

**Prädiktoren für Stürze von Patienten mit  
Parkinson-Krankheit während des  
klinischen Aufenthalts**

**Inaugural-Dissertation**

**zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin  
des Fachbereichs Medizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen**

**vorgelegt von Nord, Thomas  
aus Alsfeld**

**Gießen 2014**

**Aus der Klinik für Neurologie  
der Universitätsklinik Gießen und Marburg GmbH**

**Direktor: Herr Prof. Dr. Manfred Kaps**

**sowie dem**

**Soemmering Institut Bad Nauheim**

**Frau Priv.- Doz. Dr. PhD Iris Reuter**

**Betreuerin: Priv.-Doz. Dr. PhD Iris Reuter**

**Gutachter: Prof. Dr. Markus Rickert**

**Datum der Disputation: 23.06.2015**

**Meinen Eltern gewidmet**

# Inhalt

<b>1 EINFÜHRUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>2 GRUNDLAGEN ZUR PARKINSON-ERKRANKUNG.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Epidemiologie, Ätiologie und Pathogenese .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 Klinische Symptomatik .....</b>	<b>5</b>
2.2.1 Motorische Auswirkungen .....	5
2.2.2 Nichtmotorische Auswirkungen .....	7
2.2.2.1 Vegetative Störungen .....	7
2.2.2.2 Psychische Störungen .....	7
<b>2.3 Stadieneinteilung .....</b>	<b>8</b>
<b>2.4 Therapie der Parkinson-Krankheit .....</b>	<b>10</b>
2.4.1 Medikamentöse Therapie .....	10
2.4.1.1 L-Dopa/Dopaminagonisten .....	10
2.4.1.2 Anticholinergika .....	11
2.4.1.3 COMT-Hemmer .....	11
2.4.1.4 Dopamin-Rezeptoragonisten.....	12
2.4.1.5 MAO-B-Hemmer.....	12
2.4.1.6 Glutamat-Rezeptorantagonisten .....	12
2.4.2 Operative Therapie.....	13
2.4.3 Häufig eingesetzte Begleitmedikamente .....	13
2.4.3.1 Selektive Serotonin-Wiederaufnahmehemmer.....	13
2.4.3.2 Trizyklische Antidepressiva .....	14
2.4.3.3 Neuroleptika .....	14
2.4.3.4 Hypnotika / Sedativa .....	14
<b>3 STURZEREIGNISSE: ÜBERBLICK ÜBER BISHER VERÖFFENTLICHTE STUDIEN....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 Sturzhäufigkeit .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2 Verletzungen .....</b>	<b>16</b>
<b>3.3 Gesundheitsökonomische Bedeutung .....</b>	<b>18</b>
<b>3.4 Risikofaktoren .....</b>	<b>19</b>
3.4.1 Intrinsische Risikofaktoren .....	20
3.4.1.1 Alter .....	20
3.4.1.2 Posturale Kontrolle .....	20
3.4.1.3 Gehen .....	21
3.4.1.4 Demenz.....	22
3.4.1.5 Halluzinationen.....	23
3.4.1.6 Sehstörungen.....	23
3.4.1.7 Bewusstseinsverlust .....	24
3.4.1.8 Blutdruck .....	24
3.4.1.9 Freezing .....	24
3.4.1.10 Multitask.....	25
3.4.1.11 Stürze in der Vergangenheit / Angst vor neuen Stürzen .....	26
3.4.2 Extrinsische Risikofaktoren .....	26
3.4.2.1 Hilfsmittel .....	26
3.4.2.2 Schuhe und Kleidung .....	27
3.4.2.3 Medikamente .....	27

3.4.2.4 Räumliche Gegebenheiten .....	29
<b>4 ZIELE UND HYPOTHESEN .....</b>	<b>30</b>
<b>5 MATERIAL UND METHODE .....</b>	<b>31</b>
5.1 Patientenkollektiv .....	31
5.2 Unfall- und Sturzprotokoll .....	32
5.3 Erhebung der Patientendaten .....	33
5.4 Statistische Verfahren .....	36
<b>6 ERGEBNISSE .....</b>	<b>38</b>
6.1 Häufigkeitstabellen der patientenbezogenen Merkmale .....	38
6.2 Sturzumstände .....	49
6.2.1 Zeitpunkt des Sturzes .....	49
6.2.2 Unfallort .....	50
6.2.3 Aktivität vor Sturz .....	51
6.2.4 Verletzungen .....	52
6.3 Multivariate Analyse von potentiellen Prädiktoren für Stürze .....	53
6.3.1 Ergebnisse der multivariaten Analyse .....	54
<b>7 DISKUSSION.....</b>	<b>57</b>
<b>8 AUSBLICK.....</b>	<b>67</b>
<b>9 ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>68</b>
<b>10 ABSTRACT .....</b>	<b>69</b>
Glossar .....	70
Abbildungsverzeichnis.....	71
Tabellenverzeichnis.....	72
Literaturverzeichnis.....	73
Anhang A Prüfung auf Multikollinearität und Logistische Regression.....	79
Anhang B Unfall- und Sturzprotokoll der Parkinson-Klinik Bad Nauheim .....	89
Publikationsverzeichnis.....	90
Ehrenwörtliche Erklärung.....	91
Danksagung.....	92

# 1 Einführung

Die Parkinson-Erkrankung ist eine der am häufigsten vorkommenden chronischen neurodegenerativen Erkrankungen des älteren Menschen (Rijk et al. 1997). Dieses Krankheitsbild geht klassischerweise mit den vier Kardinalsymptomen „Rigor“, „Tremor“, „Bradykinese“ und „posturale Instabilität“ einher. Darüber hinaus treten nicht-motorische Komplikationen auf, welche sich in vegetativen und psychischen Dysfunktionen äußern.

Im Rahmen der Parkinson-Erkrankung sind Stürze der Patienten ein häufiges Ereignis (Pickering et al. 2007; Wood et al. 2002; Ashburn et al. 2001). Neben den direkten Sturzfolgen, wie Verletzungen inklusive Frakturen, können die Stürze zu weitreichenden Auswirkungen führen, welche die Lebensqualität der Betroffenen mindern. Vor allem ältere Patienten, die in der Vergangenheit stürzten, haben Angst vor neuen Stürzen oder einer bleibenden Behinderung und letztendlich der Aufgabe des selbstständigen Lebens und der Einweisung ins Pflegeheim. Das führt zu einer Abnahme körperlicher Aktivitäten und zur Isolation (Nikolaus 2005). Auch die gesundheitsökonomische Bedeutung von Stürzen ist zu bedenken: in Deutschland entstehen pro Jahr ca. 2,1–3,8 Mrd. Euro an Kosten durch Stürze der älteren Bevölkerung. Unter diese Kosten fallen die Akutversorgung, ambulante Leistungen und Kosten aufgrund des erhöhten Pflegebedarfs (Heinrich et al. 2011).

Das Risiko zu stürzen wird durch intrinsische und extrinsische Faktoren bestimmt bzw. beeinflusst. Während die intrinsischen Faktoren durch den physischen und kognitiven Zustand des Patienten gegeben sind, nehmen die umweltbezogenen Gegebenheiten des Patienten die Rolle der extrinsischen Faktoren ein.

Um mögliche Stürze zu verhindern ist es wichtig, mehr über die bedingenden Faktoren für Stürze und die Sturzumstände an sich, zu erfahren. Denn mit den gewonnenen Erkenntnissen wäre ein vorausschauendes Handeln durch die Patienten, Ärzte und Pflegekräfte sowie ein Beeinflussen von Risikofaktoren möglich, damit zukünftige Stürze möglichst vermieden werden können.

Ziel dieser Arbeit ist es, die beeinflussenden Faktoren für Stürze bei Parkinson-Erkrankung zu untersuchen. Zuerst wird eine Darstellung der Grundlagen zur Parkinson-Erkrankung und der Therapie sowie den bisher bekannten Risikofaktoren für

Stürze erfolgen. Anschließend werden die Ergebnisse der statistischen Auswertung einer retrospektiven klinischen Untersuchung beschrieben und diskutiert.

## **2 Grundlagen zur Parkinson-Erkrankung**

Die Parkinson-Erkrankung hat mehrere, oft synonym gebrauchte Namen (z.B. Morbus Parkinson, Schüttellähmung, sekundärer Parkinsonismus, Paralysis agitans, Parkinson-Syndrom). Ist die Ursache unbekannt, so spricht man von einem „Idiopathischen Parkinson-Syndrom“ (IPS). Liegen bekannte Ursachen für die Erkrankung vor (z.B. medikamentös bedingt, Boxer-Encephalopathie, subkortikale arteriosklerotische Encephalopathie, M. Wilson, Gehirntumore und verschiedene Stoffwechselerkrankungen), so bezeichnet man die Erkrankung als „symptomatisches Parkinson-Syndrom“. Sogenannte atypische Parkinson-Erkrankungen (z.B. Multisystem-Atrophie, Progressive Supranukleäre Blickparese, Kortikobasale Degeneration) sind abzugrenzende neurodegenerative Erkrankungen, welche Symptome aufweisen, die auch bei der Parkinson-Erkrankung vorkommen. Allerdings unterscheiden sie sich pathophysiologisch und histologisch sowie in Prognose und Therapie von der Parkinson-Krankheit (Facca und Koller 2003).

### **2.1 Epidemiologie, Ätiologie und Pathogenese**

Die Parkinson-Krankheit ist eine typische neurodegenerative Erkrankung des älteren Menschen. Die Inzidenz für das Parkinson-Syndrom steigt mit zunehmendem Alter an. Während ca. 0,3 Neuerkrankungen pro 1.000 Menschen (im Alter von 55 bis 65 Jahren) pro Jahr auftreten, liegen bei über 85-Jährigen 4,4 Neuerkrankungen pro 1.000 Menschen pro Jahr vor (de Lau et al. 2004). Die Prävalenz beträgt ca. 2 % der über 65-Jährigen und ca. 5 % der 80- bis 89-Jährigen (Rijk et al. 1997).

In Deutschland leben ca. 250.000 bis 400.000 Einwohner, die an der Parkinson-Krankheit erkrankt sind (Gerlach et al. 2007). Beide Geschlechter sind gleich häufig betroffen. Der Krankheitsverlauf ist in der Regel langsam progredient, seltener gibt es Krankheitsformen, die rapide voranschreiten. Die Ausprägung der einzelnen Krankheitssymptome kann ebenfalls unterschiedlich auftreten.

Die eigentliche Ursache der Parkinson-Krankheit ist nach wie vor unbekannt. Allerdings wurden im Zusammenhang mit Parkinson-Symptomen genetische Faktoren entdeckt. So sind mittlerweile mehr als 15 Genorte (so genannte PARKs) im Zusammenhang mit der Parkinson-Krankheit bekannt. Weiterhin werden neben einem

hohen Lebensalter und einer positiven Familienanamnese, Umweltfaktoren wie Pestizide und Schwermetalle, als Risikofaktoren für eine Erkrankung genannt (Ceballos-Baumann 2005).

Pathogenetisch liegt bei der Parkinson-Krankheit ein Defizit des Neurotransmitters Dopamin im Bereich der Basalganglien zugrunde.

Die Basalganglien haben eine wichtige Funktion für die zentralnervöse Regulation der Motorik. Sie modulieren den Informationsfluss zwischen Assoziationskortex und Thalamus und erfahren beim Durchlaufen der Basalganglien die Steuerung von Kraft, Ausmaß und Geschwindigkeit.

Bei der Parkinson-Krankheit kommt es zu einer fortschreitenden Degeneration der Zellen im Bereich der Basalganglien, vorwiegend in den Dopamin- und neuromelaninhaltigen Neuronen der Substantia nigra compacta sowie des Locus coeruleus.

Bei überlebenden nigralen Neuronen treten intrazytoplasmatische eosinophile Einschlusskörperchen (Lewy-Körperchen) auf (Gerlach et al. 2007). Die Ansammlungen der Lewy-Körperchen führen zu Funktionsverlusten der Nervenzellen bis hin zum Zelltod.

Je nachdem in welcher Region die Einschlusskörperchen und Zelluntergänge lokalisiert sind, imponieren verschiedene klinische Krankheitsausprägungen. Bei einer vorwiegend subkortikalen Degeneration von Nervenzellen und Ausbreitung der Lewy-Körperchen in der Substantia nigra, Locus coeruleus und im dorsalen Vaguskern, entsteht die Parkinson-Krankheit. Bei einem ausgeprägten kortikalen Befall entsteht die Lewy-Körperchen-Demenz. Erst ab einem Untergang der nigralen Neuronen von 50 % und einem Verlust von 80 % des striatalen Dopamins treten die Symptome der Parkinson-Erkrankung auf (Fearnley und Lees 1991).

## 2.2 Klinische Symptomatik

Die klinische Symptomatik der Parkinson-Krankheit zeigt sich in motorischen und nicht motorischen Auswirkungen (vegetative und psychische Komplikationen). Dabei sind die Symptome breit gefächert und wirken sich auf viele Bereiche des alltäglichen Lebens aus. Im Folgenden sollen exemplarisch einige motorische und nicht motorische Auswirkungen beschrieben werden.

### 2.2.1 Motorische Auswirkungen

Kennzeichnend für die Parkinson-Krankheit ist ein hypokinetisches Syndrombild mit den klassischen Trias „Rigor“ (Muskelsteife), „Tremor“ (Zittern) und „Akinese“ (Bewegungsarmut). Die „posturale Instabilität“ (mangelnde Stabilität der aufrechten Körperhaltung) wird von vielen Autoren als weiteres, viertes Kardinalsymptom genannt (Gerlach et al. 2007).

Als **Rigor** bezeichnet man einen erhöhten Muskeltonus, welcher durch eine gleichzeitige Aktivierung eines Muskels und seines Gegenspielers zustande kommt. Bei der körperlichen Untersuchung kann man einen „wächsernen Widerstand“ feststellen: einen gleichmäßigen zähen Bewegungsablauf. Ebenso ist ein „Zahnradphänomen“ möglich, was dadurch bedingt ist, dass es zu kurzen Unterbrechungen des Rigors während der Bewegung kommt. Geht der Patient, so fallen verminderte oder fehlende Armgegenbewegungen auf.

Das zweite Kardinalsymptom, der **Tremor**, ist als Ruhetremor vorhanden. Er tritt entsprechend bei vollständiger Entspannung auf. Der Tremor bei der Parkinson-Krankheit hat eine mittlere Frequenz von 4–6 Hz. Unter mentaler oder psychischer Belastung nimmt der Ruhetremor in der Regel zu, bei Bewegungen der entsprechenden Muskeln nimmt er ab. Nahezu jeder Patient mit Parkinson-Krankheit entwickelt im Laufe der Erkrankung einen Tremor.

Die Bewegungsarmut, die sogenannte **Akinese**, lässt sich in drei Teilbereiche differenzieren, welche mehr oder weniger stark ausgeprägt nebeneinander auftreten können: „Bradykinese“ (Bewegungsverlangsamung), „Hypokinese“ (Verminderung der Bewegungsamplituden) und „Akinese“ (Hemmung der Bewegungsinitiation). Oft werden diese Begriffe im klinischen Gebrauch synonym verwendet. Im Folgenden soll der Begriff „Bradykinese“ als Oberbegriff Verwendung finden.

Im Verlauf der Erkrankung kann die Bradykinese in eine völlige Bewegungsunfähigkeit übergehen, in die sogenannte akinetische Krise, was eine lebensbedrohliche Situation darstellt. Das „Freezing“ hingegen ist eine kurzfristige Bewegungslosigkeit, die als eine Art „Einfrieren“ oder „Festkleben“ imponiert. In Frühstadien der Parkinson-Krankheit ist Freezing eine Bewegungsstörung von kurzer Dauer. Im Verlauf der Erkrankung nimmt die Dauer der Freezingepisoden zu. Am häufigsten ist Freezing im Off-Status (eine Phase starker Bewegungsarmut) zu beobachten.

Das Symptom der posturalen Instabilität tritt in der Regel erst im weiteren Verlauf der Krankheit auf (Bloem et al. 2001). Der Patient verliert die Fähigkeit der motorischen Gleichgewichtskontrolle und kann nicht mehr für den Erhalt des Gleichgewichts ausgleichend das Körpergewicht verlagern. Es kommt zu einer Standunsicherheit. Oftmals sind Ausfallschritte zum Halten des Gleichgewichts notwendig. Aufgrund der posturalen Instabilität und der begleitenden Bradykinese ergibt sich eine hohe Gefahr für Stürze.

## 2.2.2 Nichtmotorische Auswirkungen

Neben den motorischen Symptomen spielen vegetative und psychiatrische Störungen eine erhebliche Rolle bei der Parkinson-Krankheit.

### 2.2.2.1 Vegetative Störungen

Exemplarisch seien genannt:

**Blasenentleerungsstörungen:** Ca. 40 % der Patienten mit Parkinson-Erkrankung leiden an Miktionsstörungen (imperativer Harndrang und Nykturie) (Müller et al. 2005).

**Gastrointestinale Störungen:** Hierunter fallen Symptome wie Obstipation, Sodbrennen und Motilitätsstörungen (Jost und Braune 2001).

**Orthostatische Hypotension:** Im Laufe der Erkrankung kommt es bei vielen Patienten zu orthostatischen Kreislaufregulationsstörungen.

**Seborrhö:** Eine erhöhte Talgproduktion im Gesichtsbereich, sie führt zum sogenannten „Salbengesicht“.

**Sexuelle Störungen:** Sie äußern sich in reduzierter Libido und erektiler Dysfunktion.

**Tagesmüdigkeit:** Eine erhöhte Tagesmüdigkeit kommt bei bis zu 50 % der Patienten mit Parkinson-Krankheit vor und kann als ein Prädiktor für Stürze angesehen werden (Chaudhuri und Naidu 2008).

### 2.2.2.2 Psychische Störungen

**Demenz:** Im Verlauf der Parkinson-Krankheit entwickeln Patienten zu 20 % eine Demenz (Reichmann und Sommer 2001). Die sogenannte „Parkinson-Demenz“ ist hierbei als eigenständiges Symptom zu betrachten. Sie ist abzugrenzen von der „Alzheimer-Demenz“ und der „Vaskulären Demenz“, welche ebenfalls häufig in dieser Altersgruppe vertreten sind.

**Depressionen:** Depressionen sind mit einer Prävalenz von 45 % eine der häufigsten nichtmotorischen Komplikationen (Lemke 2004). Da bei vielen Patienten gleichzeitig motorische und kognitive Störungen (Demenz) vorliegen, ist eine adäquate Diagnosestellung oftmals erschwert. Die Depression lässt die Lebensqualität subjektiv stärker sinken als sie tatsächlich durch die motorischen und nichtmotorischen Störungen beeinflusst ist.

**Halluzinationen:** Hierunter fallen optische, akustische und taktile Halluzinationen. Optische Halluzinationen treten häufiger auf als Halluzinationen anderer Sinnesqualitäten und werden bei Patienten mit Parkinson-Krankheit mit einer Prävalenz von 27 % angegeben (Aarsland et al. 1999). Zu Beginn treten diese Halluzinationen oft als illusionäre Verkennung von Lichtschatten bei Dämmerung auf, im fortgeschrittenen Stadium auch tagsüber (Lemke 2005). Die Halluzinationen sind in vielen Fällen als eine Nebenwirkung der Parkinson-Medikation zu betrachten.

### 2.3 Stadieneinteilung

Im klinischen Bereich wird am gebräuchlichsten die *Stadieneinteilung nach Hoehn und Yahr* (1967) angewandt. Es werden fünf Stadien unterschieden, mit welchen eine schnelle orientierende Beschreibung des Patienten möglich ist:

- Stadium 1: Einseitiger Befall des Körpers mit Zittern und Steifigkeit, keine wesentliche Behinderung
- Stadium 2: Beidseitiger Befall, leichte Behinderung, Gangbild beeinträchtigt
- Stadium 3: Mäßige Behinderung, posturale Instabilität, Schwierigkeiten beim Gehen, Unsicherheit beim Wenden
- Stadium 4: Schwere Behinderung, Patient ist angewiesen auf Hilfe im Alltag
- Stadium 5: Sehr schwere Behinderung, volle Pflegebedürftigkeit, bettlägerig oder auf Rollstuhl angewiesen

Eine andere Möglichkeit der Verlaufsbeurteilung ist die Klassifizierung nach der *Unified Parkinson's Disease Rating Scale* (UPDRS). Der dazugehörige Test umfasst drei Teile:

(I) kognitive Funktionen, Verhalten und Stimmung

(II) Aktivitäten des alltäglichen Lebens

(III) motorische Symptome

Der Test läuft als Befragung ab; 0 Punkte bedeuten keine Behinderung, 199 Punkte sind maximal möglich.

Weitere Skalen sind: *Columbia University Rating Scale* (CURS), *North Western University Disability Scale* (NUDS) und die *Skala nach Schwab und England*. Die genannten Skalen erfassen unterschiedliche Haupt- und Nebensymptome der Parkinson-Krankheit und ermöglichen eine einfache Einschätzung der Parkinson-Kennzeichen.

## **2.4 Therapie der Parkinson-Krankheit**

Eine kausale Behandlung der Parkinson-Krankheit ist zurzeit nicht möglich. Deshalb ist die Behandlung symptomatisch, aber nicht kurativ oder neuroprotektiv. Als Therapieoption mit dem Hauptziel Tremor, Rigor und Akinese zu lindern, stehen vorwiegend zur Verfügung:

- Pharmakotherapie
- Stereotaktische Operationen zur Tiefenhirnstimulation
- Implantation dopaminerger Zellen
- Krankengymnastik, Ergotherapie und Logopädie

### **2.4.1 Medikamentöse Therapie**

Auf dem Markt sind viele Medikamente zur Therapie der Parkinson-Krankheit erhältlich. Die wichtigsten Substanzgruppen sollen im Folgenden kurz erläutert werden.

#### **2.4.1.1 L-Dopa/Dopaminagonisten**

Der Untergang dopaminerger nigraler Neurone ist der grundlegende Pathomechanismus der Parkinson-Krankheit. Entsprechend gilt als Basis der Parkinsontherapie die dopaminerge Substitution, entweder durch den Vorläuferstoff L-Dopa oder durch Dopamin-Agonisten. Ein Ansprechen auf diese Medikamente gilt als ein diagnostisches Kriterium für die Parkinson-Krankheit.

Meist werden Kombinationspräparate aus L-Dopa und peripheren Decarboxylasehemmern (z.B. Carbidopa oder Benserazid) verwendet.

In der ELLDOPA-Studie wurde nachgewiesen, dass durch die Gabe von L-Dopa im Gegensatz zu Placebopräparaten nachhaltig die Häufigkeit und Schwere von Freezing während des Gehens verringert werden konnte (Fahn et al. 2004). Damit scheint die L-Dopa-Therapie einen hohen Stellenwert in der Therapie zur Vermeidung von Stürzen zu haben. Das Auftreten von Freezing während des Gehens kann durch eine Erhöhung der L-Dopa-Dosis oder kürzere Verabreichungsintervalle stark vermindert werden (Devos et al. 2009).

Die volle Wirkung von L-Dopa in Tablettenform (Madopar®, Levopar®) wird nach ca. 45–90 Minuten erreicht. Es stehen auch Retard-Präparate (Madopar Depot®; Nacom Retard®) und schnell verfügbares L-Dopa in Form von löslichen Präparaten zur Verfügung (Madopar LT®, Isicom®). Im Verlauf der Therapie treten Schwankungen in der Wirkung auf und die Wirkdauer lässt nach. Innerhalb von 10–15 Jahren treten bei bis zu 90 % aller chronisch mit L-Dopa therapierten Patienten mit Parkinson-Krankheit motorische Komplikationen auf (Cedarbaum et al. 1991). Diese äußern sich in Fluktuationen (On-off-Phänomen, End-of-dose-Akinese, Wearing-off, Peak-dose-Hyperkinesie) und Dyskinesien (Peak-dose-Dyskinesie, On- oder Off-Dystonie).

#### **2.4.1.2 Anticholinergika**

Typische Anticholinergika sind Biperiden, Metixen, Bornaprin und Trihexyphenidyl. Sie wirken vorwiegend verbessernd auf Hypokinesie, Tremor und Rigor. Als Nebenwirkungen sind Mundtrockenheit, Obstipation, Harnverhalt, Akkomodationsstörungen, Erhöhung des Augeninnendrucks sowie die Entwicklung eines potentiell reversiblen dementiellen Syndroms bekannt (Diener 2005). Laut einer Studie von Chung et al. (2010) senkt die Verabreichung von Donepezil, ein Acetylcholinesteraseinhibitor, die Häufigkeit von sturzgefährdeten Patienten fast um die Hälfte (von 0,25 auf 0,13 Stürze pro Tag) (Chung et al. 2010).

#### **2.4.1.3 COMT-Hemmer**

Durch den Einsatz von COMT-Hemmern steht mehr Dopamin im Körper zur Verfügung, jedoch ist der Einsatz von COMT-Hemmern nur sinnvoll, wenn sie zur Wirkungsverlängerung in Kombination mit einzelnen L-Dopa Dosen eingesetzt werden. Entacapon stellt den Hauptvertreter dieser Substanzgruppe dar. Als Kombinationsmedikament mit L-Dopa, COMT-Hemmer und L-Dopa-Decarboxylasehemmer ist Stalevo® auf dem Markt erhältlich. Die Hauptindikation für den Einsatz von COMT-Hemmern besteht bei Patienten mit Parkinson-Krankheit in fortgeschrittenen Stadien mit ausgeprägten Fluktuationen (Diener 2005). Die Verwendung von COMT-Hemmern bringt dopaminerge und nicht-dopaminerge Nebenwirkungen mit sich. Sie äußern sich in vermehrten Dyskinesien, Übelkeit und Erbrechen sowie Verfärbung des Urins und Diarrhö (Gordin et al. 2003).

#### **2.4.1.4 Dopamin-Rezeptoragonisten**

Dopamin-Rezeptoragonisten wie Budipin und Cabergolin haben einen hohen Stellenwert in der Therapie der Frühphase der Parkinson-Krankheit. Unter Einsatz von Dopamin-Rezeptoragonisten können Spätsyndrome, wie sie unter L-Dopa-Therapie vorkommen, hinausgezögert werden. Zudem treten motorische Komplikationen in Kombination mit L-Dopa-Therapie seltener auf (Ceballos-Baumann 2004). Das Spektrum der Nebenwirkung ist ähnlich wie das der L-Dopa-Präparate.

#### **2.4.1.5 MAO-B-Hemmer**

Vertreter dieser Wirkstoffgruppe sind Selegilin und Rasagilin. Sie verhindern den intrazerebralen Abbau von L-Dopa. Zudem wird dem Medikament eine neuroprotektive Wirkung zugesprochen. Die häufigsten Nebenwirkungen sind Schlaflosigkeit, Übelkeit, Erbrechen, Schwindel, orthostatische Reaktionen, Dyskinesien sowie psychotische Symptomaten (Gerlach et al. 2007).

#### **2.4.1.6 Glutamat-Rezeptorantagonisten**

Fluktuationen unter L-Dopa-Pflichtigkeit können durch den Einsatz der Glutamatrezeptorantagonisten (NMDA-Rezeptorantagonisten) „Amantadin“ und „Budipin“ reduziert werden. Eine frühe Behandlung mit Amantadin kann den Einsatz von L-Dopa verzögern. Zudem wird Amantadin eine neuroprotektive Wirkung zugesprochen. Als Nebenwirkungen sind Schlafstörungen, Nervosität, abdominelle Beschwerden und optische Halluzinationen bekannt (Gerlach et al. 2007).

## **2.4.2 Operative Therapie**

Erste operative Therapieversuche wurden in den 1950er-Jahren unternommen. Man unterscheidet prinzipiell die „Thermokoagulation“ und die „Neurostimulation“.

Die *Thermische Koagulation* der Kerne des Thalamus (Nucleus ventralis postero-lateralis, Nucleus intermedialis und subthalamische Kerne) kann bei medikamentös therapieresistenten Ruhe- und Haltetremor angewandt werden. Bei ca. 80 % der Patienten kommt es postoperativ zu einer deutlichen Besserung (Diener 2005). Die *Neurostimulation* bzw. tiefe Gehirnstimulation umfasst eine Implantation von Elektroden zur Stimulation des Globus pallidus internus oder des Nucleus subthalamicus. Es handelt sich um eine hocheffektive Behandlung, die jedoch mit einem sehr hohen Aufwand und Kostenfaktor verbunden ist. Die tiefe Gehirnstimulation hat aufgrund der hohen Effizienz ablative Verfahren wie die „Thalamotomie“ oder „Palliotomie“ verdrängt.

## **2.4.3 Häufig eingesetzte Begleitmedikamente**

Aufgrund der vielen Komorbiditäten bei Patienten mit Parkinson-Krankheit gibt es häufig eingesetzte Medikamente, welche neben der Hauptmedikation begleitend eingesetzt werden.

### **2.4.3.1 Selektive Serotonin-Wiederaufnahmehemmer**

Bei Depressionen sowie verschiedenen Formen der Angststörung kann eine Indikation für die Verabreichung selektiver Serotonin-Wiederaufnahmehemmer (SSRI) vorliegen. Die häufigsten Nebenwirkungen betreffen das gastrointestinale System: Übelkeit, Erbrechen, Durchfall. Des Weiteren sind sexuelle Funktionsstörungen möglich. Da bei gleichzeitiger Gabe von SSRI und dem MAO-B-Hemmer Selegilin das serotonerge Syndrom auftreten kann, sollte eine Kombination der beiden Medikamente vermieden werden. Sterke et al. (2011) haben in einer Studie an Demenz-Erkrankten einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Einnahme von SSRIs und Verletzungen aufgrund von Stürzen nachgewiesen. Höhere Dosierungen bewirken demnach ein höheres Risiko für schwerwiegende Stürze. Eine Übertragung dieser Ergebnisse auf Patienten mit Parkinson-Erkrankung, welche SSRI häufig als Begleitmedikation verschrieben bekommen, scheint durchaus möglich.

### **2.4.3.2 Trizyklische Antidepressiva**

Diese Gruppe der Antidepressiva hat keine Selektivität auf ein bestimmtes Transmittersystem. Trizyklische Antidepressiva (TAD) nehmen Einfluss auf das Noradrenalin-Serotoninsystem sowie auf den Acetylcholin- und Histaminhaushalt. Aufgrund der erhöhten Nebenwirkungen gegenüber den SSRI tritt die Verwendung von TAD mehr und mehr in den Hintergrund. An Nebenwirkungen treten auf: Tachykardie, Mundtrockenheit, Orthostasesstörungen, Obstipation. Nach Coupland et al. (2011) ist die Einnahme von Antidepressiva, inklusive trizyklischer Antidepressiva, assoziiert mit einem erhöhten Sturz-Risiko.

### **2.4.3.3 Neuroleptika**

Zur Behandlung neuropsychiatrischer Syndrome werden Neuroleptika wie Clozapin, Risperidon und Quetiapin eingesetzt. Komplikationen sind orthostatische Störungen, Sedierung und Hypotension. Andere Psychotika wie Haloperidol können nicht eingesetzt werden, da sie die Dopamin-D2-Rezeptoren blockieren.

### **2.4.3.4 Hypnotika / Sedativa**

Hypnotika und Sedativa werden zur Therapie von Schlafstörungen eingesetzt sowie zur Beruhigung. Eine große Gruppe der Hypnotika stellen die Benzodiazepine dar. Sie wirken je nach Dosierung anxiolytisch, sedativ-hypnotisch, relaxierend und antikonvulsiv. Es besteht die Gefahr der Toleranz- und Abhängigkeitsentwicklung. Bei Nicht-Benzodiazepin-Hypnotika, wie Zalepon oder Zoplicon, sind Toleranz- und Abhängigkeitssyndrome ebenfalls nicht auszuschließen. Als Nebenwirkungen können bei langfristiger Anwendung Antriebsstörungen, Interessensverlust und mangelnde emotionale Spontaneität auftreten. Nach Leipzig et al. (1999a) erhöhen Benzodiazepine das Risiko für den Patienten zu stürzen.

## **3 Sturzereignisse: Überblick über bisher veröffentlichte Studien**

### **3.1 Sturzhäufigkeit**

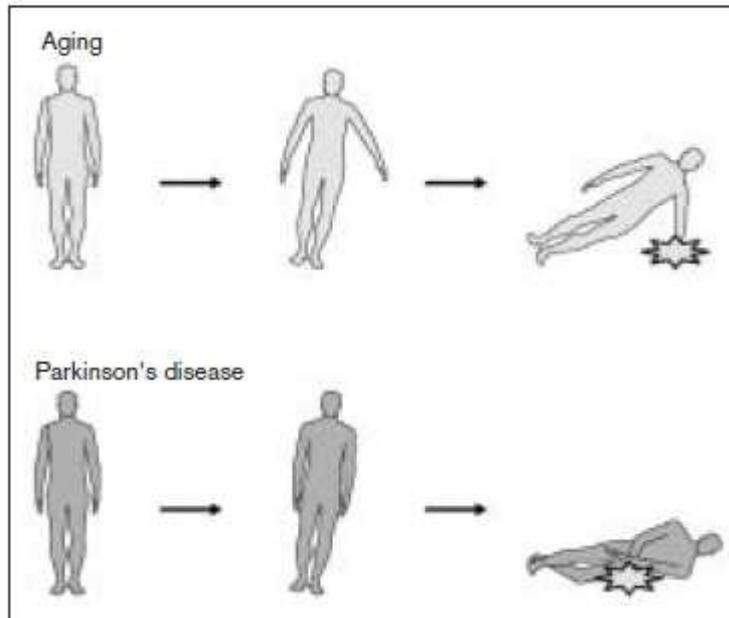
Stürze sind ein generelles Problem der älteren Bevölkerung und nicht allein der Patienten mit Parkinson-Krankheit. Etwa jeder dritte Mensch ab einem Alter von 65 Jahren stürzt mindestens einmal pro Jahr (Tinetti et al. 1988; Kannus et al. 2000; Rubenstein et al. 1994). Darüber hinaus fallen mindestens 15 % der betroffenen Personen zweimal oder häufiger (Stel et al. 2003). Vergangene Stürze sind ein Prädiktor für die erhöhte Wahrscheinlichkeit weiterer Stürze in der Zukunft (Freiberger und Becker 2006). Im Krankenhaus haben Patienten im Alter von 70 bis 74 Jahren das höchste Risiko, einen Sturz zu erleiden (Heinze et al. 2002).

Für Parkinson-Patienten ist die Zahl der Stürze höher: Koller et al. (1989) fanden bei ihnen eine durchschnittliche Sturzrate von 38 % pro Woche, 13 % der Patienten stürzten häufiger als einmal pro Woche. Nach Wood et al. (2002) beträgt die jährliche Inzidenz für Stürze von Patienten mit Parkinson-Krankheit 68 %, wobei die Mehrheit der gestürzten Personen im darauffolgenden Jahr wieder stürzt. Eine groß angelegte Metaanalyse von Pickering et al. (2007) brachte eine Sturzwahrscheinlichkeit von 46 % innerhalb von drei Monaten bei allen untersuchten Parkinson Erkrankten hervor. Auch Patienten, die im Jahr zuvor nicht gestürzt waren, hatten eine Wahrscheinlichkeit von 21 %, innerhalb von drei Monaten zu stürzen. Eine retrospektive Studie von Ashburn et al. (2001) untersuchte ein Patientenkollektiv von 63 Personen mit Parkinson-Krankheit. Die Studie brachte eine Wahrscheinlichkeit von 64 % hervor, innerhalb eines Jahres zu stürzen. Die Patienten befanden sich nicht im klinischen Aufenthalt. Die Anzahl der Stürze steigt nicht, wie zu erwarten, proportional in Abhängigkeit von der Dauer und Schwere der Erkrankung. Stürze sind in frühen Stadien der Erkrankung selten, steigen dann aber mit den zunehmenden Gleichgewichtsstörungen in den Folgestadien an. Stadium 4 bis 5 nach Hoehn und Yahr ist mit einer zunehmenden Immobilität bis hin zu Bettlägerigkeit verbunden. Aufgrund dessen nimmt in diesem Stadium die Anzahl der Stürze wieder ab (Pickering et al. 2007).

### 3.2 Verletzungen

Es ist davon auszugehen, dass etwa 20–25 % aller Sturzereignisse älterer Menschen das Aufsuchen einer medizinischen Einrichtung nach sich führen (von Renteln-Kruse 2004). Die Mehrzahl der Stürze führt zu keiner nennenswerten Verletzung des Patienten, jedoch führt ca. jeder zehnte Sturz zu gravierenden Verletzungen, die einen Krankenhausaufenthalt zur Folge haben. Auch Nikolaus (2005) geht davon aus, dass annähernd jeder zehnte Sturz schwerwiegende Verletzungen verursacht, wie Frakturen, insbesondere Schenkelhalsfrakturen, Subduralthämatome sowie andere schwerwiegende Weichteil- oder Kopfverletzungen. Von Renteln-Kruse (2004) gibt etwas geringere Zahlen für schwere Verletzungen durch Stürze an: nach seiner Studie führen ca. 4–6 % der Stürze zu Frakturen. Ab einem Alter von über 65 Jahren steigt die Letalitätsrate exponentiell an. Die höchste Letalität durch Verletzungen haben Hüft-, Femur- und Schädelverletzungen. Mit einer assoziierten Übersterblichkeit von 19 % (Frauen) und 25 % (Männer) ist innerhalb eines Jahres bei proximaler Femurfraktur zu rechnen (Bundesärztekammer 2001). Eine Studie von Becker et al. (1999) zeigt, dass Femurfrakturen zu einem erheblichen Verlust an funktionellen und sozialen Fertigkeiten gegenüber der Lebenssituation vor der Fraktur führen. Wielinski et al. (2005) untersuchten in einer Studie das Sturzverhalten von 1.013 Patienten mit Parkinson-Krankheit. Ca. 56 % der Patienten waren innerhalb der letzten zwei Jahre gestürzt, in insgesamt 65 % der Fälle kam es hier zu Verletzungen, in 33 % zu Frakturen. Mit 27,8 % waren Hüfte und Becken am häufigsten betroffen, danach folgen das Rumpfskelett (21,4 %), Hand und Handgelenk (15,9 %), Arm (9,5 %), Schultergürtel (8,7 %). Weniger häufig treten laut der Studie Bein-, Fuß- und Schädelfrakturen auf.

Bloem et al. (2003) weisen in ihrer Arbeit auf ein verändertes Sturzmuster von Patienten mit Parkinson-Krankheit hin. Aufgrund der motorischen Auswirkungen der Erkrankung werde beispielsweise der Arm nicht zum Abfangen des Sturzes bewegt, sodass Verletzungen bei Patienten mit Parkinson-Krankheit eher seltener im Bereich der Arme zu finden sind. Hingegen kommt es zu einer vermehrten Anzahl von Hüftfrakturen (siehe Abb. 1).

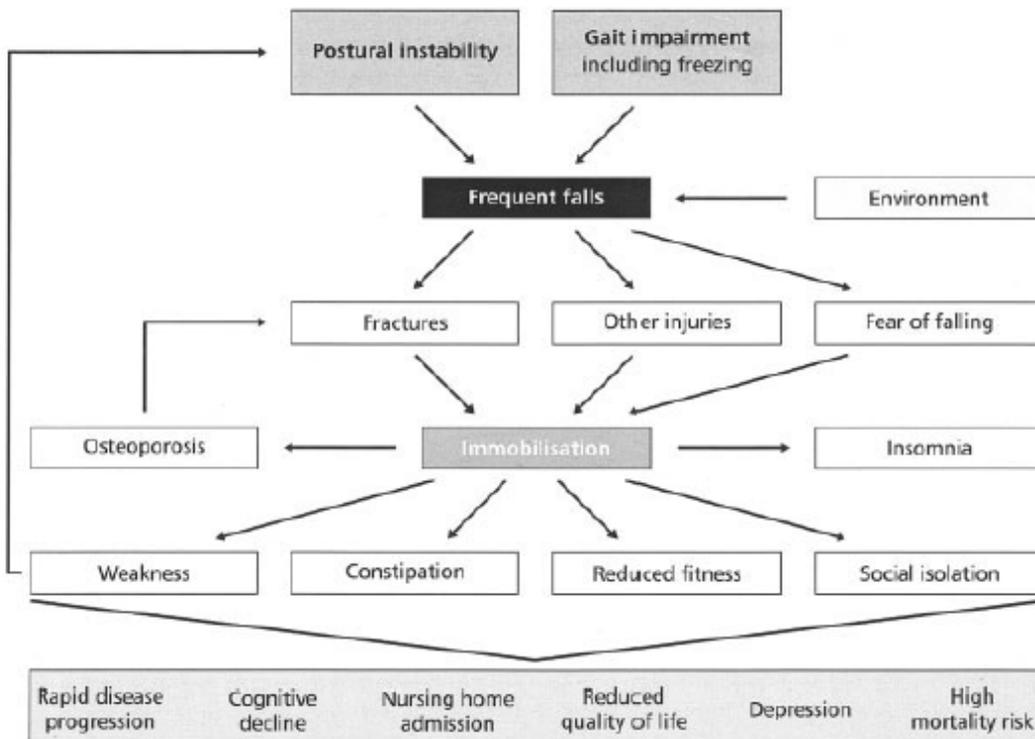


**Abbildung 1** Unterschiedliche Sturzabläufe im Alter und bei Patienten mit Parkinson-Krankheit.

Nach: Bloem et al. (2003), aus: Grimbergen et al. (2004)

Die Verletzungen älterer Menschen heilen tendenziell schlechter aus als Verletzungen bei jüngeren Menschen. Eine länger anhaltende Immobilisation erhöht die kardiovaskuläre Morbidität und Mortalität des Patienten (Benett et al. 1996). Komplikationen wie Pneumonien oder ein osteoporotischer Umbau der Knochen können auftreten, Osteoporose wiederum begünstigt Frakturen bei erneutem Sturz (Sato et al. 1999). Stürze im häuslichen Umfeld können dazu führen, dass die betroffene Person nicht ohne Hilfe aufstehen kann. Das kann, beispielsweise infolge einer Dehydrierung, zu einer lebensbedrohlichen Situation führen.

Stürze von Patienten haben neben den körperlichen auch andere Auswirkungen: jeder Sturz provoziert Angst vor neuen Stürzen. Betroffene Patienten entwickeln einen ängstlichen, protektiven Gang. Das Halten des Gleichgewichts wird durch ängstliche Körperspannungen gestört. Um weiteren Stürzen zu entgehen, werden persönliche Aktivitäten wie Einkaufen, Hausarbeiten und Spaziergänge eingeschränkt, was eine soziale Isolation bewirken kann. Parkinson-Patienten, die oft stürzen, haben im höheren Maße Depressionen als solche, die nicht stürzen (Schrag et al. 2001). Die vielfältigen Auswirkungen der Stürze auf das Alltagsleben sind in Abbildung 2 dargestellt.



**Abbildung 2 Auswirkungen von Stürzen bei Patienten mit Parkinson-Krankheit.**  
 Man beachte die vielfältigen Auswirkungen der Stürze auf die körperliche und geistige Konstitution (Bloem et al. 2004).

### 3.3 Gesundheitsökonomische Bedeutung

Die gesundheitsökonomische Bedeutung von Stürzen und deren Folgekosten ist enorm. Heinrich et al. (2011a) gehen davon aus, dass in Deutschland pro Jahr ca. 2,1–3,8 Mrd. Euro Gesamtkosten durch Stürze von Älteren verursacht werden. Meering et al. (1998) untersuchten die Gesundheitskosten der Niederlande im Jahre 1994. Demnach waren sturzbedingte Verletzungen von 65 bis 84-jährigen Menschen auf Platz zehn der teuersten 15 Diagnosegruppen. In der Altersgruppe der über 85-Jährigen waren sturzbedingte Verletzungen bereits auf Platz drei und verursachten 5,9 % der gesundheitlichen Kosten in dieser Altersgruppe. Heinrich et al. (2011b) untersuchten die durch Hüftfrakturen entstehenden Kosten, welche hauptsächlich durch die Akutversorgung im Krankenhaus anfallen: sie beliefen sich durchschnittlich auf 8.160 Euro. Es ist davon auszugehen, dass noch erhebliche Folgekosten, beispielsweise aufgrund Pflegebedürftigkeit und RehaMaßnahmen hinzukommen, welche in

mindestens ähnlicher Höhe anzusetzen sind. Angesichts des demographischen Wandels und der Überalterung der Bevölkerung ist darüber hinaus mit einer Zunahme der Gesamtkosten durch Stürze zu rechnen.

### **3.4 Risikofaktoren**

Die Gefahr zu stürzen setzt sich aus intrinsischen und extrinsischen Risikofaktoren zusammen. Die intrinsischen Anteile sind durch den physischen und kognitiven Zustand des Patienten gegeben. Als physische Funktionsstörungen sind Faktoren wie Störungen des Gangbilds, des Gleichgewichts und der posturalen Kontrolle, aber auch Sehschwäche oder Blickpareesen zu nennen. Sturzrisiken aufgrund kognitiver Faktoren findet man bei Demenz oder Depressionen. Extrinsische Anteile der Risikofaktoren wirken auf den Patienten ein. Zum Beispiel stolpert der Patient über Objekte in seiner Wohnung, oder ein rutschiger Untergrund, Treppenlaufen oder Barfußgehen führen zum Sturz. Viele verordnete Medikamente, die sogenannte Polypharmazie, sind ein weiterer extrinsischer Risikofaktor für Stürze. Der mangelhafte Gebrauch von Hilfsmitteln wie Gehwagen oder Gehstöcken wegen Abneigung aufgrund „Stigmatisierung“ oder „Non-Compliance“, kann ebenfalls extrinsisch bedingt zum Sturz führen (Modreker und von Renteln-Kruse 2009). Die Mehrzahl der Stürze bei Patienten mit Parkinson-Krankheit sind durch intrinsische Ursachen bedingt: in einer Studie von Bloem et al. (2001) erlitten die meisten Patienten einen Sturz während sie sich umdrehten (24 % von 150 Stürzen), aufstanden (15 %) oder sich nach vorne beugten (6 %). Meist waren hier Gleichgewichtsstörungen ausschlaggebend und nicht Umwelteinflüsse wie Kollisionen oder Ausrutschen auf glattem Boden. Nach Pickering et al. (2007) ist der beste Indikator für einen Sturz in den nächsten drei Monaten, die Aussage des Patienten, dass er im letzten Jahr gestürzt ist.

### **3.4.1 Intrinsische Risikofaktoren**

Im Folgenden werden die wichtigsten intrinsischen Risikofaktoren näher erläutert.

#### **3.4.1.1 Alter**

Ein hohes Alter steigert die Wahrscheinlichkeit für Stürze (Wielinski et al. 2005; Heinze et al. 2002). Während im Alter von 70 bis 74 Jahren ca. 50 Stürze auf 100 Personenjahre zu Hause lebender Menschen auftreten, steigt die Anzahl auf über 100 Stürze bei den über 85-Jährigen. Ca. 150 Stürze ereignen sich auf 100 Personenjahre im Alter von über 90 Jahren (Renteln-Kruse 2004). Ein Alter von über 80 Lebensjahren sehen auch Freiburger und Becker (2006) als Risikofaktor für Stürze an.

#### **3.4.1.2 Posturale Kontrolle**

Während des Stehens und in der Bewegung muss der Körper den Schwerpunkt kontinuierlich ausgleichen, um das Gleichgewicht zu halten. Eine Dysbalance des Gleichgewichts stellt sich in Form von Körperschwankungen dar und ist ein Risikofaktor für Stürze (Tinetti et al. 1994). Wenn Körperschwankungen in der Vergangenheit zu Stürzen geführt haben, wird der Patient zunehmend ängstlicher und versucht durch Festhalten oder Vermeidung körperlicher Aktivitäten das Sturzrisiko zu vermindern. Gerade das führt jedoch dazu, dass der Körper zunehmend untrainiert ist und es somit für den Betroffenen immer schwerer wird, Balancebewegungen auszuführen.

Zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichts werden visuelle, vestibuläre sowie propriozeptive Informationen der oberflächigen und tiefen Afferenzen zentral verarbeitet. Bei unebenem Untergrund übernimmt die vestibuläre Sensorik die Führung. Ist der Untergrund eben, wird mehr auf sensorische Afferenzen der unteren Extremitäten sowie auf den Visus reagiert. Im Alter lassen alle Funktionen der sensorischen Systeme nach, besonders die periphere Reizverarbeitung sowie der Vestibulärapparat (Nikolaus 2005). Bei Patienten mit Parkinson-Krankheit ist zudem von einer zusätzlichen Reduktion der propriozeptiven Sensorik auszugehen, wie es in mehreren Arbeiten beschrieben wird (Jacobs et al. 2006; Jobst et al. 1997).

Die meisten Patienten mit Parkinson-Krankheit stürzen nach vorne (45 % aller Stürze) und ca. 20 % stürzen nach lateral (Bloem et al. 2003). Diese Verteilung ist durch den nach vorne verlagerten Schwerpunkt bei Patienten mit Parkinson-Erkrankung zu erklären, wodurch Stürze in posteriore Richtung seltener vorkommen.

Carpenter et al. (2004) und Horak et al. (2005) bestätigen in ihren Arbeiten, dass sich die posturalen Reflexe der Patienten mit Parkinson-Krankheit von denen der gesunden Bevölkerung unterscheiden. Die Ausgleichsbewegungen zum Erhalt der posturalen Stabilität sind bei der Parkinson-Krankheit oftmals inadäquat und „überschießend“, wodurch ein Sturz verursacht werden kann (Turbanski 2009). Der Patient mit Parkinson-Krankheit reagiert mit seinen das Gleichgewicht erhaltenden Reflexen weniger individuell auf die Situation abgestimmt, als ein Gesunder. So ändert sich in einer Arbeit von Carpenter et al. (2004), welche Ausgleichsbewegungen zum Erhalt der posturalen Kontrolle untersucht, bei Patienten mit Parkinson-Krankheit trotz abgeänderter Fußstellung nicht die Art der Reaktion, um das Gleichgewicht zu halten. Das führt zur posturalen Instabilität. Horak et al. (2005) fanden heraus, dass sich die Defizite der posturalen Kontrolle nicht zu allen Seiten gleich manifestieren und Patienten mit Parkinson-Krankheit am meisten Probleme haben, Körperschwerpunktverlagerungen nach dorsal und lateral auszugleichen.

Neben den inadäquaten und überschießenden Stellmechanismen bewirkt ein erhöhter Muskeltonus, dass die Patienten das Gleichgewicht schneller verlieren. Zum Erhalt der posturalen Kontrolle werden neben Agonist und Antagonist in der unteren Extremität weitere antagonistische Muskelgruppen des Rumpfes und der Hüfte aktiviert (Horak 2005). Der Patient erfährt dadurch eine axiale Versteifung, welche für einen flexiblen Gewichtsausgleich hinderlich ist.

### **3.4.1.3 Gehen**

Sensorische Informationen, die für einen sicheren Stand verarbeitet werden müssen, werden auch beim Gehen beansprucht. Damit wirken sich die physiologischen Veränderungen der sensorischen Systeme im Alter auch auf das Gangbild aus. Ein Nachlassen der muskulären Kraft vermindert die Fähigkeit, schnell und adäquat Ausgleichsbewegungen durchzuführen.

Bei Patienten mit Parkinson-Krankheit ist zudem das Gangbild verändert: die Schrittgeschwindigkeit ist herabgesetzt und die einzelnen Schritte sind kürzer. Der

Patient läuft mit nach vorn gebeugtem Oberkörper und schwingt weniger die Arme zur Ausgleichsbewegung mit (Gerlach et al. 2007). Nach Aita (1982) bedingen generelle Gangstörungen bei Patienten mit Parkinson-Krankheit eine erhöhte Sturzgefahr. Um die Schrittverkürzung zu kompensieren, erhöhen manche Patienten die Schrittfrequenz (Morris et al. 1996). Das Gangbild ist instabil und arrhythmisch, denn die aufeinander folgenden Schritte differieren in ihrer Länge (Blin 1990). Das Vorliegen einer ungleichmäßigen Schrittlänge, wie sie sich bei Patienten mit Parkinson-Krankheit findet, ist mehr mit einer höheren Sturzgefahr verbunden als andere Änderungen des Gangbilds (Schaafsma et al. 2003b). Eine geringe Geschwindigkeit beim Gehen (mehr als zehn Sekunden für fünf Meter), welche im fortgeschrittenen Stadium der Parkinson-Krankheit vorliegt, wurde von Biderman et al. (2002) als Risikofaktor festgestellt. In einer Untersuchung von Dillmann et al. (1996) zeigte sich bei Patienten mit Parkinson-Krankheit die Standphase innerhalb eines Schrittzklus deutlich verlängert. Die Schrittdauer an sich unterschied sich jedoch nicht bezogen auf die der gesunden Vergleichsgruppe.

Der bei Patienten mit Parkinson-Krankheit beobachtete verringerte Abstand von Fuß zu Boden während des Gehens kann beim Überschreiten von Bodenunebenheiten zum Stolpern führen. Durch Freezing während der Bewegung kann ebenfalls das Gleichgewicht verloren werden.

#### **3.4.1.4 Demenz**

Demenz und kognitive Einschränkungen sind als Hauptrisikofaktoren für Stürze und sturzbedingte Verletzungen von älteren Patienten bekannt (Shaw 2002). Auch dezente Verminderungen im MMST (Mini Mental Status Test), einem Test zur Feststellung kognitiver Defizite, weisen eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für Stürze auf (Gleason et al. 2009). Doorn et al. (2003) belegen mit ihrer Studie über Stürze und Verletzungen von Altersheimbewohnern, dass Bewohner mit Demenz fast doppelt so häufig stürzen als Bewohner ohne Demenz und stufen die Demenz als einen unabhängigen Risikofaktor für Stürze ein. Melton et al. (2006) schreiben, dass Patienten mit Parkinson-Krankheit und einer zusätzlichen Demenz ein 2,2-fach höheres Risiko haben, durch Stürze eine Fraktur zu erleiden. Das Risiko für eine Hüftfraktur ist sogar um das 3,2-fache erhöht. Woods et al. (2002) beschreiben die Demenz bei Patienten mit

Parkinson-Krankheit als einen unabhängigen Prädiktor für Stürze. Die Odds Ratio beträgt hier 6,7, das 95 % KI liegt bei 1,1 bis 42,5.

#### **3.4.1.5 Halluzinationen**

Patienten mit Parkinson-Krankheit haben eine hohe Inzidenz für Halluzinationen. Es handelt sich hier meist um illusionäre Verkennungen, welche z.B. durch Lichtschatten entstehen. Akustische oder taktile Halluzinationen sind eher selten. Nach einer Studie von Kudo et al. (2009) sind unter Patienten mit Alzheimer-Erkrankung und Patienten mit Lewy-Körper-Demenz Halluzinationen ein maßgeblicher Prädiktor für Stürze.

#### **3.4.1.6 Sehstörungen**

Sehstörungen wie grauer Star, mangelnde Sehschärfe, verminderte Wahrnehmung von Kontrasten und der Tiefenschärfe sowie die verzögerte Adaptation an Lichtverhältnisse erschweren das Erkennen von Sturzgefahren. Auch Blickparesen, zunehmende Blindheit oder, wie oft bei älteren Menschen vorzufinden, Brillen mit mangelnder Sehkorrektur erhöhen die Gefahr, Teppichkanten oder andere „Stolperfallen“ zu übersehen. Der Zusammenhang zwischen Sehschwäche und dem Risiko durch Sturz eine Hüftfraktur zu erleiden, wurde von Ivers et al. (2000) untersucht. Hiernach führen Sehbeeinträchtigungen zu einem um 40 % erhöhten Risiko, einen Sturz mit resultierender Hüftfraktur zu erleiden. Ebenso stehen verminderte Tiefenschärfewahrnehmung, vermindertes Räumlichkeitssehen und das Tragen einer Brille im Zusammenhang mit einer Erhöhung des Sturzrisikos. Stephen Lord (2001) bestätigt in seiner Arbeit „Visual risk factors for falls in older people“, dass der Visus wichtig für die Balance ist. Sehschwäche stellt einen signifikanten Risikofaktor für Stürze und Frakturen dar. Der Verlust des Kontrastsehens, der Distanzbeurteilung und der Räumlichkeitswahrnehmung steht mit Stürzen im Zusammenhang. Auch erhöhen laut dieser Studie Multifokalgläser die Sturzgefahr: der Nahsehbereich im unteren Anteil des Glases vermindert das räumliche Sehen und die Kontrastwahrnehmung. Bodennahe Hindernisse werden nicht mehr so gut wahrgenommen.

### **3.4.1.7 Bewusstseinsverlust**

Kommt es zu einem Sturz durch Ohnmacht, so ist das Risiko, schwere Verletzungen wie z.B. Frakturen zu erleiden, 5,9 Mal höher als bei Stürzen bei Bewusstsein (Nevitt et al.1991). Für Stürze durch Ohnmacht sind mehrere Ursachen aufzuführen: unter anderem kardiale Synkopen, Epilepsie oder Hypoglykämie. Unter kardialen Synkopen sind neben Herzrhythmusstörungen, Aortenklappenstenose und dem Karotissinus-Syndrom auch vasovagale Synkopen und orthostatische Dysregulationen zu verstehen. Speziell Patienten mit Parkinson-Krankheit klagen zu 50 % über die Symptome einer orthostatischen Hypotonie in Form von Schwindel, Benommenheit, Übelkeit und passageren Sehstörungen. Orthostatische Synkopen in Verbundenheit mit Stürzen sind eher selten (Jost 2001; Bloem et al. 2001). Epileptische Anfälle sind als Sturzursache möglich, jedoch äußerst selten (vgl. Nikolaus 2005).

### **3.4.1.8 Blutdruck**

In verschiedenen Studien (Aminoff und Wilcox 1972; Brevetti et al. 1990; Ludin et al. 1988) wurden erniedrigte Ruhewerte des Blutdrucks bei Patienten mit Parkinson-Krankheit beschrieben. Bis zu zwei Stunden nach Nahrungsaufnahme kann eine postprandiale Hypotonie, gekennzeichnet durch einen systolischen Blutdruckverlust  $\geq 20$  mmHg, bei Patienten mit Parkinson-Krankheit auftreten (Chaudhuri et al. 1997; Mehagnoul-Schipper et al. 2001). Die Hypotonie kann sich symptomatisch auswirken und das Bewusstsein einschränken, Stürze hierdurch sind möglich. Jost (1995) sieht die Ursache für eine orthostatische Hypotonie nicht nur in einer primären Dysfunktion des autonomen Nervensystems, sondern macht auf weitere Faktoren, wie unzureichende Flüssigkeitsaufnahme und medikamentöse Nebenwirkungen, insbesondere von Dopaminagonisten und Selegelin, aufmerksam.

### **3.4.1.9 Freezing**

Freezingepisoden während des Gehens sind anerkannt eine häufige Ursache für Stürze (Bloem et al. 2004; Grimbergen et al.2004; Latt 2006). Hausdorff et al. (2003) untersuchten mit Hilfe von drucksensitiven Schuhinnensohlen die auftretenden Kräfte bei Patienten mit Freezing. Interessanterweise wurde hierbei beobachtet, dass die Patienten auch außerhalb der Freezingphase eine erhöhte Variabilität der Schrittlänge

und -rhythmik aufweisen. Hausdorff et al. schließen daraus, dass eine komplette motorische Blockade nur die extreme Form des Freezing darstellt. Bewegungsstörungen wie instabile Gangrhythmik hingegen sind bei Patienten mit Freezingepisoden kontinuierlich präsent und stellen ein Risiko für Stürze dar.

#### **3.4.1.10 Multitask**

Die gleichzeitige Verrichtung zweier Dinge (Dual Task), wie z.B. Gehen und zugleich kognitive Aufgaben bewältigen, wird mit zunehmendem Alter schwieriger. Bond und Morris (2000) beschreiben Multitask-Verrichtungen, wie Reden und Gehen gleichzeitig, Objekte auf einem Tablett tragen oder das Herausnehmen von Münzen aus einer Tasche während des Gehens, als einen Risikofaktor für Stürze. Verschiedene Strategien sollten laut der Studie von Bond und Morris (2000) durch die Patienten angewendet werden, um Multitask-Situationen zu vermeiden und damit Stürze zu verhindern (stehen bleiben beim Reden, zum Tragen von Dingen einen Rucksack benutzen ect.). Yogev et al. (2005) untersuchten in einer Vergleichstudie das Gangbild von Menschen mit Parkinson-Krankheit und gesunder Menschen bei Dual Task. Hierbei verlangsamte sich das Gehtempo der untersuchten Gruppe mit Parkinson-Patienten und der Vergleichsgruppe ohne Erkrankung. Bei den gesunden Probanden blieben die motorische Ausführung des Gehens sowie der Gehrhythmus stabil. Hingegen verschlechterten sich bei der Gruppe mit Parkinson-Krankheit unter Dual Task der Schrittrhythmus sowie der zeitliche Ablauf der einzelnen Schritte und das Mitschwingen der Arme. Yogev et al. (2005) folgern aus ihrer Studie, dass die motorischen Abläufe beim Gehen von gesunden Menschen keiner Aufmerksamkeit bedürfen. Bei Patienten mit Parkinson-Krankheit geht diese Fähigkeit verloren, die motorischen Abläufe müssen bewusster und unter Aufmerksamkeit ausgeführt werden – das hat zur Folge, dass sich bei Dual Task das Gangbild verschlechtert.

Eine Studie von Bloem et al. (2006) beschreibt, dass die gesunde Bevölkerung beim Dual Task den motorischen Abläufen für sicheres Gehen den Vorrang gibt. Diese Rangordnung verliert sich bei Patienten mit Parkinson-Krankheit: alle Abläufe werden hier mit gleich hoher Priorität behandelt, was sich in einer höheren Zahl von Stürzen äußert.

#### **3.4.1.11 Stürze in der Vergangenheit / Angst vor neuen Stürzen**

Häufig entsteht als Langzeitfolge nach Stürzen die Angst vor neuen Stürzen. Das Selbstvertrauen beim Verrichten alltäglicher Dinge geht verloren, die Selbstständigkeit sinkt. Man spricht dann von einem „Postfall-Syndrom“. Bei ca. einem Drittel aller gestürzten älteren Menschen und häufiger bei Frauen, ist diese Angst vorhanden (von Renteln-Kruse 2004). Je ausgeprägter diese Angst ist, desto mehr nimmt sie Einfluss auf die Balance und die Mobilität des Patienten. Dadurch steigt die Wahrscheinlichkeit für neue Stürze. Es entwickelt sich eine Art Teufelskreis. Viele Studien zeigen, dass Stürze in der Vergangenheit einen Risikofaktor darstellen, neue Stürze zu erleiden (Covinsky et al. 2001; Frels et al. 2003; Kron et al. 2003; Freiberger und Becker 2006). Pickering et al. (2007) fanden in einer großen Metaanalyse heraus, dass der einzige große Prädiktor für Stürze die Anzahl der Stürze im vergangenen Jahr sind.

Wood et al. (2002) geben ebenfalls vorhergehende Stürze als einen unabhängigen Prädiktor für weitere Stürze an. In der Studie wird gleichzeitig darauf hingewiesen, dass viele der Hauptrisikofaktoren für die Stürze beeinflussbar sind.

#### **3.4.2 Extrinsische Risikofaktoren**

Die extrinsischen Risikofaktoren sind meist beeinflussbar, um das Risiko für einen Sturz zu vermindern. Hier ist ein Zusammenarbeiten von Patient, Arzt und Pflegepersonal wichtig. Während beispielsweise eine Optimierung der Medikation unter fachärztlicher Kontrolle erfolgen sollte, kann eine barrierefreie räumliche Umgebung des Patienten in Zusammenarbeit mit Fachpflegekräften und Patient ausgearbeitet werden.

##### **3.4.2.1 Hilfsmittel**

Als extrinsische Risikofaktoren für Stürze weisen Freiberger und Becker (2006) auf ungünstiges Schuhwerk und nicht fachgerechten Gebrauch von Gehhilfen, Rollatoren und Hüfthosen hin. Mahoney et al. (2000) bestätigen in ihrer Studie, dass ein normaler Gehwagen als Risikofaktor für kommende Stürze anzusehen ist. Auch Kiely et al. (1998) verweisen auf Gehwagen oder Gehstöcke als Zeichen für erhöhte Sturzgefahr.

### **3.4.2.2 Schuhe und Kleidung**

Ein Verlust der Traktion oder der Rutschfestigkeit zwischen Schuh und Fußboden ist nach Kim et al. (2010) der häufigste Grund für einen Sturz. Es ist bekannt, dass ältere Menschen häufiger inadäquate Schuhe tragen, da sie dem Komfort beim Tragen Vorrang gegenüber der Sicherheit des Schuhs geben (Dunne et al. 1993). In einer prospektiven Studie mit 548 Patienten, die in einer Klinik stürzten, kamen Stolze et al. (2004) zum Ergebnis, dass 6 % der gestürzten Personen ungeeignete Schuhe trugen, 5 % waren barfuß unterwegs. Sherrington und Menz (2003) postulieren, dass das Tragen von Latschen oder locker sitzenden Schuhen mit einer erhöhten Gefahr einhergeht, zu stolpern. Patienten, die lockeres Schuhwerk tragen, so das Ergebnis der Studie, stürzen häufiger als Patienten in festem Schuhwerk.

Weiterhin ist denkbar, dass weit geschnittene oder zu lange Kleidung sich an Gegenständen verfängt und so zum Sturz führt. Ein weiteres Problem stellt das Anziehen der Kleidung dar: zum Anziehen von Strümpfen, Schuhen, Hosen usw. ist der Patient genötigt, sich vorn über zu beugen. Einerseits kann es dabei zu Schwindel kommen, andererseits verlagert der Patient mit Parkinson-Krankheit seinen ohnehin schon oft nach vorne verlagerten Schwerpunkt noch weiter nach vorne, so dass ein Sturz möglich erscheint.

### **3.4.2.3 Medikamente**

Die wichtigsten Mechanismen, die durch pharmakologische Intervention das Sturzrisiko erhöhen können, sind nach Modreker und von Renteln-Kruse (2009) eine Beeinträchtigung der Vigilanz, Koordination, Balance, Veränderung der Sehschärfe (Akkommodationsfähigkeit), Herabsetzung des Muskeltonus sowie eine Beeinträchtigung der Blutdruckregulation. Auch Sadowsky et al. (2007) machen auf eine mögliche Beeinflussung des Sturzverhaltens von Patienten mit Parkinson-Krankheit durch Medikamente aufmerksam: Nebenwirkungen vieler Parkinson-Medikamente können Dyskinesien, Hypotension und Halluzinationen hervorrufen, was zu Stürzen führen kann.

Leipzig et al. (1999a) erläutern in ihrer Arbeit, dass die Einnahme von Medikamenten folgender Klassen mit einer Erhöhung des Sturzrisikos einhergehen:

- Psychopharmaka

- Antidepressiva
- Neuroleptika
- Sedative/Hypnotika
- Benzodiazepine

Modreker und von Renteln-Kruse (2009) nennen für die Substanzgruppe der „FRIDs“ (Fall-Risk Increasing Drugs) außer den psychotrop wirksamen Medikamenten:

- Antihypertensiva
- Antiarrhythmika
- Vasodilatoren
- Antihistaminika
- Medikamente gegen Schwindel (Antivertiginosa)
- Orale Antidiabetika

Sie machen darauf aufmerksam, dass eine meist symptomlose orthostatische Hypotension bei Belastung, wie fieberhaftem Infekt oder Durchfallerkrankungen, mit Volumenverlusten unter Einnahme von FRIDs zur klinischen Manifestation führen kann. Als „Hochrisikopatienten“ für Stürze beschreiben Modreker und von Renteln-Kruse (2009) solche, die in Kombinationsbehandlung Psychopharmaka und mehrere Medikamente zur Behandlung von kardiovaskulären Erkrankungen einnehmen.

In einer weiteren Studie über den Einfluss von Herzmedikamenten und Analgetika kommen Leipzig et al. (1999b) zu dem Ergebnis, dass von den untersuchten Medikamenten Diuretika, Digoxine und Typ IA Antiarrhythmika das Sturzrisiko nur schwach erhöhen. Analgetika hätten, so die Autoren, keine Auswirkungen auf Stürze. Robbins et al. (1989) und Stolze et al. (2004) fanden heraus, dass die Einnahme von mehreren Medikamenten für den Patienten ein höheres Risiko bedeutet, einen Sturz zu erleiden. Kelly et al. (2003) weisen darauf hin, dass die Einnahme von sieben verschiedenen Medikamenten einen unabhängigen Risikofaktor für Stürze der älteren Bevölkerung darstellen – und zwar, wenn diese unter die folgenden Medikamentenklassen fallen: Narkotika, Antikonvulsiva, Antidepressiva, Psychopharmaka, Sedativa, Antikoagulantien und Antiparkinson-Mittel. Ferner weisen sie darauf hin, dass die Medikation von Patienten im höheren Lebensalter eine

besondere Rolle beim Sturzgeschehen haben kann, da die metabolischen Stoffwechselforgänge im Körper sowie die renale Elimination abnehmen. Das bewirkt eine längere Halbwertszeit der Medikamente. Vor allem bei Psychopharmaka und blutdrucksenkenden Medikamenten können dadurch psychomotorische Störungen auftreten.

#### **3.4.2.4 Räumliche Gegebenheiten**

Der Begriff „räumliche Gegebenheiten“ beschreibt die den Patienten umgebenden Faktoren, welche innerhalb oder außerhalb von Räumen und Gebäuden vorzufinden sind. Solche Faktoren können sich beispielsweise in Form von Bodenunebenheiten, räumlichen Hindernissen (eng angeordnetes Mobiliar oder steile Zuwege) und unzureichende Beleuchtung darstellen. Die meisten Stürze bei Patienten mit Parkinson-Krankheit ereignen sich in der heimischen Umgebung des Patienten, vor allem im Schlafzimmer (Bloem et al. 2004). Woolf und Åkesson (2003) stellen in ihrer Arbeit folgende Risikofaktoren innerhalb häuslicher Umgebung vor: steile Treppenstufen, fehlende Geländer/Handläufe, rutschige Böden, schlechte Beleuchtung, rutschende Teppiche, Haustiere, umherliegende Spielsachen, Telefon- sowie Stromkabel. Eine Studie über Stürze von 548 neurologischen Patienten (Stolze et al. 2004) ergab, dass 29 % der Patienten einen Sturz erlitten, da sie über einen Gegenstand gestolpert waren. 18 % aller gestürzten Personen suchten vergebens nach einer Haltemöglichkeit. Auch außerhalb der Wohnung können Faktoren vorliegen, welche zu Stürzen führen: unbefestigte Wege, rutschiger Untergrund, schlechte Beleuchtung und schiefe Ebenen sind nur einige Beispiele.

## 4 Ziele und Hypothesen

Wie die Ausführungen gezeigt haben, sind Stürze und Verletzungen epidemiologisch und gesundheitsökonomisch wichtige Faktoren bei der Behandlung von Patienten mit Parkinson-Erkrankung. Es ist sicher nicht möglich, durch Interventionen oder Präventionsmaßnahmen alle Stürze zu verhindern. Sinnvoll ist es aber, durch gezielte Maßnahmen die Sturzrisiken so weit wie möglich zu minimieren. Es gibt nur wenige Studien, die sich spezifisch mit Sturzrisiken von Patienten mit Parkinson-Krankheit während eines Klinikaufenthalts befassen.

Als Schwerpunkt dieser Arbeit werden folgende Hypothesen näher untersucht:

- Patienten mit fortgeschrittener Parkinson-Krankheit stürzen häufiger als mit beginnender Parkinson-Krankheit.
- Patienten mit Parkinson-Krankheit und Polypharmazie stürzen häufiger als Patienten mit Parkinson-Krankheit die nur wenige Medikamente einnehmen.
- Stürze von Patienten mit Parkinson-Erkrankung ziehen schwere Verletzungen nach sich.

Außerdem werden folgende Hypothesen an den Gruppen untersucht:

- Bestimmte Krankheitsausprägungen (Freezing, Fluktuationen, Blickparese, Hoehn-Yahr-Stadium) führen zu einer erhöhten Sturzwahrscheinlichkeit.
- Die kognitiv-mentale Verfassung (Demenz, Psychosen, Halluzinationen) beeinflusst die Sturzwahrscheinlichkeit.

## 5 Material und Methode

### 5.1 Patientenkollektiv

In die Untersuchung eingeschlossen wurden Patienten mit Parkinson-Erkrankung, die im Zeitraum Januar 2005 bis September 2006 in der „Parkinsonklinik Bad Nauheim“ stationär behandelt worden waren und stürzten. Neben Patienten mit Parkinson-Krankheit wurden auch Patientengruppen mit atypischen Parkinson-Syndrom (Lewy-Körperchen Demenz, vaskuläre Encephalopathie, progressive supranukleäre Blickparese) in der Studie berücksichtigt. Insgesamt wurden 402 Patienten in die Untersuchung aufgenommen, davon 163 Frauen und 239 Männer. 219 Patienten gehörten der Gruppe „mit Sturz“ an, das Durchschnittsalter betrug hier 72 Jahre (SD = 8,2 Jahre). 183 Patienten gehörten der Gruppe „kein Sturz“ an, mit einem Durchschnittsalter von 64 Jahren (SD = 7,5 Jahre). Die meisten Patienten (n = 186, 46,3 %) gehörten zum hypokinetisch-rigiden Typ und 35,3 % (n = 142) zum „äquivalenten Typ“ (Tab. 1). Der Rest teilte sich auf die Diagnosen „Parkinson-Plus-Syndrom“, „Parkinson-Syndrom“, „tremordominanter Typ“ und „Lewy-Körper-Demenz“ auf.

**Tabelle 1 Parkinson-Krankheit und Subtypen in der Gesamtstichprobe**

	Häufigkeit	Prozente
Hypokinetisch-rigider Typ	186	46,3
Äquivalenter Typ	142	35,3
Parkinson-Plus-Syndrom	36	9,0
Parkinson-Syndrom	19	4,7
Tremordominanter Typ	15	3,7
Lewy-Körper-Demenz	4	1,0
Gesamt	402	100,0

## 5.2 Unfall- und Sturzprotokoll

Mit Hilfe des Unfall- und Sturzprotokolls der „Parkinsonklinik Bad Nauheim“ (siehe Anhang C) wurden alle Stürze von Patienten, die sich im stationären Aufenthalt befanden, systematisch und mithilfe folgender Charakteristika vom Klinikpersonal erfasst:

- **Name, Geburtsdatum und Station des Patienten**
- **Zeitpunkt des Sturzes**
- **Ort des Sturzes**
- **Situationsbeschreibung (Beschreibung des Unfall- bzw. Sturzgeschehens):** zum Aufschluss multifaktorieller Geschehen wurde der eigentliche Sturzhergang festgehalten. Es wurde zum Beispiel notiert, ob der Patient ausgerutscht war oder das Gleichgewicht verloren hatte. Auch die Anwesenheit oder Beteiligung anderer Personen wurde notiert.
- **Zeugen des Unfallhergangs**
- **Aktivitäten vor einem Sturz:** hier sind Aktivitäten, die unmittelbar vor dem Sturz verrichtet wurden, festgehalten (wie z.B. An- oder Auskleiden, langsames Aufstehen, Gang zur Toilette).
- **Zustand des Patienten vor dem Ereignis:** gemeint ist hier der physische und psychische Zustand des Patienten. Beispielsweise, ob sich der Patient in Freezing-Phasen befand oder optische Halluzinationen hatte. Ebenfalls wurden unter diesen Punkt auch Auffälligkeiten der Kleidung (z.B. Schuhwerk) oder verwendete Hilfsmittel vermerkt.
- **Folgen des Sturzes:** alle Auswirkungen wie Prellungen, Schürfungen oder sonstige Verletzungen sowie Schmerzen. Sofern psychische Folgen wie Angst oder Desorientierung auftraten, wurden sie ebenfalls vermerkt. Zur besseren Beschreibung konnten Verletzungen und Schmerzen in einem Schaubild markiert werden.
- **Information des Arztes:** der Name des Arztes und Zeitpunkt der Information
- **Eingeleitete Maßnahmen:** Diagnostik, therapeutische und präventive Maßnahmen.

### 5.3 Erhebung der Patientendaten

In dieser retrospektiven Studie konnte auf vorhandene Krankenunterlagen zurückgegriffen werden, welche durch erfahrene Ärzte der „Parkinsonklinik Bad Nauheim“ geführt wurden. Bei der Aufnahme der Patienten wurde ein standardisierter Anamnesebogen ausgefüllt. Ergänzend wurden Angaben aus den Patientenakten und den Entlassungsbriefen zur Studie herangezogen. Es wurden folgende Parameter erhoben:

Angaben zum Patienten:

- Geschlecht
- Alter
- Gewicht
- Beginn des Klinikaufenthalts
- Station der Unterbringung
- Mini Mental Status Test
- Sensorisches Empfindungsvermögen (nach Braden-Skala)
- Mobilität (nach Braden-Skala)
- Ernährungsgewohnheiten (nach Braden-Skala)

Krankheitsspezifische Angaben:

- Parkinsontyp bzw. atypische Parkinson-Erkrankung (hypokinetisch-rigider Typ, tremordominanter Typ, äquivalenter Typ, Multisystematrophie, Lewy-Körper-Demenz, vaskuläre Encephalopathie, progressive supranukleäre Blickparese)
- Erkrankungsdauer (in Jahren, seit Zeitpunkt der Diagnosestellung)
- Hoehn-Yahr Testergebnis
- Freezing (generell vorhanden: ja/nein)
- Schellong Testergebnis
- Fluktuationen (generell vorhanden: ja/nein)
- Halluzinationen (ja/nein)
- Blickparese (ja/nein)

#### Nebenerkrankungen:

- Demenz (ja/nein)
- Insult (ja/nein)
- Anfallsleiden (ja/nein)
- Psychose (ja/nein)
- Blutdruck (normal, hypoton, hyperton)
- Koronare Herzkrankheit (KHK)
- Diabetes Mellitus (ja/nein)
- Sehstörungen (ja/nein)
- Osteoporose (ja/nein)

#### Sturzspezifische Angaben:

- bekannte Sturzvergangenheit (ja/nein)
- Sturzfrequenz (Anzahl der Stürze während des Klinikaufenthalts)
- Angaben laut Sturzprotokoll (siehe Punkt 5.2)
- Halluzinationen am Sturztag vorhanden (ja/nein)

#### Angaben zur Medikation:

- Anzahl der verordneten Medikamente
- L-Dopa
- Dopaminagonisten
- Anticholinergika
- Glutamatrezeptorantagonisten
- MAO-B-Hemmer
- COMT-Hemmer
- SSRI
- Antidepressiva
- Neuroleptika
- Benzodiazepine
- Sonstige Hypnotika Sedativa

Die statistische Erfassung erfolgte mit dem Programm „IBM SPSS Statistics 19“. Es wurde eine Stichprobenbeschreibung mittels Kreuztabelle durchgeführt sowie

Mittelwerte und Standardabweichungen für die einzelnen Gruppen und Faktoren ermittelt. Anschließend wurde eine multivariate Analyse der Variablen vorgenommen.

## 5.4 Statistische Verfahren

In der vorliegenden Arbeit wurden folgende statistischen Verfahren angewandt:

- Graphische Darstellungen
- Häufigkeitstabellen und Mittelwerte
- Kreuztabellen (bei kategorialen Variablen) mit Chi-Quadrat-Tests
- T-Tests für unabhängige Stichproben (Prädiktoren Test), 2-seitig
- Logistische Regression

### Graphische Darstellungen

Die Verteilung des quantitativen Merkmales Alter wurde als Histogramm mit eingefügter Normalverteilungskurve dargestellt (Abbildung 3 und 4). Weiterhin wurden bei kategorialen Daten Balkendiagramme erstellt (Stadium nach Hoehn und Jahr, Abbildung 5 und 7 - 10) und beim Mini Mental Status Test ein Boxplot (Abbildung 6), der sich für nicht normalverteilte Daten anbietet. Bei Boxplots werden insbesondere Symmetrien bzw. Asymmetrien in der Verteilung hervorgehoben. In der Standardform für Box-Plots repräsentiert der Querstrich in der Mitte der Box den Median. Die Box wird begrenzt durch die 25 % und 75 % Perzentile. Ausreißer werden gesondert abgebildet.

### Häufigkeitstabellen und Mittelwerte

Bei kategorialen Variablen (Tabelle 2) wurden Häufigkeitstabellen mit absoluten und relativen Häufigkeiten (Prozentangaben) angefertigt. Bei kontinuierlichen Variablen (Tabelle 4) wurde als Kennwert der Mittelwert und die Standardabweichung berechnet, was auch bei nicht normalverteilten Werten Sinn machen kann, um einen Eindruck von der Verteilung zu bekommen. Ebenfalls wurde das Minimum und Maximum mit angegeben.

### Kreuztabellen und Chi-Quadrat-Test

Für die Darstellung der gemeinsamen Häufigkeitsverteilung zweier kategorialer Merkmale wurden Kontingenztabelle, auch Kreuztabellen genannt, verwendet (Tabelle 6-14). Zusätzlich wurden bei der Überprüfung potentieller Prädiktoren (Tabelle 15) ein Chi<sup>2</sup>-Tests durchgeführt, um zu testen, ob die Zeilen- und Spaltenvariable unabhängig

(Nullhypothese). bzw. abhängig voneinander sind Wie üblich, bedeutet ein p-Wert  $<0.05$  ein signifikantes Ergebnis, dass also die Nullhypothese der Unabhängigkeit abgelehnt werden kann.

Wenn die beiden Merkmale nur 2 Kategorien haben (dichotome Variablen wie z. B. Vorliegen von Demenz) werden die zugehörigen Vier-Felder-Tafeln mit Fisher's exaktem Test ausgewertet, der im Vergleich zum  $\text{Chi}^2$ -Test nicht auf der asymptotischen, sondern der exakten Verteilung beruht und speziell bei kleinen Zellbesetzungen und Fallzahlen besonders geeignet ist.

### **T-Test für unabhängige (unpaarige) Stichproben**

Mit dem T-Test für unabhängige (unpaarige) Stichproben (Tabelle 16) kann geprüft werden, ob sich die Mittelwerte von zwei unabhängigen Stichproben signifikant unterscheiden. Die Voraussetzungen dafür sind, dass die Werte in beiden Stichproben normalverteilt sind und die Varianzen in beiden Stichproben gleich sind. Wenn die Varianzen ungleich sind, muss eine Variante zum gewöhnlichen t-Test durchgeführt werden, der Welch-T-Test. Dies wurde bei den Analysen berücksichtigt. Der t-Test ist relativ robust gegenüber Verletzungen der Normalverteilung, sodass hier auf eine Überprüfung dieser Bedingung verzichtet wurde.

### **Logistische Regression**

Um bei dichotomen Daten den Einfluss mehrerer prognostischen Faktoren auf das Zielkriterium zu bestimmen und die Schätzung des in erster Linie interessierenden Effekts um den Einfluss der anderen Faktoren bereinigen, kommt das Verfahren der logistischen Regression zu Anwendung (Tabelle 17). Im Gegensatz zur multiplen Regression ist das Zielkriterium dichotom, d.h. es liegen zwei Ausprägungen vor. Die Prädiktorvariablen können sowohl die Ausprägungen 0-1, wie auch quantitative Ausprägungen annehmen, ganz analog zur multiplen Regression. Die logistische Regression wurde hier benutzt, um den gemeinsamen Einfluss der signifikanten Prädiktoren auf die dichotome Variable Sturz ja (1) / nein (0) zu analysieren. Verteilungsannahmen der unabhängigen Variablen (Prädiktoren) sind für die logistische Regression nicht erforderlich. Zwischen den Prädiktoren sollte keine Multikollinearität vorliegen, worunter man hohe Korrelationen zwischen den Prädiktoren bzw. Kovariaten versteht. Diese Überprüfung brachte gute Werte.

## 6 Ergebnisse

### 6.1 Häufigkeitstabellen der patientenbezogenen Merkmale

In diesem Kapitel wird anhand von Kreuztabellen das Verhältnis der Stürze bezogen auf aussagekräftige erhobene Variablen dargestellt.

#### Erkrankungstyp und Sturz

Am häufigsten war bei der Gruppe „mit Sturz“ der hypokinetisch-rigide Parkinson-Typ vertreten, bei der Gruppe „ohne Sturz“ war es der äquivalente Parkinson-Typ. Im Gegensatz zur Gruppe „mit Sturz“ gab es bei der Vergleichsgruppe keine Patienten mit Lewy-Körper-Demenz oder Parkinson-Plus-Syndromen.

Tabelle 2 Erkrankungstyp und Sturz

		kein Sturz	mit Sturz	Gesamt
hypokinetisch-rigider Typ	N	72	114	186
	%	38,7%	61,3%	100,0%
tremordominanter Typ	N	11	4	15
	%	73,3%	26,7%	100,0%
äquivalenter Typ	N	94	48	142
	%	66,2%	33,8%	100,0%
Parkinson-Syndrom, nicht näher beschrieben	N	6	13	19
	%	31,6%	68,4%	100,0%
Lewy-Körper-Demenz	N	0	4	4
	%	0,0%	100,0%	100,0%
Parkinson-Plus-Syndrom	N	0	36	36
	%	0,0%	100,0%	100,0%
Gesamt	N	183	219	402
	%	45,5%	54,5%	100,0%

## Geschlecht

Tabelle 3 Kreuztabelle Geschlecht

			1 = Sturzgruppe		
			2 = Vergleichsgruppe		
			0 kein Sturz	1 mit Sturz	Gesamt
Geschlecht	1 weiblich	Anzahl	70	93	163
		% innerhalb von Geschlecht	42,9%	57,1%	100,0%
	2 männlich	Anzahl	113	126	239
		% innerhalb von Geschlecht	47,3%	52,7%	100,0%
Gesamt	Anzahl		183	219	402
	% innerhalb von Geschlecht		45,5%	54,5%	100,0%

57,1 % der weiblichen Patienten stürzten und 52,7 % der männlichen Patienten.

## Altersverteilung

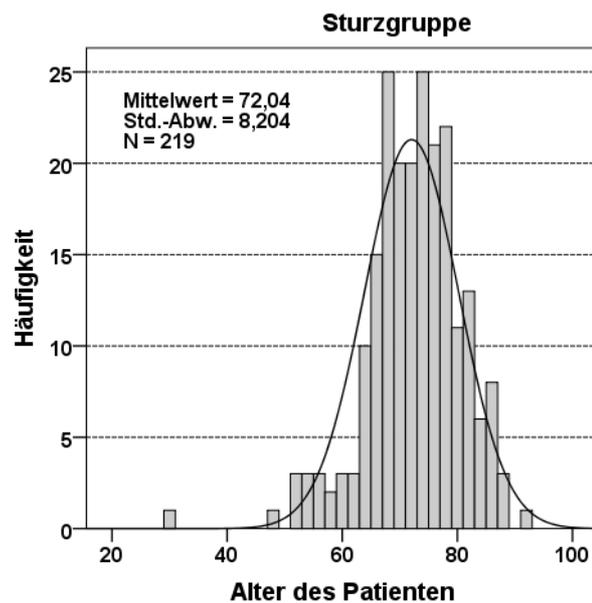


Abbildung 3 Altersverteilung der Patienten in der Sturzgruppe

Die Patienten waren im Durchschnitt 72 Jahre (SD = 8,2 Jahre) alt.

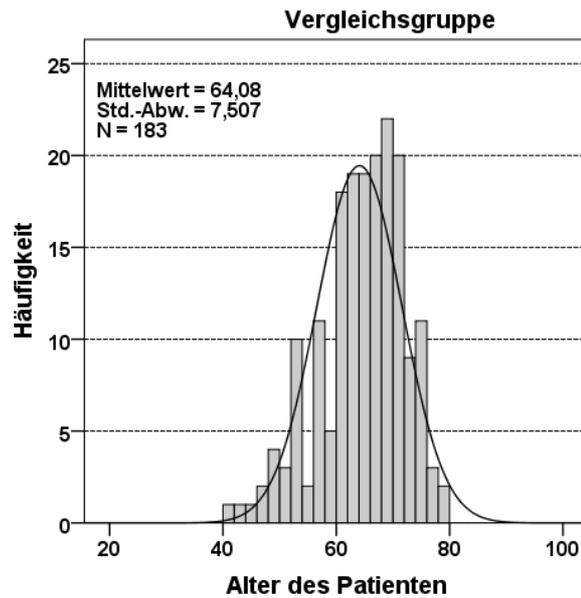


Abbildung 4 Altersverteilung der Patienten in der Vergleichsgruppe

Die Patienten waren im Mittel um 8 Jahre jünger (64 Jahre, SD = 7,5 Jahre) als die Patienten in der Gruppe „mit Sturz“.

## Erkrankungsdauer

Tabelle 4 Erkrankungsdauer (Jahre)

1= Sturzgruppe, 2= Vergleichsgruppe	Mittelwert	N	Standardabweichung	Minimum	Maximum
0 kein Sturz	8,56	183	5,06	1	27
1 mit Sturz	9,06	216*	5,93	1	30
Gesamtsumme	8,83	399	5,55	1	30

\*Bei der Erkrankungsdauer fehlen drei Angaben

Die Patienten der Sturzgruppe hatten eine mittlere Erkrankungsdauer von 9,06 Jahren (SD 5,93), die Patienten der Vergleichsgruppe hatte eine mittlere Erkrankungsdauer von 8,56 Jahren (SD 5,06).

## Stadium nach Hoehn und Yahr

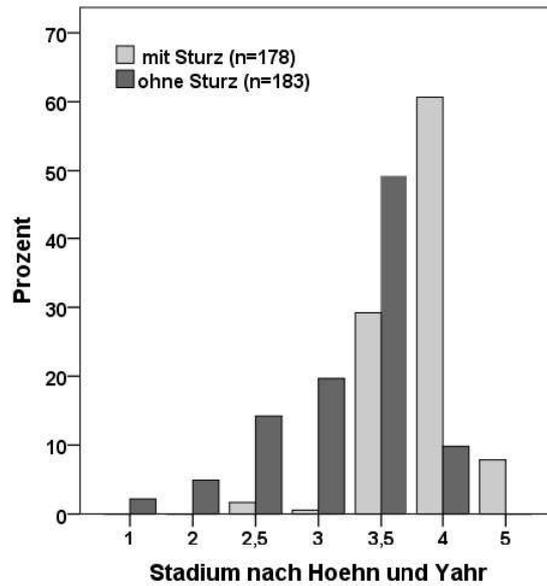


Abbildung 5 Stadium nach Hoehn und Yahr

Tabelle 5 Stadium nach Hoehn und Yahr

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
mit Sturz	178	2	5	3,74	0,62
kein Sturz	183	1	4	2,74	0,65

Der Mittelwert der Patientengruppe „mit Sturz“ beträgt 3,74 (SD = 0,62), während die Patientengruppe „ohne Sturz“ einen Mittelwert von 2,74 (SD = 0,65) hat.

## MMST

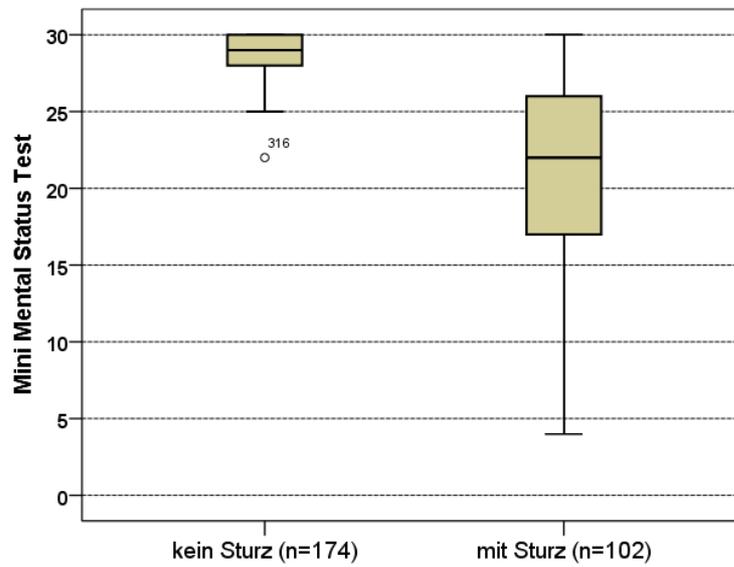


Abbildung 6 Boxplot Mini Mental Status Test der Patientengruppen „ohne Sturz“ und „mit Sturz“.

Der Mittelwert des MMST der Gruppe „mit Sturz“ beträgt 20,93 (SD = 5,81), der minimale Wert 4, der maximale Wert 30. Bei der Gruppe „ohne Sturz“ liegt der Mittelwert des MMST bei 28,59 (SD = 1,43). Hier ist der minimale Wert 22, der maximale Wert 30.

## Halluzinationen

**Tabelle 5 Kreuztabelle Halluzinationen**

			1 = Sturzgruppe		
			2 = Vergleichsgruppe		
			0 kein Sturz	1 mit Sturz	Gesamt
Halluzinationen bekannt	0 nein	Anzahl	122	94	216
		% innerhalb von	56,5%	43,5%	100,0%
		Halluzinationen bekannt			
	1 ja	Anzahl	61	125	186
		% innerhalb von	32,8%	67,2%	100,0%
		Halluzinationen bekannt			
Gesamt	Anzahl	183	219	402	
	% innerhalb von	45,5%	54,5%	100,0%	
	Halluzinationen bekannt				

67,2 % der Patienten mit Halluzinationen stürzten. Bei den Patienten ohne Halluzinationen waren es 43,5 %.

## Psychose

**Tabelle 6 Kreuztabelle Psychosen**

			1 = Sturzgruppe		
			2 = Vergleichsgruppe		
			0 kein Sturz	1 mit Sturz	Gesamt
Psychose bekannt	0 nein	Anzahl	175	198	373
		% innerhalb von	46,9%	53,1%	100,0%
		Psychose bekannt			
	1 ja	Anzahl	8	21	29
		% innerhalb von	27,6%	72,4%	100,0%
		Psychose bekannt			
Gesamt	Anzahl	183	219	402	
	% innerhalb von	45,5%	54,5%	100,0%	
	Psychose bekannt				

72,4 % der gestürzten Patienten mit Psychose erlitten einen oder mehrere Stürze, 53,1 % der Patienten ohne bekannte Psychose erlitten einen oder mehrere Stürze.

## Blickparese

**Tabelle 7 Kreuztabelle Blickparese**

		1 = Sturzgruppe			
		2 = Vergleichsgruppe			
		0 kein Sturz	1 mit Sturz	Gesamt	
Blickparese	0 nein	Anzahl	167	147	314
		% innerhalb von Blickparese	53,2%	46,8%	100,0%
		<hr/>			
	1 ja	Anzahl	16	72	88
		% innerhalb von Blickparese	18,2%	81,8%	100,0%
		<hr/>			
Gesamt	Anzahl	183	219	402	
	% innerhalb von Blickparese	45,5%	54,5%	100,0%	
	<hr/>				

81,8 % Patienten die eine Blickparese hatten stürzten, Patienten die keine Blickparese hatten stürzten in 46,8 % der Fälle.

## Freezing

**Tabelle 8 Kreuztabelle Freezing**

		1 = Sturzgruppe			
		2 = Vergleichsgruppe			
		0 kein Sturz	1 mit Sturz	Gesamt	
Blickparese	0 nein	Anzahl	167	147	314
		% innerhalb von Blickparese	53,2%	46,8%	100,0%
		<hr/>			
	1 ja	Anzahl	16	72	88
		% innerhalb von Blickparese	18,2%	81,8%	100,0%
		<hr/>			
Gesamt	Anzahl	183	219	402	
	% innerhalb von Blickparese	45,5%	54,5%	100,0%	
	<hr/>				

81,8 % der Patienten mit Freezing stürzten, Patienten ohne Freezing stürzten in 46,8 %.

## Fluktuationen

Tabelle 9 Kreuztabelle Fluktuationen

		1 = Sturzgruppe			
		2 = Vergleichsgruppe			
		0 kein Sturz	1 mit Sturz	Gesamt	
Fluktuationen der Beweglichkeit bekannt	0 nein	Anzahl	70	142	212
		% innerhalb von Fluktuationen der Beweglichkeit bekannt	33,0%	67,0%	100,0%
	1 ja	Anzahl	113	77	190
		% innerhalb von Fluktuationen der Beweglichkeit bekannt	59,5%	40,5%	100,0%
Gesamt		Anzahl	183	219	402
		% innerhalb von Fluktuationen der Beweglichkeit bekannt	45,5%	54,5%	100,0%

40,5 % der Patienten mit Fluktuationen stürzten. Patienten bei denen keine Fluktuationen der Bewegung bekannt waren stürzten in 67 % der Fälle.

## Demenz

**Tabelle 10 Kreuztabelle Demenz**

			1 = Sturzgruppe		
			2 = Vergleichsgruppe		
			0 kein Sturz	1 mit Sturz	Gesamt
dementielle Entwicklung bekannt	0 nein	Anzahl	172	105	277
		% innerhalb von dementielle Entwicklung bekannt	62,1%	37,9%	100,0%
	1 ja	Anzahl	11	114	125
		% innerhalb von dementielle Entwicklung bekannt	8,8%	91,2%	100,0%
Gesamt		Anzahl	183	219	402
		% innerhalb von dementielle Entwicklung bekannt	45,5%	54,5%	100,0%

91,2 % der Patienten bei denen eine Demenz bekannt war erlitten einen Sturz. Bei den Patienten ohne Demenz stürzten 37,9 %.

## Stürze in der Vergangenheit

**Tabelle 11 Kreuztabelle Stürze in der Vergangenheit**

			1 = Sturzgruppe		
			2 = Vergleichsgruppe		
			0 kein Sturz	1 mit Sturz	Gesamt
Stürze in Vergangenheit bekannt	0 nein	Anzahl	136	72	208
		% innerhalb von Stürze in Vergangenheit bekannt	65,4%	34,6%	100,0%
	1 ja	Anzahl	47	147	194
		% innerhalb von Stürze in Vergangenheit bekannt	24,2%	75,8%	100,0%
		<b>Gesamt</b>			
		Anzahl	183	219	402
% innerhalb von Stürze in Vergangenheit bekannt	45,5%	54,5%	100,0%		

Patienten die in den letzten 3 Monaten vor der Studie stürzten stürzten in 75,8 % der Fälle. 34,6 % der Patienten die sturzfrei waren stürzten während der Studie

## Anfallsleiden

**Tabelle 12 Kreuztabelle Anfallsleiden**

			1 = Sturzgruppe		
			2 = Vergleichsgruppe		
			0 kein Sturz	1 mit Sturz	Gesamt
Anfallsleiden bekannt	0 nein	Anzahl	171	214	385
		% innerhalb von Anfallsleiden bekannt	44,4%	55,6%	100,0%
	1 ja	Anzahl	1	3	4
		% innerhalb von Anfallsleiden bekannt	25,0%	75,0%	100,0%
		<b>Gesamt</b>			
		Anzahl	172	217	389
% innerhalb von Anfallsleiden bekannt	44,2%	55,8%	100,0%		

55,8 % der Patienten mit bekannten Anfallsleiden stürzten, 55,6 % der Patienten bei denen kein Anfallsleiden bekannt war stürzten ebenfalls.

## Sedierende Medikation

Tabelle 13 Kreuztabelle Sedierende Medikation

		1 = Sturzgruppe 2 = Vergleichsgruppe		Gesamt	
		0 kein Sturz	1 mit Sturz		
sedierende Medikation		Anzahl	140	108	248
	0 nein	% innerhalb von Sedierende Medikation	56,5%	43,5%	100,0%
		Anzahl	43	111	154
	1 ja	% innerhalb von Sedierende Medikation	27,9%	72,1%	100,0%
Gesamt		Anzahl	183	219	402
		% innerhalb von Sedierende Medikation	45,5%	54,5%	100,0%

Patienten die sedierende Medikamente erhielten stürzten in 54,5 % der Fälle. 43,5 % der Patienten die keine sedierende Medikamente erhielten stürzten ebenfalls während des klinischen Aufenthaltes.

## 6.2 Sturzumstände

### 6.2.1 Zeitpunkt des Sturzes

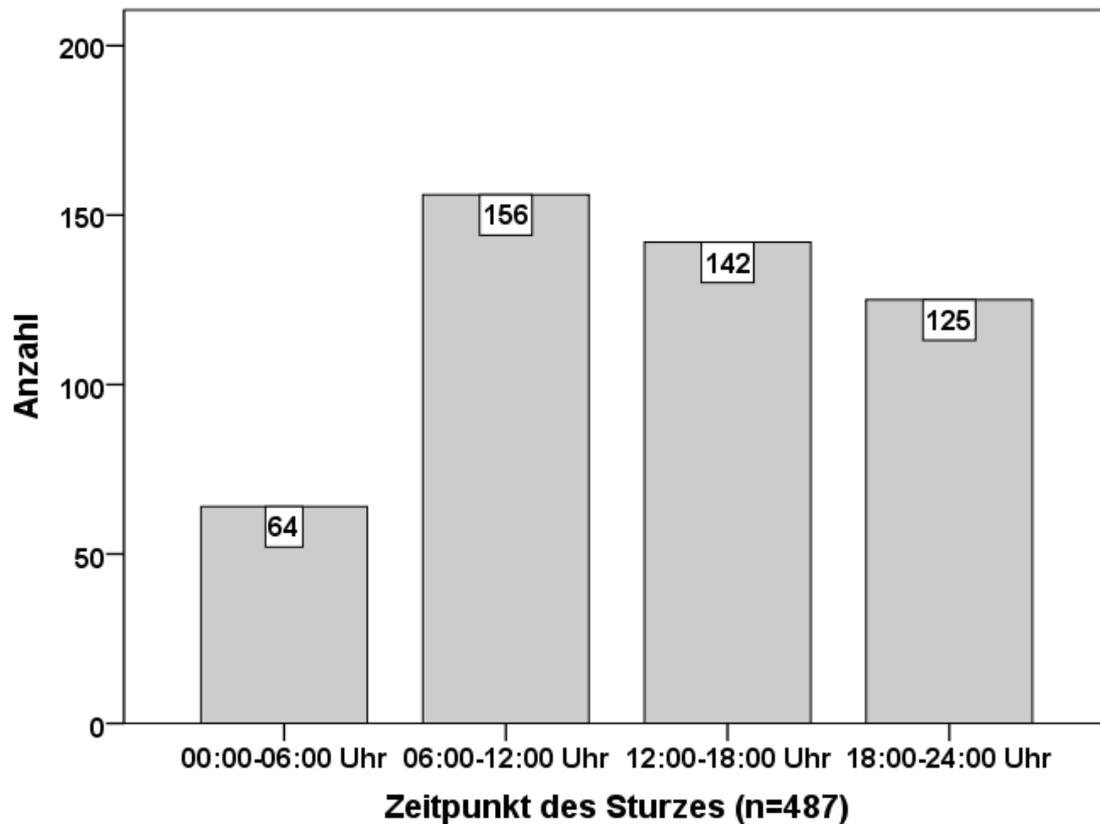


Abbildung 7 Zeitpunkt des Sturzes.

Da einige Patienten mehrfach stürzten, ist die Fallzahl > 402. Man erkennt eine deutliche Häufung der Stürze ( $n = 156$ ; 32 %) vor allem zwischen 06:00 Uhr und 12:00 Uhr. Später, zwischen 12:00 Uhr und 18:00 Uhr, lag der Anteil der Stürze bei 29,2 % ( $n = 142$ ). Abends bis mitternachts sank die Anzahl der Stürze weiterhin ab ( $n = 125$ ; 25,7 %). Die wenigsten Stürze ( $n = 64$ ; 13,1 %) ereigneten sich zwischen 00:00 Uhr und 06:00 Uhr morgens.

## 6.2.2 Unfallort

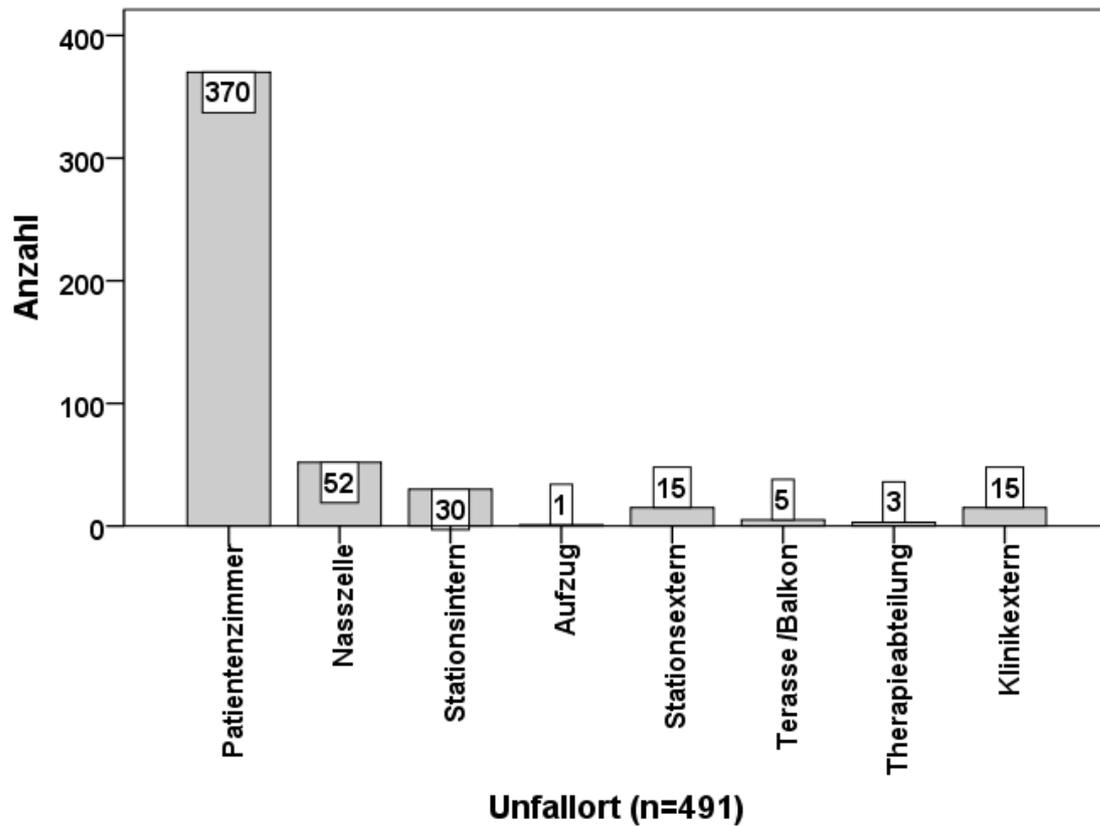


Abbildung 8 Unfallort

Das Patientenzimmer ist der Ort, an dem sich während der Studie die meisten Stürze ereigneten ( $n = 370$ ; 75,4 %), mit größerem Abstand gefolgt von der Nasszelle ( $n = 52$ ; 10,6 %) sowie stationsinternen Bereichen ( $n = 30$ ; 6,1 %). An allen weiteren Orten stürzten die Patienten relativ selten, anteilig jeweils unter 4 %.

### 6.2.3 Aktivität vor Sturz

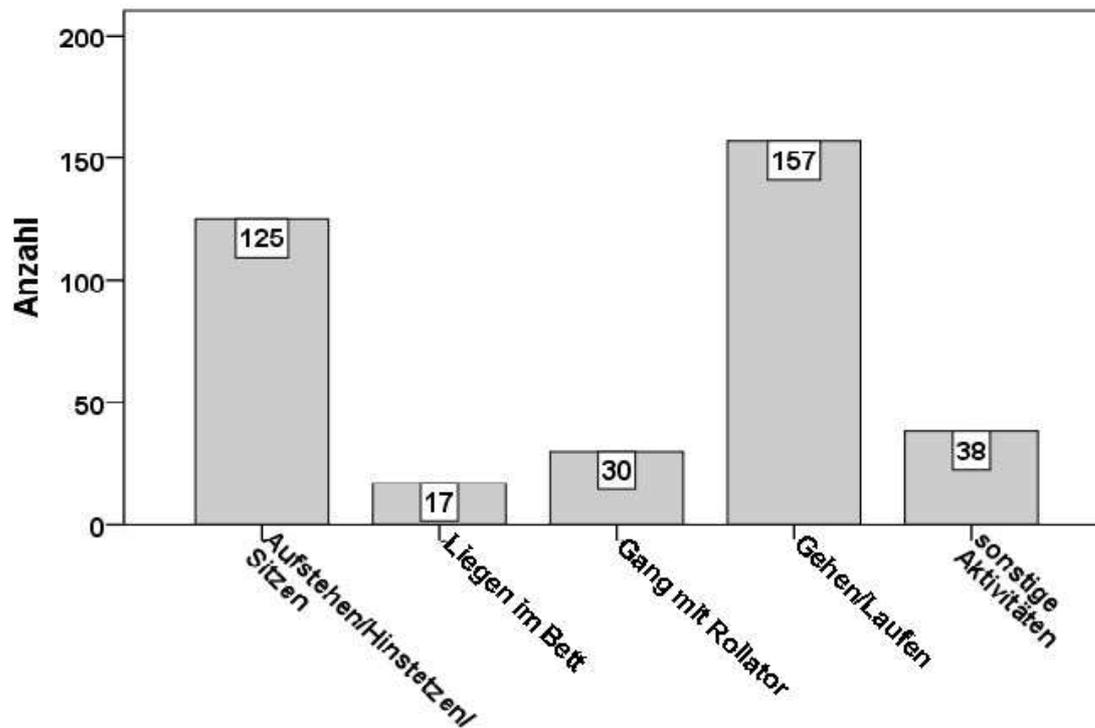


Abbildung 9 Aktivität vor Sturz

(N = 367): Die meisten Stürze ereigneten sich während des Gehens ( $n = 157$ ; 42,8 %). Am zweithäufigsten ereigneten sich Stürze während des Aufstehens oder Hinsetzens oder aus dem Sitzen heraus ( $n = 125$ ; 34 %). Hierunter fällt auch der Gang zur Toilette. Stürze aus dem Bett ( $n = 17$ ; 4,6 %) oder Stürze mit dem Rollator ( $n = 30$ ; 8,1 %) ereigneten sich weitaus seltener. Sonstige Aktivitäten vor dem Sturz, wie An- und Auskleiden, Bücken, Tragen von Gegenständen ect., passierten so selten, dass sie unter „sonstige Aktivitäten“ zusammengefasst wurden (zusammen  $n = 38$ ; 10,3 %).

## 6.2.4 Verletzungen

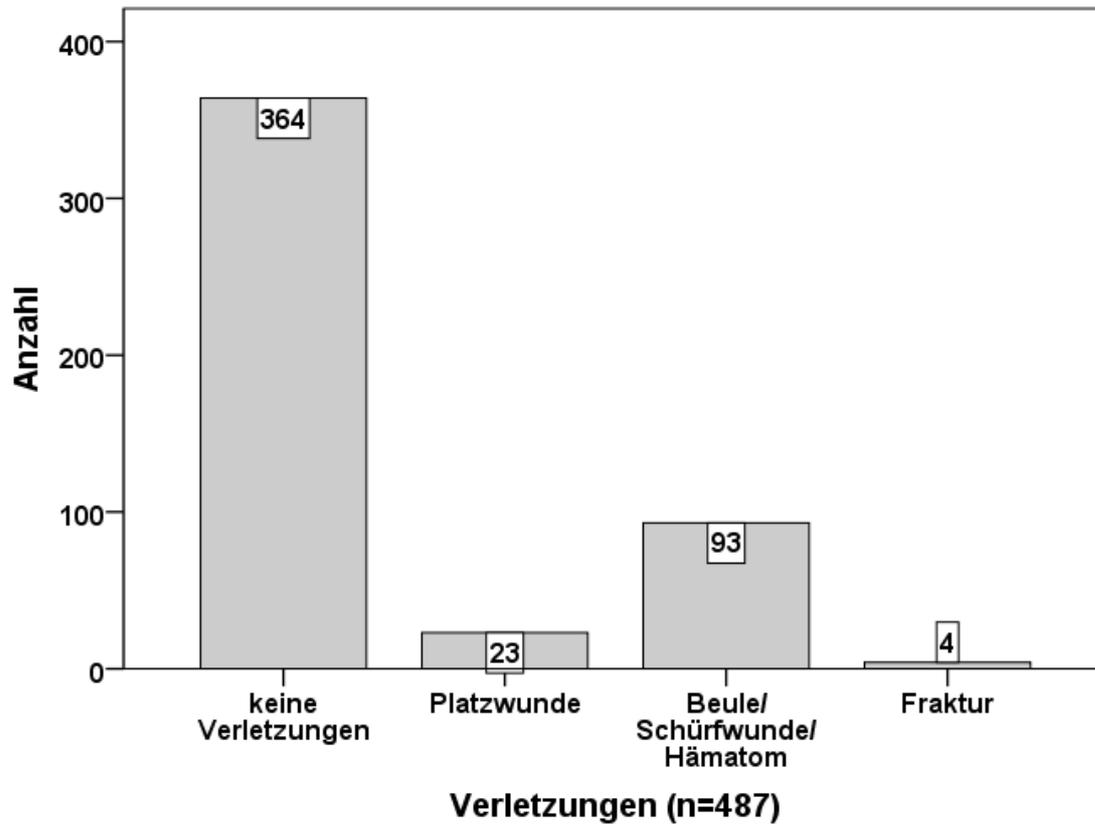


Abbildung 10 Verletzungen infolge der Stürze

Infolge der 487 während der Studie passierten Stürze, kam es relativ selten zu schweren Verletzungen. Nur vier Frakturen traten auf, das entspricht einem Anteil von 0,8 % aller Stürze. Bei 93 Stürzen (18,9 %) waren Hämatome oder Schürfwunden die Folge. Bei 4,7 % aller Stürze ( $n = 23$ ) erlitt der Patient eine Platzwunde. Bei der Mehrzahl der Stürze traten jedoch keine Verletzungen auf ( $n = 364$ ; 74,1 %).

### 6.3 Multivariate Analyse von potentiellen Prädiktoren für Stürze

Vor der multivariaten Analyse mit der logistischen Regression wurden potentielle Prädiktoren univariat auf statistisch signifikante Unterschiede getestet. In die logistische Regression wurden nur Variablen einbezogen, die hier signifikant waren ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabelle 14 Überprüfung potentieller nominaler Prädiktoren auf statistisch signifikante Unterschiede.**

Prädiktor	Risikofaktor = nein % Stürze (n)	Risikofaktor = ja % Stürze (n)	p-Wert*
Sturzvergangenheit	34,6 (72 von 208)	75,8 (147 von 194)	<0,0005
Demenz	37,9 (105 von 277)	91,2 (144 von 125)	<0,0005
Halluzinationen	43,5 (94 von 216)	67,2 (125 von 186)	<0,0005
Blickparese	46,8 (147 von 314)	81,8 (72 von 88)	<0,0005
Freezing	46,5 (120 von 258)	68,8 (99 von 144)	<0,0005
Fluktuationen	67,0 (142 von 212)	40,5 (77 von 190)	<0,0005
Psychose	53,1 (198 von 373)	72,4 (21 von 29)	0,053 (n.s.)**
Anfallsleiden	55,6 (214 von 385)	75,0 (3 von 4)	0,633 (n.s.)
Geschlecht	57,1 (93 von 163)	52,7 (126 von 239)	0,415 (n.s.)
sedierende Medikation	43,5 (108 von 248)	72,1 (111 von 154)	<0,0005
Hoehn-Yahr-Stadium (5-stufig)	-----	-----	<0,0005

*Anmerkung:*

\* exakter Test nach Fischer

\*\* nicht signifikant ( $p \leq 0,05$ ).

Bis auf das Hoehn-Yahr-Stadium sind alle anderen Prädiktoren dichotom (ja/nein).

**Tabelle 15 Überprüfung potentieller kontinuierlicher Prädiktoren auf statistisch signifikante Unterschiede**

	Ohne Sturz MW	Mit Sturz MW	p-Wert*
Alter	64,0 (n = 183)	72,02 (n = 219)	<0,0005
Erkrankungsdauer	8,6 (n = 183)	9,06 (n = 216)	0,371 (n.s.)
Medikamentenzahl	6,5 (n = 183)	7,9 (n = 219)	<0,0005

*Anmerkung:*

\*t-Test für unabhängige Stichproben

### 6.3.1 Ergebnisse der multivariaten Analyse

Mit den Prädiktoren wurde eine binäre logistische Regression mit schrittweisem Vorwärts-Einschluss zur Vorhersage der Zugehörigkeit zur Sturzgruppe durchgeführt. Die zehn anfänglich in das Modell aufgenommenen Variablen waren: Alter, Sturzvergangenheit, Hoehn–Yahr-Stadium, Medikamentenzahl, sedierende Medikation, Demenz, Halluzinationen, Blickparese, Freezing und Fluktuationen. Durch fehlende Werte bei der Variablen Hoehn–Yahr-Stadium basierte die logistische Regression auf 359 Fällen und nicht auf 402 Fällen. Das Regressionsmodell (Tab. 17) ist höchst signifikant mit einer Varianzaufklärung von 76 % [ $R^2$  (Nagelkerke) = 0,76;  $\chi^2$  (df = 8) = 302,9;  $p < 0.0005$ ] mit hoher Güte und guter Klassifikation (86,4 % richtig klassifizierte Fälle). Die Varianzaufklärung beschreibt den Anteil der Varianz, der durch alle unabhängigen Variablen zusammen erklärt wird. Die anfänglich eingeschlossenen Variablen „Freezing“ und „Halluzinationen“ waren durch den Vorwärts-Ausschluss in dem finalen Modell nicht mehr enthalten.

**Tabelle 16 Ergebnisse der binären logistischen Regression mit Vorwärts-Ausschluss zur Vorhersage der Zugehörigkeit zur Sturzgruppe (Sturz ja/nein).**

Prädiktor-Variable	B	p	Differenz für Odds Ratio (OR)	OR	95 % Konfidenzintervall (KI) für OR	
					untere Grenze	obere Grenze
N = 359*						
Demenz	2,50	<0,0005	nein => ja	12,23	4,60	32,51
Hoehn und Yahr	2,27	<0,0005	+ eine Stufe	9,65	4,67	19,94
Blickparese	1,29	0,014	nein => ja	3,68	1,29	10,29
Sedierende Medikation	1,14	0,005	nein => ja	3,12	1,41	6,89
Sturzvergangenheit	0,89	0,018	nein => ja	2,45	1,16	5,18
Medikamentenzahl	0,27	0,001	+ 1 Medikam.	1,32	1,12	1,55
Alter	0,10	<0,0005	1 Jahr	1,11	1,06	1,17
Fluktuationen	-1,61	<0,0005	nein => ja	0,20	0,08	0,47

Anmerkung:

\*Durch fehlende Werte bei der Variablen Hoehn–Yahr-Stadium basierte die logistische Regression auf 359 und nicht auf 402 Fällen.

Modellgüte:

$R^2$  (Nagelkerke) = 0,76 (Varianzaufklärung);  $\chi^2$  (df = 8) = 302,9; p < 0.0005

Richtige Klassifikationen: 87,4% (kein Sturz), 85,2% (mit Sturz), 86,4% (gesamt)

B: Regressionskoeffizient (gibt die Richtung des Zusammenhangs an)

OR: Effektkoeffizient Odds Ratio (Chancenverhältnis), gibt Stärke des Zusammenhangs an kann aus B mit  $OR = \exp^{(B)}$  berechnet werden

p: Signifikanz: Test der Hypothese, dass B = 0 ist, die Variable also keinen Einfluss hat

KI: Gibt an, in welchem Bereich der wahre Wert für OR mit 95%iger Wahrscheinlichkeit liegt

In Tabelle 17 sind die Ergebnisse der binären logistischen Regression mit dem Effektmaß Odds Ratio (OR), dem Chancenverhältnis, dargestellt. Diese Größe ist verwandt mit dem relativen Risiko, aber nicht identisch. Das OR ist ein Maß für die Auswirkung auf eine abhängige Variable bei vorhandenem bzw. nicht vorhandenem Risikofaktor, wie zum Beispiel „Demenzerkrankung liegt vor“ bzw. „keine Demenzerkrankung“.

Die „Chance“, in der Klinik zu fallen, nahm um das 12,23-fache (95 % KI: 4,60 bis 32,51) zu, wenn eine Demenz vorhanden war. Eine Zunahme auf der Hoehn-Yahr-Skala um einen Punkt entsprach einer Zunahme der Fall-Chance um das 9,65-fache (KI: 4,67 bis 19,94). Bei einer vorhandenen Blickparese lag diese Chance bei dem 3,64-fachen (KI: 1,29 bis 10,28) und bei Einnahme von sedierenden Medikamenten bei dem 3,12-

fachen (KI: 1,41 bis 6,88). Gab es in der Vorgeschichte Stürze, zeigte sich eine um das 2,45-fache (KI: 1,16 bis 5,17) erhöhte Chance, in der Klinik zu stürzen. In Prozent ausgedrückt, entspricht das OR von 2,45 einer Zunahme von 145 %, da ein Odds Ratio (OR) von 1,00 dem neutralen Punkt, also weder Zu- noch Abnahme, entspricht. Wurde die Anzahl der eingenommenen Medikamente um eins erhöht, nahm die Chance für einen Sturz um 31,6 % (KI: 1,11 bis 1,55) zu. Die Chance für einen Sturz nahm je Lebensjahr um 11,3 % (KI: 1,05 bis 1,17) zu. Bei einer Zunahme um fünf Lebensjahre ergäbe sich ein  $OR = e^{(B)} = e^{(0,107)} = 1,71$ , entsprechend 71 %. Lagen Fluktuationen vor, verminderte sich die Chance für einen Sturz auf das 0,20-fache bzw. -80 % (KI: 0,08 bis 0,47).

## 7 Diskussion

Die hier vorliegende Arbeit analysiert die Stürze von Patienten mit Parkinson-Krankheit, welche sich zwischen Januar 2005 bis September 2006 in der „Parkinsonklinik Bad Nauheim“ ereignet haben. Mögliche beeinflussende intrinsische und extrinsische Faktoren der Patienten und Patientenumgebung wurden untersucht. Ein Kollektiv von Patienten mit Parkinson-Krankheit, welches während des Aufenthalts in der „Parkinsonklinik Bad Nauheim“ nicht stürzte, wurde für die Untersuchungen als Vergleichsgruppe herangezogen.

Die Patienten wurden bei Aufnahme in die Klinik von erfahrenen Neurologen untersucht und standardisiert erfasst. Viele der Patienten waren schon von vorigen Aufenthalten her dem behandelnden Arzt bekannt. Damit kann von einer exakten Einordnung in das Hoehn-Yahr-Stadium sowie von einer guten Erfassung aller krankheitsspezifischen Angaben und Nebenerkrankungen ausgegangen werden. Die Auswertungen der hier vorliegenden Arbeit basieren auf der standardisierten Beschreibung der Sturzumstände durch das Fachpersonal auf den Stationen. Das Personal registrierte und vermerkte jeden Sturz mittels eines Sturzkontrollbogens sofort und unabhängig von der Schwere und den Folgen des Sturzes. Bei anderen, retrospektiven Befragungen, hätten Patienten ihre Stürze mittlerweile wieder vergessen haben können oder sie in der Erinnerung bagatellisieren, sodass nur ein verzerrter Überblick über Sturz und Folge möglich wäre. Mithilfe des Sturzkontrollbogens und der direkten Eintragung konnten solche Verzerrungen vermieden werden. Dennoch ist es möglich, dass ein Patient kleinere Stürze den Ärzten und Fachpersonal gegenüber verschwiegen, oder dass Stürze nicht aufgefallen sind. Dass Stürze nicht notiert wurden, ist demnach trotz des Sturzkontrollbogens in Ausnahmefällen möglich.

Im Rahmen dieser Untersuchung bestanden sehr gute Untersuchungsbedingungen, da die Sturzumgebung der Patienten, bedingt durch den Klinikaufenthalt, als einheitlich anzusehen ist. Aufgrund der genauen Dokumentation in den Krankenakten der Patienten konnte zudem exakt ermittelt werden, welche extrinsischen (z.B. Anzahl der genommenen Medikamente) und intrinsischen (z.B. Fluktuationen zum Zeitpunkt des Sturzes) Faktoren vorlagen.

Untersuchungen, die Stürze in heimischer Umgebung analysieren, könnten allein schon aufgrund unterschiedlicher räumlicher Gegebenheiten in ihrer Aussagekraft

eingeschränkt sein. Beispielsweise kann die Einrichtung der Wohnung (Teppichkanten, verwinkeltes Badezimmer, viele Treppenstufen) das Sturzverhalten unterschiedlich beeinträchtigen.

Im Folgenden werden die zuvor formulierten Hypothesen anhand der aufgezeigten Untersuchungsergebnisse diskutiert.

## **1. Patienten mit fortgeschrittener Parkinson-Krankheit stürzen häufiger als mit beginnender Parkinson-Krankheit.**

Anhand der Grafik (siehe Abbildung 5) ist eine umgekehrt U-förmige Verteilung der Stürze in Abhängigkeit vom Hoehn-Yahr-Stadium zu erkennen. Die meisten Stürze ereigneten sich in dieser Studie bei Patienten im Hoehn-Yahr-Stadium 3,5 bis 4 (Mittelwert 3,74, SD 0,623). Eine Zunahme auf der Hoehn-Yahr-Skala um einen Punkt entsprach einer Zunahme der Fall-Chance um das 9,65-fache (KI: 4,67 bis 19,94). Das korreliert mit der Einteilung nach Hoehn und Yahr, bei welchem nach Definition in Stadium 3, Schwierigkeiten beim Gehen bestehen sowie das Wenden des Körpers unsicher ist. Bei Stadium 4 liegt eine schwere Behinderung vor und der Patient benötigt Hilfe im Alltag. Bei Stadium 5 ist der Patient bettlägerig und wenig aktiv, sodass hier die Sturzwahrscheinlichkeit aufgrund mangelnder Mobilität wieder abnimmt. Ein hohes Hoehn-Yahr-Stadium, als einfaches Instrument zur Beschreibung der Krankheitsintensität, wird deshalb als Prädiktor für Stürze von Patienten mit Parkinson-Krankheit, mit der Voraussetzung, dass der Patient eine Restmobilität besitzt und nicht bettlägerig ist, mittels dieser Arbeit bestätigt. Das Ergebnis dieser Arbeit deckt sich mit den Untersuchungen von Pickering et al. (2007). In dieser Metaanalyse von sechs prospektiv und longitudinal angelegten Studien fand sich das Hoehn-Yahr-Stadium in allen Studien als Prädiktor für Stürze wieder. Der Mittelwert lag bei 2,4. Die Odds Ratio für das Hoehn-Yahr-Stadium bezogen auf Stürze ist bei der hier vorliegenden Studie mit 9,65 deutlich höher als in der Metaanalyse von Pickering et al. (2007): hier betrug die Odds Ratio 2,05 mit einem 95 % KI von 1,41 bis 2,98. Hiorth et al. (2012) beschreiben ebenfalls das Hoehn-Yahr-Stadium als einen Prädiktor für Stürze. Hier liegen ihre Mittelwerte etwas höher und ergeben annähernd gleiche Werte, die in der hier vorliegenden Studie ermittelt wurden: Patienten, die selten stürzten, hatten einen Mittelwert des Hoehn-Yahr-Index von 3,1 (SD 0,9). Patienten, die häufig stürzten, hatten einen Mittelwert von 3,9 (SD 0,9). Patienten, die nicht stürzten, schnitten besser im Hoehn-Yahr-Index ab: hier lag der Mittelwert bei 2,1 (SD 0,9). Die Odds Ratio für Stürze bezogen auf den Hoehn-Yahr-Index (pro Stufe), lag in der Studie von Ashburn et al. (2001) bei 4,28 (95 % KI: 1,64 bis 11,17,  $p = 0,001$ ). Eine prospektive Studie von Bloem et al. (2001) bestätigt ebenfalls eine fortgeschrittene Parkinson-Erkrankung als Prädiktor für Stürze. Bloem et al. sehen einen Hoehn-Yahr-Index  $> 3$  als deutlichen Vorhersagewert für Stürze an (relatives Risiko für Stürze  $>100$ ; 95 % KI: 3,1 bis 585).

## **2. Patienten mit Parkinson-Krankheit und Polypharmazie stürzen häufiger als Patienten mit Parkinson-Krankheit die nur wenige Medikamente einnehmen.**

Patienten mit Parkinson-Krankheit müssen in den meisten Fällen mehrmals täglich eine Vielzahl an Medikamenten einnehmen. „Ca. 20 % der Patienten mit Parkinson-Krankheit haben eine Depression, 40 % sind ängstlich oder panisch, und fast 90 % haben Schlafstörungen“ (Sadowski et al. 2007). Allein zur Behandlung dieser Symptome sind Medikamente erforderlich, die wiederum durch ihre Nebenwirkungen zu Stürzen führen können. Mehrere wissenschaftliche Arbeiten weisen darauf hin, dass die gleichzeitige Einnahme von mehreren Medikamenten im höheren Lebensalter mit einem größeren Sturzrisiko einhergeht (Ashburn 2001 et al. 2001; Robbins et al. 1989; Kelly et al. 2003). Diese Aussagen können mithilfe der hier vorliegenden Arbeit auch für Patienten mit Parkinson-Krankheit bestätigt werden. Im Schnitt nahm jeder Patient, der stürzte, 7,94 verschiedene Medikamente pro Tag ein (SD 2,68). Patienten, die nicht stürzten, nahmen pro Tag eineinhalb Tabletten weniger ein (6,51, SD 2,11). Die Odds Ratio für Stürze unter Medikamenteneinnahme lag bei 1,32 (95 % KI 1,11 bis 1,55) pro eingenommenes Medikament. Das heißt: Wurde die Anzahl der eingenommenen Medikamente um eins erhöht, nahm die Chance für einen Sturz um 31,6 % zu. In der prospektiven Studie von Wood et al. (2002) bestand bei 10,1 % der gestürzten Patienten mit Parkinson-Krankheit eine Polypharmazie. Leider kann hierzu aus der groß angelegten internationalen Metaanalyse von Pickering et al. (2007) keine vergleichende Information abgeleitet werden, da für diese Studie die Aufzeichnungen über die Medikation in den teilnehmenden medizinischen Zentren zu unterschiedlich waren.

Es steht außer Frage, dass viele Medikamente wie „Dopaminergika“ Stürze bei Parkinson-Krankheit reduzieren können. „Levodopa“ kann das Auftreten und die Länge von Freezing während des Gehens (Fahn et al. 2004) sowie „off Stadien“ sowie Veränderungen des Gangbilds positiv beeinflussen, sodass Stürze vermieden werden können. Jedoch kann das gleiche Medikament durch orthostatische Hypotension Synkopen verursachen und damit zu Stürzen führen (Grimbergen et al. 2004). Ähnlich ist die Lage bei den weiteren Antiparkinson-Medikamenten: viele, wie die „Anticholinergika“, „COMT Hemmer“ und „Glutamat-Rezeptorantagonisten“, verbessern die motorischen Leistungen des Patienten. Gleichzeitig können „Anticholinergika“ zu Akkomodationsstörungen sowie zum potentiell reversiblen dementiellen Syndrom führen (Diener 2005), „COMT Hemmer“ zu Dyskinesien

(Gordin et al. 2003) und „Glutamat-Rezeptorantagoniste“ zu Halluzinationen und nervösen Zuständen (Gerlach et al. 2007), was zu einem vermehrten Auftreten von Stürzen führen kann. Ohne Frage erhöhen die in Kapitel 3.4.2.3 genannten „FRIDS“ sowie „Psychopharmaka“ die Sturzwahrscheinlichkeit, auch wenn „Neuroleptika“ und „Hypnotika“ stabilisierend und damit sturzvermeidend auf den Patienten wirken. Es ist daher schwierig, eine genaue Aussage zu treffen, ab wann und wie stark Polypharmazie eine Häufung von Stürzen bedingt. Dass Patienten, welche viele Medikamente einnehmen, ein erhöhtes Risiko haben, zu stürzen, ist jedoch aufgrund der angegebenen Nebenwirkungen nachvollziehbar und auch mit der hier vorliegenden Studie bestätigt worden.

### **3. Stürze von Patienten mit Parkinson-Krankheit ziehen schwere Verletzungen nach sich.**

In dieser Studie führten 74,1 % der Stürze zu keiner Verletzung und nur 0,8 % der Stürze endeten mit einer Fraktur (4 Frakturen bei 487 Stürzen). Die meisten Verletzungen waren Schürfwunden, Hämatome und Platzwunden. Vergleicht man diese Daten mit der Studie von Heinze et al. (2002), in der an 11 Kliniken im Berliner Raum die Sturzhäufigkeit und -folgen in Krankenhäusern an 3.012 Patienten untersucht wurden, so sieht man, dass in der Studie von Heinze et al. schwere Verletzungen weitaus häufiger vorkamen – Stürze jedoch viel seltener stattfanden: 11,9 % der gestürzten Patienten erlitten einen Knochenbruch oder eine Gelenkverletzung, 18,8 % erlitten mäßige Verletzungen und 61,4 % kamen ohne Sturzfolgen davon. Es stürzten aber nur 3,5 % der Patienten im stationären Aufenthalt. In weiteren Ausarbeitungen gibt es verschiedene Angaben zu Stürzen im Alter: ca. 5–10 % der Stürze führen bei älteren Menschen zu schwerwiegenden Verletzungen wie Schenkelhalsfrakturen (Nikolaus 2005, Freiburger und Becker 2006), bzw. 4–6 % der Stürze führen zu Frakturen und 10 % zu gravierenden Weichteilverletzungen (von Renteln-Kruse 2004).

Auch wenn man die hier vorliegende Studie mit anderen Studien vergleicht, welche nur Stürze von Patienten mit Parkinson-Krankheit berücksichtigen, so ist die Anzahl der Verletzungen in den Vergleichsstudien höher: Wielinski et al. (2005) schreiben in ihrer Untersuchung, dass 65 % der Stürze von Patienten mit Parkinson-Krankheit zu Verletzungen führten, 33 % davon waren Frakturen. Die sehr groß angelegte Metaanalyse von Pickering et al. (2007) ermittelte, dass 46 % (95 % KI: 38–54 %) aller

Patienten mit Parkinson-Krankheit innerhalb von drei Monaten stürzten. Ca. 25 % erlitten dadurch Verletzungen. Jedoch wurden in der Studie keine weiteren Angaben über die genauen Verletzungen gemacht. Johnell et al. (1992) weist auf ein generell erhöhtes Risiko für Frakturen und ein speziell erhöhtes Risiko für Hüftfrakturen bei Stürzen von Patienten mit Parkinson-Krankheit hin. 27 % der Patienten erlitten innerhalb von 10 Jahren nach Diagnosestellung eine Hüftfraktur. Die angegebenen Häufigkeiten für schwere Verletzungen in den Vergleichsarbeiten erscheinen höher und konnten mit der hier vorliegenden Studie nicht bestätigt werden.

Die erhebliche Differenz dieser Ergebnisse könnte mehrere Ursachen haben. Zunächst einmal kann festgehalten werden, dass Stürze in der Allgemeinbevölkerung seltener auftreten als bei Patienten mit Parkinson-Krankheit. Letztere haben also ein erhöhtes Sturzrisiko und vermutlich treten aufgrund der hohen Sturzfrequenz viele kleine Stürze auf, welche zu wenigen oder keinen Verletzungen führen. Auch das in Kapitel 3.2 beschriebene veränderte Bewegungsmuster bei Stürzen mit Parkinson-Krankheit kann eine das Verletzungsmuster beeinflussende Rolle spielen.

In vielen Studien, so auch in der von Wielinski et al. (2005), wurden retrospektiv Daten erhoben, indem Patienten einen vorgefertigten Fragebogen auszufüllen hatten. Dieser Fragebogen erhob Sturzdaten aus dem vorausgegangenen Jahr. Es ist denkbar, dass die Patienten nicht jeden Sturz erinnerten und nur solche notierten, die zu schweren Verletzungen führten – eben weil diese in der Regel besser in Erinnerung bleiben. Das würde erklären, weshalb die Stürze laut dieser Studien prozentual zu mehr Verletzungen führen. In der hier vorliegenden Arbeit wurde, wie bereits beschrieben, grundsätzlich jeder Sturz notiert, unabhängig von der Schwere der darauffolgenden Verletzungen – was wiederum die Anzahl der Verletzungen prozentual sinken lässt, im Vergleich zu den anderen Studien.

Ebenso ist es möglich, dass aufgrund der gleichen Sturzumgebung im Krankenhaus ein anderes Sturzverhalten vorlag, als in den anderen Studien, bei denen die Stürze in der häuslichen Umgebung der Patienten stattfanden. Generell sind in Krankenhäusern und Patientenzimmern mehr freie Flächen vorhanden als in Wohnungen, da weniger Mobiliar vorhanden ist: um die Pflege zu vereinfachen gibt es freie und große Gangflächen, das Bad ist geräumiger und ein Fahrstuhl ist vorhanden. Stürze in häuslicher Umgebung können zu schwereren Verletzungen führen, da die Sturzfläche anders ist als im Krankenhaus; beispielsweise wird ein Sturz zwischen Sofa und Wandregal eher zu schweren Verletzungen führen als ein Sturz auf einer freien

Gangfläche ohne Hindernisse. Es bleibt somit festzuhalten, dass in dieser Studie das Sturzrisiko von Patienten mit Parkinson-Krankheit deutlich höher lag, jedoch die Sturzverletzungen nicht so häufig und schwer verliefen wie in den Vergleichsstudien.

Zusätzlich werden folgende Hypothesen an den untersuchten Gruppen überprüft:

- **Bestimmte Krankheitsbilder (Freezing, Fluktuationen, Blickparese) führen zu einer erhöhten Sturzwahrscheinlichkeit.**

Die Blickparese ist eine Begleiterkrankung, welche offensichtlich das Sturzrisiko erhöht. Eine Odds Ratio von 3,68 sowie ein Regressionskoeffizient von 1,29 verdeutlichen den Stellenwert der Blickparese in Bezug auf Stürze. So ist bei einer vorhandenen Blickparese die Chance zu stürzen um das 3,68-fache erhöht (KI: 1,29 bis 10,28). Denkbar ist, dass aufgrund der Blickparese Hindernisse nicht erkannt werden sowie dass das räumliche und detaillierte Sehen eingeschränkt ist. Die Blickparese als prädisponierender Faktor erscheint also schlüssig. Denkbar ist, dass die Blickparese der Patienten ein Hinweis auf ein sich entwickelndes atypisches Parkinson-Syndrom ist (supranukleäre Blickparese), welche durch häufige Stürze gekennzeichnet ist (Oertel und Möller 2005). Weitere Studien zu dem Thema „Blickparesen und Stürze bei Parkinson-Krankheit“ sind dem Autor dieser Arbeit nicht bekannt. Auf Sehschwäche und Sehstörungen als begünstigende Faktoren für Stürze wurde bereits in verschiedenen Studien (Ivers et al. 2000; Lord 2001; Coleman et al. 2004) hingewiesen.

Für Fluktuationen ist ebenfalls ein Zusammenhang mit Stürzen feststellbar, jedoch korreliert dieser negativ. 67 % der Patienten ohne bekannte Fluktuationen der Motorik stürzten, während 40,5 % der Patienten mit bekannten Fluktuationen stürzten (P-Wert < 0,0005). Lagen Fluktuationen vor, verminderte sich somit die Chance für einen Sturz auf das 0,20-fache bzw. um -80 % (95 % KI: 0,08 bis 0,47).

Eine Erklärung für diese Umstände ist dem Autor dieser Arbeit nicht bekannt. Weitere Studien in diesem Bereich erscheinen notwendig.

- **Die kognitiv-mentale Verfassung (Demenz, Psychosen, Halluzinationen) beeinflusst die Sturzwahrscheinlichkeit.**

In dieser Studie steht die kognitiv-mentale Verfassung im Zusammenhang mit der Sturzwahrscheinlichkeit. 67,2 % der Patienten mit Halluzinationen (125 von 186) stürzten. Von den 216 Patienten, die hingegen nicht an Halluzinationen litten, stürzten 43,5 % (94 Patienten, P-Wert nach Fischer < 0,0005). Die Halluzinationen können für den Patienten einen Stressfaktor darstellen, der zu Handlungen und Bewegungen führt,

welche unkontrolliert ablaufen. Sofern bei dem Patienten motorische Komplikationen oder posturale Instabilität und/oder Gleichgewichtsstörungen vorliegen, potenzieren sich diese Faktoren und ein Sturz wird wahrscheinlicher. Bei den Patienten mit Psychosen stürzten 72,4 %, bei denen ohne Psychose 53,1 %. Dieses Ergebnis war jedoch nicht signifikant (P-Wert = 0,053). Es sind hier detailliertere bzw. weitere Untersuchungen notwendig, die spezifischer auf das psychotische Krankheitsbild eingehen und feststellen, ob zu dem Zeitpunkt des Sturzes eine Psychose vorlag und welcher Art die Psychose war. Die in dieser Studie herangezogenen Daten gaben hierzu nicht genügend Auskunft.

Ein deutlicher Zusammenhang mit einem Regressionskoeffizienten von 2,50 besteht zwischen Demenz und Stürzen. Die „Chance“ in der Klinik zu fallen nahm um das 12,23-fache (95 % KI: 4,60 bis 32,51) zu, wenn eine Demenz vorhanden war. Die Ursache hierfür ist sicherlich in vielen Bereichen zu suchen. Es mag daran liegen, dass Patienten mit Demenz erschwert gefährliche Situationen einschätzen können und Hindernisse falsch beurteilen. Aber auch Fahrlässigkeit im Umgang mit Schuhwerk (offene Schuhe/Socken auf rutschigem Boden) und Verzicht auf einen Rollator ect. sind möglich. Wielinski et al. (2005) sieht ebenfalls in der Demenz einen Risikofaktor für Stürze bei Patienten mit Parkinson-Krankheit, auch wenn die Odds Ratio weitaus geringer war. Sie betrug in der Studie von Wielinski et al. (2005) 3,24 (95 % KI: 1,99 bis 5,27).

Wood et al. (2002) nennt als einen unabhängigen Prädiktor für Stürze bei Patienten mit Parkinson-Krankheit ebenfalls die Demenz, sie liegt mit einer 6,7-fach höheren Chance zu Stürzen (95 % KI: 1,1 bis 42,5) über der ermittelten Chance von Wielinski et al., ist aber immer noch weit unter der Chance, die in der hier vorliegenden Studie ermittelt wurde.

Die Auswertung des MMST erbrachte, dass in der Gruppe mit Stürzen im Mittel ein deutlich geringerer MMST-Wert erreicht wurde (Mittelwert 20,93, 95 % KI: 19,81 bis 22,06, SD 5,81) als bei der Vergleichsgruppe, die nicht stürzte (Mittelwert 28,59, 95 % KI: 28,37 bis 28,80; SD 1,44). Diese deutliche Verteilung der MMST-Ergebnisse findet man nicht in der Vergleichsliteratur. In einer Studie von Kerr et al. (2010) wurden prospektiv Stürze von Patienten mit Parkinson-Krankheit auf Prädiktoren untersucht. Der MMST von gestürzten Patienten im Vergleich zu den nicht gestürzten Patienten unterschied sich nur gering: der Mittelwert der Gruppe der Gestürzten betrug 2,7 (SD 2,1, 95 % KI: 21 bis 30), der Mittelwert der nicht gestürzten Gruppe lag bei 28,2 (SD

1,7; 95 % KI: 24,30). Gleason et al. (2009) führten eine prospektive Studie an 172 Menschen über 65 Jahren durch, die mindestens zweimal im vergangenen Jahr stürzten. Der Mittelwert des MMST lag bei 27,2 (SD 4,6). Es erhöhte sich die Wahrscheinlichkeit für Stürze je weiter der MMST unter der maximalen Punktezahl von 30 lag, ohne eine cut-off Grenze. Bei Einnahme von sedierenden Medikamenten lag die Chance für einen Sturz um das 3,12-fache höher als im Vergleich zu Patienten, die keine sedierenden Medikamente einnahmen (KI: 1,41–6,88). Da diese Medikamente die kognitiv-mentale Verfassung des Patienten beeinflussen wird die Hypothese bestätigt, dass die Sturzwahrscheinlichkeit durch die kognitiv-mentale Verfassung beeinflusst wird. Am deutlichsten zeigte sich bei der Demenz die Auswirkung auf die Sturzwahrscheinlichkeit. Für Halluzinationen und Psychosen kann mittels dieser Studie keine ausreichende und definitive Feststellung getroffen werden, sodass weitere Untersuchungen auf diesem Gebiet weitere Beachtung finden sollten.

## 8 Ausblick

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass es vielfältige Ansatzpunkte gibt, um sturzgefährdete Patienten mit Parkinson-Erkrankung frühzeitig zu erkennen. Durch entsprechende Vorsorgemaßnahmen können künftige Stürze vermieden oder reduziert werden. Die Demenz vieler Parkinson-Patienten ist ein zuverlässiger Prädiktor, welcher durch regelmäßiges Screening abgefragt werden sollte. Ebenso sollten vorige Stürze sowie eine aktuelle Medikation bezüglich Polypharmazie eruiert werden. Patienten mit kognitiven Störungen sollten an einem Trainingsprogramm teilnehmen, welches bestimmte Bewegungsabläufe intensiv trainiert. So gibt es beispielsweise ein evidenzbasiertes Training nach Jöbges (Joebges et al. 2004), welches gezielt die Stellreflexe von Patienten mit Parkinson-Krankheit trainiert. Dieses Training hat einen positiven Effekt auf die posturale Stabilität und Schrittabläufe. Es ist denkbar, dass dieses Training nach Joebges oder ein ähnliches physiotherapeutisches Training die Sturzwahrscheinlichkeit nachhaltig bei den zuvor genannten Patienten verringern kann. Gerade die häufigen Stürze beim Aufstehen zeigen, dass ein direktes intensiviertes Einüben beziehungsweise Training von solchen Bewegungsabläufen durchgeführt werden sollte. Neben dem Screening nach der Anzahl der Medikamente sollte die Zusammenstellung und Indikation der Medikamente in kontinuierlichen Abständen überprüft werden. Nicht nur, dass die Polypharmazie ein erhöhtes Sturzrisiko anzeigt, es können darüber hinaus mit Medikamenten assoziierte Probleme durch strenge Indikationsstellung vermieden werden. Das Sprichwort „so viel wie nötig, so wenig wie möglich“ oder „quantum satis“ ist in diesem Zusammenhang bedeutsam. Neben so wenigen Medikamenten wie möglich sollten Retardtabletten für einen gleichwirksamen Medikamentenspiegel eingesetzt werden. Mehrmalige Einnahmen werden dadurch ebenso verringert wie ein mögliches Vergessen oder Aussetzen der Medikamenteneinnahme.

Es gibt allerdings auch Faktoren, welche nicht durch Training oder Umstellung der Medikation beeinflusst werden können. Das Alter oder die Krankheitsstadien des Patienten sind zwei dieser Faktoren, die man grundsätzlich nicht beeinflussen kann und die eine Korrelation mit der Sturzhäufigkeit zeigten. Jedoch ist es möglich, durch körperliches Training und eine frühzeitige medikamentöse und physiotherapeutische Behandlung, Patienten länger in den einzelnen Krankheitsstadien zu halten.

## 9 Zusammenfassung

Mit Hilfe dieser Studie wurden individuelle Prädiktoren für Stürze von Patienten mit Parkinson-Erkrankung im Klinikaufenthalt untersucht. Hierzu wurden retrospektiv Daten von 219 Patienten, die während eines stationären Krankenhausaufenthaltes stürzten, untersucht. Als Vergleichsgruppe dienten Daten von Parkinson-Patienten, bei denen keine Sturzereignisse zuvor oder während des klinischen Aufenthalts bekannt waren.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass insgesamt weniger Verletzungen durch die Stürze verursacht wurden, als in der Vergleichsliteratur angegeben. Das gewählte Studiendesign, bei welchem jeder Sturz sofort protokolliert wurde, kann hierfür die Ursache sein, da dadurch mehr Stürze erfasst wurden als bei retrospektiven Befragungen. Auch die Verletzungen an sich waren nicht so schwerwiegend wie in vielen anderen Vergleichsstudien. Frakturen traten mit 0,8 % als Folge von Stürzen relativ selten auf. Eindeutig sind Patienten im höheren Krankheitsstadium häufiger von Stürzen betroffen. Auch ist das Durchschnittsalter der Patienten, die stürzten, höher als das der Patienten, die nicht stürzten. Die sogenannte Polypharmazie ist ein weiterer Prädiktor für Stürze. Täglich wurden fast acht verschiedene Medikamente durchschnittlich von den Patienten eingenommen, die stürzten. Darunter finden sich viele Medikamente, welche als „FRIDs“ (Fall-Risk Increasing Drugs) bekannt sind. Speziell die Einnahme von sedierenden Medikamenten erhöht die Wahrscheinlichkeit für Stürze. Eine bekannte Demenz oder ein pathologischer MMST können einen Hinweis auf ein erhöhtes Sturzrisiko geben. Darüber hinaus sind Halluzinationen als Sturzprädiktoren erkannt worden. Die Blickparese als Sehstörung wurde ebenfalls als Prädiktor für Stürze ermittelt.

Es ist wichtig, dass Patienten mit Parkinson-Krankheit an einem intensiven Training teilnehmen, bei dem Bewegungsabläufe geübt werden, die bei sturzgefährdenden Situationen vorkommen. Auch das Einüben von Ausgleichsbewegungen für das Gleichgewicht ist ratsam. Eine kritische Überprüfung der Medikation durch den behandelnden Arzt ist eine weitere Maßnahme, welche künftige Stürze verhindern kann. Ebenso sollte der Wohnraum des Patienten bedarfsgerecht eingerichtet oder die Verwendung von Hausnotrufsystemen in Erwägung gezogen werden. So haben Patienten mit Parkinson-Krankheit die Chance, länger selbstbestimmt zu leben.

## 10 Abstract

This study is to examine predictors of falls in hospitalized patients with Parkinson's Disease. A retrospective study of 219 patients, who had fallen during hospitalization, was performed. In comparison data of 183 Parkinson patients without any falls prior or during hospitalization were also analyzed.

The data suggest that in general there were less injuries caused by falls compared to other reports in the literature. The planned study design in which each fall was immediately recorded per protocol may have been the cause since this method records more falls than what retrospective questionnaires might reveal. Compared to other studies the severity of injuries was fortunately less severe. Fractures at 0.8 % as a result of falls were rarely noted. The average age of patients with falls is also higher compared to those without falls. Furthermore the so called polypharmacy is another fall predictor. Patients who took on average eight different medications compared to 6.5 drugs in patients who did not fall, a highly significant difference. Amongst them are many drugs known as „FRIDS“ (Fall Risk Increasing Drugs). Dementia or a pathologic MMST (Mini Mental Status Test) could point to an increased fall risk. Furthermore hallucinations have been recognized as a risk for falls. Visual paralysis and resulting difficulties in seeing clearly has also been noted as a predictor for falls.

It is important that patients with Parkinson's Disease participate in intensive training. This training should focus on ways of motivation which could be associated with situations where a fall might be likely. Also the training of motions to counter balance disturbances of equilibrium is important. A critical analysis of all medications is another important measure which could avoid or decrease falls. Furthermore one should consider adaptation of the patient's living space and for use of wireless Emergency Alert Systems. Thus Parkinson's disease patients have a better chance to function longer independently.

## Glossar

B	Regressionskoeffizient
COMT	Catechol-O-Methyltransferase
CURS	Columbia University Rating Scale
FRIDs	Fall-Risk Increasing Drugs
Hz	Hertz
IPS	Idiopathisches Parkinson-Syndrom
KHK	Koronare Herzkrankheit
KI	Konfidenzintervall
L-Dopa	Levodopa
MAO-B	Monoaminoxidase-B
mmHg	Millimeter-Quecksilbersäule
MMST	Mini Mental Status Test
Mrd	Milliarden
NMDA	N-Methyl-D-Aspartat
NUDS	North Western University Disability Scale
OR	Odds Ratio
P	Signifikanz
SD	Standartabweichung
Sig.	Signifikanz
SSRI	Selective Serotonin Reuptake Inhibitor
TAD	Trizyklische Antidepressiva
UPDRS	Unified Parkinson´s Disease Rating Scale
VIF	Variance Inflation Factor

## Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1 Unterschiedliche Sturzabläufe im Alter und bei Patienten mit Parkinson-Krankheit. ....</i>	<i>17</i>
<i>Abbildung 2 Auswirkungen von Stürzen bei Patienten mit Parkinson-Krankheit. ....</i>	<i>18</i>
<i>Abbildung 3 Altersverteilung der Patienten in der Sturzgruppe.....</i>	<i>39</i>
<i>Abbildung 4 Altersverteilung der Patienten in der Vergleichsgruppe.....</i>	<i>40</i>
<i>Abbildung 5 Stadium nach Hoehn und Yahr.....</i>	<i>41</i>
<i>Abbildung 6 Boxplot Mini Mental Status Test .....</i>	<i>42</i>
<i>Abbildung 7 Zeitpunkt des Sturzes. ....</i>	<i>49</i>
<i>Abbildung 8 Unfallort .....</i>	<i>50</i>
<i>Abbildung 9 Aktivität vor Sturz.....</i>	<i>51</i>
<i>Abbildung 10 Verletzungen infolge der Stürze.....</i>	<i>52</i>

## **Tabellenverzeichnis**

<i>Tabelle 1 Parkinson-Krankheit und Subtypen in der Gesamtstichprobe</i> .....	31
<i>Tabelle 2 Erkrankungstyp und Sturz</i> .....	38
<i>Tabelle 3 Kreuztabelle Geschlecht</i> .....	39
<i>Tabelle 4 Erkrankungsdauer (Jahre)</i> .....	40
<i>Tabelle 5 Kreuztabelle Halluzinationen</i> .....	43
<i>Tabelle 6 Kreuztabelle Psychosen</i> .....	43
<i>Tabelle 7 Kreuztabelle Blickparese</i> .....	44
<i>Tabelle 8 Kreuztabelle Freezing</i> .....	44
<i>Tabelle 9 Kreuztabelle Fluktuationen</i> .....	45
<i>Tabelle 10 Kreuztabelle Demenz</i> .....	46
<i>Tabelle 11 Kreuztabelle Stürze in der Vergangenheit</i> .....	47
<i>Tabelle 12 Kreuztabelle Anfallsleiden</i> .....	47
<i>Tabelle 13 Kreuztabelle Sedierende Medikation</i> .....	48
<i>Tabelle 14 Überprüfung potentieller nominaler Prädiktoren</i> .....	53
<i>Tabelle 15 Überprüfung potentieller kontinuierlicher Prädiktoren</i> .....	54
<i>Tabelle 16 Ergebnisse der binären logistischen Regression</i> .....	55
<i>Tabelle 17 Prüfung auf Multikollinearität: Koeffizienten</i> .....	79
<i>Tabelle 18 Logistische Regression: Zusammenfassung der Fallverarbeitung</i> .....	80
<i>Tabelle 19 Logistische Regression: Codierungen kategorialer Variablen</i> .....	81
<i>Tabelle 20 Logistische Regression: Klassifizierungstabelle</i> .....	82
<i>Tabelle 21 Logistische Regression: Variablen in der Gleichung</i> .....	83

## Literaturverzeichnis

- Aarsland D., Larsen J.P., Lim N.G., Janvin C., Karlsen K., Tandberg E., Cummings J.L. (1999): *Range of neuropsychiatric disturbances in patients with Parkinson's disease*; Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry 67, 492–496.
- Aita J.F. (1982): *Why patients with Parkinson's disease fall*. Journal of American Medical Association 247, 515–16.
- Aminoff M.J., Wilcox C.S. (1972): *Control of blood pressure in parkinsonism*. Proceedings of the Royal Society of Medicine 65, 944–946.
- Ashburn A., Stack E., Pickering R.M., Ward C.D. (2001). *Predicting fallers in a community-based sample of people with Parkinson's disease*. Gerontology 1, 277–281.
- Becker C., Fleischer S., Hack A., Hinderer J., Horn A., Scheible S., Can H., Muche R., Gebhard F., Kinzl L., Nikoplaus T. (1999): *Unfallfolgen nach Sturz: Funktionelle Defizite und soziale Beeinträchtigungen nach proximalen Femurfrakturen Älterer*. Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie 32, 312–317 Steinkopff Verlag.
- Bennett D.A., Beckett L.A., Murray A.M., Shannon K.M., Goetz C.G., Pilgram D.M., Evans D.A. (1996): *Prevalence of parkinsonian signs and associated mortality in a community population of older people*. The New England Journal of Medicine 334, 71–76.
- Biderman A., Cwikel J., Fired A.V., Galinsky D. (2002): *Depression and falls among community dwelling elderly people: a search for common risk factors*. Journal of Epidemiology and Community Health. 56(8), 631–636.

- Blin O., Fernandez A.M., Serratrice G. (1990): *Quantitative analysis of gait in Parkinson patients: increased variability of stride length*. Journal of the Neurological Sciences 98, 91–97.
- Bloem B.R., Grimbergen Y.A.M., Cramer M., Willemsen M.D., Zwinderman A.H. (2001): *Prospective assessment of falls in Parkinson's disease*; Journal of Neurology 248, 950–958.
- Bloem BR, Grimbergen Y.A.M., Dijk van J.G., Munneke M. (2006): *The „posture second“ strategy: A review of wrong priorities in Parkinson's disease*; Journal of the Neurological Sciences 248, 196–204.
- Bloem B.R., Hausdorff J.M., Visser J.E., Giladi N. (2004): *Falls and freezing in Parkinson's disease: a review of two interconnected, episodic phenomena*. Movement Disorders Society 19/ 8, 871–884.
- Bloem B.R., Munneke M., Carpenter M.G., Allum J.H. (2003): *The impact of comorbid disease and injuries on resource use and expenditures in Parkinson's disease*. Neurology 60(1), 87-93.
- Bond J.M., Morris M. (2000): *Goal-directed secondary motor tasks: their effects on gait in subjects with parkinson disease*; Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 81, 110-116.
- Brevetti G., Bonaduce D., Breglio R., Perna S., Simonelli P., Marconi R., Campanella G. (1990): *Parkinson's disease and hypotension: 24hour blood pressure recording in ambulant patients*. Clinical Cardiology 13, 474–478.
- Bundesärztekammer (2001): *Verletzungen und deren Folgen – Prävention als ärztliche Aufgabe; Texte und Materialien zur Fort- und Weiterbildung*. Band 23, 47–54, Köln.

- Carpenter M.G, Allum J.H.J., Honegger F., Adkin A.L., Bloem B.R. (2004): *Postural abnormalities to multidirectional stance perturbations in Parkinson's disease*; Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry 75, 1245–1254.
- Ceballos-Baumann A.O. (2004): *Differenzialdiagnose und Therapie des idiopathischen Parkinson-Syndroms*; Klinikarzt 33(4), 93–98.
- Ceballos-Baumann A.O (2005): *Idiopathisches Parkinson-Syndrom: Grundlagen, Medikamente, Therapieeinleitung*. In: A. O. Ceballos-Baumann & B. Conrad (Hrsg.), *Bewegungsstörungen 2005* (2. Aufl.) (S. 33–70), Thieme Verlag Stuttgart.
- Cedarbaum J.M., Gandy S.E., McDowell F.H. (1991): „*Early*“ *initiation if levodopa treatment does not promote the development of motor response fluctuations, dyskinesias, or dementia in Parkinson's disease*. Neurology 41, 622–629.
- Chung K.A., Lobb B.M., Nutt J.G., Horak F.B. (2010): *Effects of a central cholinesterase inhibitor on reducing falls in Parkinson disease*. Neurology 75, 1226–1269.
- Chaudhuri K.R., Naidu Y. (2008): *Early Parkinson's disease and non-motor issues*; Journal of Neurology 255, 33–38.
- Chaudhuri K.R., Ellis C., Love-Jones S., Thornaides T., Clift S., Mathias C.J., Parkes J.D. (1997): *Postprandial hypotension and parkinsonian state in Parkinson's disease*. Movement Disorders 12, 877–884.
- Coleman A.L, Stone K., Ewing S.K., Nevitt M., Cummings S., Cauley J.A., Ensrud K.E., Harris E.L., Hochberg M.C., Mangione C.M. (2004): *Higher risk of multiple falls among elderly women who lose visual acuity*. Ophthalmology Nr 111(5), 857-862.

- Coupland C., Dhiman P., Morriss R., Arthur A., Barton G., Hipsley-Cox J. (2011): *Antidepressant use and risk of adverse outcomes in older People: population based cohort study*. British Medical Journal 343:d4551.
- Covinsky K.E., Kahana E., Kahana B., Kercher K., Schumacher J.G., Justice AC (2001): *History and mobility exam index to identify community-dwelling elderly persons at risk of falling*. Journal of Gerontology Series A Biological Sciences Medical Sciences. 56(4), 253–259.
- De Lau L.M.L., Giesbergen P.C.L.M., de Rijk M.C., Hofmann A., Koudstaal P.J., Breteler M.M.B. (2004): *Incidence of parkinsonism and Parkinson disease in a general population: The Rotterdam Study*. Neurology 63, 1240–1244.
- Deuschl G., Pein P. (2002): *Klassifikation des Tremors*, Aktuelle Neurologie 29, 273–281.
- Devos D., Defebvre L., Bordet R. (2009): *Dopaminergic and non-dopaminergic pharmacological hypotheses for gait disorders in Parkinson's disease*. Fundamental & Clinical Pharmacology 24, 407–421.
- Diener H.C. (2005): *Neurologische Erkrankungen*. In: Wehling M (Hrsg.): Klinische Pharmakologie, 392–401.
- Dillmann U., Ohlmann D., Fuß G., Krick C., Grundmann M., Moringlane J.R., Schimrigk K. (1996): *Ganganalyse bei Gesunden und Patienten mit Morbus Parkinson*; Klinische Neurophysiologie 03, 158–163.
- Doorn van C., Gruber-Baldini A.L., Zimmerman S., Hebel J.R., Port C.L., Baumgarten M., Quinn C.C., Taler G. (2003): *Dementia as a Risk Factor for Falls and Fall Injuries Among Nursing Home Residents*; Journal of American Geriatric Society 51, 1213–1218.

- Dunne R.G, Bergman A.B., Roger L.W., Inglin B., Rivara F.P. (1993): *Elderly Persons' Attitudes Towards Footwear – a Factor in Preventing Falls*. Public Health Reports 108(2), 245–248.
- Facca A.G., Koller W.C. (2003): *Differential Diagnosis of Parkinsonism*. Parkinson's Disease: Advances in Neurology 91, 383.
- Fahn S., Oakes D., Shoulson I. et al. Parkinson Study Group (2994): *Levodopa and the progression of Parkinson's disease*. The New England Journal of Medicine 351, 2498–2508.
- Fearnley J.M., Lees, A.J.(1991): *Aging and parkinson's disease: substantia nigra regional selectivity*. Brain 114, 2283–2301.
- Freiberger E., Becker C. (2006): *Stürze im Alter: Prävalenz und Risikofaktoren*. Bewegungstherapie und Gesundheitsreport 22, 93–97.
- Gerlach M., Reichmann H., Riederer P. (2007) *Die Parkinson-Krankheit – Grundlagen – Klinik – Therapie*. (3. Aufl.) Springer-Verlag.
- Gleason C.E., Gangnon R.E., Fischer B.L., Mahoney J.E. (2009): *Increased Risk for Falling Associated with Subtle Cognitive Impairment: Secondary Analysis of a Randomized Clinical Trial*. Dementia Geriatric Cognitive Disorders 27, 557–563.
- Gordin A., Kaakkola S., Teräväinen H. (2003): *Position of COMT inhibition in the treatment of parkinson's disease*. Advances in Neurology 91, 237–250.
- Grimbergen Y.A.M., Munneke M., Bloem B.R. (2004): *Falls in Parkinson's disease*. Movement Disorders 19(8), 871–884.
- Hausdorff J.M., Schaafsma J.D., Balash Y., Bartels A.L., Gurevich T., Giladi N. (2003): *Impaired regulation of stride variability in Parkinson's disease subjects with freezing of gait*. Experimental Brain Research 149, 187–194.

- Heinrich S., Weigelt I., Rapp K., Becker C., Rissmann U., König H.H. (2011): *Sturz- und Frakturprävention auf der Grundlage des Nationalen Expertenstandards Sturzprophylaxe*. Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie 45, 128–137.
- Heinrich S., Rapp K., Rissmann U., Becker C., König H.H. (2011a): *Service use and costs of incident femoral fractures in nursing home residents in Germany*. Journal of American Medical Directors Association 12(6), 459–466.
- Heinze C., Lahmann N., Dassen T. (2002): *Sturzhäufigkeit in deutschen Kliniken*. Gesundheitswesen 64, 598–601.
- Hiorth Y.H., Lode K., Larsen J.P. (2012): *Frequencies of falls and associated features at different stages of parkinson's disease*. European Journal of Neurology 2012, doi:10.1111/j.1468–1331.2012.03821.x.
- Horak F.B., Nutt J.G., Nashner L.M. (1992): *Postural inflexibility in parkinsonian subjects*. Journal of the Neurological Sciences, 111, 46–58.
- Horak F.B., Dimitrova D., Nutt J.G. (2005): *Direction-specific postural instability in subjects with Parkinson's disease*. Experimental Neurology 193, 504–521.
- Ivers R.Q., Norton R., Cumming R.G., Mitchell P., Attebo K. (2000): *Visual Impairment and Risk of Hip Fracture*. American Journal of Epidemiology 152(7), 633–639.
- Jacobs J.V., Horak F.B., Tran V.K., Nutt J.G. (2006): *An alternative clinical postural stability test for patients with Parkinson's disease*. Journal of Neurology 253, 1404–1413.
- Jobst E.E., Melnick M.E., Byl N.N., Dowling G.A., Aminoff M.J. (1997): *Sensory perception in Parkinson's disease*. Archives of Neurology 54, 450–454.

- Jöbges M., Heuschkel G., Pretzel C., Illhadit C., Renner C., Hummelsheim H. (2004): *Repetitive training of compensatory steps: a therapeutic approach for postural instability in Parkinson's disease*. Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry 75 (12), 1682-1687.
- Johnell O, Melton L.J., Atkison E.J., O'Fallon W.M., Kurland L.T. (1992): *Fracture risk in patients with parkinsonism: a population-based study in Olmsted County, Minnesota*. Age Ageing 21(1), 32–38.
- Jost W.H. (1995): *Autonome Regulationsstörungen beim Parkinson-Syndrom*. Fortschritte der Neurologie Psychiatrie 63, 194–205.
- Jost W.H., Braune S. (2001): *Autonome Regulationsstörungen beim idiopathischen Parkinson-Syndrom*. Aktuelle Neurologie 28(3), 235–241.
- Kannus P., Niemi S., Palvanen M., Parkkari J (2000): *Continuously increasing number and incidence of fall-induced, fracture-associated, spinal cord injuries in elderly persons*. Archives of International Medicine 60, 2145–2149.
- Kelly K.D., Pickett W., Yiannakoulis N., Rowe B.H., Schopflocher D.P., Svenson L., Voaklander D.C. (2003): *Medication use and falls in community-dwelling older persons*. Age and Ageing 32, 503–509.
- Kiely D.K., Kiel D.P., Burrows A.B., Lipsitz L.A..(1998): *Identifying nursing home residents at risk for falling*. Journal of American Geriatric Society 146(5), 551–555.
- Kim I.J., Hsiao H., Simeonov P. (2010): *Functional levels of floor surface roughness for the prevention of slips and falls: Clean-and-dry and soapsuds-covered wet surfaces*. Applied Ergonomics, doi:10.1016/j.apergo.2012.04.010.
- Koller W.C., Glatt S., Vetere-Overfield B., Hassanein R. (1989): *Falls and Parkinson's disease*. Clinical Neuropharmacology 12, 98–105.

- Kresig R.W., Wolf S.L., Sattin R.W., O'Grady M., Greenspan A., Curns A., Kutner M. (2001): *Associations of Demographic, Functional, and Behavioral Characteristics with Activity-Related Fear of Falling Among Older Adults Transitioning to Frailty*. Journal of the American Geriatrics Society. 49(11), 1456–1462.
- Kudo Y., Imamura T., Sato A., Endo N.(2009): *Risk Factors for Falls in Community-Dwelling Patients with Alzheimer's Disease and Dementia with Lewy Bodies: Walking with Visuocognitive Impairment May Cause a Fall*. Dementia Geriatric Cognitive Disorders 27, 139–146.
- Latt M.D. (2006): *"Why do people with Parkinson's disease fall?"* In: *PhD thesis* The University of Sydney; 2006.
- Lemke M.R. (2004): *Depression und Parkinson-Krankheit*. Psychoneuro 30 (8), 426–433.
- Lemke M.R. (2005): *Psychotische Störungen bei Patienten mit Morbus Parkinson*. Psychoneuro 31 (9), 417–421.
- Leipzig R.M., Cumming R.G., Tinetti M.E. (1999a): *Drugs and falls in older people: a systematic review and meta-analysis: I. Psychotropic drugs*. Journal of the American Geriatrics Society 47(1), 30–39.
- Leipzig R.M., Cumming R.G., Tinetti M.E. (1999b): *Drugs and falls in older People: a systematic review and meta-analysis: II. Cardiac and analgesic drugs*. Journal of the American Geriatrics Society 47(1), 40–50.
- Lord S.R. (2001): *Visual risk factors for falls in older people*; Journal of the American Geriatrics Society 49 (5), 508-515.
- Ludin S.M., Steiger U.H., Ludin H.P. (1988): *Autonomic disturbances and cardiovascular reflexes in idiopathic Parkinson's disease*. Journal of Neurology 235, 10–15.

- Mahoney J.E., Palta M., Johnson J., Jalaluddin M., Gray S., Park S., Sager M. (2000): *Temporal Association Between Hospitalization and Rate of Falls After Discharge*. *Archives of Internal Medicine* 160 (18), 2788-2795.
- Meerding W.J., Bonneux L., Polder J.J., Koopmanschap M.A., van der Maas P.J. (1998): *Demographic and epidemiological determinants of healthcare costs in Netherlands: costs of illness study*. *British Medical Journal* 317, 111–115.
- Mehagnoul-Schipper D.J., Boerman R.H., Hoefnagels W.H., Jansen R.W. (2001): *Effect of levodopa on orthostatic and postprandial hypotension in elderly Parkinsonian patients*. *Journal of Gerontology: Biological Sciences* 56, 749–755.
- Melton L.J., Leibson C.L., Achenbach S.J., Bower J.H., Maraganore D.M., Oberg A.L., Rocca W.A. (2006): *Fracture Risk after the diagnosis of Parkinson's Disease: influence of concomitant dementia*. *Movement Disorders Vol 21 (9)*, 1361–1367.
- Modreker M.K., von Renteln-Kruse W. (2009): *Arzneimittel und Stürze im Alter*. *Internist* 50, 493–500.
- Moreland J., Richardson J., Chan D.H., O'Neill J., Bellissimo A., Grum R.M., Shanks L. (2003): *Evidence-Based Guidelines for the Secondary Prevention of Falls in Older Adults*. *Gerontology*. 49, 93–116.
- Morris M.E., Ianssek R., Matyas T.A., Summers J.J. (1996): *Stride length regulation in Parkinson's disease: Normalization strategies and underlying mechanisms*. *Brain: a journal of neurology; Oxford University Press* 119, 551–568.
- Müller T., Bilsing A., Greulich W., Jost W., Naumann M., Odin P., Oechsner M. (2005): *Therapie nicht motorischer Symptome des Morbus Parkinson*. *Aktuelle Neurologie* 32 (3), 106–109.
- Nevitt M.C., Cummings S.R., Hudes E.S. (1991): *Risk factors for injurious falls: a prospective study*. *Journal of Gerontology*. 46(5): 164–170.

- Nikolaus T. (2005): *Gang, Gleichgewicht und Stürze – Ursachen und Konsequenzen*. Deutsche Medizinische Wochenschrift 130, 958–960.
- Oertel W.H, Möller J.C. (2005): *Progressive supranukleäre Blickparese (PSP)*. In Ceballos-Baumann AO, Conrad B (Hrsg.): *Bewegungsstörungen*. Stuttgart. Thieme Verlag. 2005, 95–100.
- Pickering R.M., Grimbergen Y.A.M., Rigney U., Ashburn A., Mazibrada G., Wood B., Gray P., Kerr G., Bloem B.R. (2007): *A meta-analysis of six Prospective studies of falling in parkinson's disease*. Movement Disorders 22 (13), 1892–1900.
- Pientka L., Friedrich C. (1999): *Die Kosten hüftgelenksnaher Frakturen in Deutschland: eine prospektive Untersuchung*. Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie 32, 326–332.
- Reichmann H., Sommer U. (2001): *Demenz beim idiopathischen Parkinson-Syndrom*. Aktuelle Neurologie 28 (3), 228–230.
- Rijk de M.C., Tzourio C., Breteler M.M.B., Dartigues J.F. (1997): *Prevalence of parkinsonism and Parkinson's disease in Europe: the Europarkinson collaborative study*. Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry 62, 10–15.
- Robbins A.S., Rubenstein L.Z., Josephson K.R.: *Predictors of falls among elderly people. Results of two populationbased studies*. Archives of Intern Medicine 149, 1628–1633.
- Rubenstein L., Josephson K., Robbins A. (1994): *Falls in the nursing home*. Archives of Intern Medicine 121, 442–451.
- Ruchinkas R.(2003): *Clinical prediction of falls in the elderly*. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation 82 (4), 273–278.

- Sadowski C.A., Jones C.A., Gordon B., Feeny D.H. (2007): *Knowledge of risk factors for falling reported by patients with Parkinson disease*. Journal of Neuroscience Nursing 39 (6), 336-341
- Sato Y., Manabe S., Kuno H., Oizumi K. (1999): *Amelioration of osteopenia and hypovitaminosis D by 1 alpha-hydroxyvitamin D3 in elderly patients with Parkinson's disease*. Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry 66, 64–68.
- Schaafsma J.D., Balash Y., Gurevich T., Bartels A.L., Hausdorff J.M., Giladi N. (2003a): *Characterization of freezing of gait subtypes and the response of each to levodopa in Parkinson's disease*. European Journal of Neurology 10, 391–398.
- Schaafsma J.D., Giladi N., Balash Y., Bartels A.L., Gurevich T., Hausdorff J.M. (2003b): *Gait dynamics in Parkinson's disease: relationship to Parkinsonian features, falls and response to levodopa*. Journal of the Neurological Sciences 212, 47–53.
- Schrag A., Jahanshahi M., Quinn N.P.(001): *What contributes to depression in Parkinson's disease?* Psychological Medicine 31, 65–73.
- Shaw F.E. (2002): *Falls in cognitive impairment and dementia*. Clinics in Geriatric Medicine 18 (2), 159–173.
- Sherrington C., Menz H.B. (2003): *An evaluation of footwear worn at the time of fall-related hip fracture*. Age and Ageing 32, 310–314.
- Stel V., Pluim S.M., Deeg D.J., Smith J.H., Bouter L.M., Lips P.(2003): *A classification tree for predicting recurrent falling in community dwelling older persons*. Journal of the American Geriatrics Society 51, 1356–1364.

- Sterke C.S., Ziere G., van Beek E., Looman C.W.N., van der Cammen T.J.M. (2011): *Dose-response relationship between selective serotonin re-uptake inhibitors and injurious falls: a study in nursing home residents with dementia*. *British Journal of Clinical Pharmacology* 73(5), 812–820.
- Stolze H., Klebe S., Zechlin C., Baecker C., Friege L., Deuschl G. (2004): *Falls in frequent neurological diseases: Prevalence, risk factors and aetiology*. *Journal of Neurology* 251, 79–84.
- Tinetti M.E., Speechley M., Ginter S.F. (1988): *Risk factors for falls among elderly people living in the community*. *The New England Journal of Medicine* 319(26), 1701–1701.
- Tinetti M.E., Baker D.I., Avay Mc G., Claus E.B., Garrett P., Gottschalk M., Koch M.L., Trainor K., Horwitz R.I. (1994): *A multifactorial intervention to reduce the risk of falling among elderly people living in the community*. *The New England Journal of Medicine*. 331 (13), 821–827.
- Turbanski S. (2009): *Posturale Instabilität bei Morbus Parkinson Ursachen, Erscheinungsformen, Evaluation und Therapieansätze*. *Manuelle Therapie* 13, 117–123.
- Urban, D., Mayerl, J. (2006). *Regressionsanalyse: Theorie, Technik und Anwendung*. Verlag für Sozialwissenschaften, 2. Auflage)
- von Renteln-Kruse W. (2004): *Stürze älterer Menschen – Diagnostik und Therapie*; *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 129, 880–883.
- Wielinski C.L., Erickson D. C., Wichmann R., Walde-Douglas M., Parashos S.A. (2005): *Falls and injuries resulting from falls among patients with parkinson's disease and other parkinsonian syndromes*. *Movement Disorders* 20 (4), 410–415.

Wood B., Bilclough J., Bowron A., Walker R. (2002): *Incidence and prediction of falls in Parkinson's disease: a prospective multidisciplinary study*. Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry 72, 721.

Woolf A.D., Åkesson K. (2003): *Preventing fractures in elderly people*. British Medical Journal 327, 89–95.

Yogev G., Giladi N., Peretz C., Springer S., Simon E.S., Hausdorff J.M. (2005): *Dual tasking, gait rhythmicity, and Parkinson's disease: Which aspects of gait are attention demanding?* European Journal of Neuroscience 22, 1248–1256.

## Anhang A Prüfung auf Multikollinearität und Logistische Regression

Tabelle 17 Prüfung auf Multikollinearität: Koeffizienten

Koeffizienten <sup>a</sup>								
Modell	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.	Kollinearitätsstatistik		
	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta			Toleranz	VIF	
	(Konstante)	-1,233	,151					
	Alter des Patienten	,011	,002	,189	4,887	,000	<b>,782</b>	<b>1,278</b>
	Stadium nach Hoehn-Yahr,	,211	,026	,342	8,035	,000	<b>,647</b>	<b>1,546</b>
	Blickparese	,089	,047	,067	1,906	,057	<b>,938</b>	<b>1,066</b>
	Stürze in Vergangenheit	,108	,038	,107	2,848	,005	<b>,839</b>	<b>1,193</b>
1	dementielle Entwicklung	,271	,043	,245	6,268	,000	<b>,768</b>	<b>1,302</b>
	Sedierende Medikation	,095	,038	,093	2,485	,013	<b>,838</b>	<b>1,194</b>
	Anzahl der eingenommenen Wirkstoffe	,029	,007	,144	3,970	,000	<b>,890</b>	<b>1,124</b>
	Fluktuationen der Beweglichkeit	-,140	,037	-,140	-3,840	,000	<b>,880</b>	<b>1,137</b>

a. Abhängige Variable: Gruppe 1 = Sturzgruppe, 2 = Vergleichsgruppe

**Tabelle 18 Logistische Regression: Zusammenfassung der Fallverarbeitung**

<b>Zusammenfassung der Fallverarbeitung</b>			
Ungewichtete Fälle <sup>a</sup>		N	Prozent
ausgewählte Fälle	einbezogen in Analyse	359	89,3
	fehlende Fälle	43	10,7
	Gesamt	402	100,0
nicht ausgewählte Fälle		0	,0
Gesamt		402	100,0

a. Wenn die Gewichtung wirksam ist, finden Sie die Gesamtzahl der Fälle in der Klassifizierungstabelle.

**Tabelle 19 Logistische Regression: Codierungen kategorialer Variablen**

		Codierungen kategorialer Variablen	
		Häufigkeit	Parameterkodierung (1)
sedierende Medikation	0 nein	217	,000
	1 ja	142	1,000
dementielle Entwicklung bekannt	0 nein	257	,000
	1 ja	102	1,000
Halluzinationen bekannt	0 nein	187	,000
	1 ja	172	1,000
Blickparese	0 nein	297	,000
	1 ja	62	1,000
Freezingphasen bekannt	0 nein	229	,000
	1 ja	130	1,000
Fluktuationen der Beweglichkeit bekannt	0 nein	171	,000
	1 ja	188	1,000
Stürze in Vergangenheit bekannt	0 kein Sturz	204	,000
	1 mit Sturz	155	1,000

**Tabelle 20 Logistische Regression: Klassifizierungstabelle**

		Klassifizierungstabelle <sup>a</sup>			Prozentsatz der Richtigen
		Vorhergesagt			
Beobachtet		1 = Sturzgruppe		0 kein Sturz	1 mit Sturz
		2 = Vergleichsgruppe			
		0 kein Sturz	1 mit Sturz		
Schritt 8	1 = Sturzgruppe	0 kein Sturz	160	23	<b>87,4</b>
	2 = Vergleichsgruppe	1 mit Sturz	26	150	<b>85,2</b>
Gesamtprozentsatz					<b>86,4</b>

a. Der Trennwert lautet ,500

**Tabelle 21 Logistische Regression: Variablen in der Gleichung**

		<b>Variablen in der Gleichung</b>					95% Konfidenzintervall für EXP(B)		
		Regressions- koeffizient B	Standardfehler	Wald	df	Sig.	Exp(B)	unterer Wert	oberer Wert
Schritt 8	Alter	,107	,025	17,634	1	,000	1,113	1,059	1,170
	Sturzvergangenheit (1)	,898	,381	5,561	1	,018	2,455	1,164	5,178
	Hoehn-Yahr	2,267	,370	37,525	1	,000	9,653	4,673	19,940
	Medikamentenzahl 1	,275	,084	10,806	1	,001	1,316	1,117	1,550
	Demenz (1)	2,504	,499	25,212	1	,000	12,232	4,603	32,510
	Blickparese (1)	1,294	,529	5,981	1	,014	3,647	1,293	10,289
	Fluktuationen (1)	-1,610	,435	13,703	1	,000	,200	,085	,469
	Sedierende Medikamente (1)	1,138	,404	7,949	1	,005	3,121	1,415	6,886
	Konstante	-17,435	2,331	55,962	1	,000	,000		

# Anhang B Unfall- und Sturzprotokoll der Parkinson-Klinik Bad Nauheim

2



## Unfall- und Sturzprotokoll

ST5 R ZiNr.: [redacted] FallNr.: [redacted]

Name des Patienten: [redacted]

Geb.: [redacted]

Station: X

Zeitpunkt des Sturzes: 20<sup>30</sup>

Ort des Sturzes: vor d. Tür d. Aufenthaltsraum in d. St. V

Situationsbeschreibung (Beschreibung des Unfall- bzw. Sturzhergangs):  
Laut Pat. Pat. läuft mit Rollator auf d. Flur. Pat. wollte mit Rollator drehen. Dabei ist Pat. hingefallen.

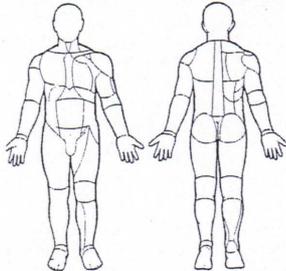
Zeugen des Unfallhergangs: Ø

Aktivitäten vor einem Sturz (z. B. unsicherer Gang, Defekt am verwendeten Hilfsmittel, Hilfsmittel nicht vorhanden/nicht erreichbar, Bodenebenenheiten, etc.):

unsicherer Gang

Zustand der Patientin/des Patienten vor dem Ereignis (z. B. körperliche und psychische Verfassung, gehbehindernde Kleidung, unangemessenes Schuhwerk):

Folgen des Sturzes (z. B. Prellungen, Verstauchungen, Wunden, Frakturen, Schmerzen, etc.):



Ø Schmerzangabe  
Ø sichtbare Verletzungen.

(Markieren Sie die Verletzung in dem Schaubild)

Der zuständige Arzt wurde informiert: Name: [redacted] Zeitpunkt: 20<sup>30</sup>

Die folgenden Maßnahmen wurden eingeleitet → diagnostische Abklärung, therapeutische und präventive Maßnahmen (z. B. Gangschulung, medikament. Veränderungen, gangsichernde Schuhe), etc.:

IZ: 82 mg/lo AA: 160/90, 84. DA wurde informiert. Pat. wurde von d. DA untersucht. Pat. ist mit Hilfe d. Pflegepersonal selbstständig ins Zimmer gebracht. beim Aussehen gekullten und ins Bett gebracht.

20.12.2005

Unterschrift [redacted]

Erstellt am: 25.10.2005	Überprüft am: 25.10.2005	Freigegeben am: 01.11.2005	Revision: 0 Zuordnung: Pflegedienst
			Seite 1 von 1

## Publikationsverzeichnis

*Analyse von Risikofaktoren bei Stürzen von Patienten mit M. Parkinson.*

Nord T., Reuter I., Oechsner M. (2007):

Posterpräsentation auf dem 80. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Neurologie (DGN), Berlin

*Semiregide Korrektur prematurer Kraniosynostosen: Die „Bamboo-Scaffold“ Technik.*

Nord T., Christophis P., Malik C.Y., Streckbein P., Howaldt H.P., Schaaf H., Wilbrand J.F. (2011):

Vortrag auf dem 61. Jahreskongress der Deutschen Gesellschaft für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Bamberg

*Rekonstruktion nach Schussverletzung im Syrienkonflikt.*

Nord T., Henkel K., Henningsen A. (2014):

Vortrag auf dem 64. Jahreskongress der Deutschen Gesellschaft für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Mainz.

*Percentile-based assessment of craniosynostosis.*

Wilbrand JF., Bierther U., Nord T., Reinges M., Hahn A., Christophis P., Streckbein P., Kähling C., Howaldt HP. (2014):

Journal of Craniomaxillofacial Surgery 2014 Jul; 42 (5): 634-40

## **Ehrenwörtliche Erklärung**

„Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nichtveröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten sowie ethische, datenschutz-rechtliche und tierschutzrechtliche Grundsätze befolgt. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, oder habe diese nachstehend spezifiziert. Die vorgelegte Arbeit wurde weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt und indirekt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren. Mit der Überprüfung meiner Arbeit durch eine Plagiatserkennungssoftware bzw. ein internetbasiertes Softwareprogramm erkläre ich mich einverstanden.“

---

Ort, Datum

---

Unterschrift

## **Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Menschen bedanken, die mir bei der Entstehung dieser Arbeit geholfen haben:

Mein besonderer Dank gilt Frau Priv.-Doz. Dr. PhD Iris Reuter für die Bereitstellung des Themas sowie für die Unterstützung und die vielfältigen Anregungen im Verlauf dieser Arbeit.

Des Weiteren bedanke ich mich bei den Mitarbeitern des Soemmering-Institutes, vor allem bei Frau Dr. rer. nat. D. Sandmann-Keil sowie Frau R. Henniger für die Unterstützung während der Datenerhebung.

Ebenfalls bedanken möchte ich mich bei allen weiteren Mitarbeitern der Parkinsonklinik Bad Nauheim, die bei der Erhebung der Sturzbögen mitgeholfen haben. Herrn Dipl. human. Biol. U. König danke ich für die Hilfestellung bei der statistischen Auswertung.

Vor allem möchte ich mich bei meinen Eltern, meiner Schwester Kathrin, meinem Onkel Jürgen und meiner Freundin Kirsten für ihre Geduld, Motivation und Unterstützung bedanken.