

Universität Stuttgart  
Institut für Maschinelle Sprachverarbeitung  
Katrin Schweitzer

# **Die Intonation von Entscheidungsfragen bei Morbus Parkinson unter Berücksichtigung des Sprechstils**

Studienarbeit Nr. 41

angemeldet am: 3. März 2005

abgegeben am: 3. Juni 2005

---

Betreuerin: Kathrin Claßen (M.A.)

Gutachter: Prof. Dr. phil. Grzegorz Dogil

---

Stuttgart, 3. Juni 2005

## **Erklärung**

Hiermit versichere ich, diese Arbeit selbstständig verfasst und nur die angegebenen Quellen benutzt zu haben.

Katrin Schweitzer

# Inhaltsverzeichnis

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <b>Parkinson-Krankheit</b>                                    | <b>3</b>  |
| 2.1      | Einführung . . . . .  | 3         |
| 2.2      | Pathophysiologie . . . . .                                    | 3         |
| 2.3      | Symptomatik . . . . .   | 4         |
| 2.3.1    | Die drei Kardinalsymptome . . . . .                           | 4         |
| 2.3.2    | Weitere Symptome . . . . .                                    | 5         |
| 2.4      | Therapie . . . . .  | 5         |
| <b>3</b> | <b>Parkinson Dysarthrophonie</b>                              | <b>7</b>  |
| 3.1      | Störung der Respiration . . . . .                             | 7         |
| 3.2      | Störung der Phonation . . . . .                               | 8         |
| 3.3      | Störung der Artikulation . . . . .                            | 9         |
| 3.3.1    | Veränderungen in der Sprechgeschwindigkeit . . . . .          | 9         |
| 3.3.2    | Sprechinitiierungsstörungen und repetitive Probleme . . . . . | 10        |
| 3.4      | Dysprosodie . . . . .   | 10        |
| 3.5      | Symptomkorrelation . . . . .                                  | 11        |
| <b>4</b> | <b>Sprechstil</b>   | <b>13</b> |
| 4.1      | Gesunde Sprecher . . . . .                                    | 13        |
| 4.2      | Dysarthrische Sprecher . . . . .                              | 14        |
| <b>5</b> | <b>Experiment</b>   | <b>16</b> |
| 5.1      | Motivation und Ziele dieser Untersuchung . . . . .            | 16        |
| 5.2      | Design . . . . .  | 17        |
| 5.2.1    | Allgemeines über das Map-Task Design . . . . .                | 17        |
| 5.2.2    | Design des vorliegenden Experiments . . . . .                 | 17        |
| 5.3      | Probanden . . . . .   | 18        |
| 5.3.1    | Dysarthrische Probanden . . . . .                             | 18        |
| 5.3.2    | Gesunde Kontrollgruppe . . . . .                              | 18        |
| 5.3.3    | Ausgewertete Daten . . . . .                                  | 18        |
| 5.4      | Methoden . . . . .  | 19        |
| 5.4.1    | Datenerhebung . . . . .                                       | 19        |
| 5.4.2    | Datenaufbereitung . . . . .                                   | 19        |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 5.4.3    | Alignierung . . . . .   | 19        |
| 5.4.4    | Intonatorische Analyse . . . . .  | 19        |
| 5.4.4.1  | Grundzüge des Stuttgarter GToBI-Modells . . . . .                                     | 20        |
| 5.4.4.2  | Inventar des Stuttgarter GToBI-Modells . . . . .                                      | 20        |
| 5.4.5    | Typen von Entscheidungsfragen . . . . .   | 22        |
| 5.4.6    | Einteilung der Probanden . . . . .  | 24        |
| 5.4.7    | Markierung des Sprechstils . . . . .  | 24        |
| 5.5      | Resultate . . . . .   | 24        |
| 5.5.1    | Einfluss des Entscheidungsfragentyps . . . . .  | 25        |
| 5.5.2    | Einfluss der Probandengruppe . . . . .  | 27        |
| 5.5.3    | Einfluss des Sprechstils . . . . .  | 27        |
| 5.5.4    | Interpretation . . . . .  | 27        |
| 5.5.4.1  | Unterschiede zwischen gesunden und dysarthrischen Sprechern . . . . .                 | 28        |
| 5.5.4.2  | Unterschiede zwischen Lese- und Spontansprache bei dysarthrischen Sprechern . . . . . | 28        |
| 5.5.4.3  | Variabilität der Intonation bei dysarthrischen Sprechern . . . . .                    | 29        |
| <b>6</b> | <b>Fazit</b>  | <b>30</b> |
| <b>A</b> | <b>Symptomhierarchie bei hypokinetischer Dysarthrie</b>                               | <b>31</b> |
| <b>B</b> | <b>Versuchsdesign des Experiments</b>   | <b>32</b> |
| B.1      | Übersicht über die Silbenstruktur der verwendeten Landmarks . . . . .                 | 32        |
| B.2      | Text für die Lesesprache . . . . .  | 32        |
| <b>C</b> | <b>Statistische Methoden</b>  | <b>34</b> |
| C.1      | Unabhängigkeit aller Variablen . . . . .  | 34        |
| C.2      | Einfluss des Entscheidungsfragentyps . . . . .  | 34        |
| C.3      | Einfluss der Probandengruppe . . . . .  | 35        |
| C.4      | Einfluss des Sprechstils . . . . .  | 35        |
|          | <b>Literatur</b>  | <b>42</b> |

# 1 Einleitung

Experimentelle Untersuchungen der Sprache von Parkinson-Dysarthrikern zeigen, dass ihre intonatorischen Fähigkeiten eingeschränkt sind, was als monotones Sprechen wahrgenommen wird (Darley u. a. 1975).

Erkenntnisse dieser Untersuchungen stützen sich meist auf Daten der Lesesprache, die unter Experimentalbedingungen relativ leicht zu akquirieren sind. Im Alltag jedoch ist der am häufigsten vorkommende Sprechstil die Spontansprache, und einige wenige Studien (Frearson 1985; Kempler u. Van Lancker 2002; Brown u. Docherty 1995; Lowit-Leuschel 1997) sowie klinische Beobachtungen (vgl. Kent u. Finley Kent 2000) weisen darauf hin, dass sich die Sprechleistungen der Dysarthriker (wie die der Gesunden) für spontanes Sprechen von denen der Lesesprache unterscheiden.

Diese Untersuchungen beschäftigen sich meist ausschließlich mit Dysarthrikern, vergleichen also diese nicht mit gesunden Sprechern. Sehr wenige Studien berücksichtigen sowohl den Gesundheitszustand des Sprechers als auch den Sprechstil. Brown u. Docherty (1995) sowie Lowit-Leuschel (1997) verglichen die Sprache von Dysarthrikern mit der von Gesunden unter der Berücksichtigung des Sprechstils. In beiden Fällen wurden jedoch keine Intonationsmuster, sondern quantitative Werte der Intonation wie Registerumfang oder mittlere Grundfrequenz analysiert.

In der vorliegenden Arbeit wird ein Experiment vorgestellt, in dem Intonationsverläufe, beschrieben durch intonatorische Kategorien, untersucht werden. Hierzu werden spontan geäußerte sowie gelesene Entscheidungsfragen zweier Dysarthriker und einer gesunden Kontrollgruppe erhoben und gegenübergestellt. In der Vergangenheit hat sich gezeigt, dass gesunde Sprecher in der Spontansprache Entscheidungsfragen nicht mit steigender Intonation realisieren (Grice u. a. 1997). Folglich wird von einer linguistischen Funktion der Intonation, der Markierung des Satzmodus', in der Spontansprache kein Gebrauch gemacht. Dies soll nun vergleichend auch für pathologische Sprecher untersucht werden, weswegen nicht nur besonderes Augenmerk auf die Unterschiede zwischen Dysarthrikern und Gesunden sondern auch auf etwaige durch den Sprechstil hervorgerufene Unterschiede in der dysarthrischen Sprache gerichtet wird. Ein weiterer Untersuchungsaspekt ist die Variabilität der verwendeten Intonationsmuster, da der perzeptive Eindruck der Monotonie bei Parkinson-Dysarthrie auch aus einem eingeschränktem tonalen Inventar der Sprecher resultieren könnte.

Die Arbeit ist wie folgt gegliedert: Kapitel 2 gibt einen Überblick über Pathophysiologie und Symptomatik sowie mögliche Therapieansätze des Morbus Parkinson. In Kapitel 3 wird auf Sprechstörungen eingegangen, welche die Erkrankung begleiten. Hierbei werden in Abschnitt 3.4 vor allem die Beeinträchtigung der Intonation geschildert. Eine Differenzierung der beiden Sprachmodi „Lesesprache“ und „Spontansprache“ wird in Kapitel 4 vorgenommen, bevor in Kapitel 5 die Durchführung des Experiments, der verwendeten Analysemethoden

den sowie die Interpretation der Daten beschrieben wird. In Kapitel 6 wird ein Fazit sowie der Ausblick auf mögliche weitere Untersuchungen gegeben.

## 2 Parkinson-Krankheit

Das folgende Kapitel gibt einen kurzen allgemeinen Überblick über das Krankheitsbild der Parkinsonschen Erkrankung (auch: Morbus Parkinson). Es werden Pathophysiologie und Symptomatik sowie mögliche Therapieansätze der Krankheit betrachtet.

### 2.1 Einführung

Die Parkinsonsche Erkrankung ist eine der häufigsten neurodegenerativen Erkrankungen des fortgeschrittenen Alters. Es handelt sich um eine Erkrankung im Bereich der Basalganglien, deren Krankheitsbild bereits im Jahr 1817 erstmals beschrieben wurde. Der englische Arzt James Parkinson bezeichnete die Krankheit als „shaking palsy“ (Schüttellähmung) und beschrieb sie als progrediente Erkrankung, die durch Ruhetremor, nachlassende Muskelkraft und vorübergebeugte Haltung gekennzeichnet ist. Klassischerweise beginnt der Morbus Parkinson bei Patienten zwischen 40 und 70 Jahren und erreicht die schwerste Ausprägung ungefähr im 65. Lebensjahr.

Man unterscheidet drei Formen der Parkinsonschen Erkrankung. Am häufigsten tritt der idiopathische Morbus Parkinson auf; er wird als primärer Parkinson bezeichnet. Diese Parkinson-Form wird in der vorliegenden Arbeit besprochen. Unter sekundärem Parkinson versteht man diejenigen Formen der Erkrankung, die beispielsweise durch Enzephalitis, Intoxikation, Traumata oder Medikamente induziert sind.<sup>1</sup>

### 2.2 Pathophysiologie

Die Parkinsonsche Erkrankung ist eine degenerative Erkrankung des extrapyramidalen motorischen Systems, genauer, eines Teils davon, der Basalganglien, welche motorische Abläufe koordinieren. Durch den Tod dopaminergener Zellen, das heißt, durch den Verlust von durch Dopamin wirksamen Neuronen wird das normalerweise fein ausbalancierte Gleichgewicht von Dopamin und Acetylcholin gestört, was zur Störung der motorischen Bewegungskontrolle führt.

Für eine detaillierte Beschreibung der biochemischen Prozesse der Basalganglien sowie der Störungen des biochemischen Systems durch den Morbus Parkinson siehe Penner (2003).

---

<sup>1</sup>Die dritte Kategorie beinhaltet Fälle von Mehrfach-Störungen, bei denen neben den Parkinson-Symptomen noch andere neurologische Störungen auftreten. Sie wird häufig als Parkinson-Plus bezeichnet.

## 2.3 Symptomatik

Die Symptomatik der Parkinsonschen Erkrankung ist durch die Einschränkung der Bewegungskontrolle gekennzeichnet. Das typische klinische Vollbild umfasst die drei Kardinalsymptome Akinese, Rigor und Tremor, sowie eine Reihe vegetativer Symptome und psychische Veränderungen.

Die Erstsymptome der progredienten Erkrankung sind meist uncharakteristisch und mehrdeutig. So kann z. B. Rigor im Nacken- oder Lendenwirbelbereich mit Rückenschmerzen oder einem Halswirbelsäulensyndrom verwechselt werden oder Depression als Involutionsdepression<sup>2</sup> oder, bei jüngeren Patienten als eine durch äußere Einflüsse hervorgerufene Depression eingestuft werden. Der Ruhetremor kann mit einem „essentiellen Tremor<sup>3</sup>“ verwechselt werden (Ulm u. a. 1990).

### 2.3.1 Die drei Kardinalsymptome

In der für die Krankheit typischen Symptom-Trias stellt die Akinese das wichtigste Symptom dar. Die einzelnen Symptome können in ihrer Ausprägung schwankend sein, diese Variabilität ist sogar charakteristisch für das Krankheitsbild. Zur klinischen Diagnosestellung ist das Vorhandensein mindestens zweier Kardinalsymptome erforderlich.

#### Akinese

Die Akinese ist eine hochgradige Bewegungsarmut. Sie ist durch eine Verlangsamung der Bewegungsabläufe (Bradykinese) sowie einen geringeren Bewegungsumfang (Hypokinese) und Probleme beim Initiieren von Bewegungen gekennzeichnet. Diese Störungen können bis hin zur Bewegungslosigkeit gehen und zeigen sich fast ausschließlich bei willkürlichen Bewegungen.

Die Bradykinese ist beim Gehen besonders auffällig. Die Schrittlänge wird bis hin zu schlurfendem Gang verkürzt. Außerdem kommt es (bei starker Ausprägung) zu der typischen vornübergeneigten Körperhaltung mit angewinkelten Knien und Ellbogen, die auch beim Gehen erhalten bleibt. Gestik und Mimik verarmen durch die Akinese, der maskenhafte Ausdruck des Gesichts („Hypomimie“) wird durch einen seltenen Lidschlag verstärkt.

#### Rigor

Beim Rigor handelt es sich um eine Erhöhung des Muskeltonus, die eine Steifheit der Gliedmaßen erzeugt. Die Tonuserhöhung ist bereits in der Ruhe vorhanden, weswegen eine Entspannung der betroffenen Muskeln nicht möglich ist. Beim passiven Beugen und Strecken v.a. der Armmuskeln des Patienten kann das sogenannte „Zahnradphänomen“ ausgelöst werden: die Muskeln geben nicht gleichmäßig, sondern mit einem ruckartigen Widerstand nach.

<sup>2</sup>Depression im Rückbildungsalter, „Altersdepression“

<sup>3</sup>Tremor unbekannter Ursache, der häufig familiär auftritt und sich unter Alkoholeinfluss bessern kann

## Tremor

Tremor ist ein langsames Zittern der Muskulatur, vor allem der Extremitäten und des Kopfes, das durch eine gleichmäßige Aktivierung von antagonistisch oder agonistisch wirkenden Muskelgruppen zu Stande kommt. Er ist das auffälligste Symptom des Morbus Parkinson, obwohl es auch Patienten gibt, bei denen kein Tremor auftritt.

Charakteristisch für die Parkinsonsche Erkrankung ist der Ruhetremor. Verstärkt wird dieser durch Nervosität aber auch durch Freude oder andere starke Emotionen. Er tritt am stärksten in den Armen auf, hier wird sein Vorkommen in den Händen häufig mit „Pillendrehen“ verglichen. Später kommt auch ein Zittern des Kopfes („Ja-Nein-Tremor“) hinzu. Die betroffenen Körperteile zittern nicht synchron sondern voneinander unabhängig.

Eine weitere Form des Tremors, die bei Parkinson-Patienten häufig, wenn auch meist nur in leichter bis mäßiger Stärke, auftritt, ist der Intentionstremor. Im Gegensatz zum Ruhetremor nimmt dieser bei muskulärer Kontraktion zu, das heißt bei willkürlichen Bewegungen setzt das Zittern ein. Des Weiteren ist er höherfrequenter als der Ruhetremor und kann auch in nicht antagonistisch wirkenden Muskeln auftreten.

### 2.3.2 Weitere Symptome

Neben den Kardinalsymptomen treten noch eine Reihe weiterer typischer Symptome wie Speichelfluss, Seborrhoe<sup>4</sup> sowie psychische Veränderungen wie Depressionen auf.

## 2.4 Therapie

Es gibt verschiedene Ansätze der Parkinsontherapie. Üblicherweise wird medikamentös therapiert, indem der Dopaminmangel ausgeglichen wird. Da Dopamin selbst die Blut-Hirn-Schranke nicht überwinden kann, wird die Dopamin-Vorstufe L-Dopa eingesetzt. Nachteil dieser Behandlungsmethode ist, dass die Patienten im fortgeschrittenen Stadium nicht mehr so gut darauf ansprechen, was kontinuierliche Dosissteigerungen nötig macht. Außerdem leiden die Patienten als Nebenwirkung der Behandlung häufig an Dyskinesien<sup>5</sup>, die zwar durch Dosisreduktion verbessert, jedoch häufig nicht vollständig vermieden werden können. Die Nebenwirkungen können durch die Kombination mit anderen Antiparkinsonpräparaten oder anderen Medikamenten vermindert werden (Ulm u. a. 1990).

Ist auf medikamentösem Weg keine Besserung zu erreichen, wird auf verschiedene Arten chirurgisch therapiert. Durch einen mikrochirurgischen Eingriff kann z. B. eine Läsion in den durch den Dopaminmangel überaktiven Neuronen verursacht werden, so dass diese Areale zerstört werden. Dadurch kann eine relativ schnelle Besserung erreicht werden, jedoch ist dies keine kausale Beeinflussung des Krankheitsprozesses.

---

<sup>4</sup>übermäßige Produktion von Talg

<sup>5</sup>unwillkürliche Bewegungen, Überbewegung

Außerdem wird versucht, durch Transplantationen, z. B. durch Einpflanzung von körpereigenen, Noradrenalin<sup>6</sup> enthaltenden Nebennierenmarkneuronen, die im Gehirn Dopamin erzeugen sollen, Erfolge zu erzielen, was in manchen Fällen gelingt (Ulm u. a. 1990).

---

<sup>6</sup>Folgestufe des Dopamin

## 3 Parkinson Dysarthrophonie

Die Störung des motorischen Systems, die bei der Parkinsonschen Erkrankung auftritt, kann auch die Sprechmotorik beeinflussen. Häufig stellt diese Störung das erste Symptom der Erkrankung dar. Sie kann ebenfalls progredient voranschreiten und betrifft die drei für den Vorgang des Sprechens notwendigen Bereiche Artikulation, Phonation und Respiration. Laut Ackermann u. Ziegler (1989) sollte sie demnach als Dysarthrophonie bezeichnet werden, um sie von der Dysarthrie, die allein die Artikulation betrifft, und der Dysphonie, bei der ausschließlich die Phonation beeinträchtigt ist, abzugrenzen. In der Literatur wird sie auch nach ihrer Lokalisation als Basalganglien- oder extrapyramidale Dysarthrie oder aufgrund der Symptome Hypokinese und Rigor als rigid-hypokinetische Dysarthrie bezeichnet. Wichtig ist die Unterscheidung zur Sprachstörung: eine sprachsystematische Störung wie bei Aphasie tritt bei Parkinson-Patienten in der Regel nicht auf. Allerdings können durchaus als Resultat eines Anpassens an das sprechmotorische Defizit Wortfindungsstörungen sowie sogar Veränderungen der linguistischen Struktur bei den Patienten auftreten, oft ist auch eine Hemmung oder Steigerung des Sprechantriebs zu beobachten.

Im Folgenden werden sowohl die Beeinträchtigungen in den drei Funktionsbereichen des Sprechens, Artikulation, Respiration und Phonation, und die in der Folge von Problemen betroffene Prosodie betrachtet.

Auch bei der Symptomatik der Sprechstörung gilt, dass sowohl Ausmaß der Symptome als auch die Schwere sehr variabel sind.

### 3.1 Störung der Respiration

Rigor und verminderte Kraft der Atemmuskulatur führen zu reduzierten respiratorischen Leistungen, die sich in flacher Ruhe- sowie Sprechatmung manifestieren (Scharf 1997; Schmidt u. Kaniak 1960). Durch Tremor in der Muskulatur der oberen Luftwege treten rhythmische Veränderungen der Atmung auf, ausserdem führt die vornübergebeugte Haltung der Patienten zu beeinträchtigter Atemkapazität (Scharf 1997).

Die flache Atmung führt zu erhöhter Atemfrequenz (Schmidt u. Kaniak 1960) und Nachatmen beim Sprechen. Die Luftabgabedauer, die mittels Tonhalteaufgaben gemessen werden kann, ist ebenfalls vermindert (vgl. Ackermann u. Ziegler 1989; Scharf 1997), wenngleich sich auch die Mittelwerte in den Studien sehr stark unterscheiden.<sup>1</sup> Allerdings liefern die Ergebnisse aus Studien zur Tonhalteleistung nur unter Vorbehalt pathopsychologische Evidenz, da zum einen auch bei gesunden Probanden die Tonhalteleistungen sehr variabel und sehr stark von den experimentellen Bedingungen abhängig sind und zum anderen die Einschränkung in

---

<sup>1</sup>z. B. zwischen 6 und 20 ms für das Halten des Vokals /a/ (vgl. Ackermann u. Ziegler 1989)

der Tonhalteleistung auch einen erhöhten Luftverbrauch oberhalb der Glottis widerspiegeln kann, also keine primär respiratorische Fehlleistung sein muss (vgl. Ackermann u. Ziegler 1989). Solomon u. Hixon (1993) konnten kein reduziertes Lungenvolumen bei der Sprechatmung feststellen, jedoch beobachteten sie eine Reduzierung der Brustatmung gegenüber der Abdominalatmung, obwohl die Inspirationsphase, anders als bei Gesunden, nicht am Abdomen eingeleitet wird, sondern an Abdomen und Thorax gleichzeitig beginnt (Ackermann u. Ziegler 1989). Scharf (1997) weist darauf hin, dass die eingeschränkte Abdominalatmung nicht nur aus der Rigidität der Muskulatur, sondern auch aus einer Störung der Koordination der respiratorischen Muskeln resultieren kann.

Bei der Respirationsstörung scheint wie beim Kardinalsymptom Akinese die Willkürkontrolle eingeschränkt zu sein: Die Inspirationsleistung nach Aufforderung ist gegenüber spontaner Inspiration vermindert (Ackermann u. Ziegler 1989).

Im Allgemeinen muss jedoch bezüglich der Veränderungen der Respiration darauf hingewiesen werden, dass diese auch sekundär bedingt sein können. Solomon u. Hixon (1993) weisen darauf hin, dass der subglottale Druck beim Sprechen im Normalbereich liegt, was bedeutet, dass das Sprechdefizit nicht durch die verminderte Respirationsleistung erklärt werden kann. Sie machen unsaubere Artikulation, also Verschwendung des Luftstroms an den Artikulatoren, dafür verantwortlich.

## 3.2 Störung der Phonation

Die Regulation des Luftstroms an der Glottis, also die Stimmgebung des Sprechvorgangs, wird durch die Rigidität der Larynxmuskulatur beeinträchtigt. Dieses Symptom ist meist schon im Frühstadium beobachtbar und gilt als Initialsymptom (vgl. Ackermann u. Ziegler 1989). Bei jeder Dysarthrie ist daher eine Stimmstörung zu beobachten, mit der Progredienz der Störung kommen dann z. B. auch Artikulationsstörungen u. ä. hinzu. Der auditive Eindruck der Stimme ist oft rauh, behaucht und zittrig, was auf unregelmäßige Schwingungen und unvollständige Verschlüsse der Glottis zurückgeführt werden kann (Ackermann u. Ziegler 1989; Scharf 1997).

Die Einschränkungen der phonatorischen Leistung beeinträchtigen vor allem die Sprechlautstärke und -grundfrequenz sowie deren Variabilität. Darley u. a. (1975) weisen auf eine allgemeine Verminderung der Lautstärke hin, sowie auch auf geringeres Variieren der Intensität. Die Stimme wird über eine Äußerung hinweg immer leiser (Ludlow u. Bassich 1984). Ackermann u. Ziegler (1989) weisen jedoch darauf hin, dass dies nicht nur durch das phonatorische, sondern auch durch das respiratorische Defizit begründet sein kann. Des Weiteren können die klinischen Beobachtungen zur Lautstärke nicht immer mit konkreten Messungen untermauert werden, wie Untersuchungen von Canter (1963) zeigen.

Die Beeinträchtigungen in der Modulation der Grundfrequenz hingegen werden als vom phonatorischen Defizit abhängig angenommen: Rigor verhindert schnelle Modulation der Frequenz der Glottisschläge (Canter 1963). Darley u. a. (1975) beobachten die Monotonie der Grundfrequenz als das auffälligste Merkmal hypokinetischer Dysarthrie (vgl. Anhang A, S. 31), die in einer eingeschränkten Fähigkeit zum Variieren der Grundfrequenz begründet liegt. In der Literatur wurde des öfteren eine erhöhte Stimmgrundfrequenz bei Parkinson-Patienten

konstatiert (z.B. Canter 1963; Ludlow u. Bassich 1984), jedoch konnten Hertrich u. Ackermann (1993) dies nur für männliche Patienten nachweisen. Als weiteres Merkmal der phonatorische Störung wurde ein verminderter Register der Stimme genannt (Canter 1965; Ludlow u. Bassich 1984), jedoch ist dieses auch bei Gesunden sehr variabel.

### 3.3 Störung der Artikulation

Das verwaschene, undeutliche Sprechen der Parkinson-Patienten wird meist auf eine unpräzise Artikulation zurückgeführt. Aufgrund von Rigor und Akinese der orofazialen Muskulatur werden die Artikulationsbewegungen vor allem zum Äußerungsende hin kleineramplitudig und verlangsamt ausgeführt (vgl. Scharf 1997). Dies betrifft die Konsonanten<sup>2</sup>, z. B. Plosive, bei denen dann der Verschluss nicht vollständig ausgeführt wird, weswegen sie als Frikative artikuliert werden („Spirantisierung“, vgl. Weismer 1984), oder Frikative, bei denen wegen der fehlenden Artikulationsschärfe nur sehr wenig Friktion erzeugt wird (vgl. Hoberman 1958; Lehiste 1965).

Anfällig sind vor allem Laute, bei denen der Zungenrücken Artikulator ist (also z. B. /g/, /k/, /C/). Auch die Unterscheidung zwischen stimmhaften und stimmlosen Lauten bereitet häufig Probleme, so werden z. B. eigentlich stimmlose Konsonanten, die im vokalischen Kontext stehen, stimmhaft gesprochen, was an mangelnder Koordination zwischen orofazialer und laryngaler Muskulatur liegt: die Stimmgebung setzt später ein als die Bewegung der Artikulatoren bzw. bricht früher ab. Allgemein ist eine Zunahme von stimmhaften Anteilen in der Sprache der Patienten zu beobachten (vgl. Ackermann u. Ziegler 1989).

#### 3.3.1 Veränderungen in der Sprechgeschwindigkeit

Neben der Artikulation von Einzellauten und Silben kann das Artikulationsdefizit auch die Sprechgeschwindigkeit beeinflussen. Allerdings wurden sehr unterschiedliche Auswirkungen beobachtet. Es wurde beschleunigtes Sprechtempo konstatiert (z. B. Seguiet et al., 1974, zitiert in Ackermann u. Ziegler 1989) und lange auch als charakteristisches und von anderen Sprechstörungen distinktives Merkmal betrachtet. Jedoch gibt es auch Studien, in denen eine Verlangsamung des Sprechtempos (Maillard, 1907, zitiert in Ackermann u. Ziegler 1989), keine Veränderung (Canter 1963) oder unterschiedliche Ergebnisse innerhalb der untersuchten Gruppe (Alajouanine et al., zitiert in Ackermann u. Ziegler 1989) festgestellt wurden. Außerdem scheint die Fähigkeit, das Sprechtempo zu variieren beeinträchtigt zu sein (Ludlow, Connor u. Bassich, zitiert in Ackermann u. Ziegler 1989). Zusammenfassend lässt sich bezüglich des Sprechtempos vor allem sagen, dass es, sei es akustisch oder perzeptiv bestimmt, kein homogenes Symptom bei der Parkinsonschen Erkrankung zu bilden scheint.

<sup>2</sup>„imprecise consonants“ vgl. dazu Darley u. a. (1975)

### 3.3.2 Probleme beim Initiieren des Sprechvorgangs und repetitive Phänomene

Wie eingangs erwähnt kann eine Störung des Sprechantriebs begleitend auftreten. Dabei fällt es den Patienten, ähnlich wie bei der Akinese der Extremitätenmotorik, schwer, den Sprechvorgang zu initiieren. Dies kann zu einer Verzögerung des Sprechbeginns (Critchley 1981) oder sogar zur völligen Verstummung führen. Auch hier gilt wiederum, dass z. B. spontane Gefühlsregungen flüssiges, in keiner Weise gestörtes Sprechen zum Vorschein bringen können (Wunderli 1962).

Ebenfalls als pathologisch anzusehen ist die bei postenzephalitischem Parkinson auftretende Steigerung der Sprachproduktion, bzw. verfrühte Initiierung.<sup>3</sup> Diese kann sich bis zur Palilalie<sup>4</sup> in zunehmender Geschwindigkeit, bei abnehmender Artikulationsschärfe und Lautstärke, ausdehnen (Ackermann u. Ziegler 1989).

## 3.4 Dysprosodie

Die mangelnde Modulationsfähigkeit der Stimme (vgl. Kapitel 3.2, S. 8) erklärt den auffälligen perceptiven Eindruck der Monotonie des Sprechens, der bei den meisten Parkinson-Patienten zu beobachten ist.

Darley u. a. (1975) listen auf Basis einer perceptiven Analyse dysarthrischer Störungen für 32 neurologisch erkrankte Patienten die Symptome der Dysarthrophonie nach ihrer Schwere (vgl. Anhang A, S. 31) auf. Dabei fällt auf, dass bei der hypokinetischen Dysarthrie die Parameter, die die Prosodie ausmachen, am stärksten durch die Sprechstörung beeinträchtigt sind. Dies erklärt, warum sie so ein auffälliges Merkmal der Sprache von Parkinson-Patienten darstellt, und was diese auch gleichzeitig eklatant von anderen Dysarthriefformen unterscheidet.

The three most prominent characteristics represent alterations in the prosody of speech: monotony of pitch [...], reduced stress [...], and monotony of loudness [...]. All three of these dimensions were more deviant in the parkinsonian group than in any of the other six neurologic groups studied. (Darley u. a. 1975, S. 193)

Die Autoren betonen also, dass die auffälligsten Veränderungen bei der hypokinetischen Dysarthrie bei den prosodischen Parametern zu finden sind: Monotonie der Tonhöhe, reduzierte Betonung sowie Monotonie der Lautstärke. Des Weiteren weisen sie darauf hin, dass diese Abweichungen in der Gruppe der Parkinson-Dysarthriker am stärksten zu beobachten waren.

Charakteristisches Merkmal der Parkinson-Dysarthrie ist also eine Beeinträchtigung der prosodischen Parameter. Vom linguistischen Standpunkt aus stellt sich die Frage, ob die nachlassende Fähigkeit zur Modulation der Tonhöhe, die geringe Variabilität der Laut- und Silbendauern und das Unvermögen die Lautstärke zu kontrollieren, zu einer Störung der linguistischen Funktionen, die durch Prosodie ausgedrückt werden, führt. So könnten z. B. diese

<sup>3</sup>Es ist umstritten, ob dieses Phänomen auch beim idiopathischen Parkinson auftritt (siehe dazu Ackermann u. Ziegler 1989).

<sup>4</sup>Iteration von Wörtern, Silben, Phrasen

Störungen die Akzentuierung oder die Markierung des Satzmodus<sup>7</sup> beeinflussen, also zu einem Desambiguierungs-Defizit führen.

Le Dorze u. a. untersuchten 1998 20 Dysarthriker, davon zehn Parkinson-Patienten und zehn Probanden, die an Friedreichs Ataxie litten, und verglichen die Ergebnisse mit denjenigen von zehn gesunden Kontrollpersonen. Sie testeten anhand von gelesenen Deklarativen und syntaktisch gleich gebauten, ebenfalls gelesenen, Interrogativen („rhetorische Fragen“) die Grundfrequenzhöhe und -variation, sowie die unterschiedliche Höhe der äußerungsfinalen Silbe. Sie stellten bei allen Versuchspersonen eine signifikant höhere Grundfrequenz bei Fragen als bei Aussagesätzen fest. Des Weiteren stellten sie eine größere Variation der Grundfrequenz bei den Fragen fest, wobei hier die beiden dysarthrischen Gruppen kleinere Variation zeigten als die Kontrollgruppe. Der Unterschied in der F<sub>0</sub>-Höhe am Phrasenende zwischen Deklarativen und Interrogativen war bei den Parkinson-Patienten weniger stark als bei der Kontrollgruppe. Zusammenfassend kann also gesagt werden, dass die Markierung des Satzmodus mittels intonatorischer Bewegungen durch die Dysprosodie zwar geschwächt ist, dennoch vorhanden ist. Die linguistische Funktion der Intonation kann also noch ausgedrückt werden.

Penner u. a. (2001) stellten in einer Fallstudie mit drei Parkinsonpatienten verringerte F<sub>0</sub>-Anstiege bei gelesenen Äußerungen von Parkinson-Patienten fest. Sie betrachteten nicht nur akustisch gemessenen Einzelwerte, sondern diese im Zusammenhang mit der Pitch-Kontur, also mit dem zeitlichen Verlauf, und untersuchten die Verteilung von Akzentmustern. Sie stellten keine Bevorzugung von bestimmten Akzentmustern der Parkinson-Patienten respektive einer angepassten Kontrollgruppe fest. Bezüglich der Verteilung von Satzakkenten ist also wiederum die linguistische Funktion nicht eingeschränkt.

Darkins u. a. (1988) stellten eine Beeinträchtigung der Fähigkeit zur Unterscheidung von Wortakzentminimalpaaren<sup>5</sup> in der Sprachproduktion fest. Die Perzeption von solchen Minimalpaaren ist dagegen nicht beeinträchtigt (Scharf 1997).

Ludlow u. Bassich (1984) weisen auf eine Reduzierung des Satzakkents durch die verminderte Fähigkeit der Tohnhöhen- und Lautstärkenmodulierung hin. Hertrich u. Ackermann (1993) führen die verminderte Hervorhebung von Satzakkenten dagegen auf eine geringere Vokallängung der zu akzentuierenden Silben zurück.

### 3.5 Symptomkorrelation

Die Dysarthrophonie beim Morbus Parkinson scheint sich in ihrem Verlauf von „hinten nach vorn“ fortzusetzen (Logemann u. a. 1978). Dafür spricht zum einen, dass das Defizit in der Stimmgebung auch ohne die artikulatorische Unschärfe auftreten kann, wohingegen immer bei einer Beeinträchtigung der Artikulation auch die Phonation bereits gestört ist. Die Fehlfunktion setzt also zuerst am Larynx, dann an den weiter vorn (im Mundraum) liegenden Artikulatoren ein. Unterstützt wird diese Beobachtung dadurch, dass häufig das phonatorische Defizit als prominenter beschrieben wird. Des weiteren schreitet auch die Artikulationsstörung, betrachtet man sie aufgeschlüsselt nach Artikulationsstellen, von velar (hinten) nach labial

<sup>5</sup>Komposita und Nominalphrasen, die sich voneinander ausschließlich durch die Akzentuierung unterscheiden, wie z. B. „a bigwig“ („ein hohes Tier“) vs „a big wig“ („eine große Perücke“)

(vorn): gleichzeitig mit Dysfunktionen an vorderen Artikulationsorten treten auch solche an rückwärtigen auf, nicht jedoch andersherum (vgl. Ackermann u. Ziegler 1989).

## 4 Sprechstil

Unter dem Begriff Sprechstil sollen im Folgenden die Unterschiede zwischen den beiden Modi gesprochener Sprache diskutiert werden: spontanes Sprechen, wie sie z. B. in Gesprächen verwendet wird, im Vergleich zu Lesesprache.

Obwohl die Spontansprache die am häufigsten vorkommende Form von gesprochener Sprache darstellt, wird sie kaum experimentell untersucht, da gelesene Äußerungen unter Experimentalbedingungen wesentlich leichter zu erzeugen sind (siehe dazu Kapitel 5.2.1, S.17).

### 4.1 Gesunde Sprecher

In der Vergangenheit wurde häufig der Sprechstil als Parameter, der die Eigenschaften gesprochener Sprache verändert, vernachlässigt, obwohl sich die beiden Sprechstile Spontansprache und Lesesprache in ihren sprachlichen Anforderungen, die sie an den Sprecher stellen, deutlich unterscheiden. So werden in der Spontansprache vom Sprecher neben der lexikalischen Selektion und syntaktischen Strukturbildung auch Dialogaufgaben wie Turntaking, die Auflösung und Speicherung von Diskursrelationen oder auch pragmatische Aufgaben wie das Erkennen von indirekten Sprechakten etc. verlangt.

Dementsprechend wurden Unterschiede bezüglich der prosodischen Realisierung von Äußerungen festgestellt. In der Spontansprache werden Atempausen anders gesetzt als in der Lesesprache, wo sie immer an grammatischen Einschnitten auftauchen. Die Phrasierung ist anders, da die Sprecher, evtl. um einen formalen Eindruck zu erreichen (vgl. Howell u. Kadi-Hanifi 1991), in der Lesesprache dazu tendieren, kürzere intonatorische Phrasen zu verwenden. In der Spontansprache dagegen ist die Pausendauer länger und, trotzdem, das Sprechtempo höher als bei gelesener Sprache (vgl. Barik, 1979, zitiert in Brown u. Docherty 1995).

Was die intonatorischen Parameter anbelangt, so wurde in verschiedenen Studien eine höhere Grundfrequenz in der Lesesprache beobachtet (z. B. Brown u. Docherty 1995), Lowit-Leuschel (1997) berichtet außerdem von einem größeren F0-Bereich in gelesener Sprache. Des Weiteren weicht die Positionierung des Satzakkentes bei den unterschiedlichen Sprechstilen voneinander ab (Howell u. Kadi-Hanifi 1991). Crystal u. Davy (1969) beobachten ein Überwiegen von fallenden Akzenten in der Spontansprache.

Grice u. a. (1997) stellten bei der intonatorischen Analyse von Entscheidungsfragen fest, dass in der Spontansprache im Gegensatz zur Lesesprache selten ein steigender Grundfrequenz-Verlauf am Phrasenende zu beobachten ist. 78% aller gelesenen, jedoch nur in 13% aller spontan geäußerten Entscheidungsfragen wurden mit einem phrasenfinalen Tonhöhenanstieg realisiert.

## 4.2 Dysarthrische Sprecher

Wie in Kapitel 3.4 (S. 10) beschrieben, ist die Prosodie von Parkinson-Patienten stark beeinträchtigt. Dies äußert sich in der parkinsonstypischen monotonen Sprechweise, und in der schweren Verständlichkeit. In der Vergangenheit wurden Untersuchungen zu Sprechstörungen häufig mittels Lesematerial eruiert, der Annahme folgend, dass motorische Sprechstörungen unabhängig von der gestellten Aufgabe und dem Kontext auftreten (Yorkston et al., 1988, S. 62, sowie Shames und Wiig, 1990, S. 470, beide zitiert in Kempler u. Van Lancker 2002). Doch auch für dysarthrische Sprecher stellt sich heraus, dass es, je nach Sprechstil, wesentliche Unterschiede in den Eigenschaften der gesprochenen Sprache gibt. Klinische Beobachtungen deuten darauf hin, dass die Dysprosodie der hypokinetischen Dysarthrie am stärksten in spontaner Sprache zum Vorschein kommt (Kent u. Finley Kent 2000). Außerdem weisen die wenigen Studien, die es zum Einfluss des Sprechstils auf die Sprache der Parkinson-Patienten gibt, ebenfalls auf einen Unterschied hin.

Frearson (1985) verglich die Verständlichkeit von dysarthrischer Lese- und Spontansprache und konstatierte, dass die Spontansprache schwerer verständlich war. Sie mutmaßt, dass die Sprecher beim Lesen klarer artikulieren und dass Intonation, Wortakzent, Phrasierung und weitere stimmliche Charakteristika anders verwendet werden, als in der Spontansprache. Kempler u. Van Lancker (2002) stellten in einer Fallstudie ebenfalls eine deutliche Korrelation der Verständlichkeit des untersuchten Parkinson-Patienten mit dem Sprechstil fest. Sie testeten fünf verschiedene Stile in den Sprachproduktions-Aufgaben „Lesen“, „Spontansprache“, „Wiederholen von Sprache“, „Wiederholen von Gesungenem“ und „spontanes Singen“. Bezüglich der Verständlichkeit stellten sie fest, dass die spontansprachliche Äußerungen am schwierigsten zu verstehen sind. Intonatorische Parameter wurden bei den Autoren nur am Rande untersucht, stellten sich jedoch als nicht maßgeblich für die Verständlichkeit heraus. Der einzige prosodische Parameter, der signifikant vom Sprechstil abhing, war die Lautstärke, die beim spontanen Singen wesentlich höher war als in den anderen Modi.

Nur sehr wenige Studien gibt es zum Sprechstil in Abhängigkeit vom Gesundheitszustand (dysarthrisch oder gesund) des Sprechers. Brown u. Docherty (1995) verglichen die Sprechstile Spontansprache und Lesesprache unter Berücksichtigung des Gesundheitszustand des Sprechers um zu testen, ob und wie Dysarthriker ihre Sprachproduktion den Gesunden entsprechend je nach Sprechstil modifizieren. Sie testeten fünf dysarthrische Versuchspersonen und eine Gruppe von fünf entsprechenden Kontrollsprechern. Sie fanden vom Sprechstil abhängige Variationen für die Dysarthriker bei den prosodischen Parametern Atempausenpositionierung und Lautdauer der unbetonten Vokale. Die Atempausen wurden, wie bei den Gesunden auch, in der Spontansprache im Gegensatz zur Lesesprache nicht ausschließlich an grammatischen Einschnitten gemacht. Die Lautdauer für unbetonte Vokale variierte hingegen nur bei den dysarthrischen Sprechern zwischen den verschiedenen Sprechstilen. Diese tendierten dazu die Vokale bei Lesen zu verlängern. Die Gesunden hingegen zeigten unterschiedliche (oder keine) Variation der Vokaldauern. Außerdem waren die Laute insgesamt wesentlich kürzer. Da alle diese Variationen über die Dysarthriefformen hinweg gefunden wurden, handelt es sich um keine spezielle Eigenschaft von nur einer Dysarthriefform. Die intonatorischen Parameter die gemessen wurden, mittlere Grundfrequenz und Register, zeigten keine Abweichungen, zwischen Spontan- und Lesesprache.

Dies entspricht den Ergebnissen der Studie von Lowit-Leuschel (1997), in der ebenfalls gesunde und pathologische Sprecher auf die Beeinflussung durch den Sprechstil hin untersucht wurden. Bezüglich der mittleren Grundfrequenz konnte hier jedoch eine Tendenz zu niedrigeren Werten in der Spontansprache notiert werden, wenngleich diese Abweichungen nicht signifikant waren.

Man kann also sehen, dass es relativ wenige Studien zur Modifikation der Sprachproduktion bei Dysarthrie gibt. Nur die Studie von Brown u. Docherty (1995) beschäftigt sich mit den Auswirkungen des Sprechstils bei den pathologischen Sprechern im Vergleich zu den Gesunden.

Eine Studie, die die Intonation genauer untersucht, so wie sie Grice u. a. (1997) für gesunde Sprecher durchgeführt haben, liegt für dysarthrische Sprecher nicht vor.

# 5 Experiment

Im Folgenden wird ein Experiment zur Untersuchung der Intonation von Entscheidungsfragen im Deutschen (in Anlehnung an die Studie von Grice u. a. (1997) für das Italienische) vorgestellt. Hierbei werden zwei verschiedene Sprechstile, Spontansprache und gelesene Sprache, betrachtet. Es werden jedoch nicht nur gesunde, sondern auch zwei an idiopathischem Morbus Parkinson erkrankte Probanden untersucht.

## 5.1 Motivation und Ziele dieser Untersuchung

Wie im Vorangegangenen dargestellt wurde, ist ein herausragendes Merkmal der parkinson-typischen Sprechstörung eine deutlich wahrnehmbare Monotonie des Sprechens, die sich in akustischen Messungen durch reduzierte Grundfrequenz und Intensität bzw. geringere Variabilität dieser beider Aspekte sowie eingeschränkte Akzentuierung manifestiert (vgl. Kapitel 3.4, S. 10). Claßen (persönliches Gespräch) stellte außerdem ein eingeschränktes tonales Inventar bei den zwei Dysarthrikern, die für ihr Sprachkorpus (Claßen 2000) aufgenommen wurden, fest.

Des Weiteren konnte in verschiedenen Veröffentlichungen aufgezeigt werden, dass Parkinson-Patienten je nach Sprechstil unterschiedliche Sprechleistungen aufweisen (vgl. Kapitel 4.2, S. 14). Dennoch wird die Spontansprache in Untersuchungen zu dysarthrischer Sprache kaum herangezogen, obwohl sie der im Alltag am häufigsten vorkommende Sprechstil ist.

Mithilfe des nachfolgenden Experiments soll sowohl der Einfluss des Sprechstils, also der zwei unterschiedlichen Modi „Spontansprache“ und „Lesesprache“, als auch derjenige einer Parkinsonerkrankung des Sprechers auf die Intonation von bestimmten Fragentypen, sogenannten Entscheidungs- oder Ja/Nein-Fragen, untersucht werden.

Dabei sollen vor allem folgende Fragen untersucht werden:

1. Unterscheidet sich die Intonation der pathologischen Sprecher signifikant von der gesunder Kontrollpersonen?
2. Lassen sich die Ergebnisse von Grice u. a. (1997) für an Parkinson erkrankte Probanden replizieren? Können also bei den dysarthrischen Sprechern ebenfalls vom Sprechstil abhängige Unterschiede der Intonation von Entscheidungsfragen festgestellt werden?
3. Erweist sich die Intonation von Parkinson-Patienten als gleich variabel wie die der gesunden Sprecher, oder schlägt sich die eingeschränkte Variabilität intonatorischer Parameter auch in einem eingeschränkten tonalen Inventar nieder?

## 5.2 Design

Die spontansprachlichen Daten wurden mittels eines Map Tasks erhoben. Um die entsprechenden Lesedaten zu erhalten wurden danach von den meisten Probanden Leseaufnahmen gemacht. Im Folgenden wird zuerst das Map Task Design allgemein geschildert, bevor auf genauere Details des vorliegenden Experiments eingegangen wird.

### 5.2.1 Allgemeines über das Map-Task Design

Das Map Task Versuchsdesign hat zum Ziel, spontan geäußerte Sprache der linguistischen Untersuchung auf verschiedenen Ebenen zugänglich zu machen, um so das Problem, dass die meisten linguistischen Untersuchungen auf vorgegebenem, meist gelesenen Sprachmaterial basieren, anzugehen (Anderson u. a. 1991).

Um spontansprachliche Äußerungen zu erhalten, wird ein Dialog zwischen zwei Sprechern provoziert. Jeder der Probanden erhält eine stilisierte Landkarte, auf der durch Strichzeichnungen illustrierte Begriffe, so genannte *Landmarks*, zu sehen sind. Auf jeder der beiden Karten ist ein Startpunkt eingezeichnet, jedoch nur auf einer ist ein Weg durch die Landmarks und ein Zielpunkt markiert. Die Aufgabe, die an die Probanden gestellt wird, ist es nun, ohne dem Dialogpartner die eigene Karte zu zeigen bzw. die seinige zu sehen, diesen Weg zu erklären, respektive ihn auf der eigenen Karte einzuzichnen. Derjenige, der den Weg beschreibt, wird als Instruierender oder *Instruction Giver* bezeichnet, der Dialogpartner als Instruierter, bzw. *Instruction Follower*.

Durch das Ausgeben leicht voneinander abweichender Karten ergibt sich die Möglichkeit, den Dialog zu beeinflussen. Aufgrund der Abweichungen kommt ein regerer Dialog zustande, in dem sich der *Instruction Follower* aktiver beteiligt anstatt nur Kommandos des *Instruction Givers* zu bestätigen. Die Nennung der Landmarks erfolgt häufiger und unter Umständen kann durch die Emotionalität, die vor allem dann entsteht, wenn die Versuchspersonen nicht über die Abweichungen in den Karten informiert worden sind, affektive Prosodie etc. untersucht werden. Die Abweichungen in den Karten können verschiedener Natur sein. So gab es z. B. bei Anderson u. a. (1991) Abweichungen bezüglich des Vorhandenseins eines Landmarks, seiner Bezeichnung, seiner Vorkommenshäufigkeit<sup>1</sup> und seiner Betonung<sup>2</sup>.

### 5.2.2 Design des vorliegenden Experiments

Es wurde das Map-Task Korpus von Claßen (2000) verwendet, in dem vier verschiedene Kartenpaare eingesetzt wurden, auf denen je zehn bis zwölf Landmarks abgebildet waren. Diese wurden durch Strichzeichnungen, an welchen die jeweilige Bezeichnung (römische Orangerie, Lamm, etc.) notiert ist, dargestellt. Bei der Auswahl der Landmarkbezeichnungen, die mit Hilfe des Celex (1993) statt fand, wurde auf überwiegende Sonorität der Laute sowie auf das Vorkommen verschiedener Akzentmuster und unterschiedliche Silbenanzahl geachtet, wobei in

<sup>1</sup> zweimaliges Vorkommen auf der Karte des *Instruction Givers*, aber nur ein Vorkommen, nämlich dasjenige, das weiter von der einzuziehenden Route entfernt ist, auf der Karte des *Instruction Followers*

<sup>2</sup> Provozieren von Kontrastakzenten durch ähnlich klingende *Landmarks*, die mal auf der Karte des *Instruction Followers*, mal auf derjenigen des *Instruction Givers* vorkommen bzw. abwesend sind

jedem Kartenpaar weitestgehend *Landmarks* vorkamen, welche die gleiche syllabische Struktur aufwiesen wie diejenigen *Landmarks* der anderen Durchgänge. (vgl. Anhang B.1, S. 32). Des Weiteren wurde darauf geachtet, dass bei Wörtern mit finalem Wortakzent die Silbenanzahl variierte.

Die vier verschiedenen Kartenpaare unterschieden sich sowohl bezüglich der verwendeten *Landmarks* als auch im Verlauf des eingezeichneten Pfades.

Jedes einzelne Paar wies wiederum Abweichungen bezüglich der verwendeten *Landmarks* auf. Die Probanden wurden nicht über die Abweichungen in den Karten in Kenntnis gesetzt, sie waren sich auch nicht bewusst, dass ihre Intonation untersucht werden sollte. Durch die Abweichungen in den Karten wurde nicht nur ein regerer Dialog erreicht, sondern auch, für dieses Experiment von elementarer Bedeutung, ein häufigeres Auftreten von Entscheidungsfragen („Hast Du einen Sonnenhügel da?“). Zwischen den Einzelkarten eines Paares gab es Diskrepanzen bezüglich des Vorhandenseins und der Benennung von *Landmarks*.

Nach dem Map Task wurde von den meisten Probanden noch Leseaufnahmen eines niedergeschriebenen, fiktiven Map-Task-Durchlaufs gemacht, in dem die *Landmarks* und einige Entscheidungsfragen, die alle in den tatsächlichen Dialogen von den Parkinson-Patienten geäußert worden waren, vorkamen (vgl. Anhang B.2, S. 32).

## 5.3 Probanden

### 5.3.1 Dysarthrische Probanden

Es wurden zwei an idiopathischem Parkinson (vgl. Kapitel 2.1, S. 3) erkrankte Sprecher (PD-B und PD-R) untersucht. In beiden Fällen handelte es sich bei der Sprechstörung um eine milde Dysarthrie. Die Sprecher waren beide monolinguale schwäbische Muttersprachler, zum Zeitpunkt der Aufnahme waren sie 63 (PD-R) bzw. 68 (PD-B) Jahre alt und es wurde bei keinem von ihnen keine neurologische Erkrankung oder subjektiv eine Beeinträchtigung der Hörfähigkeit festgestellt.

### 5.3.2 Gesunde Kontrollgruppe

Die Kontrollgruppe bestand aus altersmäßig angeglichenen Sprechern, alle ebenfalls schwäbische Muttersprachler, die monolingual aufwuchsen. Bei keinem von ihnen wurde bis dahin eine neurologische Erkrankung oder subjektiv eine Beeinträchtigung der Hörfähigkeit festgestellt.

### 5.3.3 Ausgewertete Daten

Bei der Analyse der Spontansprache wurden diejenigen Probanden nicht mit einbezogen, die weniger als fünf Entscheidungsfragen gestellt hatten, um die statistische Aussagekraft nicht einzuschränken. Es blieben neun Sprecher übrig, deren Daten ausgewertet werden konnten.

Beim Lesen wurden die Daten von allen Sprechern, die an der Leseaufgabe teilgenommen hatten, ausgewertet. Dabei handelte es sich um zehn gesunde und die beiden erkrankten Personen.

## 5.4 Methoden

### 5.4.1 Datenerhebung

Die Aufnahmen fanden im schalltoten Raum des IMS (Institut für Maschinelle Sprachverarbeitung der Universität Stuttgart) statt.

Die Probanden saßen sich, durch einen Sichtschutz, der Augenkontakt verhinderte, getrennt, gegenüber. Jeder Proband führte den Dialog mit seinem Ehepartner und mit einer ihm unbekannt Person (des anderen Geschlechts) durch. Vor den Aufnahmen wurden sie durch ein ausgegebenes Informationsblatt instruiert, wobei nicht auf die Diskrepanzen zwischen den einzelnen Kartenpaaren hingewiesen wurde. Auftretende Fragen wurden vor dem Durchlauf vom Versuchsleiter beantwortet.

Die Aufnahmen wurden mit einer Abtastrate von 48 kHz gemacht und später auf 16 kHz herunter gesampelt. Die Dialoge wurden stereo mit zwei Mikrofonen aufgenommen, so dass der eine Kanal für den *Instruction Giver* und der andere für den *Instruction Follower* zur Verfügung stand.

### 5.4.2 Datenaufbereitung

Die beiden Kanäle der Stereo-Aufnahmen wurden getrennt, so dass die Untersuchungen für jeden Sprecher auf Monoaufnahmen beruhen. Jeder Dialog wurde orthographisch transkribiert, danach wurden die relevanten Segmente, also die Entscheidungsfragen, herausgeschnitten.

### 5.4.3 Alignierung

An die einzelnen Segmente wurden mittels des am IMS verfügbaren Aligners (Rapp 1995) je drei Labeldateien, die Laut-, bzw. Silben- oder Wortgrenzen markieren, aligniert.

Neben dem Soundfile benötigt der Aligner für jedes Aufnahmen-Segment ein Textfile, welches eine orthographische Transkription des im Segment gesprochenen Textes enthält. Diese wurden manuell erstellt.

### 5.4.4 Intonatorische Analyse

Die Intonation jeder Äußerung wurde bereits vor der Literaturrecherche zu den zu erwartenden Ergebnissen aufgrund der mittels ESPS gemessenen Grundfrequenz von mir annotiert. Die Annotationen wurden also weder durch eine Erwartungshaltung beeinflusst, noch konnten Inkonsistenzen aufgrund unterschiedlicher Labeler entstehen. Beim Labeln wurden die Segmente einzeln betrachtet, ohne dass die genaue Einbettung in den Dialog zu bekannt war. Den Annotationen lag das Stuttgarter GToBI-Modell zugrunde.

#### 5.4.4.1 Grundzüge des Stuttgarter GToBI-Modells

Das Stuttgarter System von Mayer (1995) für intonatorisches Labeln lehnt sich stark am englischen Original ToBI-System von Pierrehumbert (1980), bzw. dessen deutscher Modifikation GToBI (Grice u. Benz Müller 1995) an. In dem Modell wird, wie auch in Pierrehumberts Modell, die Intonation einer Äußerung als Abfolge linearer Einheiten, die Pitch-Bewegungen entsprechen, repräsentiert. Sie werden als „Töne“ (*Tones*) bezeichnet. Zusätzlich gibt es phonetische Realisierungsregeln, die beschreiben, wie diese kategorialen Einheiten auf konkrete Grundfrequenzwerte abgebildet werden sollen. Zwischen diesen Werten wird interpoliert.

Es gibt verschiedene Typen von Tönen: **Pitchakzente** kennzeichnen akzentuierte Silben innerhalb einer Äußerung, markieren also Prominenz. Die Tonhöhenverläufe der Akzente werden mit Hilfe von zwei Ebenen beschrieben. Außerdem zeigt ein Stern an, wie der Akzent zeitlich an der Silbe aligniert ist. Die beiden Ebenen werden durch H (Ton im oberen Bereich des Sprecher-Registers) und L (tiefer Ton) beschrieben. Der Stern kennzeichnet den Ton, auf den er folgt, als denjenigen, der auf der betonten Silbe realisiert wird. **Phrasenakzente und Grenztöne** markieren die Einteilung in intonatorische Phrasen, kennzeichnen also Einschnitte innerhalb der Äußerung, wobei Phrasenakzente die kleineren, schwerer wahrnehmbaren Einschnitte, die intermediären Phrasen, markieren, und Grenztöne die deutlich wahrnehmbaren, tieferen Einschnitte, die Intonationsphrasen.

Die intonatorischen Domänen folgen einer Hierarchie, d.h. jede Äußerung enthält mindestens eine Intonationsphrase (IP), jede Intonationsphrase mindestens eine intermediäre Phrase (ip) und jede intermediäre Phrase mindestens einen Pitch Akzent (vgl. Abb. 5.1, S. 20).

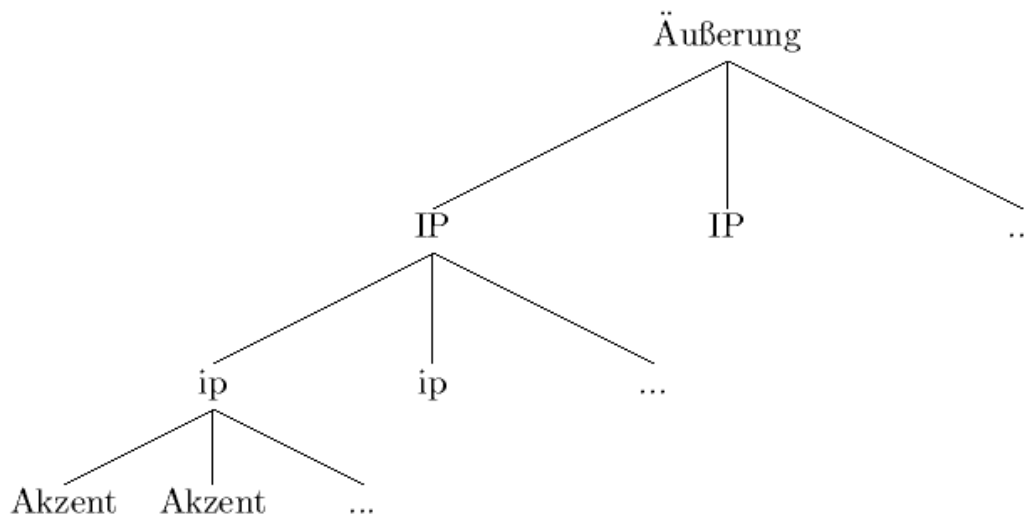


Abbildung 5.1: Hierarchie der intonatorischen Domänen in ToBI-Modellen

#### 5.4.4.2 Inventar des Stuttgarter GToBI-Modells

Im Folgenden werden die möglichen Labels für Phrasenakzente und Grenztöne beschrieben.

**Intonationsphrasen (IP)** Für die Intonationsphrasen stehen die Labels %, H%, und L% zur Verfügung. H% und L% kennzeichnen ein hohes bzw. tiefes Phrasenende. Das Label % stellt gewissermaßen das Standard-Label für die Phrasengrenze dar: lassen sich alle Veränderungen in der Pitch-Kontur durch den vorangegangenen Pitch-Akzent erklären, wird dieses Label verwendet. Nur wenn sich die Kurve durch Akzente unerklärbar in den oberen bzw. unteren Bereich des Pitch-Ranges bewegt<sup>3</sup>, wird H% oder L% verwendet.

**Intermediäre Phrasengrenzen (ip)** Für die intermediären Phrasengrenzen steht nur ein Label zur Verfügung: --. Innerhalb des Stuttgarter GToBI-Modells geht man davon aus, dass die Tonhöhe sich nicht durch ein ip-Grenze verändert.

**Pitchakzente** Neben den beiden Standardakzenten H\*L (fallend) und L\*H (steigend) und ihren gelinkten Allotonen<sup>4</sup> stehen noch weitere Labels zur Verfügung: L\*HL, für extreme Betonung bei steigend-fallendem Verlauf, HH\*L für einen fallenden Akzent, dem bereits ein hoher Ton auf der präakzentuierten Silbe vorangeht, und H\*M für einen fallenden Akzent, bei dem der Zielton kein tiefer, sondern nur ein Ton im mittleren Pitch-Range-Bereich ist. Letzterer ist sehr selten und wird nur beim Rufen realisiert. Als Diakritikum, das Downstep<sup>5</sup> markiert, kann ! vor fallende Pitch-Akzente gesetzt werden.

Im vorliegenden Experiment sollte zwischen steigender und fallender Intonation unterschieden werden. Dies bedeutet für die Annotationen des Stuttgarter GToBI-Modells, dass zusammen mit dem Grenzton auch der letzte Akzent einer Intonationseinheit betrachtet werden muss, da nur die Labels H% oder L% eine Information über die relative Pitch-Höhe am Phrasenende enthalten. In denjenigen Fällen, in welchen % gelabelt wurde, muss der vorangegangene Akzent mit betrachtet werden, da dieser die Richtung, in die sich die F0-Kontur bewegt, bestimmt. Eine steigende Realisierung der Frage kann also durch den Grenzton H% oder durch den Pitchakzent L\*H gefolgt von dem Grenzton % markiert werden. Für die fallende Realisierung gibt es mehrere Möglichkeiten: entweder sie wird durch den Grenzton L% gekennzeichnet<sup>6</sup>, oder durch einen %-Grenzton, dem ein fallender Akzent (H\*L, L\*HL oder HH\*L) vorausgeht.

Abbildung 5.2 zeigt eine Entscheidungsfrage, die mit steigendem Grenzton realisiert wird. Die F0-Kontur am Äußerungsende steigt schon durch den vorangegangenen L\*H-Akzent auf „BAUMwolle“ an; dieser Anstieg wird dann durch den Grenzton (H%) auch im oberen Stimmumfang fortgesetzt.

In Abbildung 5.3 und 5.4

<sup>3</sup>d.h. an dieser Stelle klingt keine Silbe betont, obwohl sich die Tonhöhe wahrnehmbar verändert

<sup>4</sup>Hierbei wird davon ausgegangen, dass sich der Verlauf der Akzente bis zur nächsten akzentuierten Silbe hinziehen kann (Linking). Für solche Fälle ist es möglich die beiden Labels aufzuteilen. Man kann also L\* und H\* auch einzeln benutzen. Wird der Zielton direkt vor dem nächsten Akzent realisiert, kann an der präakzentuierten Silbe . . L bzw. . . H gelabelt werden, ist dies nicht der Fall schließt der nächste Akzent direkt an. Linking kann also nie an nuklearer Position auftreten

<sup>5</sup>Der betreffende Akzent stellt zwar lokal ein Tonhöhenmaximum dar, dieses ist jedoch tiefer als ein bereits vorausgegangenes Maximum.

<sup>6</sup>Dieser kommt aber sehr selten vor, da er nur für extrem tiefe Realisierungen eines Phrasenendes vorgesehen ist.



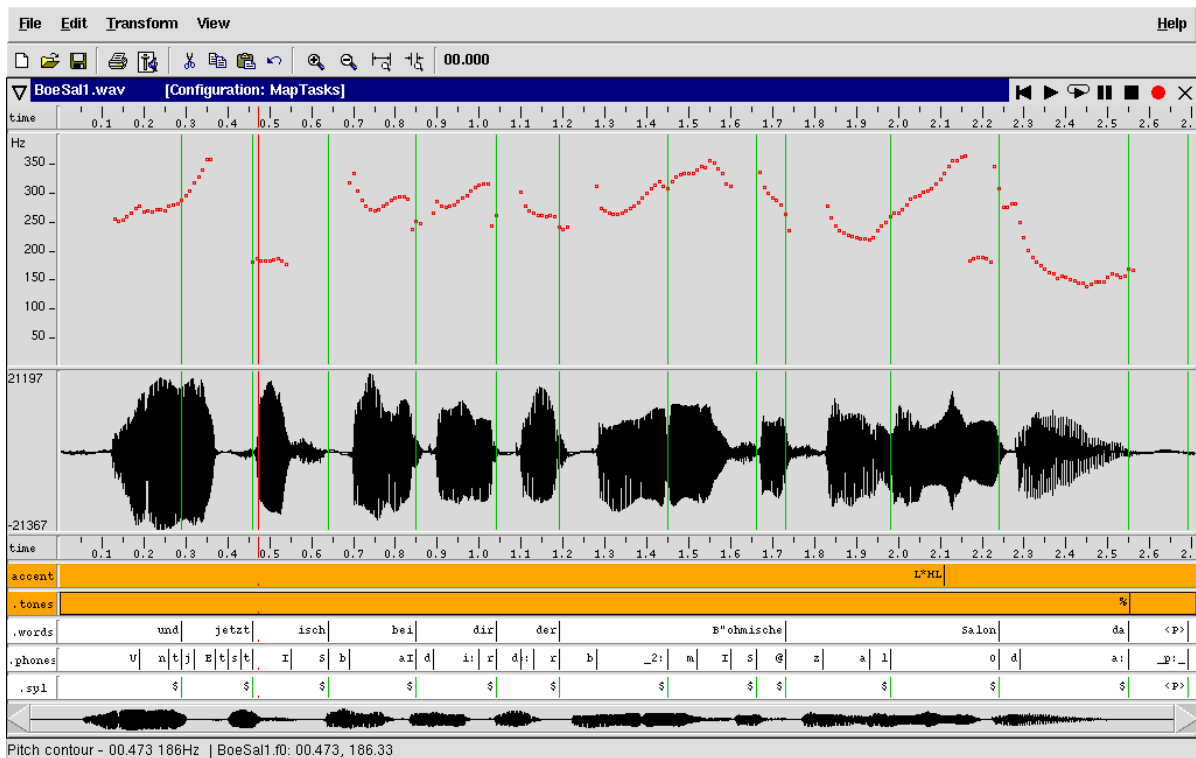


Abbildung 5.3: Entscheidungsfrage, fallend realisiert mittels L\*HL

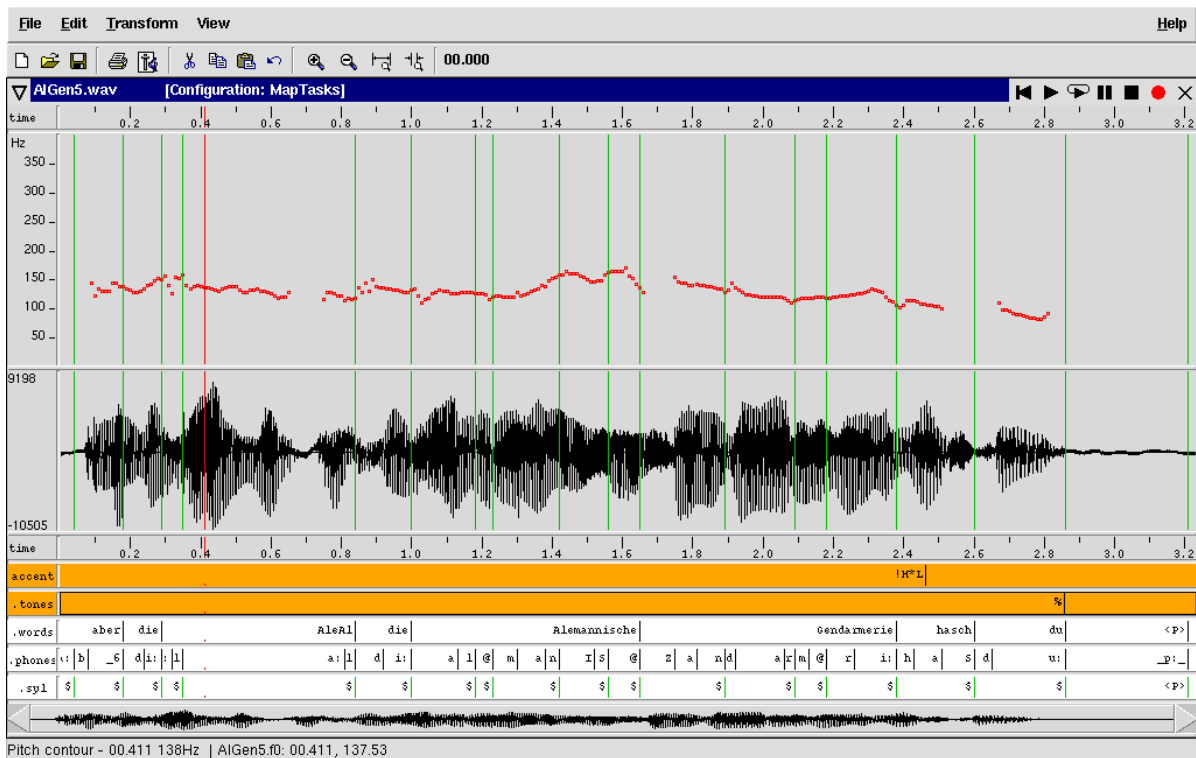


Abbildung 5.4: Entscheidungsfrage, fallend realisiert mittels !H\*L

### 5.4.6 Einteilung der Probanden

In verschiedenen Studien hat sich gezeigt, dass die Variabilität zwischen dysarthrischen Probanden sehr hoch ist (z. B. Leuschel u. Docherty 1996; Penner u. a. 2001). Die Konsequenz daraus ist, dass die Daten von Dysarthrikern, vor allem wenn es sich um eine geringe Anzahl Probanden handelt, sich unter Umständen gegenseitig auslöschen.

Aus diesem Grund wurden die Parkinson-Patienten einzeln betrachtet. Es ergaben sich also drei mögliche Klassifikationen für die Probanden: gesund, PD-B oder PD-R.

### 5.4.7 Markierung des Sprechstils

Jede Äußerung wurde nach dem jeweiligen Sprechstil klassifiziert, kann also mit dem Wert `lesen` oder dem Wert `spontan` markiert sein.

## 5.5 Resultate

Für die Beantwortung der in Kapitel 5.1 formulierten Fragen waren drei Faktoren relevant: die Intonation, die verwendet wurde, der jeweilige Sprechstil und die Probandengruppe, der die entsprechende Versuchsperson zugehörig war. Um etwaige Beeinflussungen des jeweiligen Entscheidungsfragentyps zu untersuchen, wurde auch dieser mit in die Analyse aufgenommen.

In Tabelle 5.1 ist die Häufigkeitsverteilung der erhobenen Daten in Form einer Kontingenztafel dargestellt.

| Probandengruppe | Sprechstil | Erwartung   | Intonation |          |
|-----------------|------------|-------------|------------|----------|
|                 |            |             | fallend    | steigend |
| gesund          | lesen      | Bestätigung | 35         | 67       |
|                 |            | Information | 72         | 120      |
|                 | spontan    | Bestätigung | 35         | 29       |
|                 |            | Information | 20         | 15       |
| PD-B            | lesen      | Bestätigung | 6          | 3        |
|                 |            | Information | 9          | 5        |
|                 | spontan    | Bestätigung | 8          | 2        |
|                 |            | Information | 8          | 3        |
| PD-R            | lesen      | Bestätigung | 0          | 7        |
|                 |            | Information | 2          | 11       |
|                 | spontan    | Bestätigung | 1          | 8        |
|                 |            | Information | 1          | 3        |

Tabelle 5.1: Häufigkeitsverteilung der Daten, alle Variablen

Die kategorisierten Daten wurden mittels der freien Software R (Venables u. a. 2001; Presnell 2000) statistisch analysiert.

Zu untersuchen war die Variable „Intonation“ (mit den möglichen Werten *steigend* oder *fallend*) sowie ihre Abhängigkeit oder Unabhängigkeit von den drei Variablen „Probandengruppe“ (mit den möglichen Werten *gesund*, *PD-B* oder *PD-R*), „Erwartung“ (mit den möglichen Werten *Bestätigung* oder *Information*) und „Sprechstil“ (mit den möglichen Werten *lesen* oder *spontan*).

Vor der Analyse der einzelnen Variablen wurde die Unabhängigkeit aller Variablen für die in 5.1 dargestellte Kontingenztabelle mittels des  $\chi^2$ -Tests getestet. Der p-Wert lag mit weit unter dem Signifikanzniveau von 0,05, es bestand also Evidenz für Abhängigkeiten (zum R-Code und den genauen Zahlenwerten vgl. Anhang C.1, S. 34). Um die Natur dieser Abhängigkeiten zu bestimmen wurden drei Tests durchgeführt, die im Folgenden beschrieben werden. Für diese wurde nach der Formel

$$S = 1 - (1 - S_{ges})^{\frac{1}{n}}$$

ein neues Signifikanzniveau errechnet, wobei  $S_{ges}$  das insgesamt zu erreichende Signifikanzniveau und  $n$  die Anzahl der ausgeführten Tests bezeichnet. Es ergibt sich also für die drei Folgetests ein Signifikanzniveau von  $1 - (1 - 0,05)^{\frac{1}{3}} \approx 0,017$ .

### 5.5.1 Einfluss des Entscheidungsfragentyps

Mithilfe des Cochran-Mantel-Haenszel-Tests<sup>7</sup> wurde getestet, ob für jede mögliche Kombination aus „Sprechstil“ und „Probandengruppe“ eine Abhängigkeit zwischen den Variablen „Intonation“ und „Erwartung“ besteht. Mit anderen Worten, es wurde getestet, ob die Variable „Erwartung“ überhaupt einen Einfluss auf die verwendete Intonation hat. Der sehr hohe p-Wert von über 0,5 (vgl. Anhang C.2, S. 34) deutete stark auf eine Unabhängigkeit hin. Der Entscheidungsfragentyp erwies sich also in vorliegendem Experiment als nicht signifikant für die verwendete Intonation und wurde aus weiteren Tests ausgeschlossen. Dadurch ergab sich die in 5.2 dargestellte Häufigkeitsverteilung.

| Probandengruppe | Sprechstil | Intonation |          |
|-----------------|------------|------------|----------|
|                 |            | fallend    | steigend |
| gesund          | lesen      | 107        | 187      |
|                 | spontan    | 55         | 44       |
| PD-B            | lesen      | 15         | 8        |
|                 | spontan    | 16         | 5        |
| PD-R            | lesen      | 2          | 18       |
|                 | spontan    | 2          | 11       |

Tabelle 5.2: Häufigkeitsverteilung der Daten, relevante Variablen

Abbildung 5.5 stellt die in Tabelle 5.2 beschriebenen Werte graphisch dar. In Abbildung 5.6 werden die Häufigkeiten prozentual verglichen.

<sup>7</sup>Ein komplexer  $\chi^2$ -Test, der die bedingte Unabhängigkeit zweier Variablen testet. Es wird für zwei Variablen getestet, ob, bei gegebenem Wert einer anderen Variable, eine Abhängigkeit festzustellen ist. Die Nullhypothese besagt, dass bei keinem Wert der gegebenen Variablen eine Abhängigkeit besteht (vgl. Agresti 1990).

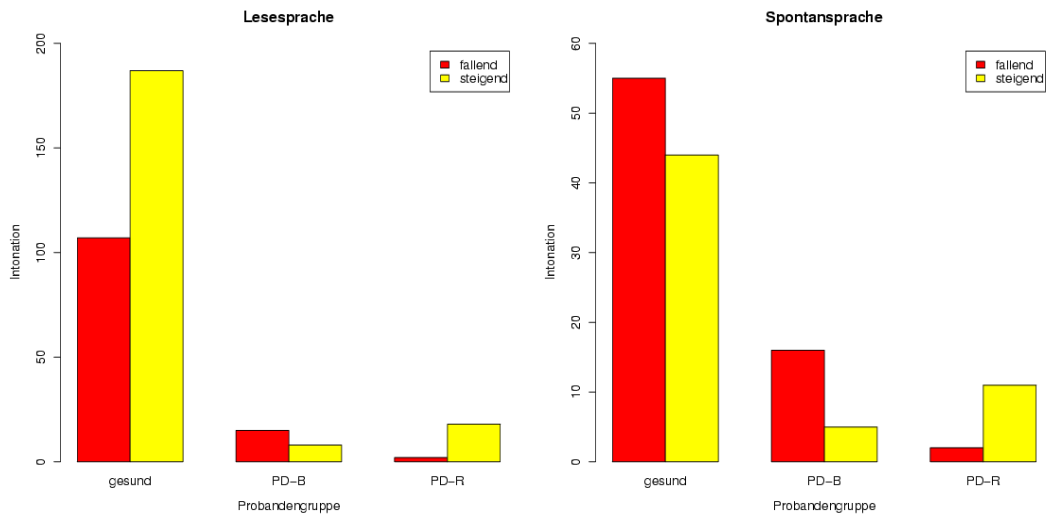


Abbildung 5.5: Häufigkeiten für fallende bzw. steigende Intonation

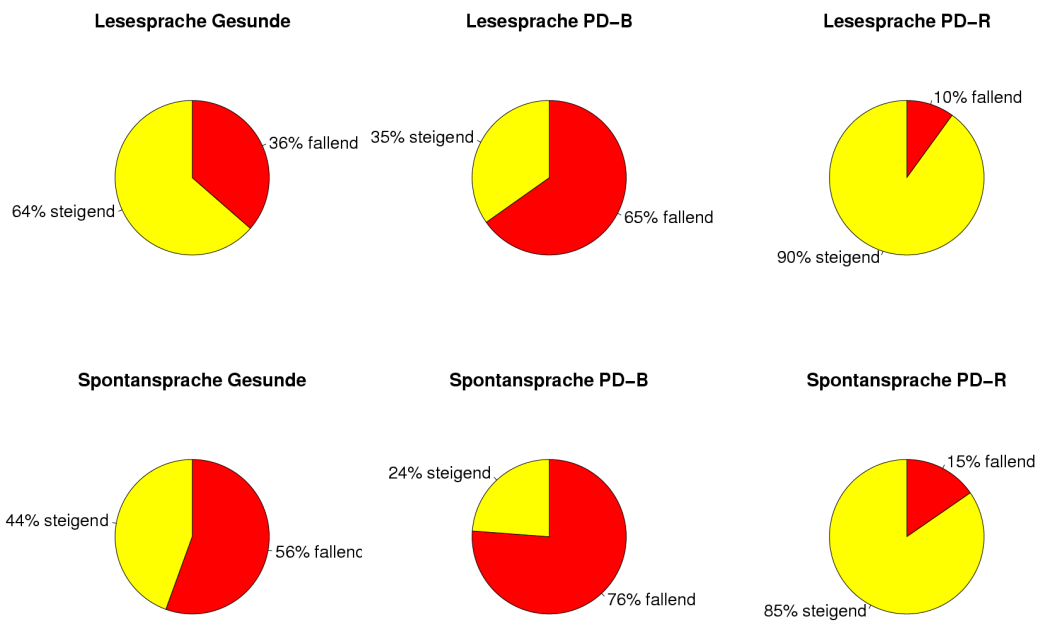


Abbildung 5.6: Prozentuale Häufigkeiten für fallende bzw. steigende Intonation

### 5.5.2 Einfluss der Probandengruppe

Im zweiten Cochran-Mantel-Haenszel-Test erwies sich die Intonation mit  $p < 0,017$  als signifikant abhängig von der Zugehörigkeit des Sprechers zu einer Probandengruppe, also von seinem Gesundheitszustand. Deswegen wurden zwei  $\chi^2$ -Test durchgeführt, um die Abhängigkeit der Intonation von der Probandengruppe für jede der beiden Ausprägungen der dritten Variable „Sprechstil“, also für die Werte `lesen` und `spontan`, getrennt zu überprüfen. Da es sich wiederum um Folgetests handelte, das Signifikanzniveau von 0,017 (also das Ausgangsniveau von 0,05) aber erhalten werden sollte, wurde es nach der in Kapitel 5.5 (S. 24) angegebenen Formel berechnet. Da zwei Test durchgeführt werden mussten, ergab sich ein Signifikanzniveau von  $1 - (1 - 0,017)^{\frac{1}{2}} \approx 0,009$ . Für beide Ausprägungen erwies sich die Intonation mit  $p < 0,009$  als signifikant abhängig von der Zugehörigkeit zu einer der drei Probandengruppen (zum R-Code und den genauen Zahlenwerten vgl. Anhang C.3, S. 35), das heißt der Gesundheitszustand des Sprechers beeinflusst die verwendete Intonation.

### 5.5.3 Einfluss des Sprechstils

Der Einfluss des Sprechstils erwies sich im Cochran-Mantel-Haenszel-Test als hoch signifikant für die Intonation ( $p < 0.017$ ). Deswegen wurden drei  $\chi^2$ -Tests durchgeführt, um die Abhängigkeit der Intonation vom Sprechstil für jede der drei Ausprägungen der Variable „Probandengruppe“ (also für `gesund`, `PD-B` und `PD-R`) zu testen. Wie in Abschnitt 5.5.2 musste das Signifikanzniveau angepasst werden, wobei sich ein Signifikanzniveau von  $1 - (1 - 0,017)^{\frac{1}{3}}$  also von ungefähr 0,006 ergab.

Für die drei verschiedenen Werte unterschieden sich die Ergebnisse stark voneinander: Während sich bei der gesunden Kontrollgruppe die Intonation mit einem p-Wert von  $p < 0,006$  als signifikant vom Sprechstil abhängig erwies, war dies bei keinem der beiden Parkinson-Patienten der Fall ( $p > 0,5$  in beiden Fällen<sup>8</sup>). Die gesunden Probanden verwendeten also je nach Sprechstil unterschiedlicher Intonationsmuster, wohingegen es für die Intonation beider Dysarthriker irrelevant war, in welchem Sprechstil die jeweilige Entscheidungsfrage geäußert wurde. Der R-Code und die genauen p-Werte finden sich in Anhang C.4, S. 35.

### 5.5.4 Interpretation

Wie eingangs beschrieben (vgl. Kapitel 5.1, S. 16) sollten mit vorliegendem Experiment folgende Fragen beantwortet werden:

1. Unterscheidet sich die Intonation der pathologischen Sprecher signifikant von der gesunder Kontrollpersonen?

<sup>8</sup> Der p-Wert für PD-R sollte jedoch nur unter Vorbehalt analysiert werden, da dieser Sprecher überhaupt nur vier fallende Realisierungen (zwei in jedem Sprechstil) verwendete. Der  $\chi^2$ -Test aber wird erst bei einer Mindestanzahl von fünf Realisierungen verlässlich. Da jedoch gerade durch die geringe Anzahl fallender Realisierungen die deutliche Präferenz des Probanden für steigende Intonation (in beiden Sprechstilen!) deutlich wird, kann die Unabhängigkeit der verwendeten Intonation vom Sprechstil trotzdem angenommen werden.

2. Lassen sich die Ergebnisse von Grice u. a. (1997) für an Parkinson erkrankte Probanden replizieren? Können also bei den dysarthrischen Sprechern ebenfalls vom Sprechstil abhängige Unterschiede der Intonation von Entscheidungsfragen festgestellt werden?
3. Erweist sich die Intonation von Parkinson-Patienten als gleich variabel wie die der gesunden Sprecher, oder schlägt sich die eingeschränkte Variabilität intonatorischer Parameter auch in einem eingeschränkten tonalen Inventar nieder?

Im Folgenden werden die Ergebnisse diesbezüglich untersucht und interpretiert.

#### 5.5.4.1 Unterschiede zwischen gesunden und dysarthrischen Sprechern

Die Intonation der beiden dysarthrischen Sprecher unterschied sich signifikant von der der Kontrollgruppe ( $p < 0,017$ , vgl. Abschnitt 5.5.2).

Dieser Unterschied kann folgendermaßen erklärt werden: Die Intonation der gesunden Kontrollpersonen war signifikant vom Sprechstil abhängig ( $p < 0,006$ , vgl. Abschnitt 5.5.3), die Entscheidungsfragen wurden also, je nachdem, in welchem Sprechstil sie geäußert wurden, unterschiedlich realisiert. Während in der Lesesprache 64% aller geäußerten Entscheidungsfragen mit steigender Intonation realisiert wurden, wiesen nur 44% der spontansprachlich geäußerten Entscheidungsfragen den fragentypischen phrasenfinalen Anstieg auf.

Bei beiden Parkinson-Patienten hingegen war die Intonation nicht signifikant vom Sprechstil abhängig ( $p > 0,5$ , vgl. Abschnitt 5.5.3). Der dysarthrische Sprecher PD-B verhielt sich in der Lesesprache umgekehrt zur Kontrollgruppe: hier realisierte er nur 35% der Äußerungen mit einem Tonhöhenanstieg am Phrasenende, wohingegen er in der Spontansprache mit 24% der Äußerungen in steigender Intonation eher dem Trend der Kontrollgruppe entsprach.

Bei dem zweiten pathologischen Sprecher (PD-R) konnten genau umgekehrte Ergebnisse zu PD-B festgestellt werden: sie entsprachen mit 90% steigend realisierten Äußerungen in der Lesesprache den Ergebnissen der Kontrollsprecher, wohingegen er in der Spontansprache mit 85% der Entscheidungsfragen in steigender Intonation völlig von den gesunden Probanden abwich.

Bei einem der dysarthrischen Sprecher (PD-B) waren also im Vergleich zu der Kontrollgruppe Abweichungen im Sprechstil „Lesen“ zu finden. Die Intonation des anderen Dysarthrikers (PD-R) wich hingegen im Sprechstil „spontan“ von der Kontrollgruppe ab.

Das heißt, die erste Frage kann positiv beantwortet werden: In vorliegender Studie unterscheiden sich die Ergebnisse pathologischer Sprecher signifikant von denen gesunder Kontrollpersonen.

#### 5.5.4.2 Unterschiede zwischen Lese- und Spontansprache bei dysarthrischen Sprechern

Die gesunden Sprecher äußerten in der Spontansprache weniger Entscheidungsfragen in steigender als in fallender Intonation (44% steigend vs. 56% fallend), verwendeten hingegen in der Lesesprache vorwiegend (in 64% aller Fälle) die „normale“, steigende Fragenintonation. Die Ergebnisse entsprachen damit den Ergebnissen von Grice u. a. (1997), die eine steigende

Intonation bei 78% der gelesenen, aber nur bei 13% der spontan geäußerten Fragen feststellen. Wenngleich in vorliegendem Experiment der Unterschied nicht ebenso stark ausgeprägt war wie bei Grice u. a., so war doch die Lesesprache signifikant unterschiedlich von der Spontansprache ( $p < 0,006$ , vgl. Abschnitt 5.5.3). Für die dysarthrischen Sprecher war das hingegen nicht der Fall ( $p > 0,5$ , vgl. Abschnitt 5.5.3). Bei beiden Sprecher waren in den den zwei Modi ähnliche Intonationsmuster zu beobachten.

Das heißt, anders als bei der Verständlichkeit (vgl. Kempler u. Van Lancker 2002) und den beiden von Brown u. Docherty (1995) untersuchten Parametern Atempausenpositionierung und Lautdauer, konnte für die Intonation, also den akustischen Parameter F0, in dieser Studie kein signifikanter Unterschied zwischen dysarthrischer Lese- und Spontansprache festgestellt werden.

Das heißt, die zweite Frage muss verneint werden: In diesem Experiment konnte für die Intonation der Dysarthriker keine Unterschiede zwischen Lese- und Spontansprache festgestellt werden.

#### **5.5.4.3 Variabilität der Intonation bei dysarthrischen Sprechern**

Die Variabilität bezüglich tonaler Muster war bei den dysarthrischen Sprechern stark eingeschränkt. Anders als bei der Kontrollgruppe variierte die verwendete Intonation nicht zwischen den Sprechstilen ( $p > 0,006$ , vgl. Abschnitt 5.5.3).

PD-B zeigte jedoch in beiden Modi eine deutliche Präferenz für einen fallenden Tonhöhenverlauf, wohingegen PD-R in beiden Fällen die Fragen fast ausschließlich mit steigender Intonation realisierte.

Bezüglich der dritten Frage kann also festgehalten werden, dass die intonatorische Variabilität der beiden Sprecher stark eingeschränkt ist; sie sind also nicht gleich variabel wie die gesunden Kontrollpersonen.

## 6 Fazit

In der vorliegenden Studie wurde die Intonation von Entscheidungsfragen bei zwei Parkinson-Dysarthrikern und einer gesunden Kontrollgruppe sowohl in gelesener als auch in spontan geäußelter Sprache untersucht. Da die Sprechstörung sich als stark von der Einzelperson abhängig erwiesen hat (Leuschel u. Docherty 1996; Lowit-Leuschel 1997; Penner u. a. 2001), wurden die Daten der beiden pathologischen Sprecher nicht gemeinsam, sondern in Falldarstellungen betrachtet.

Der Unterschied, der für die Realisierung von Entscheidungsfragen zwischen beiden dysarthrischen Sprechern und den gesunden Kontrollpersonen festgestellt werden konnte, war die eingeschränkte tonale Variabilität der Dysarthriker. Das heißt, beide Sprecher machten bezüglich der Intonation keine Unterschiede zwischen den Sprechstilen „Spontansprache“ und „Lesesprache“. Für die Kontrollgruppe hingegen konnten die Ergebnisse von Grice u. a. (1997) repliziert werden: sie äußerten spontansprachliche Entscheidungsfragen, anders als gelesene, mit fallender Intonation.

Beide Dysarthriker hielten über die Sprechmodi hinweg an ihren tonalen Standardmustern fest, markierten also in keinem der Fälle den Satzmodus durch Intonation. Die verwendeten Muster waren komplett gegensätzlich, so dass keine allgemeine Aussage über tonale Präferenzen gemacht werden kann. Deutlich ist jedoch, dass sich die Intonation dysarthrischer Sprecher in dieser Studie als nicht vom Sprechstil abhängig erwiesen hat, was den Ergebnissen von Brown u. Docherty (1995), die für die Grundfrequenz und das Register keine sprechstilbedingten Abweichungen feststellten, entspricht.

Die Annahme von Frearson (1985), dass die bessere Verständlichkeit der dysarthrischen Lesesprache unter anderem aus einem unterschiedlichen Gebrauch der Intonation in den beiden Sprechstilen resultiert, konnte also in dieser Studie nicht bestätigt werden.

Die von Darley u. a. (1975) konstatierte, auditiv wahrgenommene Monotonie der Tonhöhe könnte neben reduziertem Grundfrequenzumfang auch in der eingeschränkten Variabilität tonaler Muster, die sich in gleichbleibende Intonation über die Sprechstile hinweg äußert, begründet liegen.

Offen bleibt, ob es sich bei der Störung um eine phonetische, rein durch die Sprechstörung bedingte Einschränkung handelt (vgl. Hertrich u. Ackermann 1993), oder ob die Störung bereits auf kognitivem Niveau besteht (vgl. Blonder u. a. 1989). Da die beiden Sprecher völlig gegensätzliche Präferenzen in der Wahl der Intonationsmuster zeigten, liegt der Verdacht nahe, dass bereits die phonologische Planungsebene beeinträchtigt ist. Diese Vermutung müsste jedoch in weiteren Experimenten überprüft werden, z. B. müsste eruiert werden, ob sich bei Interrogativen oder Deklarativen ebenfalls ein eingeschränktes tonales Inventar aufzeigen lässt und ob in diesem Fall jeder Patient sein entscheidungsfragentypisches Muster beibehält (was für ein phonetisches Defizit sprechen würde), oder ob auch andere tonale Muster verwendet werden.

# A Symptomhierarchie bei hypokinetischer Dysarthrie

Darley u. a. (1975) listen die Schwere der sprachlichen Beeinträchtigungen von 32 hypokinetischen Dysarthrikern in folgender Tabelle auf:

| RANK | DIMENSION                  | MEAN SCALE VALUE |
|------|----------------------------|------------------|
| 1    | Monopitch                  | 4.64             |
| 2    | Reduced stress             | 4.46             |
| 3    | Monoloudness               | 4.26             |
| 4    | Imprecise consonants       | 3.59             |
| 5    | Inappropriate silences     | 2.40             |
| 6    | Short rushes               | 2.22             |
| 7    | Harsh voice quality        | 2.08             |
| 8    | Breathy voice (continuous) | 2.04             |
| 9    | Pitch level                | 1.76             |
| 10   | Variable rate              | 1.76             |

Tabelle A.1: most deviant speech dimensions noted in 32 patients with Parkinsonism

## B Versuchsdesign des Experiments

### B.1 Übersicht über die Silbenstruktur der verwendeten Landmarks

| Silben   | Kartenpaar 1                       | Kartenpaar 2                         | Kartenpaar 3                      | Kartenpaar 4                    |
|----------|------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| S        | Fisch                              | Lamm                                 | Mehl                              | Saft                            |
| Ss       | Erle                               | Engel                                | Angler                            | Henne                           |
| Sss      | Goldmine                           | Wohnwagen                            | Baumwolle                         | Grünanlage ↵                    |
| Ssss     | Sonnenblumen                       | Nonenweiher                          | Ulmenwälder                       | Sonnenhügel                     |
| ssssS    | lange Jalousie<br>böhmischer Salon | junger Juwelier<br>iranische Armee ↵ | heller Diamant<br>goldene Moschee | blaues Mineral<br>neue Romane ↵ |
| sssSss   | hellblaues Wohnmobil               | drehende Windmühle                   | lahmender Maulesel                | Einwohnermeldeamt               |
| ssssSs   | singende Mormonin                  | summende Libelle                     | einsame Ruine                     | blühender Holunder              |
| sssssssS | alemannische Genderamerie          | Indianerinnenreservat                | Sängerinnenseminar ↵              | römische Orangerie ↵            |
| sssSs    | Villa Milano                       | Neue Arena                           | blühende Blumen                   | Maler Minelli                   |

Tabelle B.1: Silbenstruktur der verwendeten Landmarks. S entspricht einer betonten, s einer unbetonten Silbe. ↵ bezeichnet eine Abweichung vom vorgegebenen Muster

### B.2 Text für die Lesesprache

Lina und Tim wurden gebeten, eine Aufgabe durchzuführen. Beide bekamen Landkarten, auf denen bestimmte Objekte eingezeichnet waren. Doch nur auf Linas Karte war ein Weg abgebildet. Lina sollte Tim den Weg so genau beschreiben, dass er den Weg auf seiner Karte einzeichnen konnte.

Lina begann: „Der Start des Weges ist an der Erle. Dann führt der Weg nach Süden.“ Tim unterbrach sie und fragte: „Süden ist unten?“ Lina bestätigte es. Anschließend fragte Tim: „Der Weg führt von der Erle, von dem Wort Erle aus, oder?“ Lina antwortete: Ja, genau. Und dann geht er ganz gerade runter. Tim fragte: „An der Erle?“ Lina bejahte und erklärte ihm weiter: „Dann gibt es ein Zeichen für einen Fisch. Und einen Zentimeter unterhalb von Fisch gehst Du rechts.“ Tim wiederholte: „Unterhalb von Fisch?“ Lina sagte ja und erklärte: „Vom Fisch gehst Du in einem Bogen zur Goldmine hoch.“ Tim fragte unsicher: „Zwischen Angler und lahmender Maulesel?“ Das bestätigte Lina.

Tim wollte daraufhin wissen: „Und wie geht es dann zur Goldmine weiter?“ Linas Antwort lautete: „Einfach geradeaus.“ Tim fragte: „Und komme dann ans Ende der Goldmine?“ Lina bestätigte das und ergänzte: „Da steht ein hellblaues Wohnmobil.“ Daraufhin fragte Tim:

„Soll ich die Figur ausfahren?“ Lina antwortete: „Genau. Der Weg führt dann unterhalb der singenden Mormonin vorbei, danach kommen die Sonnenblumen.“ Tim fragte erstaunt: „Was für Sonnenblumen?“ „Sonnenblumen.“ sagte Lina erneut. Worauf Tim erwiderte: „Bloss, Sonnenblumen hab ich nicht.“ Und nach einer Pause fragte er ungeduldig: „Ja was mach ich jetzt, wenn ich die Sonnenblumen nicht habe?“ Lina befragte Tim daraufhin nach bestimmten Objekten auf seiner Karte.

Sie begann: „Hellblaues Wohnmobil, hast Du das?“ Nachdem er das bestätigte fragte sie: „Hast Du auch Indianerreservat? Und einsame Ruine?“ So überprüfte Lina systematisch weiter: „In der ersten Reihe Mehl? Heller Diamant? Blühende Blumen?“ Abschließend fragte sie noch: „Eine Villa Elina, gibt's die bei Dir?“ Die Frage nach einem Wohnwagen verneinte Tim. Sicherheitshalber wiederholte Lina: „Den hast Du nicht, den Wohnwagen?“ Sie fragte weiter: „Hast Du einen Sonnenhügel da?“ So führten sie den Dialog fort. Vor dem Ziel wollte Tim noch wissen: „Führt mein Weg auch um das Wort Baumwolle herum?“ Lina antwortete: „Ja. Und dann gehst Du nach oben, Richtung Böhmischer Salon.“ Dann fragte sie: „Wo die Ecke böhmischer Salon liegt, weißt Du?“ Das wusste Tim, aber er wollte wissen, wie weit er hochfahren sollte: „Bis zur Achse von der Villa Elina?“ Da Lina zögerte fragte er: „Zum oberen Rand der Blumen?“ Endlich hatte Tim den Weg erfolgreich eingezeichnet.

# C Statistische Methoden

## C.1 Unabhängigkeit aller Variablen

### $\chi^2$ -Test

```
> summary(table(Erwartung,Sprechstil,Intonation, Probandengruppe))
Number of cases in table: 470
Number of factors: 4
Test for independence of all factors:
    Chisq = 91.88, df = 18, p-value = 6.623e-12}
Chi-squared approximation may be incorrect
```

## C.2 Einfluss des Entscheidungsfragenyps

### Cochran-Mantel-Haenszel-Test

```
> mantelhaen.test(Erwartung,Intonation,
                  interaction(Probandengruppe,Sprechstil))

Mantel-Haenszel chi-squared test with continuity correction

data: Erwartung and Intonation
      and interaction(Probandengruppe, Sprechstil)

Mantel-Haenszel X-squared = 0.3123, df = 1, p-value = 0.5763
alternative hypothesis: true common odds ratio is not equal to 1
95 percent confidence interval:
 0.583547 1.304803
sample estimates:
common odds ratio
 0.8725904
```

## C.3 Einfluss der Probandengruppe

### Cochran-Mantel-Haenszel-Test

```
> mantelhaen.test( Probandengruppe, Intonation, Sprechstil)

      Cochran-Mantel-Haenszel test

data:  Probandengruppe and Intonation and Sprechstil
Cochran-Mantel-Haenszel M^2 = 25.4058, df = 2, p-value = 3.042e-06
```

### $\chi^2$ -Test für die Spontansprache

```
> chisq.test(Probandengruppe[Sprechstil=="spontan"],
             Intonation[Sprechstil=="spontan"])

      Pearson's Chi-squared test

data:  Probandengruppe[Sprechstil == "spontan"]
       and Intonation[Sprechstil == "spontan"]

X-squared = 12.0594, df = 2, p-value = 0.002406
```

### $\chi^2$ -Test für die Lesesprache

```
> chisq.test(Probandengruppe[Sprechstil=="lesen"],
             Intonation[Sprechstil=="lesen"])

      Pearson's Chi-squared test

data:  Probandengruppe[Sprechstil == "lesen"]
       and Intonation[Sprechstil == "lesen"]

X-squared = 14.184, df = 2, p-value = 0.0008317
```

## C.4 Einfluss des Sprechstils

### Cochran-Mantel-Haenszel-Test

```
> mantelhaen.test(Intonation,Sprechstil,Probandengruppe)
```

```

Mantel-Haenszel chi-squared test with continuity correction

data: Intonation and Sprechstil and Probandengruppe
Mantel-Haenszel X-squared = 11.0735, df = 1, p-value = 0.0008757
alternative hypothesis: true common odds ratio is not equal to 1
95 percent confidence interval:
 0.3103345 0.7290562
sample estimates:
common odds ratio
 0.4756588

```

### $\chi^2$ -Test für die Kontrollgruppe

```

> chisq.test(Intonation[Probandengruppe=="gesund"],
             Sprechstil[Probandengruppe=="gesund"])

```

Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

```

data: Intonation[Probandengruppe == "gesund"]
      and Sprechstil[Probandengruppe == "gesund"]

```

X-squared = 10.4455, df = 1, p-value = 0.001230

### $\chi^2$ -Test für PD-B

```

> chisq.test(Intonation[Probandengruppe=="PD-B"],
             Sprechstil[Probandengruppe=="PD-B"])

```

Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

```

data: Intonation[Probandengruppe == "PD-B"]
      and Sprechstil[Probandengruppe == "PD-B"]

```

X-squared = 0.2172, df = 1, p-value = 0.6412

### $\chi^2$ -Test für PD-R

```

> chisq.test(Intonation[Probandengruppe=="PD-R"],
             Sprechstil[Probandengruppe=="PD-R"])

```

Pearson's Chi-squared test with Yates' continuity correction

```

data: Intonation[Probandengruppe == "PD-R"]
      and Sprechstil[Probandengruppe == "PD-R"]

```

X-squared = 0.0068, df = 1, p-value = 0.9341

Warning message:

Chi-squared approximation may be incorrect in:  
chisq.test(Intonation[Probandengruppe == "PD-R"])

# Literaturverzeichnis

## **Ackermann u. Ziegler 1989**

ACKERMANN, H. ; ZIEGLER, W.: Die Dysarthrophonie des Parkinson-Syndroms. In: *Fortschritte der Neurologie und Psychiatrie* 57 (1989), S. 149–160

## **Agresti 1990**

AGRESTI, A.: *Categorical Data Analysis*. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapur : John Wiley and Sons, 1990 (Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics)

## **Anderson u. a. 1991**

ANDERSON, A. ; BADER, M. ; BARD, E. ; BOYLE, E. ; DOHERTY, G. M. ; GARROD, S. ; ISARD, S. ; KOWTKO, J. ; MCALLISTER, J. ; MILLER, J. ; SOTILLO, C. ; THOMPSON, H. S. ; WEINERT, R.: The HCRC Map Task Corpus. In: *Language and Speech* 34 (1991), Nr. 4, S. 351–366

## **Blonder u. a. 1989**

BLONDER, L. ; GUR, R. ; GUR, R.: The effects of right and left hemiparkinsonism on prosody. In: *Brain and Language* 36 (1989), S. 193–207

## **Brown u. Docherty 1995**

BROWN, A. ; DOCHERTY, G. J.: Phonetic variation in dysarthric speech as a function of sampling task. In: *European Journal of Disorders of Communication* 30 (1995), S. 17–35

## **Canter 1963**

CANTER, G. J.: Speech characteristics of patients with Parkinson's disease: I. Intensity, pitch, and duration. In: *Journal of Speech and Hearing Disorders* 28 (1963), S. 221–228

## **Canter 1965**

CANTER, G. J.: Speech characteristics of patients with Parkinson's disease: II. Physiological support for speech. In: *Journal of Speech and Hearing Disorders* 30 (1965), S. 44–49

## **Carletta u. a. 1995**

CARLETTA, J. ; ISARD, A. ; ISARD, S. ; KOWTKO, J. ; DOHERTY-SNEDDON, G. ; ANDERSON, A. H.: The Coding of Dialogue Structure in a Corpus. In: ANDERNACH, J. (Hrsg.) ; BURGT, S. van d. (Hrsg.) ; HOEVEN, G. van d. (Hrsg.): *Proceedings of the Ninth Twente Workshop on Language Technology: Corpus-based Approaches to Dialogue Modelling*. Universiteit Twente, Enschede, 1995

**Celex 1993**

CELEX: *The CELEX lexical database - Dutch, English, German. CD-ROM*. Centre for Lexical Information, Max Planck Institute for Psycholinguistics, Nijmegen, 1993

**Claßen 2000**

CLASSEN, K.: Map Task - Eine Version für das Deutsche. In: *Arbeitspapiere des Instituts für Maschinelle Sprachverarbeitung (Univ. Stuttgart)*, AIMS 6 (2000), Nr. 4, S. 65–83

**Critchley 1981**

CRITCHLEY, E.: Speech disorders of parkinsonism: A review. In: *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry* 44 (1981), S. 751–758

**Crystal u. Davy 1969**

CRYSTAL, D. ; DAVY, D.: *Investigating English Style*. London : Longman, 1969

**Darkins u. a. 1988**

DARKINS, A. W. ; FROMKIN, V. A. ; BENSON, D. F.: A Characterization of the Prosodic Loss in Parkinson's Disease. In: *Brain and Language* 34 (1988), S. 315–327

**Darley u. a. 1975**

DARLEY, F. L. ; ARONSON, A. E. ; BROWN, J. R.: *Motor Speech Disorders*. W.B. Saunders Company, 1975

**Frearson 1985**

FREARSON, B.: A Comparison of the AIDS Sentence List and Spontaneous Speech Intelligibility Scores for Dysarthric Speech. In: *Australian Journal of Human Communication Disorders* 13 (1985), June, Nr. 1, S. 5–21

**Grice u. Benzmüller 1995**

GRICE, M. ; BENZMÜLLER, R.: Transcription of German Intonation using ToBI tones; The Saarbruecken System. In: *Phonus* 1 (1995), S. 33–51

**Grice u. a. 1997**

GRICE, M. ; SAVINO, M. ; REFICE, M.: The Intonation of questions in Bari Italian: do speakers replicate their spontaneous speech when reading? In: *Phonus* 3 (1997), S. 1–7

**Hertrich u. Ackermann 1993**

HERTRICH, I. ; ACKERMANN, H.: Acoustic analysis of speech prosody in Huntington's and Parkinson's disease: a preliminary report. In: *Clinical Linguistics and Phonetics* 7 (1993), Nr. 4, S. 285–297

**Hoberman 1958**

HOBERMAN, S.: Speech techniques in aphasia and Parkinsonism. In: *Journal of Michigan State Medical Society* 57 (1958), S. 1720–1723

**Howell u. Kadi-Hanifi 1991**

HOWELL, P. ; KADI-HANIFI, K.: Comparison of prosodic properties between read and spontaneous speech material. In: *Speech Communication* 10 (1991), S. 163–169

**Kempler u. Van Lancker 2002**

KEMPLER, D. ; VAN LANCKER, D.: Effect of Speech Task on Intelligibility in Dysarthria: A Case Study of Parkinson's Disease. In: *Brain and Language* 80 (2002), S. 449–464

**Kent u. Finley Kent 2000**

KENT, R. D. ; FINLEY KENT, J.: Task-Based Profiles of the Dysarthrias. In: *Folia Phoniatrica et Logopaedica* 52 (2000), S. 48–53

**Le Dorze u. a. 1998**

LE DORZE, G. ; RYALLS, J. ; BRASSARD, C. ; BOULANGER, N. ; RATTÉ, D.: A Comparison of the Prosodic Characteristics of the Speech of People with Parkinson's Disease and Friedreich's Ataxia with Neurologically Normal Speakers. In: *Folia Phoniatrica et Logopaedica* 50 (1998), S. 1–9

**Lehiste 1965**

LEHISTE, I.: *Some acoustic characteristics of dysarthric speech*. Basel - New York : Karger, 1965

**Leuschel u. Docherty 1996**

LEUSCHEL, A. ; DOCHERTY, G. J.: Prosodic Assessment of Dysarthria. Effects of Sampling Task and Issues of Variability. In: ROBIN, D. A. (Hrsg.) ; YORKSTON, K. M. (Hrsg.) ; BEUKELMAN, D. R. (Hrsg.): *Disorders of motor speech: Recent Advances in assessment treatment and clinical characterization*. Baltimore, Paul H. Brookes Pub. Co., 1996, Kapitel 9, S. 155–178

**Logemann u. a. 1978**

LOGEMANN, J. ; FISHER, H. ; BOSHES, B. ; BLONSKY, E.: Frequency and cooccurrence of vocal tract dysfunctions in the speech of a large sample of Parkinson patients. In: *Journal of Speech and Hearing Disorders* 43 (1978), S. 47–57

**Lowit-Leuschel 1997**

LOWIT-LEUSCHEL, A.: *Prosodic impairment in Dysarthria: an acoustic phonetic study*, University of Newcastle upon Tyne, Diss., 1997

**Ludlow u. Bassich 1984**

LUDLOW, C. ; BASSICH, C.: Relationships between perceptual ratings and acoustic measures of hypokinetic speech. In: MCNEIL, M. (Hrsg.) ; ROSENBEK, J. (Hrsg.) ; ARONSON, A. (Hrsg.): *The Dysarthrias: Physiology, Acoustics, Perception, Management*. San Diego : College-Hill, 1984, S. 163–195

**Mayer 1995**

MAYER, J.: *Transcribing German Intonation - The Stuttgart System / Universität Stuttgart*. 1995. – Forschungsbericht

**Penner 2003**

PENNER, H.: *Effects of medication and speech therapy on intonation in Parkinson's Disease*, University of Newcastle upon Tyne, Diss., Dezember 2003

**Penner u. a. 2001**

PENNER, H. ; MILLER, N. ; HERTRICH, I. ; ACKERMANN, H. ; SCHUMM, F.: Dysprosody in Parkinson's Disease: an investigation of intonation patterns. In: *Clinical Linguistics and Phonetics* 15 (2001), Nr. 7, S. 551–566

**Pierrehumbert 1980**

PIERREHUMBERT, J. B.: *The Phonology and Phonetics of English Intonation*, Massachusetts Institute of Technology, Diss., September 1980

**Presnell 2000**

PRESNELL, B.: *An Introduction to Categorical Data Analysis Using R*, März 2000

**Rapp 1995**

RAPP, S.: Automatic phonemic transcription and linguistic annotation from known text with Hidden Markov models—An aligner for German. In: *Proceedings of ELSNET Goes East and IMACS Workshop "Integration of Language and Speech in Academia and Industry"* (Moskau, Russland), 1995

**Scharf 1997**

SCHARF, G.: Sprach- und Sprechstörungen. In: EMMANS, D. (Hrsg.) ; FUCHS, G. (Hrsg.): *Morbus Parkinson und Psychologie: ein Handbuch*. Göttingen : Vandenhoeck & Ruprecht, 1997, S. 127–147

**Schmidt u. Kaniak 1960**

SCHMIDT, K. ; KANIAK, G.: Über Atemfunktionsstörungen beim Parkinson-Syndrom. In: *Neurochirurgia* 3 (1960), S. 182–193

**Solomon u. Hixon 1993**

SOLOMON, N. ; HIXON, T.: Speech breathing in Parkinson's Disease. In: *Journal of Speech and Hearing Research* 36 (1993), S. 294–310

**Ulm u. a. 1990**

ULM, G. (Hrsg.) ; JÖRG, J. (Hrsg.) ; NITTNER, K. (Hrsg.) ; OERTEL, W. (Hrsg.) ; SCHNEIDER, E. (Hrsg.): *Parkinson-Fibel. Ein Wegweiser für den Alltag der Parkinson-Kranken*. Editiones Roche, 1990

**Venables u. a. 2001**

VENABLES, W. ; SMITH, D. ; THE R DEVELOPMENT CORE TEAM: *An Introduction to R*, Februar 2001

**Weismer 1984**

*Kapitel* Articulatory characteristics of parkinsonian dysarthria: Segmental and phrase-level timing, spirantization, and glottal-supraglottal coordination. In: WEISMER, G.: *The Dysarthrias: Physiology, Acoustics, Perception, Management*. San Diego : College Hill, 1984, S. 101–130

**Wunderli 1962**

WUNDERLI, J.: Über Anarthrie und Dysarthrie bei Parkinsonismus, infantiler Pseudobulbärparalyse und Schädeltrauma. In: *Schweizer Arch. Psych. Nervenkr.* 90 (1962), S. 74–103