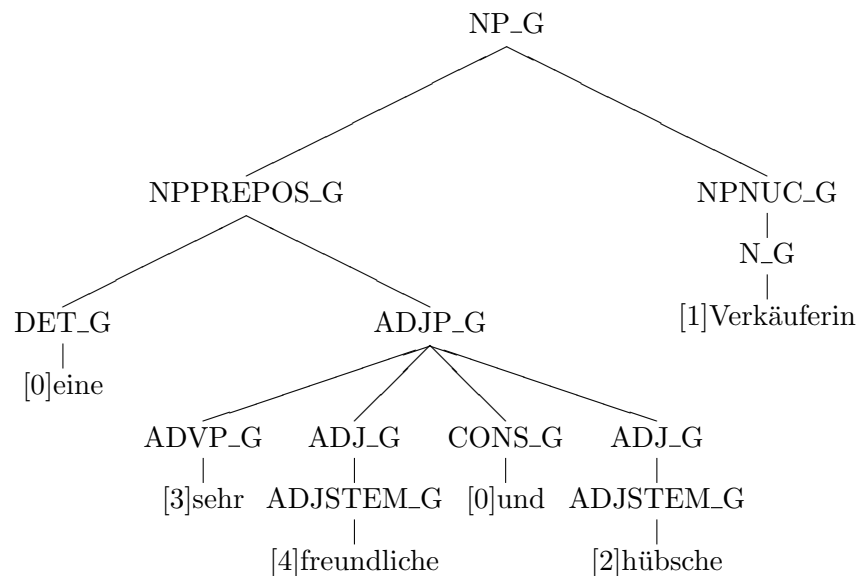
Eine ([2]sehr [1]freundliche) Verkäuferin bediente uns.
 Seine ([2]recht [1]heftige) Reaktion ärgerte sie.
 Das ([0]auf [0]die [1]Freundin [2]wartende) Mädchen wird ungeduldig.
 Das ([0]auf [0]die [2]Freundin [1]neidische) Mädchen wird ungeduldig.

Hier verwenden wir das Stress-Feature einmal, um die *Nicht*-Betonung zu markieren. Es besagt, wenn auf den Wert U = „unstressed“ gesetzt, dass diese Konstituente nicht den Hauptakzent bekommen soll, sondern – in diesem Fall – die davorstehende Konstituente:

ADJP_G (** ; ++ (1, M, 1) ; ++ (ADJP_G <U> (*))) ;

In der Wortgrammatik muss dann dafür gesorgt werden, dass bei Adjektiven, die von Partizipien abgeleitet sind, dieses Feature auf den Wert U gesetzt wird.

Ansonsten gilt aber bei Adjektivphrasen, dass sie wie die meisten anderen rechts betont werden, wie hier bei der Koordination deutlich wird:



Kommt noch ein Adverb hinzu, so gilt wie oben, dass es den Hauptakzent erhält:

Das ([1]lange [0]auf [0]die [2]Freundin [3]wartende) Mädchen
 Die ([1]lebhaft [0]im [2]Garten [3]spielenden) Kinder
 Die ([1]hektisch [0]auf [0]die [2]Bahn [3]eilenden) Frauen

Dies wird von den folgenden Regeln erledigt:

```
ADJP_G ( ** ; ++ (ADVP_G ( ** ; ++ (1, M, 1) ; *) ) ;
                                     ++ (NP_G) ; ++ (ADJ_G <U> (*) ) ) ;
ADJP_G ( ** ; ++ (ADVP_G ( ** ; ++ (1, M, 1) ; *) ) ;
                                     ++ (PP_G) ; ++ (ADJ_G <U> (*) ) ) ;
```

6.3.4. Adverbialphrasen

Die Adverbialphrasen sind endbetont, eine Ausnahme bilden aber die Negativadverbien (nicht, nie, keineswegs, ...), die den Hauptakzent bekommen (s. auch unten).

Sie liegt ([2]scheinbar [3]ganz [1]zufrieden) im Liegestuhl.
 Das Angebot galt ([2]nur [1]gestern).
 Sie sieht ([1]nicht [3]wirklich [2]glücklich) aus.
 Er sprach ([2]wirklich [3]kaum [1]hörbar).

Die „2 3 1“-Muster ergeben sich hier auch wiederum aus der Anwendung der Rhythmusregel. Die Regel für die Akzentuierung der Negativadverbien:

```
ADVP_G ( * ; ++ (NEGADV_G ( ** ; ++ (1, M, 1) ; *) ) ; ** ) ;
```

6.3.5. Infinite Verbalkomplexe

Eine große Ausnahme bildet der infinite Verbalkomplex in der rechten Satzklammer, der immer linksbetont ist. Allerdings ist „zu“ nicht betonbar:

Er hat ihn ([1]sehen [2]können).
 Er soll ihn ([1]gesehen [2]haben).
 Er hat es nicht verdient, unbeachtet ([1]bleiben [0]zu [2]müssen).
 Er glaubt ([1]betrogen [2]worden [0]zu [3]sein).
 Er kam um ([0]zu [1]sehen [0]und [0]zu [2]siegen).

Hier ist also dieses Mal eine Regel notwendig, die für die Linksbetonung sorgt:

```
VPINF_G ( * ; ++ (1, M, 1) ; ** ) ;
```

6.3.6. Negationswörter und kontrastive Hervorhebung

Negationswörter wie „kein+“, „niemand“, „nie“, „nicht“, usw. ziehen den Hauptakzent auch auf Satzebene auf sich. Dasselbe passiert bei kontrastiven Hervorhebungen wie mit „trotz“, „jedoch“, usw.

```
GS_G ( ** ; ++ (NEGADV_G ( ** ; ++ (1, M, 1) ; *) ) ; * ) ;
```

Für die kontrastiven Hervorhebungen müsste eventuell eine eigene Kategorie geschaffen werden oder die Adverbien auch mit einem Stress-Feature versehen werden. Dies habe ich noch nicht implementiert. Ebenfalls einen Sonderfall stellt „nicht ... sondern ...“ dar – hier fällt der Hauptakzent auf die kontrastierten Elemente. Auch hierfür gibt es noch keine Akzentuierungsregel.

6.3.7. Aussagesätze

Aussagesätze sind normalerweise Verbzweitsätze, sie sind rechts betont (aber s. unten).

Einfache Sätze

Einfache Sätze (leeres Mittelfeld und/oder leere rechte Satzklammer) verhalten sich wie erwartet:

[0]Die [2]Kinder [1]kommen.
 [0]Sie [1]kommen.
 [0]Sie [2]kommen [1]zurück.
 [0]Die [2]Kinder [3]sind [1]gekommen.
 [0]Die [2]Bäume [3]sind [1]grün.

Der Satzakkzent fällt jeweils auf die am weitesten rechts stehende Konstituente. Das finite Verb wird nach der Akzentverteilung noch abgeschwächt, da es im Vergleich zu den restlichen Konstituenten im Satz normalerweise nur sehr schwach betont wird (dies ist eine empirische Beobachtung).

Pronomen, die ja akzentlos sind, können im Mittelfeld stehen, ohne dass sich der Satzakkzent ändert:

[0]Die [2]Kinder [3]haben [0]ihn [1]gesehen.
 [0]Die [2]Bäume [3]färben [0]sich [1]rot.

Sätze sind also, wie einzelne Konstituenten, normalerweise rechtsbetont.

Konstituenten mit gesetztem Stressfeature (z.B. Negativadverbien) erhalten den Hauptakkzent (falls mehrere solche Konstituenten vorhanden sind, diejenige, die am weitesten rechts steht):

[0]Sie [3]kommen [1]nicht [2]zurück.

GS_G (* * ; ++ (ANY <S> (* * ; ++ (1 , M , 1) ; *)) ; *) ;

Konstituenten im Mittelfeld

Wenn Adverbien am Ende des Mittelfelds stehen, erhält die rechte Satzklammer den Akzent, ansonsten die letzte Nominal-/Präpositionalphrase im Mittelfeld. Hier folgen wir der Darstellung von Rothenberger ([Rot90]), abweichend von Kiparsky, der postuliert hatte ([Kip66], S. 81/82), dass die Kombination aus Mittelfeld und rechter Satzklammer (bei ihm ist dies die Konstituente „S“) *links*betont ist.

[0]Wir [3]haben [0]den [2]Arzt [3]sofort [1]gerufen.
 [0]Wir [3]haben [2]sofort [0]den [1]Arzt [2]gerufen.

Adverbialphrasen am Ende des Mittelfelds:

```
GS_G (** ; ++ (ADVP_G) ; ++ (VPINF_G (**; ++ (1, M, 1) ; *)) ; *) ;
GS_G (** ; ++ (ADVP_G) ; ++ (VPFIN_G (**; ++ (1, M, 1) ; *)) ; *) ;
```

andere Konstituenten am Ende des Mittelfelds:

```
GS_G (** ; ++ (NP_G (**; ++ (1, M, 1) ; *)) ; ++ (VPINF_G (*)) ; *) ;
GS_G (** ; ++ (NP_G (**; ++ (1, M, 1) ; *)) ; ++ (VPFIN_G (*)) ; *) ;
GS_G (** ; ++ (PP_G (**; ++ (1, M, 1) ; *)) ; ++ (VPINF_G (*)) ; *) ;
GS_G (** ; ++ (PP_G (**; ++ (1, M, 1) ; *)) ; ++ (VPFIN_G (*)) ; *) ;
GS_G (** ; ++ (VPINF_G (**; ++ (1, M, 1) ; *)) ; *) ;
GS_G (** ; ++ (VPFIN_G (**; ++ (1, M, 1) ; *)) ; *) ;
```

Allerdings gibt es einige Ausnahmen davon, wie im Folgenden zu sehen ist.

Modaladverbien:

Modaladverbien erhalten immer den Satzakkzent:

```
[0]Sie [2]spielen [1]gern.
[0]Er [3]hat [1]leider [2]gelogen.
[0]Er [3]hat [1]leider [0]die [2]Wahrheit [2]gesagt.
[1]Leider [3]hat [0]er [0]die [2]Wahrheit [2]gesagt.
```

```
GS_G (** ; ++ (MODADV_G (**; ++ (1, M, 1) ; *)) ; *) ;
```

Temporaladverbien:

Temporaladverbien sind eher schwach betont, die mit negativer Bedeutung bekommen allerdings den Hauptakkzent, weshalb wir für sie eine eigene Kategorie NEGADV_G eingeführt haben:

```
[0]Ich [3]habe [2]mittags [1]geschlafen.
[0]Er [3]hat [1]nie [2]geschlafen.
```

```
GS_G (** ; ++ (NEGADV_G (**; ++ (1, M, 1) ; *)) ; *) ;
```

Einen Sonderfall stellt „erst“ dar, das den Hauptakkzent bekommt, wenn ein Nebensatz mit „als“ folgt:

```
[0]Ich [3]habe [0]den [3]Mann [1]erst [2]gesehen, als ...
```

Für „erst ... als“ gibt es im Moment noch keine Akzentuierungsregel.

Lokaladverbien:

Auch Lokaladverbien sind normalerweise schwach betont. Bei Verben aber, die eine Richtungsangabe verlangen, sollten sie den Hauptakkzent bekommen, analog zum Betonungsmuster von Partikelverben:

[0]Sie [1]wohnt [2]dort.
[0]Sie [3]hat [2]dort [1]gewohnt.
[0]Sie [2]rennt [1]hinterher.
[0]Sie [3]ist [0]ihm [1]hinterher [2]gerannt.
[0]Sie [2]ist [0]ihm [1]hinterhergerannt.

Hier haben wir aber wiederum ein semantisches Problem: für jedes Verb müsste bekannt sein, ob es mit einer Richtungsangabe kombinierbar ist. Im Moment werden Lokaladverbien daher nicht gesondert behandelt.

Mehrere Nominalphrasen:

Da das Mittelfeld als Gesamtes rechtsbetont ist, fällt der Satzakkzent bei mehreren Nominalphrasen auf die letzte:

Sie haben ([0]den [2]Kindern [0]die [1]Leviten) gelesen.
Er hat ([0]die [2]Schlüssel [0]dem [1]Vater) gegeben.

Mehrere Präpositionalphrasen:

Bei mehreren Präpositionalphrasen erhält ebenfalls die letzte den Satzakkzent:

Sie sind ([0]mit [0]den [2]Kindern [0]nach [1]Bern) gefahren.

In beiden Fällen handelt es sich also um die reguläre Rechtsbetonung, es sind keine zusätzlichen Regeln nötig.

Sonderfälle

Eine Besonderheit bilden Verben mit negativer Bedeutung – sie ziehen den Satzakkzent auf sich:

[0]von [0]der [2]Arbeit [1]entfernen
[0]auf [0]die [2]Ehre [1]verzichten

auch bei Passiv-Sätzen fällt der Satzakkzent immer auf das Verb:

[0]wurde [0]vom [2]Vater [1]geschlagen

ebenso bei der Konstruktion „vor“ + N + V:

[0]vor [2]Angst [1]zittern/gezittert
[0]vor [2]Schmerz [1]schreien/geschrien

Alle diese Fälle werden im Moment noch nicht von Regeln abgedeckt. Vermutlich dürfte dies aber keine gravierenden Auswirkungen auf die Natürlichkeit der synthetisierten Sätze haben, da menschliche Sprecher in solchen Fällen auch oft die Akzentuierung variieren, ohne unbedingt einen Bedeutungsunterschied zu implizieren.

Konstituenten im Vorfeld

Steht eine Konstituente im Vorfeld, die nicht Satzsubjekt (d.h. eine Nominalphrase im Nominativ) ist, so handelt es sich um eine Topikalisierung, die den Hauptakzent erhält. Dies können Akusativ-, Dativ- und Genitiv-Nominalphrasen, ebenso Präpositional- und Adverbialphrasen sein.

[0]Den [1]Mann [3]hat [0]sie [2]gefragt.
 [0]Auf [0]das [1]Ergebnis [3]musste [0]er [2]lange [2]warten.
 [1]Lange [3]wartete [0]er [0]auf [0]das [2]Ergebnis.

Diese Regel weist dem Vorfeld den Satzakzent zu:

`GS_G (** ; ++ (PREPOS_O_G (** ; ++ (1, M, 1) ; *)) ; *) ;`

PREPOS_O_G umfasst alle oben genannten Konstituenten.

6.3.8. Nebensätze

Die Akzentverteilung in Nebensätzen erfolgt im Prinzip wie im Hauptsatz, d.h. der Akzent fällt bei leerem Mittelfeld auf die rechte Satzklammer, ansonsten auf die letzte Konstituente des Mittelfelds. Die Konjunktionen selbst bleiben unbetont:

... [0]um [0]zu [1]gewinnen
 ... [0]um [0]das [1]Rennen [0]zu [2]gewinnen
 ... [0]der [0]mir [0]das [1]Buch [2]gab
 ... [0]weil [0]er [0]mir [0]das [1]Buch [2]gab

6.3.9. Imperativsätze

Imperativsätze sind Verberstsätze, d.h. das Vorfeld ist leer. Sie sind wie Aussagesätze rechtsbetont, d.h. auf der letzten Konstituente.

[2]Geh [0]nach [1]hause!
 [2]Lass [0]die [3]Kinder [1]spielen!

6.3.10. Ja/Nein-Fragen

Ja/Nein-Fragen (Entscheidungsfragen) sind ebenfalls Verberstsätze, die auch auf der letzten Konstituente betont werden:

[2]Geht [0]er [0]nach [1]hause?
 [2]Willst [0]du [3]etwas [1]essen?

6.3.11. Wh-Fragen

Wh-Fragen sind Verbzweitsätze, haben also die gleiche Form wie Aussagesätze. Sie sind aber *linksbetont*, d.h. auf dem Fragewort:

[1]Wann [3]kommt [0]er [0]nach [2]hause?
[1]Warum [3]will [0]sie [2]gehen?

Dies wird mit folgender Regel erreicht:

`QWH_G (* ; ++ (1, M, 1) ; **) ;`

6.4. Englische Satz-Akzentuierung

Im Englischen gilt, wie im Deutschen, dass Phrasen normalerweise auf der letzten Konstituente betont werden. Die *nuclear stress rule* war ja von Chomsky und Halle ursprünglich für das Englische aufgestellt worden. Allerdings gibt es umfangreiche Literatur (z.B. [Sch76]), die die allgemeine Gültigkeit der NSR in Frage stellt. Nichtsdestotrotz haben wir den Eindruck, dass sie für unsere Zwecke gute Dienste leistet und wir den gleichen Mechanismus wie im Deutschen auch für das Englische verwenden können.

Die Implementierung der englischen Grammatik in `POLYVOX` weicht vom Aufbau her aus historischen Gründen deutlich von der deutschen ab; sie ist sehr stark rechtsverzweigend konstruiert. Obwohl die Grammatik noch einige Lücken hat, habe ich praktisch nichts an ihr geändert. Eventuell sollte die ganze Grammatik neu implementiert werden, da die bestehende Grammatik schwierig zu erweitern sein wird.

Ich habe zwei *native speakers*, einen britischen und einen amerikanischen, gebeten, in einer Liste mit verschiedenen Phrasen jeweils den Hauptakzent zu markieren, der ihnen am natürlichsten vorkommt. Beide stellten fest, dass es oft sehr schwer ist, eine „Normalbetonung“ zu finden. Ihre Antworten habe ich zur Veranschaulichung teilweise mit angeführt – es war interessant zu sehen, wie häufig die Abweichungen von der Theorie waren, deren Vorhersagen aber zumindest auch jeweils als akzeptabel gelten konnten.

Der Standardfall wird mit folgender Regel abgedeckt, die immer dann angewandt wird, wenn keine andere Regel zutrifft:

```
ANY ( * * ; ++ ( 1 , M , 1 ) ; * )
```

6.4.1. Nominalphrasen

compound nouns

In englischen Nominalphrasen fällt der Hauptakzent, wie im Deutschen, auf die am weitesten rechts stehende Konstituente. Eine wichtige Ausnahme bilden aber die sog. *compound nouns*, die links betont werden:

```
[1]labour [2]union  
[1]labour [3]union [2]president  
[1]community [2]center  
[1]community [3]center [2]building
```

compound nouns entsprechen deutschen Komposita, werden jedoch oft getrennt („labour union“) oder mit Bindestrich („dry-cleaning“, „turn-over“), aber auch zusammen („blackboard“) geschrieben. Manchmal existieren auch verschiedene Varianten parallel: „container ship“/„container-ship“/„containership“.⁹ Wie deutsche

⁹dieses Beispiel ist dem Wikipedia-Artikel *compound nouns* entnommen ([Wik06])

Komposita werden sie, obwohl getrennt geschrieben, *links* betont. Für diese getrennt geschriebenen compound nouns wird also eine Akzentuierungsregel benötigt:

```
NP_E ( * ; ++ (N_E ( ** ; ++ (1, M, 1) ; * ) ) ; ** ) ;
```

Diese Regel bewirkt, dass eine Folge von mehreren Nomen innerhalb einer Nominalphrase auf dem am weitesten links stehenden betont wird.

Das Problem dabei ist, dass es auch viele *complex nominals* gibt, die wie compound nouns aussehen, aber rechts betont werden. Einige einfache Muster habe ich versucht im Folgenden zu behandeln, aber um gute Ergebnisse zu erhalten, ist eine aufwändige semantische Analyse wohl unumgänglich, wie sie z.B. Sproat in [SL87] und [Spr90] vorgestellt hat.

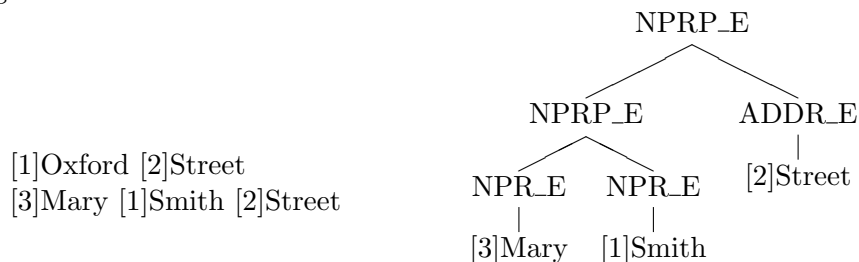
Eigennamen

Personen- und Ortsnamen sowie Adressbezeichner sollen weiterhin rechts betont bleiben:

```
[2]Mary [3]Ann [1]Smith
[2]Waterloo [1]Station
[2]Oxford [1]Avenue
[2]Mulholland [1]Drive
```

Da Eigennamen und Adressbezeichner jeweils eine eigene Kategorie NPR_E bzw. ADDR_NOUN_E haben, greift obige Regel nicht, d.h. sie bleiben rechts betont; es ist keine zusätzliche Regel notwendig.

Ausnahme: Strassennamen der Form Eigename + 'street' werden auf dem Eigennamen betont.



Dafür muss eine eigene Regel geschrieben werden; am besten setzt man das Stressfeature ein, das dann im Lexikoneintrag für „street“ gesetzt werden muss.¹⁰ In diesen Lexikoneinträgen markiert der letzte Parameter den Betonungsstatus 's' betont vs. 'u' unbetont:

¹⁰Dazu ist es dann natürlich erforderlich, dass die Grammatikregeln der entsprechenden Kategorien um dieses Feature erweitert werden, damit der Feature-Wert dann bei ADDR_E zur Verfügung steht.

```

NA_E (id_avenue, ncl7, sgen1, n, s)  "avenu+"  "'qv-(@)-nju:+"
NA_E (id_drive, ncl7, sgen1, n, s)    "driv+"    "dr'a_Iv+"
NA_E (id_street, ncl1, sgen1, n, u)   "street+"  "str'i:t+"

```

Dies ist ein schönes Beispiel dafür, wie Phänomene, die einzelne Lexeme betreffen, bei der Akzentuierung ohne großen Aufwand berücksichtigt werden können.

```

NPRP_E (* ; ++ (NPRP_E (**; ++ (1, M, 1); *)); ADDR_E <U> (*); **);

```

Diese Regel bewirkt, dass die Eigennamenphrase NPRP_E vor dem Adressbezeichner den Hauptakzent erhält, wenn dieser die Markierung 'u' = unbetont hat. Um das Ineinandergreifen der beteiligten Regeln zu verdeutlichen, habe ich hier die einzelnen Schritte noch einmal aufgeführt:

1. zunächst werden alle betonbaren Konstituenten mit einem Hauptakzent versehen:

$$((([1] \text{Mary}) ([1] \text{Smith})) ([1] \text{Street}))$$

2. von innen heraus werden nun die Klammern aufgelöst und die Akzentuierungsregeln angewandt
3. auf „Mary Smith“ trifft keine spezifische Regel zu, es wird also die ANY-Regel angewandt, was zu dieser Akzentverteilung führt:

$$(([2] \text{Mary} [1] \text{Smith}) [1] \text{Street})$$

4. im nächsten Schritt wird die neu eingeführte Regel für „street“ angewandt, der Eigenname bekommt den Hauptakzent:

$$([3] \text{Mary} [1] \text{Smith} [2] \text{Street})$$

Hier sieht man, wie zwei einzelne Regeln dazu führen, dass eine Nominalphrase – was eher außergewöhnlich ist – in der Mitte betont wird. Die Phrase „Mary Smith Avenue“ hingegen würde, trotz gleicher Struktur, ein anderes Betonungsmuster bekommen, da „Avenue“ den Hauptakzent bekommt:¹¹

$$((([1] \text{Mary}) ([1] \text{Smith})) ([1] \text{Avenue})) \longrightarrow (([2] \text{Mary} [1] \text{Smith}) [1] \text{Avenue}) \longrightarrow$$

$$([3] \text{Mary} [2] \text{Smith} [1] \text{Avenue}) \xrightarrow{\text{Rhythmusregel}} ([2] \text{Mary} [3] \text{Smith} [1] \text{Avenue})$$

¹¹ebenso wie alle anderen Adressbezeichner wie z.B. [2]Oxford [1]Lane, [2]Oxford [1]Road, [2]Oxford [1]Alley. „Street“ ist in dieser Hinsicht also wirklich eine Ausnahme. Allerdings haben beide von mir befragten native speakers zwischen „Oxford Street“ und „Oxford Avenue“ *keinen* Unterschied gemacht und beide auf dem Eigennamen betont, entgegen den in der Literatur (z.B. [SL87]) zu findenden Beispielen.

Nominalphrasen mit Genitiv

Nominalphrasen, die einen Modifikator im Genitiv enthalten, werden normalerweise anfangsbetont, d.h. auf dem ersten Nomen (hier waren sich auch die beiden befragten native speakers einig):

[0]my [1]friend's [2]car
 [0]the [1]user's [2]manual
 [3]Mr. [1]Smith's [2]house

Die Regel für compound nouns trifft auch auf diese Phrasen zu, eine zusätzliche Regel ist also nicht erforderlich.

Allerdings gibt es semantisch bedingte Ausnahmen, wie z.B. „[2]dealer's [1]choice“, „[2]Avogadro's [1]number“¹², die nicht so einfach zu berücksichtigen sind. Eine Möglichkeit wäre, das Stressfeature zu verwenden, das dann durch geeignete (semantische?) Regeln auf U = „unbetont“ gesetzt werden muss. Durch die folgende Regel würde dann die korrekte Betonung sichergestellt. Sie muss *vor* der Regel für compound nouns stehen, damit sie, falls zutreffend, zuerst angewendet wird.

$NP_E (* ; ++ (N_E <U> (*)) ; ++ (N_E (**; ++ (1, M, 1) ; *)) ; **) ;$

Nominalphrase mit PP-Erweiterung

[0]the [1]car [0]with [3]broken [2]windows
 [0]the [1]house [0]on [0]the [2]hill

Nominalphrasen mit einer Präpositionalphrase werden im Englischen, anders als im Deutschen, auf dem Nomen (dem Nukleus der Nominalphrase) betont.

$NP_EXT_E (** ; ++ (N_E (**; ++ (1, M, 1) ; *)) ; ++ (PP_E (*)) ; *) ;$

Diese Regel setzt den Hauptakzent innerhalb einer erweiterten Nominalphrase NP_EXT_E auf das Nomen.

6.4.2. Tabelle: restliche Phrasen

Da die restlichen Phrasentypen alle rechts betont sind, habe ich sie in Tabelle 6.2 zusammengefasst, jeweils mit einigen Beispielen zur Veranschaulichung.

¹²Beispiele aus [SL87]

Phrasentyp	Beispiel
Präpositionalphrasen	[0]on [0]the [1]hill [0]up [0]and [0]down [0]the [1]hill
Adjektivphrasen	This is a ([2]badly [1]written) paper. He saw an ([2]old [0]and [1]ugly) man.
Adverbialphrasen	He came ([2]really [1]late). It's a ([2]quite [1]well) done piece.
Verbalphrasen	Why ([2]won't [0]you [1]look [0]at [0]me)? I ([2]don't [1]trust [0]in [0]it). He ([2]looked [0]at [0]the [1]pictures). I'm [2]looking [1]forward [0]to [0]it). Where ([3]do [0]we [2]get [1]off)? She ([2]told [0]me [0]to [3]get [1]out).
Aussagesätze	[0]His [2]wife [3]bought [0]a [4]new [1]car. [2]Michael [3]is [4]looking [0]for [0]a [1]book.
Nebensätze	[0]while [0]he [2]did [0]the [1]dishes [0]who [2]owns [0]the [3]local [1]football [4]club
Imperativsätze	[2]Get [3]out [0]of [1]here! [2]Please [3]hold [0]the [1]line!
Entscheidungsfragen	[2]Do [0]you [3]believe [0]this [1]story? [2]Have [0]you [3]ever [4]been [0]in [1]France?
Wh-Fragen	[2]Where [4]do [0]we [3]get [1]off? [0]Which [2]drink [3]is [0]your [1]favourite?

Tabelle 6.2.: Beispiele für verschiedene englische Phrasentypen

6.4.3. Sonderfälle: Sätze ohne Objekt, Passivsätze

Sätze ohne Objekt und Passivsätze werden links betont, d.h. auf dem Subjekt. Dies mag zwar zunächst überraschen, liegt aber wohl daran, dass hier das Subjekt die wichtigste Information enthält. Es war zudem eines der wenigen Phänomene, bei dem sich die beiden von mir befragten native speakers einig waren.

[0]My [1]bike [3]was [2]stolen.
[0]A [1]letter [2]arrived [0]for [0]you [0]today.
[0]A [3]strange [1]man [3]came [0]into [0]my [2]office.
[0]The [1]bulb's [2]fused.
[0]Your [1]eyes [3]are [2]red.
[0]Some [3]new [1]legislation [3]was [2]announced [0]today.

6.4.4. Negationswörter

Negationswörter erhalten den Hauptakzent des Satzes, da sie eine kontrastive Bedeutung haben:

[0]You [4]should [1]never [3]believe [0]these [2]stories.
[4]Peter [3]will [1]not [2]come.

Dies wird von dieser Regel erledigt:

```
GS_E ( * ; ++ ( NEG_E ( ** ; ++ ( 1 , M , 1 ) ; * ) ) ; ** ) ;
```

Sie weist einem Negationswort auf Satzebene den Hauptakzent zu.

7. Akzentuierung von gemischtsprachigen Sätzen

7.1. Einschlussgrammatiken

Die Einschlussgrammatiken sind das Herzstück von `polySVOX`. Sie ermöglichen fremde Einschlüsse auf Wort- und Satzebene. Da sie durch ganz normale Grammatikregeln realisiert sind, fügen sie sich nahtlos in die Gesamtarchitektur ein.

Um die Grammatiken der verschiedenen Sprachen mischen zu können, muss sichergestellt werden, dass alle Bezeichner über alle Sprachen hinweg einmalig sind. Dies wird durch die Sprachmarkierung erreicht, die an jeden Bezeichner angehängt wird, wie bereits in den vorigen Kapiteln zu sehen war. So bezeichnet `NP_G` eine deutsche Nominalphrase, `VP_E` hingegen eine englische Verbalphrase, entsprechend `_I`, `_S` und `_F` für die anderen Sprachen.

Da die Grammatiken und Lexika für alle konfigurierten Sprachen gleichzeitig geladen werden, kann dann mit einer Regel wie der folgenden ein deutscher Satz durch einen englischen ersetzt werden:

```
S_G () ==> S_E () * 150
```

Das hohe Gewicht von 150 verhindert, dass deutsche Sätze mit mehreren englischen Wörtern als englische Sätze geparkt werden, d.h. deutsche Sätze werden auf jeden Fall bevorzugt.¹

In den nächsten beiden Abschnitten werde ich noch ein wenig näher auf die Einbettung fremdsprachiger Teile eingehen.

7.1.1. Gemischtsprachige Morphologie

Wie schon in Kapitel 3 erwähnt, werden häufig Morpheme aus anderen Sprachen übernommen, die dann mehr oder weniger an die morphologischen Regeln der Matrixsprache angepasst werden. Hier ein paar Beispiele für solche fremden Wortteile und die Einschlussregeln dazu:

¹Dies gilt natürlich nur, wenn Deutsch als Hauptsprache konfiguriert wurde; die Einschlussgrammatiken existieren für jedes Sprachpaar und `polySVOX` kann für jede Kombination von zwei oder mehr Sprachen konfiguriert werden.

- Verben:

Er hat die Datei *downloadet*.
Sie *snowboardet* gerne.

```
VERB_G (?, ?, ?, ?, ?, ?) ==> VERB_E (?, ?, ?, ?) * 120
VERBSTEM_G (v1, a, v, ?REF, ?AUX, ?PASS, b) ==>
    VERBSTEM_E (?, pres) * 150
PREF_G (?, p3, sep) ==> PREF_E () * 100
```

Es kann ein ganzes Verb, nur der Verbstamm oder auch ein Präfix übernommen werden.

- Adjektive:

Er fährt ein *cooles* Auto.
Der *smarteste* Bewerber setzt sich durch.

```
ADJSTEM_G (pos, d) ==> ADJSTEM_E (?TYPE, pos) * 150
```

Englische Adjektivstämme können auf deutsche abgebildet werden, sie erhalten dann die passenden Deklinationseendungen

- Nomen:

Zuviele Optionen verunsichern die *User*.
*Management*fähigkeiten werden heute überall verlangt.

```
NOUN_G (?C, ?N, ?G) ==> NOUN_E (?N2, ?G2, ?SG2, ?NCL2) * 120
NOUNSTEM_G (sk2, pk1, ?G2) ==>
    NOUNSTEM_E (?NCL, ?SGEN, ?GEND) * 150
NOUNSTEM_G (sk2, pk2, ?G2) ==>
    NOUNSTEM_E (?NCL, ?SGEN, ?GEND) * 150
```

Nomen können als ganzes Wort übernommen werden, oder nur als Nomenstamm (wobei die beiden Pluralklassen „mit -s“ und „ohne Endung“ möglich sind – deswegen zwei Regeln für NOUNSTEM).

7.1.2. Gemischtsprachige Syntax

Neben Wortbestandteilen wie oben können fremdsprachige Einschlüsse natürlich auch ganze Wörter und größere Konstituenten umfassen – dies ist wohl vermutlich sogar der häufigere Fall.

- Eigennamen:

Herr *Smith* isst gerne *Chicken Wings* bei *McDonald's*.

```
PRN_G (?C, ?NR, ?G, non) ==> NPR_E (?NCL, ?SGEN, ?G1) * 100
PRN_G (?C, ?NR, ?G, non) ==> NP_E (?NR, ?G2, c) * 110
```

Ein deutscher Eigennamen kann durch einen englischen ersetzt werden, alternativ kann (mit einem höheren Gewicht) jede beliebige englische NP als deutscher Eigenname verwendet werden.

- Nominalphrasen:

Hast Du *The Saint* gesehen?

Den alten *Human Resources Manager* haben sie gefeuert.

```
NP_G (?C, ?NR, ?P, ?G1, ?NT, norm) ==> NP_E (?NR, ?G2, c) * 80
NPNUC_G (?C, ?NR, pers3, ?G, ?TYP, ?NT) ==>
                                         NP_E (?NR, ?G2, c) * 90
```

Entweder kann eine fremdsprachige Nominalphrase eine deutsche komplett ersetzen, oder sie füllt lediglich den Nukleus und kann noch durch Artikel usw. ergänzt werden.

- Präpositionalphrase:

Ich trinke meinen Whiskey gerne *on the rocks*.

```
PP_G (?C, ?NR, ?G, ?T, norm) ==> PP_E () * 90
```

Eine komplette Präpositionalphrase kann ebenfalls durch ihr Äquivalent ersetzt werden.

7.2. Akzentuierung

Bei der Wort- und Satzakkzentuierung gemischtsprachiger Elemente gehen wir davon aus, dass für fremdsprachige Einschüsse die Regeln der Herkunftssprache verwendet werden sollten, so wie auch die phonologischen Regeln der jeweiligen Herkunftssprache angewandt werden.

7.2.1. Wortakzent

Bei fremden Einschlüssen in Worten handelt es sich oft um einzelne Morpheme, normalerweise Verb-, Adjektiv- oder Nomenstämme. Wie in den obigen Beispielen zu sehen, können aber durchaus auch komplexe Einschlüsse vorkommen, wie in „*snowboard*et“. In diesem Fall werden dann für „snowboard“ die Akzente dem englischen Lexikon entnommen, während auf das gesamte Wort dann die deutschen Akzentuierungsregeln zutreffen, die z.B. noch Akzente reduzieren oder verschieben können.

So wird in „Gelegenheits*snowboard*er“² zunächst die Akzentverteilung für „snowboard“ festgelegt – „snow“ und „board“ sind im Lexikon jeweils mit Hauptakzent eingetragen, also erhalten wir „Ge'legenheits'*snow*'*board*er“. Durch die Linksakzentuierungsregel im Deutschen werden der zweite und alle weiteren Hauptakzente zu Nebenantzenen reduziert: „Ge'legenheits, *snow*, *board*er“

Die Lexikoneinträge für die romanischen Sprachen enthalten keine Akzentangaben, da sie durch Regeln festgelegt werden; für das Französische gilt beispielsweise, dass die letzte betonbare Silbe eines Wortes den Hauptakzent erhält. Diese Regeln werden dann auch auf den Einschluss angewandt, bevor die Akzentuierungsregeln für das gesamte Wort zur Ausführung kommen.

Ein Beispiel: das französische „Croissant“ wird nach der oben genannten Regel auf der letzten Silbe betont: „Croi's'sant“. Wird es nun in einem deutschen Wort eingebettet, gilt dort die deutsche Linksbetonungsregel:

„Croi's'sant“ + „'bäcker“ → „*Crois*'*sant*,bäcker“
„'Schoko“ + „Croi's'sant“ → „'Schoko*crois*,*sant*“

7.2.2. Satzakzent

Auf Satzebene gibt es vielfältigere Phänomene. Hier können die Einschlüsse sehr unterschiedliche Größen haben, von einzelnen Wörtern bis hin zu ganzen Satzteilen.

Wiederum gilt, dass für die fremdsprachigen Satzteile die Akzentuierungsregeln der Herkunftssprache angewandt werden, was sich leicht in die zyklische Akzentvergabe integrieren lässt: jeglicher Einschluss wird zunächst als Phrase für sich behandelt und dann einfach in die nächst höhere Ebene integriert – die korrekte Akzentuierung passiert sozusagen „automatisch“ durch die Arbeitsweise des Algorithmus.

Da innerhalb der fremdsprachigen Phrasen die entsprechende Herkunftsgrammatik eingesetzt wird, wird auch sichergestellt, dass nur bestimmte Wortkategorien betonbar sind. Ansonsten würde jedes fremde Funktionswort einen Wortakzent erhalten.

²hier ist die Struktur ambig: Gelegenheits+*snowboarder* vs. Gelegenheits+*snowboard*+er

Ein paar Beispiele:

„[3]*Powered* [0]*by* [2]Erdgas“ [3]heißt [0]es [0]bei [0]der
 [1]Bodensee-Tri-*Challenge*.
 [0]Er [2]trinkt [0]zum [2]*Après-ski* [2]gerne [0]einen [3]*Tequila*
 [1]*Sunrise*.³
 [0]Die [4]neue [2]*Homebanking* [3]*Software* [4]unterstützt [3]jetzt
 [3]auch [3]*Fingerprint*- [0]und [1]*Smartcardreader*.

Bei allen diesen Beispielen bin ich davon ausgegangen, dass keine Phrasengrenze eingefügt wird. Im ersten Satz sieht man, dass „by“ als englisches Funktionswort akzentlos bleibt; „Bodensee-Tri-Challenge“ wird als Kompositum behandelt und stellt als Ganzes ein deutsches Wort dar.

Im zweiten Satz gibt es für die Nominalphrase „Tequila Sunrise“ verschiedene Parsemöglichkeiten: je nachdem, welche Einschlussgrammatiken aktiv sind, kann sie als deutsche Phrase, bestehend aus dem spanischen Wort „Tequila“ und dem englischen „Sunrise“, oder als englisches Compound Noun mit spanischem Einschluss, das wiederum in den deutschen Satz eingebettet ist, interpretiert werden (denkbar ist natürlich auch eine spanische Nominalphrase mit englischem Einschluss).

Welche Analyse gewählt wird, hängt davon ab, wie die Einschlussregeln gewichtet sind. Sollte „Tequila Sunrise“ als Eigenname im deutschen Lexikon stehen, würde natürlich dieser Eintrag gewählt werden. An diesem Beispiel lässt sich auch sehen, wie sich die syntaktische Analyse auf die Betonung auswirkt: als deutsche Nominalphrase würde „Sunrise“ als Apposition interpretiert und damit würde sich das (korrekte) Betonungsmuster

[2]Tequila [1]Sunrise

ergeben. Als englisches Compound Noun hingegen erhielte man fälschlicherweise⁴

*[1]Tequila [2]Sunrise

Dass es insbesondere bei englischen Compound Nouns, die in deutschen Sätzen verwendet werden, wichtig ist, die englischen Akzentuierungsregeln zu verwenden, zeigt das obige dritte Beispiel. „Homebanking Software“ wird als englisches Compound Noun geparst, da ein einzelner fremder Einschluss nur halb so „teuer“ ist wie eine Folge von zwei fremden Einschlüssen (s. vorige Abschnitte).

³auch im Spanischen wird der Wortakzent durch eine Regel festgelegt: ist kein Akzent vorhanden (wie z.B. bei „león“), so wird das Wort auf der vorletzten Silbe betont, wenn es auf Vokal, „n“ oder „s“ endet, ansonsten auf der letzten. Also „Te'quila“

⁴wenn man von der normalen Linksbetonung von Compound Nouns ausgeht. Wie schon in Abschnitt 6.4.1 erwähnt, gibt es viele Compound Nouns, die davon abweichen. Dazu scheinen auch alkoholische Getränke zu gehören: „[2]Piña [1]Colada“, „[2]Gin [1]Tonic“, etc.

Es wird also korrekt

[1]Homebanking [2]Software

zugewiesen, während es bei der Interpretation als deutsche Nomenfolge

*[2]Homebanking [1]Software

heißen würde. Neben den Compound Nouns gibt es auch noch andere Einschlüsse, bei denen die deutsche Phrasenbetonung zu falschen Ergebnissen führen würde. Ein Beispiel sind Adress- und Ortsbezeichnungen wie im folgenden Beispiel:

Der britische Premierminister wohnt in der ([1]*Downing* [2]*Street*), die *Queen* im ([1]*Buckingham* [2]*Palace*).

Zu beachten ist hierbei aber, dass die meisten englischen Adress- und Ortsbezeichnungen *rechtsbetont* sind, wie in Abschnitt 6.4.1 beschrieben.

Im Großen und Ganzen sind die englischen Betonungsregeln den deutschen sehr ähnlich, trotzdem ist an diesen Beispielen zu sehen, dass sich englische Einschlüsse nach eigenen Regeln verhalten und es notwendig ist, die englischen Akzentuierungsregeln auf sie anzuwenden, um korrekte Ergebnisse zu erhalten.

Es ist zudem anzunehmen, dass bei Einschlüssen aus den romanischen Sprachen die Anwendung der Betonungsregeln der jeweiligen Sprache noch eine sehr viel größere Rolle spielt. Im Rahmen dieser Diplomarbeit habe ich mich allerdings nicht näher mit diesen Sprachen beschäftigt.

8. Zusammenfassung

Zunächst hatte ich mich mit der in `polySVOX` implementierten deutschen Wortgrammatik beschäftigt und die als Vollformen im Lexikon eingetragenen Präfix- und Partikelverben entfernt und durch Wortbildungsregeln ersetzt. Damit wird das Lexikon deutlich kleiner, wobei gleichzeitig viel mehr Wortformen geparkt werden können.

Dann habe ich die deutsche Satzgrammatik um viele kleinere und größere syntaktische Phänomene ergänzt, vor allem was den Aufbau der Nominalphrase und die Einbettung und Struktur von Nebensätzen angeht. Ebenso habe ich zahlreiche Regeln hinzugefügt, die die möglichen Konstituenten in der rechten Satzklammer beschreiben.

Zu fast allen Regeln wurden Beispiele annotiert, die jeweils zeigen, für welches Phänomen die Regel gedacht ist. Außerdem wurde eine Liste mit ca. 50 Sätzen angelegt, die typische Satzstrukturen darstellen.

Um die Auswirkungen der vielen Änderungen überprüfen zu können, habe ich ein Tool entwickelt, das automatisch überprüft, ob Änderungen an der Grammatik zu veränderten Analysen von Phrasen eines Referenzkorpus führen. Somit kann verhindert werden, dass das Einführen von neuen Regeln (bzw. das Verändern vorhandener) unerwünschte Nebeneffekte verursacht.

Für die korrekte Betonung der Präfix- und Partikelverben habe ich neben morphologischen Einschränkungen eine neue Multi-context Rule hinzugefügt.

Aufbauend auf die Arbeit von Rothenberger ([[Rot90](#)]) habe ich die verschiedenen Phrasentypen im Deutschen auf ihre Betonung untersucht und die Betonungsmuster in Akzentuierungsregeln für `polySVOX` gefasst.

Des Weiteren habe ich die entsprechenden Regeln für das Englische aufgestellt und gezeigt, dass die Verwendung dieser Regeln bei englischsprachigen Einschlüssen erforderlich ist, um die korrekte Akzentuierung gemischtsprachiger Sätze ableiten zu können.

Trotz der zahlreichen Änderungen und Erweiterungen der deutschen Grammatik, die ich durchgeführt habe, bleibt noch viel Raum für Verbesserungen. Vor allem Zeit-, Datums- und Maßangaben werden noch sehr unzureichend behandelt, was häufig zu falschen Syntaxbäumen führt. Dennoch ist die syntaktische Analyse in den meisten Fällen schon erstaunlich gut.

Die englische Satz-Grammatik sollte vermutlich völlig neu implementiert werden, da es sehr schwierig sein wird, sie in ihrer jetzigen Form zu erweitern. Es ist wohl sinnvoll, sie ähnlich wie die deutsche aufzubauen.

Auch bei der Akzentuierung kann noch viel verbessert werden. So müssen z.B.

die Akzentuierungsregeln für Adjektiv- und Nomenpräfixe noch vervollständigt werden und für eine korrekte Betonung von deutschen Komposita und englischen Compound Nouns müsste zumindest eine ansatzweise semantische Analyse durchgeführt werden. Bestimmte kontrastive Phänomene auf Satzebene werden noch nicht ausreichend berücksichtigt, auch hier können noch viele Detailverbesserungen gemacht werden.

Es muss auch noch näher untersucht werden, wie sich Einschlüsse aus den romanischen Sprachen verhalten.

A. Verwendung des Skripts

Das von mir geschriebene Perl-Skript `reference.pl` erzeugt aus verschiedenen möglichen Input-Formaten eine Referenzdatei. Dabei kann angegeben werden, welche Repräsentation (`ptr`, `syntree`, ...) in der Referenzdatei abgespeichert werden soll. Nach Änderungen an den `polySVOX`-Grammatiken oder -Akzentuierungsregeln kann dann mit demselben Skript überprüft werden, ob sich gegenüber der Referenz etwas geändert hat.

Das Skript ruft `polySVOX` auf und muss deshalb in einem Verzeichnis gestartet werden, von dem aus auch `svox` aufrufbar ist. Temporärdateien werden unter `/tmp/` abgelegt. Wird das Skript mit `--help` aufgerufen, wird eine Liste aller verfügbaren Optionen mit Erklärungen angezeigt.

Alle Optionen existieren als Lang- und Kurzversion; sie können beliebig abgekürzt werden, solange sie eindeutig bleiben. Die Reihenfolge spielt keine Rolle.

Es kann zwischen zwei Modi gewählt werden – dem Erstellen einer neuen Referenz (`--create`) und dem Vergleichen mit einer bestehenden Referenz (`--check`):

`--create <file1> <file2>`

Daten werden aus `file1` gelesen, zur Verarbeitung an `polySVOX` übergeben und die Referenzdatei `file2` erzeugt. Mit der Option `-i` muss das Format der Input-Datei angegeben werden (s.u.).

`--check <file>`

Daten werden aus der Referenzdatei `file` gelesen, zur Verarbeitung an `polySVOX` übergeben und etwaige Differenzen zwischen alter und neuer Analyse ausgegeben.

Folgende Optionen sind außerdem verfügbar:

`-v, --verbose`

Detaillierte Meldungen werden ausgegeben, Temporärdateien werden nicht gelöscht.

`-i, --inputformat <format>`

Legt das Format der Input-Datei fest, `format` kann einer der folgenden Werte sein: `gram`, `ref`, `cmd`. Um aus den Grammatiken eine Referenzdatei zu erzeugen, muss als Format `gram` angegeben werden, `ref`, um aus einer vorhandenen Referenzdatei eine neue zu erzeugen und `cmd` wenn eine Datei verarbeitet werden soll, die `polySVOX`-Befehle enthält (diese Datei wird direkt an `polySVOX` weitergegeben).

A. Verwendung des Skripts

-l, --logfile <file>

Alle Meldungen sowie der polySVOX-Output werden zusätzlich in das Logfile `file` geschrieben.

-r, --refinputformat <format>

Wenn eine Referenzdatei als Input verwendet wird, kann hiermit ausgewählt werden, welche Einträge gelesen werden sollen. Dies ist nützlich für Referenzdateien mit gemischten Einträgen. Es können beliebige Werte wie `cmd`, `text`, ... angegeben werden, nur die passenden Einträge der Referenzdatei werden an polySVOX weitergegeben.¹ Voreingestellt ist `cmd`.

-o, --svox-output <format>

Mit dieser Option kann das Ausgabeformat festgelegt werden, das von polySVOX verwendet werden soll. Es kann jedes beliebige von polySVOX erlaubte Format gewählt werden, d.h. `ptr`, `syntree`, ... Die Einträge in der Referenzdatei werden dann in diesem Format geschrieben und später zum Vergleich genutzt. Voreinstellung ist `ptr`.

-x, --save-svox-output

Durch Angeben dieser Option wird jeglicher polySVOX-Output als Kommentar mit in der Referenzdatei abgespeichert. Dies ist z.B. nützlich, um die Syntaxbäume mit abzuspeichern (sie müssen dazu natürlich in der polySVOX-Konfigurationsdatei angeschaltet werden). Die Referenzdatei wird dadurch aber um ein Vielfaches größer.

-d, --diff <file>

Diese Option ist nur im --check-Modus verfügbar. Beim Abgleich mit einer Referenzdatei werden die Differenz-Informationen nicht nur am Bildschirm ausgegeben, sondern zusätzlich in der angegebenen Datei gespeichert.

-h, --help

Zeigt die verfügbaren Optionen und eine kurze Erklärung an.

¹Der Wert muss mit dem in der Referenzdatei in den `<input format="XXX">...</input>`-Zeilen angegebenen übereinstimmen.

B. Testsätze

B.1. Präfix-/Partikelverben

Im Folgenden findet sich eine Liste von Präfix- und Partikelverben mit Betonungsinformationen, die ich für die Überprüfung der Wortgrammatik und Betonungsregeln zusammengestellt habe.

Infinitive

'bauen, ver'bauen, 'auf,bauen, 'aufzu,bauen, 'aufzu,bauend, über'bauen, be'zeichnen, gou'tieren, 'an,fragen, 'an zu,fragen, ver'legen, 'auf,legen, 'aufzu,legen, 'missbe,hagen, 'misszube,hagen, über'füttern, unter'schätzen, ,verge'waltigen, be'einflussen, 'überbe,lasten, be'lichten, 'unterbe,lichten, 'unterzube,lichten, po'saunen, 'auspo,saunen, 'auszupo,saunen

Partizipien

ge'baut, ver'baut, 'bauend, ver'bauend, 'aufge,baut, 'auf,bauend, über'baut, ge'lagert, 'lagernd, gou'tiert, gou'tierend, be'lastend, ge'fallend, zu'rückge,legt, 'missbe,hagt, 'missbe,hagend, unter'schätzt, ,verge'waltigt, ,verge'waltigend, be'einflusst, be'lichtet, 'unterbe,lichtet, 'abge,lichtet, ge'gangen, hinter'gangen, miss'fallen

B.2. Gemischtsprachige Sätze

Zur Überprüfung der Einschlussgrammatiken habe ich eine Sammlung von Sätzen mit fremdsprachigen Einschlüssen zusammengestellt:

In der *Haute Couture* hat das *Décolleté* wieder Hoch*saïson*, während beim *Prêt-à-Porter* eher *Casual Wear en vogue* ist.
Er *outet* sich als *Chansonfan*.
Der neueste *Hit* im *Fastfood*-Geschäft sind *Tacos* und *Burritos*, bei den *Cocktails* sind *Caipiriña* und *Mojito hip*.
Enrique Iglesias verkörpert den perfekten *Latin Lover*.
Der letzte Börsen*crash* traf vor allem *Startups*.
Viele *Manager* haben nur den *Shareholder Value* im Kopf.
Die *Performance* unserer *Investmentbanking*-Abteilung ist inakzeptabel.

„*Hasta la vista!*“ war *Terminators* Motto.
Mit einem durchgestylten Familien*van* ist Opel wieder *up to date*.
„*Handy*“ und „*Showmaster*“ gibt's so nur im Deutschen.
Microsofts Motto zur Einführung von *Windows* 95 war „*Where do you want to go today?*“.
„*Powered by* Erdgas“ heißt es bei der Bodensee-Tri-*Challenge*.
Der *Song* „*Love is all around*“ war das große *Comeback* für „*Wet Wet Wet*“.
Er trinkt zum *Après-ski* gerne einen *Tequila Sunrise*.
Der *Soundtrack* zu *8 Mile* vereint die *Beats* vieler angesagter *MCs*.
Gegen die neuesten *Exploits* hilft nur das *Updaten* des *Browsers*.
Die neue *Homebanking Software* unterstützt jetzt auch *Fingerprint*-
und *Smartcardreader*.
Heavy Metal ist schon lange *Mainstream*.
La dolce vita zeigt den *Lifestyle* der *High Society* im Rom der 50er.
Er geht regelmäßig zum *Bodybuilding* ins *Fitnesscenter*.

C. Aufgabenstellung

Sommersemester 2006
(DA-2006-08)

Diplomarbeitsaufgabenstellung
für

Herrn Manuel Weiss

Betreuer: H. Romsdorfer ETZ D97.5

Stellvertreter: Dr. B. Pfister ETZ D97.6

Ausgabe: 3. April 2006

Abgabe: 2. Oktober 2006

Wort- und Satzakkzentuierung gemischtsprachiger Texte für die Sprachsynthese

Einleitung

Um in einem Sprachsynthesesystem Text in gesprochene Sprache umsetzen zu können, ist als erster Schritt eine morphologische und syntaktische Analyse des Eingabetextes erforderlich. Aus dieser Analyse resultiert nicht nur detaillierte Information über Wortart und -form der Wörter und über den Aufbau der Sätze (Syntaxbaum), sondern auch die Angabe über die Sprachzugehörigkeit aller Textbestandteile und ihre Aussprache (vergl. [1]). Aufgrund des Syntaxbaum wird zudem für jeden Satz die Phraseneinteilung und die Akzentverteilung bestimmt.

Eine solche Textanalyse liegt im Sprachsynthesesystem PolySVOX vor, und zwar für die Sprachen Deutsch, Englisch, Französisch, Italienisch und Spanisch. Das System funktioniert für viele Beispielsätze korrekt, aber es bestehen noch gewisse Mängel. So weist das System hinsichtlich Wortschatz in manchen Sprachen einen noch bescheidenen Abdeckungsgrad auf. Zusätzlich wird von den für die Prosodie wichtigen syntaktischen Konstruktionen erst ein Teil ausreichend behandelt.

Weil man nicht erwarten kann, dass das Morphemlexikon eines Sprachsynthesystems vollständig ist, muss damit gerechnet werden, dass die morphologische Analyse gewisser Wörter scheitert. Für solche Fälle muss das System über eine Alternative zur Standardmethode (morphologische Zerlegung der Wörter anhand des Morphemlexikons und der Wortgrammatik) verfügen. In dieser alternativen Methode zur Wortanalyse werden die Stämme nicht lexikalisch, sondern durch Regeln beschrieben.

Sowohl auf morphologischer als auch auf syntaktischer Ebene kommen Definite Clause Grammars (DCG) zum Einsatz und beim Lexikon-Look-up können Two-Level-Regeln verwendet werden. Die DCG sind mit Bewertungen versehen, die beim Parsen verwendet werden, um unter ambigen Lösungen auszuwählen oder für nicht-parsbare Wortsequenzen einen Ersatzsyntaxbaum zu konstruieren.

Aufgabenstellung

Die vorhandene Textanalyse (Lexikon, Two-Level-Regeln, Wort- und Satzgrammatik) hat bereits für die einzelnen Sprachen eine respektable Komplexität. Im Falle der gemischt-sprachigen Analyse, die ja auf den einsprachigen Analysen aufbaut, steigt die Komplexität erheblich. Bevor Lexika und Grammatiken erweitert werden, ist es deshalb erforderlich, Hilfsmittel zu entwickeln, mit denen das System überprüft werden kann. Dazu gehören in etwa:

- a) Eine Sammlung von Wort- und Satzbeispielen samt den zugehörigen Analyseergebnissen: Aufgrund dieser Sammlung kann dann besser beurteilt werden, welche Auswirkungen beabsichtigte Änderungen haben werden. Es ist durchaus zweckmässig, in eine solche Sammlung auch Beispiele aufzunehmen, die von der Analyse noch nicht abgedeckt werden.¹
- b) Werkzeuge (Software Tools), mit denen die Auswirkungen solcher Änderungen effizient gesucht und zweckmässig (übersichtlich) dargestellt und beurteilt werden können. Dazu muss beispielsweise einstellbar sein, wie detailliert Ergebnisse darzustellen sind.

Nebst diesen Werkzeugen, die möglichst sprachunabhängig zu sein haben, sollen in dieser Diplomarbeit insbesondere folgende Teile des System erweitert werden (es wird empfohlen in dieser Reihenfolge vorzugehen):

1. Im deutschen System soll die morphologische Analyse der Partizipien und die Handhabung der Präfixe überarbeitet werden. Im Morphemlexikon sind gegenwärtig viele mit Präfixen versehene Stämme eingetragen. (Solche Einträge können in der Folge überflüssig werden; vergl. Punkt 5.)

¹Im Gegensatz zu andern Anwendungen (z.B. in der Spracherkennung; siehe [2]) ist es für die Sprachsynthese weder nötig noch sinnvoll, Negativbeispiele in diese Sammlung aufzunehmen, also Beispiele, bei denen die Analyse scheitern muss. Die Sprachsynthese muss jeden Text, insbesondere auch jeden falsch geschriebenen in gesprochene Sprache umsetzen können. Eine automatische Korrektur ist dabei nicht vorgesehen.

-
2. Es ist das Konzept für die obigen Hilfsmittel (Punkte a und b) zu entwerfen, mit den Betreuern zu besprechen und zu verwirklichen.
 3. Die deutsche Satzgrammatik soll dahingehend ergänzt werden, dass die prosodisch wichtigen syntaktischen Konstruktionen (z.B. Satztypen, Nebensätze, Koordination, Negation, etc.; vergl. [3] und [4]) korrekt analysiert werden. Für die Behandlung syntaktischer Phänomene, die sich auf die Prosodie nicht auswirken, sind keine Anstrengungen nötig.
 4. Die deutschen Satzakkzentuierungsregeln sollen insoweit modifiziert und erweitert werden, dass die prosodisch wichtigen syntaktischen Konstruktionen korrekt betont werden. Als erster Anhaltspunkt kann dazu [3] dienen.
 5. Zusätzlich soll die Satzakkzentuierung auf gemischtsprachige deutsche Texte mit englischen oder französischen Einschlüssen erweitert werden. Dazu kann es nötig werden, dass auch die englischen und französischen Satzakkzentuierungsregeln erweitert werden müssen.
 6. Durch das Ergänzen der Wortgrammatik, insbesondere in Sinne der Kompositabildung und Präfigierung, können Lexikoneinträge überflüssig werden. Es soll deshalb ein weiteres Werkzeug entwickelt werden, mit dem sich solche Einträge automatisch ausscheiden lassen.
 7. Schliesslich sollen die Einschlussgrammatiken weiterentwickelt und eine Sammlung gemischtsprachiger Testsätze angelegt werden.

Die ausgeführten Arbeiten und die erhaltenen Resultate sind in einem Bericht zu dokumentieren (siehe dazu [5]), der in gedruckter und in elektronischer Form abzugeben ist. Zusätzlich sind im Rahmen eines Kolloquiums zwei Präsentationen vorgesehen: etwa drei Wochen nach Beginn soll der Arbeitsplan und am Ende der Arbeit die Resultate vorgestellt werden. Die Termine werden später bekannt gegeben.

Literaturverzeichnis

- [1] B. Pfister and H. Romsdorfer. Mixed-lingual text analysis for polyglot TTS synthesis. In *Proceedings of Eurospeech'03*, pages 2037–2040, Geneva, September 2003.
- [2] T. Kaufmann. *Ein HPSG-System zur Anwendung in der Spracherkennung*. Zwischenbericht zum Nationalfonds-Projekt 105211-104078/1: Rule-Based Language Model for Speech Recognition. Institut TIK, ETH Zürich, Januar 2005.
- [3] R. Rothenberger. *Betonungsverhältnisse im deutschen Satz*. Bericht Nr.5 zum Projekt *Realisation eines Versuchssystems für den Betrieb der Mechanischen Dienste mit synthetischer Sprache*. Institut für Elektronik, ETH Zürich, November 1990.
- [4] Duden “*Die Grammatik*”, 7. Auflage. Bibliographisches Institut. Mannheim, Wien, Zürich, 2005.

- [5] B. Pfister. *Hinweise für die Präsentation der Semester- oder Diplomarbeit*. Institut TIK, ETH Zürich, März 2004.
- [6] B. Pfister. *Richtlinien für das Verfassen des Berichtes zu einer Semester- oder Diplomarbeit*. Institut TIK, ETH Zürich, März 2004.

Zürich, den 30. März 2006

Literaturverzeichnis

- [Bie66] BIERWISCH, MANFRED: *Regeln für die Intonation deutscher Sätze*. In: *Studia Grammatica VII. Untersuchungen über Akzent und Intonation im Deutschen*, Seiten 99–201. Akademie-Verlag, Berlin, 1966. [2.3](#), [3](#)
- [Bol72] BOLINGER, DWIGHT: *Accent is predictable (if you're a mind reader)*. *Language*, 48:633–644, 1972. [2.1](#)
- [Bre71] BRESNAN, JOAN: *Sentence stress and syntactic transformations*. *Language*, 47:257–280, 1971. [2](#)
- [CH68] CHOMSKY, N. und M. HALLE: *The Sound Pattern of English*. Harper & Row, New York, NY, 1968. [2.2.3](#), [3](#), [6.3](#)
- [Dud84] DUDEN (Herausgeber): *Duden – Die Grammatik*. Dudenverlag, Mannheim, 4. Auflage Auflage, 1984. [4.1.3](#)
- [Dud05] DUDEN (Herausgeber): *Duden – Die Grammatik*. Dudenverlag, Mannheim, 7. Auflage Auflage, 2005. [4.1.3](#), [4.2.2](#)
- [Fér01] FÉRY, CAROLINE: *Focus and Phrasing in French*. In: FÉRY, CAROLINE und WOLFGANG STERNEFELD (Herausgeber): *Audiatur Vox Sapientiae: A Festschrift for Arnim von Stechow*, Seiten 153–81. Akademie Verlag, Berlin, 2001. [6.1](#)
- [HDC98] HIRST, DANIEL und ALBERT DI CRISTO (Herausgeber): *Intonation Systems – A Survey of Twenty Languages*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1998.
- [Hir91] HIRSCHBERG, J.: *Using Text Analysis to Predict Intonational Boundaries*. In: *Proceedings of Eurospeech*, Seiten 1275–1278, 1991. [2.1](#)
- [Höh82] HÖHLE, TILMAN: *Explikation für „normale Betonung“ und „normale Wortstellung“*. In: ABRAHAM, WERNER (Herausgeber): *Satzglieder im Deutschen*, Seiten 75–153. Gunter Narr Verlag, Tübingen, 1982. [2](#)
- [Kip66] KIPARSKY, PAUL: *Über den deutschen Akzent*. In: *Studia Grammatica VII. Untersuchungen über Akzent und Intonation im Deutschen*, Seiten 69–97. Akademie-Verlag, Berlin, 1966. [2.2.3](#), [3](#), [6.2.1](#), [1](#), [6.2.2](#), [6.3](#), [6.3.7](#)

- [Lad96] LADD, D. ROBERT: *Intonational phonology*. Nummer 79 in *Cambridge Studies in Linguistics*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1996.
- [Mon90] MONAGHAN, ALEX: *Rhythm and stress-shift in speech synthesis*. Computer Speech and Language, 4:71–78, 1990. [2.2.3](#)
- [MS01] MONAGHAN, ALEX und FRED SANNIER: *A Metrical Model of Prosody for French TTS*. In: *Proceedings of the 4th International Workshop on Speech Synthesis*, Pitlochry, 2001. [6.1](#)
- [Möb93] MÖBIUS, BERND: *Ein quantitatives Modell der deutschen Intonation – Analyse und Synthese von Grundfrequenzverläufen*. Nummer 305 in *Linguistische Arbeiten*. Niemeyer, Tübingen, 1993. [2.2](#)
- [OvSMS98] OLIVE, JOSEPH, JAN VAN SANTEN, BERND MÖBIUS und CHILIN SHIH: *Synthesis*. In: SPROAT, RICHARD (Herausgeber): *Multilingual Text-to-Speech Synthesis: The Bell Labs Approach*, Kapitel 7, Seiten 191–228. Kluwer Academic, Dordrecht; Boston, MA; London, 1998.
- [Pie81] PIERREHUMBERT, JANET: *Synthesizing intonation*. Journal of the Acoustical Society of America, 70:985–995, 1981.
- [pol06] POLYSVOX: *polySVOX Demo-Website*. http://www.tik.ee.ethz.ch/~spr/SVOX/polysvoxdemo/polysvox_morphosynt.html, 2006. Stand: 1. September 2006. [2](#)
- [PR03] PFISTER, BEAT und HARALD ROMSDORFER: *Mixed-lingual text analysis for polyglot TTS synthesis*. In: *Proceedings of the Eurospeech*, Seiten 2037–2040, 2003. [3](#)
- [Rom03] ROMSDORFER, HARALD: *Mixed-lingual Morpho-Syntactic Analysis of the SVOX Text-to-Speech System*. Technischer Bericht, Speech Processing Group, Computer Engineering and Networks Laboratory, ETH Zurich, Switzerland, 2003. [3](#), [3.3](#)
- [Rot90] ROTHENBERGER, RUTH: *Betonungsverhältnisse im deutschen Satz*. Realisation eines Versuchssystems für den Betrieb der Mechanischen Dienste mit synthetischer Sprache 5, Speech Processing Group, Computer Engineering and Networks Laboratory, ETH Zurich, Switzerland, 1990. [5](#), [6.3](#), [6.3.7](#), [8](#)
- [RP04] ROMSDORFER, HARALD und BEAT PFISTER: *Multi-context rules for phonological processing in polyglot TTS synthesis*. In: *Proceedings of the Interspeech 2004 - ICSLP*, Jeju Island (Korea), 2004. [6.2.1](#)

- [RP06] ROMSDORFER, HARALD und BEAT PFISTER: *Character Stream Parsing of Mixed-lingual Text*. In: *ISCA Tutorial and Research Workshop on Multilingual Speech and Language Processing (MultiLing 2006)*, Stellenbosch, South Africa, 2006. [3](#)
- [RPB05] ROMSDORFER, HARALD, BEAT PFISTER und RENÉ BEUTLER: *A Mixed-lingual Phonological Component which Drives the Statistical Prosody Control of a Polyglott TTS Synthesis System*. Technischer Bericht, Speech Processing Group, Computer Engineering and Networks Laboratory, ETH Zurich, Switzerland, 2005. [3](#)
- [SBP⁺92] SILVERMAN, KIM, MARY BECKMAN, JOHN PITRELLI, MARI OSTENDORF, COLIN WIGHTMAN, PATTI PRICE, JANET PIERREHUMBERT und JULIA HIRSCHBERG: *ToBI: A standard for labelling English prosody*. In: *Proceedings of the International Conference on Spoken Language Processing (Banff, Alberta)*, Band 2, Seiten 867–870, 1992. [2.1](#)
- [Sch76] SCHMERLING, SUSAN F.: *Aspects of English Sentence Stress*. University of Texas Press, Austin, 1976. [2](#), [2.2.3](#), [6.4](#)
- [SH00] SCHWEITZER, ANTJE und MARTIN HAASE: *Zwei Ansätze zur syntaxgesteuerten Prosodiegenerierung*. In: *Proceedings of the 5th Conference on Natural Language Processing – Konvens-2000 (Ilmenau, Germany)*, 2000. [2.1](#)
- [SL87] SPROAT, RICHARD W. und MARK Y. LIBERMAN: *Toward treating English nominals correctly*. In: *Proceedings of the 25th annual meeting on Association for Computational Linguistics*, Seiten 140–146, Morristown, NJ, USA, 1987. Association for Computational Linguistics. [6.4.1](#), [11](#), [12](#)
- [Spr90] SPROAT, RICHARD: *Stress Assignment in Complex Nominals for English Text-to-Speech*. In: *Proceedings of ESCA Workshop on Speech Synthesis*, Autrans, France, 1990. [6.4.1](#)
- [Spr96] SPROAT, RICHARD: *Multilingual Text Analysis for Text-to-Speech Synthesis*. In: *Proc. ICSLP '96*, Band 3, Seiten 1365–1368, Philadelphia, PA, 1996. [3](#)
- [tHCC90] HART, JOHAN 'T, RENÉ COLLIER und ANTONIE COHEN: *A Perceptual Study of Intonation – An Experimental-Phonetic Approach to Speech Melody*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1990.
- [THN⁺99] TRABER, CHRISTOF, KARL HUBER, KARIM NEDIR, BEAT PFISTER, ERIC KELLER und BRIGITTE ZELLNER: *From multilingual to polyglot speech synthesis*. In: *Proceedings of the Eurospeech*, Seiten 835–838, 1999. [3](#)

- [Tra95] TRABER, C.: *SVOX: The Implementation of a Text-to-Speech System for German*. Doktorarbeit, Computer Engineering and Networks Laboratory, ETH Zurich, 1995. 2.3, 3, 4.1.1
- [Wik06] WIKIPEDIA: *Wikipedia-Artikel über englische compounds*. http://en.wikipedia.org/wiki/English_compound, 2006. Stand: 1. September 2006. 9