

# **Evaluation eines Selbstbeurteilungsverfahrens zum raschen Screening von zerebralen visuellen Wahrnehmungsstörungen**

## **Dissertation**

zur Erlangung des akademischen Grades eines  
Doktors der Philosophie  
der Philosophischen Fakultät III  
der Universität des Saarlandes

vorgelegt von

Günter Neumann

aus Weißenburg

Saarbrücken, 21.11.2013

Dekan:	Univ.-Prof. Dr. Roland Brünken
Erstberichterstatter:	Univ.-Prof. Dr. Georg Kerkhoff
Zweitberichterstatter:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Schenk
Tag der Disputation:	12.11.2013

Günter Neumann  
Im Schotterfeld 6  
85110 Kipfenberg

## **Eidesstattliche Erklärung**

Hiermit erkläre ich, dass ich die von mir eingereichte Dissertation:

### **Evaluation eines Selbstbeurteilungsverfahrens zum raschen Screening von zerebralen visuellen Störungen**

selbständig verfasst, nicht schon als Dissertation verwendet und die benutzten Hilfsmittel und Quellen vollständig angegeben habe.

Weiterhin erkläre ich, dass ich weder diese noch eine andere Arbeit zur Erlangung des akademischen Grades doctor philosophiae (Dr. phil.) an anderen Einrichtungen eingereicht habe.

Kipfenberg, den 12.05.13

Günter Neumann

## Danksagung

Ich widme diese Dissertation meiner Großmutter Magdalena Neumann (\*28.05.1908, †17.05.2000). Ihr danke ich für den Glauben und das Vertrauen in die Zukunft.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Univ.-Prof. Dr. Georg Kerkhoff für seine geduldige Betreuung und für die ständige Bereitschaft, Fragen zu diskutieren und Hilfestellungen zu geben. Ich werde die Zusammenarbeit auch neben meiner Dissertation stets in guter Erinnerung behalten.

Kathrin Bössl und Franziska Hummel danke ich herzlich für die Durchsicht des Manuskripts, die konstruktiven Anmerkungen und die motivierenden Worte. Diese waren mir stets eine große Bereicherung im Prozess der Entstehung der Dissertation.

Eine tiefe Dankbarkeit gilt auch meiner Frau und meiner Tochter, die mich in der zurückliegenden Zeit häufig entbehren mussten und mich gleichzeitig immer wieder in die Lebendigkeit des Lebens zurückholten.

Für ihre treue Anwesenheit in jeder Stunde des Schreibens danke ich meiner Labradorhündin Paula.

Kipfenberg, den 12.05.13

Günter Neumann

# Inhaltsverzeichnis

	<b>Seite</b>
<b>Eidesstattliche Erklärung</b>	<b>2</b>
<b>Danksagung</b>	<b>3</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>11</b>
<b>2. Theoretische Einordnung</b>	<b>14</b>
<b>2.1. Die visuelle Verarbeitung</b>	<b>14</b>
2.1.1. Zentralnervöse Organisation	14
2.1.2. Funktionelle Neuroanatomie	17
<b>2.2. Störungen der zerebralen visuellen Verarbeitung</b>	<b>19</b>
2.2.1. Gesichtsfeldausfälle und -störungen	19
2.2.2. Sehschärfe	23
2.2.3. Räumliche Kontrastauflösung	24
2.2.4. Zerebrales Schwommensehen	25
2.2.5. Visuelle Adaptation	25
2.2.6. Visuelle Reizerscheinungen und Illusionen	26
2.2.7. Zerebrale Farbwahrnehmung	29
2.2.8. Visuelle Raumwahrnehmung	31
2.2.9. Tiefenwahrnehmung	34
2.2.10. Balint-Syndrom	35
2.2.11. Neglect	36
2.2.12. Periphere Dyslexie aufgrund zerebraler Sehstörungen	39
<b>2.3. Untersuchung zerebraler Sehstörungen</b>	<b>42</b>
2.3.1. Diagnostik und experimentelle Untersuchungen	42
2.3.2. Eigen- und fremdanamnestische Daten	42
2.3.3. Awareness (Selbstwahrnehmung und Einsicht)	44
2.3.3.1. Unawareness (Anosognosie)	44
2.3.3.2. Anderweitige kognitive Leistungseinbußen	46
2.3.3.3. Affektlage und Persönlichkeit	47
2.3.4. Zusammenfassende Beurteilung anamnestischer Daten	47
<b>3. Die Anamnese zerebral bedingter Sehstörungen: Fragestellung und Ziele der Untersuchung</b>	<b>48</b>
<b>4. Stichprobencharakterisierung und Methodik</b>	<b>50</b>
<b>4.1. Untersuchungskollektiv</b>	<b>50</b>
4.1.1. Patienten mit zerebro-vaskulären Läsionen (CV)	51
4.1.2. Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma (SHT)	51
4.1.3. Patienten mit Hirntumor (TU)	52
4.1.4. Patienten mit zerebraler Hypoxie (HX)	52
4.1.5. Patienten mit sonstiger Ätiologie	52
<b>4.2. Aufklärung und Einverständnis</b>	<b>52</b>
<b>4.3. Untersuchungsmethoden</b>	<b>53</b>
4.3.1. Voruntersuchungen und Ausschlusskriterien	53
4.3.2. Objektive Verfahren zur Erfassung zerebraler Sehstörungen	53

4.3.2.1. Gesichtsfeld	54
4.3.2.2. Blickfeld	55
4.3.2.3. Kontrastsensitivität	55
4.3.2.4. Zerebrales Verschwommensehen	56
4.3.2.5. Visuelle Adaptationsfähigkeit	56
4.3.2.6. Räumlich-perzeptive Leistungen und Tiefenwahrnehmung	57
4.3.2.7. Balint-Syndrom	57
4.3.2.8. Neglect	58
4.3.2.9. Lesen	58
4.3.3. Beurteilerübereinstimmung	59
<b>4.4. Statistische Auswertungsmethodik</b>	<b>59</b>
<b>5. Ergebnisse</b>	<b>61</b>
<b>5.1. Deskriptive Statistik</b>	<b>61</b>
5.1.1. Objektive Testergebnisse	61
5.1.1.1. Visuelle Wahrnehmungsstörungen in der Gesamtstichprobe	61
5.1.1.1.1. Visusminderung	61
5.1.1.1.2. Gesichtsfeldausfälle	62
5.1.1.1.3. Blickfeldeinschränkungen	63
5.1.1.1.4. Störungen der Kontrastsensitivität	63
5.1.1.1.5. Zerebrales Verschwommensehen	64
5.1.1.1.6. Visuelle Adaptationsstörungen	64
5.1.1.1.7. Räumlich-perzeptive Störungen und gestörte Tiefenwahrnehmung	66
5.1.1.1.8. Balint-Syndrom	67
5.1.1.1.9. Neglect	67
5.1.1.1.10. Beeinträchtigungen des Lesens	67
5.1.1.1.11. Zusammenfassende Darstellung der Häufigkeiten zerebraler visueller Wahrnehmungsstörungen in der Gesamtstichprobe	67
5.1.1.2. Visuelle Wahrnehmungsstörungen in den Teilstichproben	69
5.1.1.2.1. Patienten mit zerebro-vaskulärer Erkrankung (CV)	69
5.1.1.2.2. Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma (SHT)	70
5.1.1.2.3. Patienten mit Hirntumor (TU)	71
5.1.1.2.4. Patienten mit zerebraler Hypoxie (HX)	72
5.1.1.2.5. Vergleich der Häufigkeiten zerebraler visueller Wahrnehmungsstörungen in den Teilstichproben	73
5.1.2. Subjektive Beschwerdeangaben	74
5.1.2.1. Subjektive Beschwerdeangaben in der Gesamtstichprobe	74
5.1.2.1.1. Item 2: Lesen	75
5.1.2.1.2. Item 3: Anstoßen	75
5.1.2.1.3. Item 4 a/b: Treppensteigen / Greifen	75
5.1.2.1.4. Item 5/6: Blendungsgefühl und Dunkelsehen	75
5.1.2.1.5. Item 7 a/b: Verschwommensehen	76
5.1.2.1.6. Item 8: Farbwahrnehmung	77
5.1.2.1.7. Item 9: Visuelle Reizerscheinungen	77
5.1.2.1.8. Zusammenfassende Darstellung der Häufigkeiten subjektiver Beschwerdeangaben in der Gesamtstichprobe	78
5.1.2.2. Subjektive Beschwerdeangaben in den Teilstichproben	80
5.1.2.2.1. Patienten mit zerebro-vaskulärer Hirnläsion (CV)	80
5.1.2.2.2. Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma (SHT)	81
5.1.2.2.3. Patienten mit Hirntumor (TU)	82

5.1.2.2.4. Patienten mit zerebraler Hypoxie (HX)	83
5.1.2.2.5. Vergleichende Darstellung der Häufigkeiten subjektiver Beschwerdeangaben	84
5.1.3. Un- / Awareness für bestehende visuelle Wahrnehmungsstörungen	86
<b>5.2. Hypothesenprüfung</b>	<b>88</b>
5.2.1. Vergleich der Items des Anamnesebogens mit den Ergebnissen der klinischen Testung	88
5.2.1.1. Item 2: Lesen	88
5.2.1.2. Item 3: Anstoßen	88
5.2.1.3. Item 4 a/b: Treppensteigen / Greifen	89
5.2.1.4. Item 5/6: Blendungsgefühl und Dunkelsehen	90
5.2.1.5. Item 7 a/b: Verschwommensehen	92
5.2.1.6. Item 8: Farbwahrnehmung	92
5.2.2. Güte der Klassifikation der Fragen des Anamnesebogens	93
5.2.3. Gütekriterien des Anamnesebogens	95
5.2.3.1. Objektivität	95
5.2.3.1.1. Durchführungsobjektivität	95
5.2.3.1.2. Auswertungsobjektivität	95
5.2.3.1.3. Interpretationsobjektivität	96
5.2.3.2. Reliabilität	96
5.2.3.3. Validität	97
5.2.3.3.1. Inhalts- oder Kontentvalidität	97
5.2.3.3.2. Kriteriumsbezogene Validität	98
5.2.3.3.3. Konstruktvalidität	100
5.2.4. Nebengütekriterien	101
5.2.4.1. Normierung	101
5.2.4.2. Nützlichkeit	101
5.2.4.3. Ökonomie	102
5.2.4.4. Vergleichbarkeit	102
<b>5.3. Post-hoc Vergleich Gesichtsfeldausfälle, Neglect sowie Balint-Syndrom</b>	<b>103</b>
5.3.1. Differenzierungsfähigkeit: Gesichtsfeldausfälle, Neglect, Balint-Syndrom	103
5.3.2. Korrelationen von Item 7a mit der klinischen Testung	105
<b>6. Diskussion</b>	<b>107</b>
<b>6.1. Häufigkeiten zerebraler visueller Wahrnehmungsstörungen</b>	<b>107</b>
<b>6.2. Die Ätiologie zerebraler visueller Wahrnehmungsstörungen</b>	<b>108</b>
<b>6.3. Zeitpunkt des erstmaligen Erlebens</b>	<b>109</b>
<b>6.4. Gütekriterien</b>	<b>110</b>
<b>6.5. Differenzierungsfähigkeit: Gesichtsfeldausfälle, Neglect, Balint-Syndrom</b>	<b>112</b>
<b>6.6. Klinische Zusammenhänge / Befunde</b>	<b>113</b>
6.6.1. Visuelle Adaptationsstörungen und subjektive Beleuchtungseinstellung	113
6.6.2. Gesteigerte optische Ermüdbarkeit und Kontrastsensitivität	113
<b>7. Zusammenfassung</b>	<b>116</b>
<b>8. Literaturverzeichnis</b>	<b>118</b>

<b>9. Anhang</b>	<b>131</b>
Anhang A: Anamnese zerebral bedingter Sehstörungen	131
Anhang B: Konvertierungstabelle für die Kontrastsensitivität	134
Anhang C: Post-hoc Tests der statistischen Analyse der subjektiven Beleuchtungseinstellung im Gruppenvergleich möglicher Kombinationen visueller Adaptationsstörungen	135
Anhang D: Paarweise Vergleiche der Häufigkeitsverteilungen der diagnostizierten zerebralen visuellen Wahrnehmungsstörungen	137
Anhang E: Paarweise Vergleiche der Häufigkeitsverteilungen der subjektiven Beschwerdeangaben	139
Anhang F: Post-hoc Tests der statistischen Analyse der subjektiven Beleuchtungseinstellung im Gruppenvergleich möglicher Kombinationen subjektiv erlebter visueller Adaptationsstörungen	141
Anhang G: Die Korrelationen nach Pearson bezüglich des Vergleichs zwischen den unterschiedlichen Fragen des Anamnesebogens (diskriminante Varianz)	144
Anhang H: Post-hoc-Testung der Zusammenhänge von Item 7a bezüglich erlebtem unklarem Sehen mit den Ergebnissen der klinischen Testungen	145
<b>Lebenslauf</b>	<b>146</b>

## Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 1:	Schematische Darstellung der dorsalen und ventralen Verarbeitungsrouten	15
Abb. 2:	Modell der kortikalen visuellen Informationsverarbeitungssteuerung	16
Abb. 3:	Schematische Darstellung des visuellen Systems	17
Abb. 4:	Formen homonymer Gesichtsfeldausfälle und -störungen	20
Abb. 5:	Egozentrischer versus allozentrischer visueller Neglect	39
Abb. 6:	Phasenmodell der (Un)-Awareness	46
Abb. 7:	Unterteilung des Patientenkollektivs nach Ätiologie	50
Abb. 8:	Relative Häufigkeiten der unterschiedlichen homonymen Gesichtsfeldausfälle in der Gesamtstichprobe	63
Abb. 9:	Mittlere Beleuchtungsintensität (Lux) die von den Patienten als angenehm, zu hell oder zu dunkel empfunden wurde	65
Abb. 10:	Absolute und relative Häufigkeiten der objektiv erfassten visuellen Wahrnehmungsstörungen der Gesamtstichprobe	68
Abb. 11:	Absolute und relative Häufigkeiten der objektiv erfassten visuellen Wahrnehmungsstörungen der Patienten mit zerebro-vaskulärer Hirnläsion	69
Abb. 12:	Absolute und relative Häufigkeiten der objektiv erfassten visuellen Wahrnehmungsstörungen der Patienten mit erworbenem Schädel-Hirn-Trauma	70
Abb. 13:	Absolute und relative Häufigkeiten der objektiv erfassten visuellen Wahrnehmungsstörungen der Patienten mit Hirntumor	71
Abb. 14:	Absolute und relative Häufigkeiten der objektiv erfassten visuellen Wahrnehmungsstörungen der Patienten mit zerebraler Hypoxie	72
Abb. 15:	Absolute und kumulierte Häufigkeit der Minutenangaben nach denen Verschwommensehen erlebt wurde	76
Abb. 16:	Absolute und relative Häufigkeiten der subjektiven Beschwerdeangaben der Gesamtstichprobe	79
Abb. 17:	Absolute und relative Häufigkeiten der subjektiven Beschwerdeangaben der Patienten mit zerebro-vaskulärer Hirnläsion	81
Abb. 18:	Absolute und relative Häufigkeiten der subjektiven Beschwerdeangaben der Patienten mit erworbenem Schädel-Hirn-Trauma	82
Abb. 19:	Absolute und relative Häufigkeiten der subjektiven Beschwerdeangaben der Patienten mit Hirntumor	83
Abb. 20:	Absolute und relative Häufigkeiten der subjektiven Beschwerdeangaben der Patienten mit zerebraler Hypoxie	84
Abb. 21:	Mittlere Beleuchtungsintensität (Lux) die von den Patienten als angenehm, zu hell oder zu dunkel eingestellt wurde	91



## Verzeichnis der Tabellen

Tab. 1:	Auftretenshäufigkeiten zerebraler Sehstörungen	11
Tab. 2:	Ursachen zerebraler Sehstörungen und ihre Auswirkungen im Alltag	18
Tab. 3:	Häufigkeit homonymer Gesichtsfeldausfälle und -störungen	21
Tab. 4:	Homonyme Gesichtsfeldausfälle und -störungen und häufig damit assoziierte Symptome	22
Tab. 5:	Einfache und komplexe visuelle Reizerscheinungen	27
Tab. 6:	Erscheinungsformen visueller Illusionen	28
Tab. 7:	Auftretenshäufigkeit einfacher und komplexer visueller Reizerscheinungen sowie unterschiedlicher visueller Illusionen	29
Tab. 8:	Elementare perzeptive Leistungen	33
Tab. 9:	Sinnesmodalitäten und Raumsektoren des Neglect-Syndroms	37
Tab. 10:	Vergleichende Darstellung der demographischen Daten der Teilstichproben, gebildet aufgrund der Ätiologie	51
Tab. 11:	Objektive Verfahren zur Erfassung zerebraler Sehstörungen	54
Tab. 12:	Relative Häufigkeiten der diagnostizierten visuellen Wahrnehmungsstörungen in der Gesamtstichprobe sowie den angegebenen Teilstichproben unter Angabe des Signifikanzniveaus	73
Tab. 13:	Absolute und relative Häufigkeiten von einfachen und komplexen visuellen Reizerscheinungen, Dauer der Symptome und Seite der Erscheinung in Vergleich zur Läsionsseite	78
Tab. 14:	Häufigkeitsverteilung der subjektiv erlebten Defizite in Abhängigkeit des Zeitpunkts zu dem dieses erstmalig erlebt wurde	80
Tab. 15:	Relative Häufigkeiten der subjektiven Beschwerdeangaben in der Gesamtstichprobe sowie den Teilstichproben unter Angabe des Signifikanzniveaus	85
Tab. 16:	Relative Häufigkeiten unzureichender Ursachenzuschreibungen in der Gesamtstichprobe sowie den Teilstichproben unter Angabe des Signifikanzniveaus	87
Tab. 17:	Relative Häufigkeiten der Untersucherurteile „unspezifisch“ sowie „unzutreffend“ in der Gesamtstichprobe sowie den Teilstichproben unter Angabe des Signifikanzniveaus	87
Tab. 18:	Kreuztabelle zum Zusammenhang zwischen Läsionslokalisierung und Awareness in der Gesamtstichprobe	88
Tab. 19:	Absolute Häufigkeiten der subjektiv berichteten visuellen Wahrnehmungsprobleme im Bezug zu den objektiven Testresultaten unter Angabe der diagnostischen Spezifität und Sensitivität sowie des negativen und positiven prognostischen Werts der einzelnen Items	94
Tab. 20:	Interrater-Reliabilität der Items der Anamnese zerebral bedingter Sehstörungen	97
Tab. 21:	Korrelativer Zusammenhang (Cramérs V) unter Angabe der Signifikanz (p) zwischen subjektiven Beschwerdeangaben und Untersuchungsbefunde der Items der Anamnese zerebral bedingter Sehstörungen	99
Tab. 22:	Kreuztabelle für Gesichtsfeldausfall vs. Blickfeldeinschränkung in der Gesamtstichprobe	103
Tab. 23:	Korrelationen zwischen dem Vorhandensein eines Gesichtsfeldausfalls, eines Neglects oder eines Balint-Syndroms mit unterschiedlichen Fragen des Anamnesebogens	104
Tab. 24:	Möglicher Formulierungsvorschlag für Frage 7	114

## **Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen**

AZS	Anamnese zerebral bedingter Sehstörungen
CV	Zerebro-vaskulär
DAS	Dunkeladaptationsstörung
HAS	Helladaptationsstörung
HX	Hypoxie
MTMM	Multitrait-Multimethod-Validierung
RE	Visuelle Reizerscheinungen
RPAB	Rivermead Perceptual Assesment Battery
SHT	Schädel-Hirn-Trauma
TU	Hirntumor

# 1. Einleitung

Nach einer Gewebeschädigung des Gehirns, etwa nach einem Schlaganfall oder einem Schädel-Hirn-Trauma (SHT), kommt es häufig zu erheblichen Beeinträchtigungen im Erleben und Verhalten des Betroffenen. 20–40% der betroffenen Patienten mit einem Schlaganfall leiden dabei unter zerebralen visuellen Störungen oder okulomotorischen Störungen (Kerkhoff, 2000a; Zihl 2011a). Bei den über 65jährigen Patienten mit zerebrovaskulären Erkrankungen liegt die Inzidenz mit 40-60% noch höher (Rowe et al., 2009). Nach einem Schädel-Hirn-Trauma leiden bis zu 50% der Patienten in Rehabilitationseinrichtungen unter visuellen Wahrnehmungsstörungen (Gianutsos, 1997). Neben homonymen Gesichtsfeldausfällen (Zhang et al., 2006a+b) und damit häufig assoziierten Explorations- (Pflugshaupt et al., 2009) sowie Lesestörungen (Schuett, 2009; Spitzyna et al., 2007) sind unter anderem auch Einschränkungen der Sehschärfe (Frisén, 1980), der Kontrastsensitivität (Bodis-Wollner & Diamond, 1976; Bulens et al., 1989), der Farbwahrnehmung (Bouvier & Engel, 2006; Damasio et al., 1980), der Hell- und Dunkeladaptation (Zihl & Kerkhoff, 1990), der Fusion (Cohen et al. 1989), der Stereopsis (Rizzo, 1989) und der räumlichen Tiefenwahrnehmung (Danta et al., 1978) zu beobachten. Darüber hinaus können auch „höhere“ visuelle Dysfunktionen wie Agnosie, optische Ataxie, visueller Neglect und Balint-Holmes-Syndrom resultieren (Rizzo & Barton, 2005). Die Auftretenshäufigkeit der unterschiedlichen Störungen variiert dabei beträchtlich (vgl. Tab. 1).

**Tab. 1:** Auftretenshäufigkeiten (n=929 Patienten) zerebraler Sehstörungen; Mehrfachnennungen möglich (Zihl, 2011a, S. 517).

<b>Funktion</b>	<b>Häufigkeit</b>
Gesichtsfeld	61.7%
Kontrastsehen	18.8%
Visuelle Adaptation	16.0%
Farbsehen	7.9%
Visuelles Erkennen (Agnosien)	2.9%

Meist liegt eine Kombination von mehreren visuellen Störungen vor (Zihl, 2011a). Kognitive Funktionseinbußen, darunter vor allem Aufmerksamkeitsstörungen, sowie Störungen der Okulomotorik (Akkommodation, Vergenz, Motilität) können die Funktionsfähigkeit des visuellen Systems zusätzlich beeinträchtigen (Zihl, 2011a).

Visuelle Wahrnehmungsstörungen führen zu gravierenden Einschränkungen im alltäglichen Leben, da für die räumliche Orientierung, die Objekt- und Gesichtererkennung, das Lesen und Schreiben sowie für die Steuerung grob- und feinmotorischer Aktivitäten ausreichende visuelle Wahrnehmungsfunktionen eine wesentliche Voraussetzung darstellen (Zihl, 2009). Über die Auswirkungen unterschiedlicher Sehstörungen im Alltag informiert Tabelle 2 im nachfolgenden Kapitel. Homonyme Gesichtsfeldausfälle beeinflussen das Rehabilitationsergebnis nachweislich negativ (Gray et al., 1989), wirken sich ungünstig auf die Fahrtauglichkeit aus (Rizzo & Kellison, 2004) und behindern die berufliche Wiedereingliederung (Savir et al., 1977). Defizite der visuellen Wahrnehmung beeinflussen darüber hinaus die valide Untersuchung und effektive Therapie anderer neuropsychologischer Funktionsbereiche (Anderson & Rizzo, 1995; Patel et al., 2000; Skeel et al., 2003). Niedeggen und Jörgens beschreiben in ihrer Monographie diesbezüglich den Fall eines 32-jährigen Apothekers:

*„...wird mit einer im Vorgutachten diagnostizierten generellen Minderung der kognitiven Leistungsfähigkeit nach HIV-bedingter Leukencephalopathie vorgestellt. Im Kontakt wirkte der Patient differenziert, wortgewandt und in der Auffassungsgabe uneingeschränkt. Bei genauerer Betrachtung der Testergebnisse im HAWIE (Hamburg Wechsler Intelligenztest für Erwachsene) fällt die große Diskrepanz zwischen dem relativ intakten Verbal- und dem stark beeinträchtigten Handlungs-IQ auf. Weit unterdurchschnittliche Leistungen wurden im Mosaiktest, beim Figuren-Legen und im Zahlen-Symbol-Test festgestellt. Letztendlich ließ sich die vermeintliche generelle Minderung der kognitiven Leistungsfähigkeit primär auf eine Beeinträchtigung der visuokonstruktiven Fähigkeiten (Mosaiktest, Figuren-Legen) und einen Gesichtsfeldausfall nach links (reduzierte visuelle Exploration im Zahlen-Symbol-Test) zurückführen. Die Diagnose deckte sich mit dem MRT (Magnetresonanz-Tomografie)-Befund, der eine Läsion im parietookzipitalen Bereich der rechten Hemisphäre beschrieb.“ (Niedeggen & Jörgens, 2005, S.IX).*

Zusammenfassend lässt sich aus der Datenlage ableiten, dass visuelle Wahrnehmungsstörungen eine hohe Relevanz in der neurologischen Rehabilitation haben. Ihre frühzeitige und adäquate Diagnostik und Therapie ist daher notwendig (Kerkhoff et al., 2007; Walsh & Hoyt, 2008). Eine umfassende Untersuchung der visuellen Wahrnehmungsleistungen erfordert einen hohen zeitlichen Aufwand. Ein rasch

durchführbares, sensibles und reliables Screeningverfahren erscheint von großem Nutzen für den klinisch arbeitenden Neuropsychologen und Neurologen, da es auf mögliche Einbußen hinweisen kann.

Die vorliegende Studie hat zur Aufgabe, in einer großen Stichprobe von hirngeschädigten Patienten mit zerebrovaskulären Hirnerkrankungen, traumatischer Hirnverletzung oder anderer Ätiologien die subjektiven Beschwerden in unterschiedlichen visuellen Funktionsbereichen empirisch mit Hilfe eines Anamnesebogens (Kerkhoff et al., 1990) zu erfassen und diese Daten in Relation zu objektiv erfassten neurovisuellen Dysfunktionen zu analysieren.

## **2. Theoretische Einordnung**

### **2.1. Die visuelle Verarbeitung**

Als einfache Analogie wird das Sehen manchmal mit dem Erstellen eines Fotos oder dem Malen eines Gemäldes verglichen. Doch die visuelle Wahrnehmung ist mehr als nur das Abbild von Lichtreizen auf einer Fotoplatte oder von Farben auf einer Leinwand.

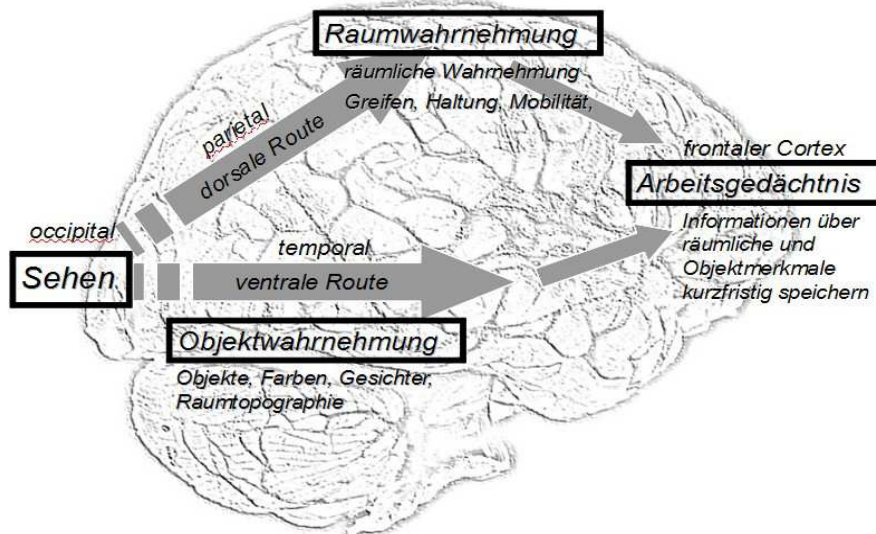
Unser Gehirn integriert die eingehende Information beider Augen zu einer dreidimensionalen aktiven „Erfahrung“ unserer Umwelt und setzt damit die Grundlage für ein angemessenes bedürfnisorientiertes Handeln in unserer visuell dominierten Umwelt. Die Vorkenntnisse, die wir im Laufe unseres Lebens über die Welt sammeln, bestimmen dabei maßgeblich unsere Wahrnehmung von z.B. Objekten, Tieren oder Personen.

#### **2.1.1. Zentralnervöse Organisation**

Nach dem Modell einer Aufgabenteilung innerhalb des visuellen Kortex erfolgt die Analyse visueller Informationsmerkmale parallel bzw. seriell in spezialisierten kortikalen Arealen. Zwischen den Arealen bestehen reziproke „top-down“ und „bottom-up“ Interaktionen. Aufgrund dieser intensiven Verbindungen ist die Verarbeitung einer großen Menge an Informationen in einer kurzen Zeit mit hoher Sicherheit möglich (Zihl, 2009).

Ungerleider und Mishkin (1982) beschreiben zwei Verarbeitungsrouten bezüglich der funktionellen Spezialisierung des visuellen Gehirns: Einerseits den „Wo“ („where“) Pfad bzw. die dorsale Verarbeitungsrouten, diese beinhaltet okzipito-parietale visuelle Areale und Verbindungen und ist spezialisiert auf die Verarbeitung visuell-räumlicher Informationen. Der „Was“ („what“) Pfad bzw. die ventrale Verarbeitungsrouten andererseits beinhaltet okzipito-temporale visuelle Areale und Verbindungen und ist spezialisiert auf die Objektwahrnehmung (vgl. Abb. 1). Nach Milner und Goodale (2006, 2008) ist die dorsale Route in die Verarbeitung impliziter oder unbewusster visueller Steuerung von Handlungen z.B. der Navigation im Raum oder dem Objektgebrauch (Zeigen, Greifen) involviert. Der ventrale Pfad ist Grundlage für die genaue Merkmalsanalyse und dem visuellen Erkennen und ist assoziiert mit bewusster Wahrnehmung (Zihl, 2009, 2011b). Ein intensiver Informationsaustausch innerhalb und zwischen den Verarbeitungsmodulen wird durch zahlreiche meist reziproke Faserverbindungen ermöglicht. Dies gewährleistet die zeitliche und räumliche Kohärenz der visuellen Wahrnehmungsinhalte (Milner & Goodale, 2008). Darüber hinaus bestehen vielfältige, größtenteils reziproke Verbindungen zu den Blick- und Handmotorik-Systemen

(Martinez-Conde et al. 2004) sowie zu unterschiedlichen kognitiven Funktionssystemen (z.B. Aufmerksamkeit, Gedächtnis; Konen & Kastner 2008).



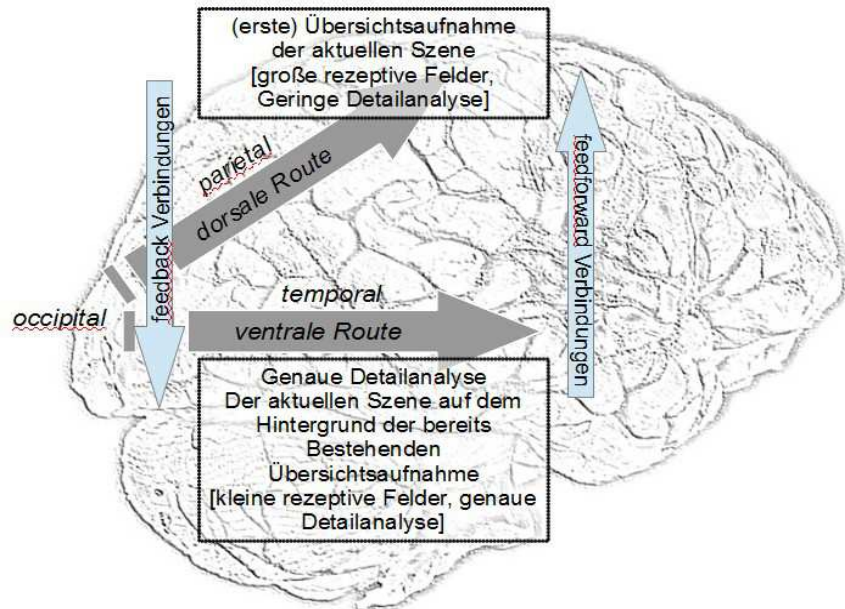
**Abb. 1:** Schematische Darstellung der dorsalen und ventralen Verarbeitungsrouten nach Ungerleider & Mishkin (1982).

Die „klassische“ Interpretation der visuellen Informationsverarbeitung sieht eine serielle Verarbeitung entlang der beiden Routen vor: Nach einer Verarbeitung in den „frühen“ Abschnitten der beiden Verarbeitungspfade erfolgt die Zusammenführung der Informationen innerhalb räumlicher und zeitlicher „Aufmerksamkeitsfenster“ zu einer kohärenten Wahrnehmung auf einer späteren Verarbeitungsstufe (Zihl, 2009).

Hochstein und Ahissar (2002) postulieren in diesem Kontext die *Reverse Hierarchy Theory*. Sie besagt, dass die visuellen Informationen in einem ersten Schritt in sogenannten späten Verarbeitungsstufen („high level areas“) der dorsalen Route ausgewertet werden. Ergebnis ist eine vorläufige Übersichtsaufnahme einer aktuellen Szene („vision at a glance“), um visuell gesteuerte motorische Aktivitäten im Raum zu ermöglichen. Erst anschließend erfolgt die Analyse von Szenen- und Objektdetails (vorwiegend) in Arealen der ventralen Verarbeitungsrouten. Durch die Kooperation beider Pfade entsteht eine zeitlich und räumlich kohärente Wahrnehmung (vgl. Abb. 2). Diese Theorie wird von anatomischen bzw. physiologischen und bildgebenden Befunden sowie experimentalpsychologischen Ergebnissen gestützt (Zihl, 2009).

Neben der intrahemisphärischen Spezialisierung unterstützen Untersuchungen mit bildgebenden Verfahren an Gesunden (Lux et al., 2004) auch eine interhemisphärisch

differierende Verarbeitung: Der rechte Okzipitallappen ist mit einer stärkeren Aktivierung bei „globalen“, der linke bei „lokalen“ Verarbeitungsprozessen assoziiert. Fink und Kollegen (1997b) führen diese Unterschiede auf top-down Einflüsse seitens temporo-parietaler und präfrontaler dorsolateraler Mechanismen zurück.



**Abb. 2:** Modell der kortikalen visuellen Informationsverarbeitungssteuerung unter Berücksichtigung der Aufmerksamkeitssteuerung nach Hochstein & Ahissar, 2002 (modifiziert nach Zihl, 2009, S.515).

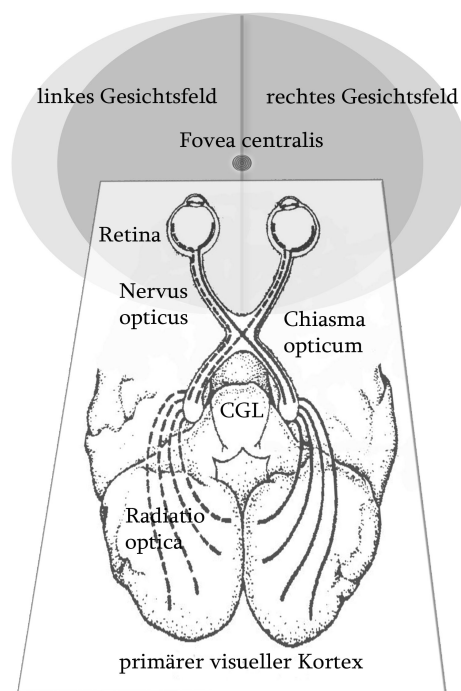
Postma und Laeng (2006) postulieren ebenfalls eine unterschiedliche Beteiligung der beiden Hemisphären: Während die rechte Hemisphäre auf die detaillierte metrische Analyse einer räumlichen Szene (coordinate spatial relations) spezialisiert ist, ist die linke Hemisphäre assoziiert mit der Verarbeitung konzeptueller räumlicher Urteile (categorical spatial relations).

Zihl (2009) ordnet die visuellen Wahrnehmungsstörungen unterschiedlichen Organisationsebenen zu: der Ebene des Überblicks und der räumlichen Aufmerksamkeit (Gesichtsfeld, Aufmerksamkeitsfeld), der Ebene der Detail- bzw. Merkmalsanalyse (Visus, Kontrastsehen, Farb- und Formwahrnehmung, Raumwahrnehmung) sowie der Ebene der Synthese (räumliche und zeitliche Integration und visuelles Erkennen; Zihl, 2009, S. 516).



## 2.1.2. Funktionelle Neuroanatomie

Die visuelle Information, die in Form von Lichtreizen an der Rückwand unserer Augen auf die Netzhaut (Retina) trifft, wird von den in ihr enthaltenen Rezeptoren in elektrische Signale umgewandelt und von Nervenfasern, die im Sehnerv (Nervus opticus) gebündelt sind, weitergeleitet. Dabei ist die Fovea centralis, der schärfste Punkt des Sehens, den beide Augen fixieren, von besonders vielen Nervenzellen repräsentiert. Etwa die Hälfte der kortikalen Oberfläche des primären visuellen Kortex repräsentiert die zentralen 10° (1%) des Gesichtsfeldes (Tootell et al., 1998).



**Abb. 3:** Schematische Darstellung des visuellen Systems

In der Sehbahnkreuzung (Chiasma opticum) wechselt ein Großteil der nasalen Fasern in die kontralaterale Hemisphäre. Vom Chiasma opticum aus setzt sich die Sehbahn als Tractus opticus zum Corpus geniculatum laterale (CGL) fort. Von hier aus verläuft sie weiter über die Sehbahnstrahlung (Radiatio optica) zum primären visuellen Kortex (V1, Brodmann Areal 17, Area striata) im Sulcus calcarinus an der medialen Seite des Okzipitallappens jeder Hemisphäre (vgl. Abb. 3). Die Repräsentation in V1 ist retinotop organisiert, d.h. die Topologie der Retinaaktivität bleibt dort erhalten. Der primäre visuelle Kortex leitet die Informationen an verschiedene Areale des visuellen Kortex (sekundärer visueller Kortex, Area parastriata, Brodmann-Areale 18 und 19) weiter. Diese sind auf die Analyse bestimmter Informationsanteile der visuellen Reize (z.B. Farbe, Form, Bewegung) spezialisiert.

**Tab. 2:** Ursachen zerebraler Sehstörungen und ihre Auswirkungen im Alltag (nach Kerkhoff et al., 2007, S. 459).

<b>Sehstörung</b>	<b>Ätiologie und Läsionslokalisation</b>	<b>Alltagsbeeinträchtigungen</b>
Sehschärfe (Nähe/Ferne)	Primäre Einbuße: bilaterale oder unilaterale postchiasmatische Läsion(en) Sekundäre Einbuße: exzentrische Fixation bei zerebraler Hypoxie, gravierende visuelle Explorationsstörung, Fixationsstörung, Balint-Holmes-Syndrom	Beeinträchtigte Erkennung von Objekten, Personen, Text; raschere Ermüdung bei Naharbeit (Lesen, PCArbeit)
Kontrastsehen	Ein- oder beidseitige fokale oder diffuse posteriore Hirnläsionen	Verschwommensehen; Erkennung von Objekten, Schildern, Gesichtern oder Entfernungen besonders bei ungünstiger Beleuchtung schwierig
Hell-/Dunkeladaptation	Posteriore oder thalamische Läsionen; zerebrale Hypoxie; Schädel-Hirn-Trauma	Blendgefühl/Dunkelsehen; verzögerte Anpassung an unterschiedliche Beleuchtungsniveaus; raschere Ermüdung, reduzierte Sehschärfe und Entfernungsschätzung, Kopfschmerzen
Stereopsis und Entfernungswahrnehmung	Okzipitale Läsionen: lokale Stereopsis Temporale Läsionen: globale Stereopsis Parietale Läsionen: 3-D-Merkmale von Objekten; häufiger rechts	Verlangsamte und ungenaue Greifbewegungen, reduzierte Entfernungsschätzung bis 5 m; reduzierte Lesedauer; unsichere Auge-Hand-Koordination
Konvergente Fusion	- Konvergenz-/Divergenzbewegungen: Mittelhirnläsionen - sensorische Fusion: nach okzipitalen oder temporoparietalen Läsionen	Leseprobleme, reduzierte Dauer- und Aufmerksamkeit im Nahbereich, Ermüdungserscheinungen; Kopfschmerzen
Homonyme Gesichtsfeldausfälle/-störungen	Posteriorinfarkte, Blutungen, zerebrale Hypoxie, Hirntumore; entlang des gesamten Verlaufs der postchiasmatischen Sehbahn	Beeinträchtigte visuelle Exploration im 2D- und 3D Raum, Leseprobleme, Beeinträchtigungen in funktionellen, visuellen Alltagsaktivitäten
Visuell-räumliche Wahrnehmung	Mediainfarkte, parietal, parietookzipital, Basalganglien, häufiger und schwerer rechts	Beeinträchtigte Wahrnehmung geometrischer Relationen: subjektive, visuelle Vertikale und Horizontale; Längen-, Distanz-, Positions- und Winkelwahrnehmung,
Neglect	Mediainfarkte, parietotemporal, Basalganglien, häufiger und schwerer rechts	Nichtbeachtung von Reizen einer Raum- und Körperhälfte bzw. in der Vorstellung oder der Motorik; erhebliche Beeinträchtigungen in allen Alltagsleistungen (Tranfers, Selbsthilfe, Mobilität, Lesen, Essen etc.)
Balint-Holmes-Syndrom	Bilaterale fokale parietale oder parietookzipitale Läsionen, seltener auch bifrontal; selten Basalganglien; auch bei Alzheimer-Demenz	Vorbeizeigen und -greifen unter visueller Kontrolle, gravierende räumliche Störungen, Unfähigkeit mehr als einen oder wenige visuelle Reize zu erfassen, Patienten wirken oft wie „blind“, sind es aber nicht

Das Modell der funktionellen Spezialisierung des visuellen Kortex wird von zahlreichen klinischen Arbeiten sowie bildgebenden Untersuchungen an Gesunden unterstützt (Fahle & Greenlee, 2003; Orban et al., 2004).

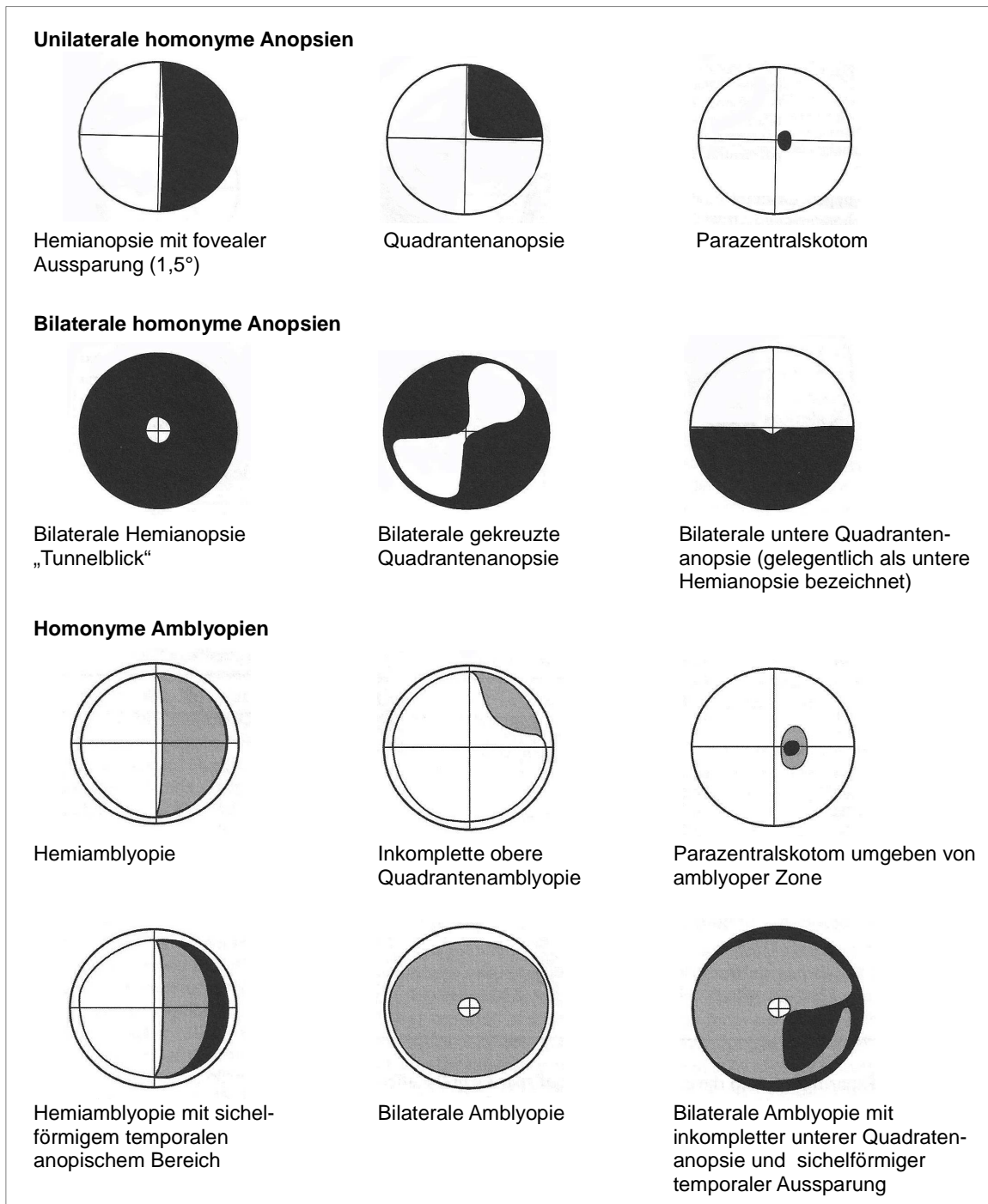
## **2.2. Störungen der zerebralen visuellen Verarbeitung**

Das Kapitel gibt einen Überblick über die für die vorliegende Studie relevanten zerebralen Sehstörungen. Tabelle 2 zeigt eine Zusammenfassung der wichtigsten Sehstörungen und der entsprechenden Läsionslokalisation, sowie deren Auswirkungen auf den Alltag der Betroffenen. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dass eine exakte Zuordnung zwischen einem visuellen Funktionsdefizit und der Lokalisation der Hirnschädigung lediglich bedingt möglich ist. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf der Beschreibung der Symptomatik, der Ätiologie sowie der Abgrenzung gegenüber anderen visuellen Wahrnehmungsstörungen. Auf die Erläuterung diagnostischer (vgl. 4.3. Objektive Untersuchung zerebraler Sehstörungen) und therapeutischer Verfahren wird an dieser Stelle verzichtet. Bezüglich umfassender Beschreibungen der einzelnen und weiterer zerebraler Sehstörungen wird auf Kerkhoff et al. (2007), Nideggen & Jörgens (2005) sowie Zihl (2011a, 2011b) verwiesen.

### **2.2.1. Gesichtsfeldausfälle und -störungen**

„Unter Gesichtsfeld versteht man den Bereich simultanen Sehens bei ruhiger Blickrichtung (in der Regel bei Blick geradeaus)“ (Zihl, 2011a, S.518). In horizontaler Richtung beträgt die Ausdehnung des binokulären Gesichtsfeldes  $70^{\circ}$ - $90^{\circ}$  im linken und rechten Halbfeld (insgesamt  $140^{\circ}$ - $180^{\circ}$ ). Die superiore Ausdehnung beträgt  $50^{\circ}$ , die inferiore  $60^{\circ}$ . Für farbige Reize ist das Gesichtsfeld etwas kleiner ( $40^{\circ}$  Exzentrizität; Zihl, 2011b). Für Formreize wird die Größe durch die Sehschärfeverteilung bestimmt (z.B.  $30^{\circ}$  Ausdehnung in beiden Halbfeldern für 5% Sehschärfe; Zihl, 2011a). Gemessen werden die Gesichtsfeldgrenzen mittels einer (dynamischen oder statischen) perimetrischen Untersuchung (vgl. Kapitel 4.3.2.1. Gesichtsfeld). Ausfälle oder Störungen des Gesichtsfeldes können als Folge von Schädigungen des visuellen Pfades von der Retina bis hin zum primären visuellen Kortex auftreten (vgl. Abb. 3). Unilaterale Läsionen entlang des Nervus optikus werden als prächiasmatische oder periphere Gesichtsfeldstörungen bezeichnet. Diese beeinträchtigen lediglich das Gesichtsfeld des ipsiläsionalen Auges. Eine Läsion des Chiasma optikum führt zu bitemporalen Gesichtsfeldausfällen. Schädigungen hinter dem Chiasma optikum werden als postchiasmatische/zentrale visuelle Störungen bezeichnet und resultieren in kontraläsionalen Beeinträchtigungen beider monokulären Halbfelder (homonyme

Gesichtsfeldstörung). Abbildung 4 gibt einen Überblick über einige Formen homonymer Gesichtsfeldausfälle und -störungen nach uni- und bilateraler Hirnläsion.



**Abb. 4:** Beispiele uni- und bilateraler homonymer Gesichtsfeldausfälle und -störungen. Kompletter binokulärer Sehverlust (Anopsie) in schwarz gezeichnet, reduzierte Wahrnehmung (Amblyopie) in grauer Farbe (modifiziert nach Zihl, 2011b, S.31-33).

Homonyme Gesichtsfeldstörungen lassen sich nach drei Kriterien einteilen (Zihl, 2011b):

- Der Qualität des Defizits: Entweder kompletter Verlust der Sehfunktionen (*Anopsie*) oder Beeinträchtigung einer oder mehrerer visueller Funktionen. Bei selektivem Verlust der Farbwahrnehmung spricht man von einer *Achromatopsie*. Sind Farb- und Formwahrnehmung betroffen handelt es sich um eine *Amblyopie*.
- Dem Teil des betroffenen Gesichtsfeldes: Bei einem Sehverlust in einem Halbfeld spricht man von einer Hemianopsie. Analog bezeichnet eine Quadrantenanopsie einen Sehverlust in einem Quadranten. Ein Skotom ist ein blinder Fleck variabler Größe im Gesichtsfeldbereich.
- Der quantitativen Ausdehnung im betroffenen Feld. Der noch erhaltene Gesichtsfeldbereich im betroffenen Halbfeld wird in Grad Sehwinkel (°) von der Fovea aus erfasst. Ein Großteil der Patienten (59,5%) zeigen ein Restgesichtsfeld von weniger als 5° (76% der Patienten mit Hemianopsie oder Parazentralskotom; 53% der Patienten mit Quadrantenanopsie; Zihl, 2011b).

Die häufigste Form der Gesichtsfeldstörung stellt die Hemianopsie dar, gefolgt von der Quadrantenanopsie sowie parazentralen Skotomen. Eine homonyme Amblyopie betrifft üblicherweise ein Halbfeld (Hemiamblyopie). Ein selektiver Verlust der Farbwahrnehmung kann sowohl ein Halbfeld betreffen (Hemiachromatopsie) oder auch einen der oberen Quadranten.

**Tab. 3:** Häufigkeit und Ätiologie homonymer Gesichtsfeldausfälle und -störungen in einer Stichprobe von 1149 Patienten mit postchiasmatischen Hirnläsionen (modifiziert nach Zihl, 2011b, S. 34).

	<i>n</i>	%
<b>Art der Gesichtsfeldstörung</b>		
<b>Unilateral</b>	<b>1020</b>	<b>88,8</b>
Hemianopsie	594	58,2
Quadrantenanopsie	177	17,4
Parazentralskotom	105	10,3
Hemiamblyopie	114	11,2
Hemiachromatopsie	30	3,9
<b>Bilateral</b>	<b>130</b>	<b>11,2</b>
Hemianopsie	58	44,6
Quadrantenanopsie	19	14,6
Parazentralskotom	19	14,6
Zentralskotom	13	10,0
Amblyopie	21	16,2
<b>Ätiologie</b>		
Okzipitaler Infarkt	743	64,7
Okzipitale Blutung	162	14,1
Schädelhirntrauma	108	9,2
Hirntumor (operiert)	60	5,2
Hypoxie	41	3,6
Anderweitige Schädigung	35	3,3

Tabelle 3 gibt einen Überblick über die Häufigkeit und zugrundeliegende Ätiologie homonymer Gesichtsfeldausfälle und -störungen bei 1149 Patienten mit postchiasmatischen Hirnläsionen (modifiziert nach Zihl, 2011b), die von dem Autor zwischen 1985 und 2008 untersucht wurden. Unilaterale homonyme Gesichtsfeldstörungen sind demnach mit ca. 90% wesentlich häufiger als bilaterale homonyme Gesichtsfeldstörungen. Unter den uni- und bilateralen Störungen ist die Hemianopsie mit ca. 58% bzw. ca. 45% am häufigsten zu beobachten. Etwa 10% der Patienten leiden sowohl nach uni- als auch bilateralen Läsionen unter einer sogenannten zerebralen Amblyopie, die eine Beeinträchtigung der Farb- und Formwahrnehmung in homonymen Gesichtsfeldregionen bei relativ intakter Lichtwahrnehmung bezeichnet. Lediglich ca. 4% leiden unter einer Achromatopsie. Die Ergebnisse sind im Einklang mit einer Untersuchung von Zhang et al. (2006a).

Die häufigste Ursache für Gesichtsfeldstörungen sind Hirninfarkte (65%; vgl. Tab. 3; Ng et al., 2005; Trobe et al., 1973; Zhang et al., 2006b). Insbesondere im Versorgungsgebiet der hinteren Hirnarterien, aber auch als Folge hinterer Mediateilinfarkte sowie okzipitaler und temporaler Blutungen (Zihl, 2011a). Auch traumatische Hirnschädigungen (Bruce et al. 2006), Hirntumore (Zhang et al., 2006b), Multiple Sklerose (Zhang et al., 2006b) oder die fokale posteriore Atrophie (Schmidtke et al., 2005) können zu Gesichtsfeldausfällen führen. Das seltene homonyme Zentralskotom ist typischerweise Folge einer chronischen zerebralen Hypoxie (Zihl, 2011a).

Gesichtsfeldausfälle und -störungen haben gravierende Auswirkungen auf den Alltag der Patienten. Tabelle 4 gibt einen Überblick über häufige Alltagsprobleme von Patienten mit derartigen Beeinträchtigungen.

**Tab. 4:** Homonyme Gesichtsfeldausfälle und -störungen und häufig damit assoziierte Symptome (modifiziert nach Zihl, 2011a, S.519)

<b>Gesichtsfeldstörung</b>	<b>Symptome</b>
<i>homonymer Gesichtsfeldausfall</i>	Eingeengter Überblick; Übersehen von Gegenständen, Personen; Kollision mit Hindernissen;
<i>linksseitiger parazentraler Gesichtsfeldausfall</i>	Schwierigkeiten beim Auffinden des Zeilen- oder Wortanfangs; Übersehen von Ziffern am Anfang einer Zahl;
<i>rechtsseitiger parazentraler Gesichtsfeldausfall</i>	Schwierigkeiten beim (Weiter-) Lesen; Übersehen von Wortenden bzw. von Ziffern am Ende einer Zahl;
<i>linkseitiges oder rechtsseitiges parazentrales Skotom</i>	„fehlende“ Buchstaben innerhalb eines längeren Wortes oder einer längeren Zahl, verlangsamtes Lesen;

Während einige Patienten mit Gesichtsfeldausfällen spontan eine effiziente Kompensation des Ausfalls aufweisen, zeigen etwa 60% der Betroffenen eine Beeinträchtigung des visuellen Überblicks und der visuellen Suche (Zihl, 2011a). Dies hat einen erheblich erhöhten Zeitbedarf bei der visuellen Exploration der Umgebung zur Folge (Ahissar & Hochstein 2004). In Situationen, die einer Aufmerksamkeitsteilung bedürfen, kann es auch zu einer Vernachlässigung von Reizen im betroffenen Halbfeld kommen. Folge ist eine erhöhte Gefahr für Kollisionen mit Hindernissen. In gewohnter Umgebung finden sich die Patienten meist gut zurecht (Zihl 2011a), da sie ihr Wissen über die räumlichen Gegebenheiten zur Steuerung der visuellen Exploration zur Verfügung haben (Gbadamosi & Zangemeister 2001). Häufig ist auch das Lesen insbesondere bei geringem Restgesichtsfeld beeinträchtigt (in 80% der Fälle). In derartigen Fällen spricht man von einer *hemianopen Lesestörung* (Schuett et al., 2008). Zu einer Lesestörung kann es auch bei homonymer Hemiamlyopie kommen. Ein linksseitiger Gesichtsfeldausfall erschwert das Aufsuchen des Zeilenanfangs und führt zu Auslassungen am Zeilen- und Wortanfang. Ein rechtsseitiger Gesichtsfeldausfall beeinträchtigt das Lesen deutlicher als ein linksseitiger, da der größere Teil des für das Buchstabenerkennen notwendigen perzeptuellen „Lesefensters“ betroffen ist. Die Folgen sind Probleme beim Finden des Wort- und Zeilenendes (Zihl, 2011a) sowie eine erhöhte Anzahl an Fixationen beim Abtasten einer Zeile. Dies führt zu einem reduzierten Lesetempo (Leff et al., 2000). Patienten mit Hemiachromatopsie zeigen in der Regel keine Beeinträchtigungen des Lesens (Zihl, 2011a).

### **2.2.2. Sehschärfe**

Die Sehschärfe (Visus) bezeichnet „[...] eine Kombination aus Auflösungsvermögen, Trennschärfe und Formunterscheidung bzw. -erkennung“ (Zihl, 2009, S.521). Man versteht darunter das optische Auflösungsvermögen, d.h. den kleinsten noch wahrnehmbaren Abstand zwischen zwei Punkten (Nideggen & Jörgens, 2005). Die Lesesehschärfe stellt dabei eine besondere Form der Sehschärfe dar (Zihl, 2011a). Eine dauerhafte Reduktion der Sehschärfe kann als direkte Folge einer Hirnschädigung insbesondere nach bilateralen postchiasmatischen Läsionen auftreten (Bulens et al., 1989). In derartigen Fällen ist die Visusminderung stets binokular (Zihl, 2009). Nach einer einseitigen postchiasmatischen Schädigung ist die Sehschärfe nur selten und eher geringfügig beeinträchtigt (Zihl, 2009). Bei Patienten mit unilateraler Schädigung des optischen Traktes kann die Sehschärfe entweder auf dem ipsiläsionalen Auge oder auf beiden Augen reduziert sein (Savino et al., 1978). Patienten mit Hypoxie zeigen typischerweise eine Reduktion der Sehschärfe (Zihl, 2011b).

Uc et al. (2005) berichten von Einschränkungen der Sehschärfe bei Morbus Parkinson. Auch bei Patienten mit bilateralen parafovealen homonymen Gesichtsfelddefekten nach bilateralen postchiasmatischen Läsionen werden gravierende Visuseinschränkungen berichtet (Pöppel et al., 1978; Symonds & MacKenzie, 1957; Zihl 2011b). Die Sehschärfe negativ beeinflussen können zudem: Zentralskotome, eine gestörte Fixation (exzentrische oder unruhige Fixation), visuelle Explorationsdefizite, eine reduzierte Simultanwahrnehmung, wie sie beim Balint-Syndrom auftritt, oder ein gesteigertes Blendungsgefühl (Kerkhoff, 2007).

### **2.2.3. Räumliche Kontrastauflösung**

Unter der räumlichen Kontrastauflösung wird die Unterschiedsempfindlichkeit für Konturen unterschiedlicher Breite, der sogenannten räumlichen Frequenz bzw. Ortsfrequenz, bei abnehmendem Hell-Dunkel-Kontrast verstanden (Zihl, 2009, 2011a). Die Betroffenen empfinden ihr Sehen als unscharf, verschwommen, milchig oder „wie durch einen Nebel“ (Kerkhoff et al., 2007; Zihl, 2011a). Visuelle Belastung (z. B. Lesen, PC-Arbeit) kann dabei zu einer Verschlechterung der Symptomatik führen (Kerkhoff et al., 2007). Eine Störung des Kontrastsehens tritt häufig nach unilateraler oder bilateraler posteriorer Hirnschädigung auf (Frisén, 1980; Zihl, 2009) und betrifft ebenso wie die Visusminderung beide Augen (Zihl, 2011a). Als mögliche Ätiologie werden beschrieben: Schlaganfälle sowie Hirnblutungen (Bulens et al., 1989; Hess et al., 1990), Morbus Parkinson (Bulens et al., 1986; Uc et al., 2005), Schädel-Hirn-Trauma, Enzephalitis und Hypoxie (Hess et al., 1990), benigne intracranielle Hypertension (Bulens et al., 1988), Multiple Sklerose (Gal, 2008) sowie die Alzheimer Demenz (Cormack et al., 2000; Jackson & Owsley, 2003; Rizzo et al., 2000). Je nach Schweregrad zeigen Patienten mit einer reduzierten räumlichen Kontrastwahrnehmung Probleme bei der Tiefenwahrnehmung, der Gesichter- und Objektwahrnehmung und -erkennung sowie beim Lesen. Darüber hinaus zeigen sie deutlich schlechtere Sehleistungen bei ungünstigen Lichtverhältnissen (Dämmerung, Nebel, Regen; Niedeggen & Jörgens, 2005; Zihl, 2011b).

Abhängig von der Ätiologie (z. B. nach operativer Entfernung eines Hirntumors oder nach Hirnblutungen) können sich Sehschärfe und Kontrastsehen entweder teilweise oder auch vollständig spontan zurückbilden (Zihl, 2011a), sie können aber auch permanent beeinträchtigt bleiben (Zihl, 2011b). Behandlungsverfahren sind in beiden Fällen nicht bekannt. Einen Überblick über unterschiedliche Möglichkeiten der Substitution geben Kerkhoff et al. (2007) sowie Zihl (2011b).



#### **2.2.4. Zerebrales Verschwommensehen**

Nideggen und Jörgens (2005, S.1ff) definieren zerebrales Verschwommensehen als „[...] eine nach Hirnschädigung entstandene Beeinträchtigung in der Konturabbildung von Buchstaben, Bildern und Gegenständen“. Als synonyme Bezeichnungen werden verwendet: „zerebrale Asthenopie“ (Pötzl, 1928), „gesteigerte optische Ermüdbarkeit“ (Gloning et al., 1968) sowie „zeitliche Instabilität des Sehens“ (Zihl & von Cramon, 1986). Die Beeinträchtigung kann dauerhaft vorhanden sein oder abhängig von visueller Belastung nach schwankenden Zeitintervallen auftreten. Die Zeitspanne, in der Konturen scharf wahrgenommen werden, kann von wenigen Sekunden bis zu 30 Minuten betragen und ist unabhängig von einer Störung der Sehschärfe. Patienten mit dieser Beeinträchtigung beklagen zumeist im gesamten Gesichtsfeld, häufig aber auch in Teilbereichen, ein Verschwommensehen nach kurzer Zeit der visuellen Belastung (etwa Lesen oder PC-Arbeit) und führen dies zumeist auf eine reduzierte Sehschärfe zurück. Die Beeinträchtigung wirkt sich insbesondere auf die Leseleistung aus, aber auch auf die Entfernungsschätzung sowie die Identifikation von Gesichtern und Objekten. Die Patienten sind häufig nicht in der Lage über einen längeren Zeitraum hinweg Bildschirmarbeiten, Lesearbeiten oder andere Tätigkeiten auszuführen, die ein gutes visuelles Auflösungsvermögen erfordern (Nideggen & Jörgens, 2005).

Kerkhoff et al (2007) beschreiben darüber hinaus das Phänomen des „Visual discomfort“ (Wilkins, 1986). Diese Beeinträchtigung beschreibt, dass manchen Patienten homogene Muster und gedruckter Text unangenehm erscheinen, wenn diese eine bestimmte Streifendichte (Ortsfrequenz) aufweisen. Eine Betrachtung führt bei den betroffenen Personen zu Flimmererscheinungen, Kopfschmerz sowie zu einer raschen Ermüdung.

Zerebrales Verschwommensehen tritt meist nach relativ ausgedehnten Hirnschädigungen auf (Nideggen & Jörgens, 2005). Gloning et al. (1968) berichtet von 30% betroffener Patienten in einer Stichprobe von 214 Fällen. Zu einem vergleichbaren Ergebnis kommen Zihl und von Cramon (1986). Die Autoren geben zudem an, dass in mehr als 80% der Fälle ein Schädelhirntrauma und lediglich in 10% eine zerebrovaskuläre Erkrankung die Ursache ist.

#### **2.2.5. Visuelle Adaptation**

Die visuelle Adaptation bezeichnet „[...] die Anpassungsfähigkeit des visuellen Systems an unterschiedliche Lichtverhältnisse...“ (Zihl, 2011a, S.525). Sie kann nach uni- und bilateralen postchiasmatischen Hirnläsionen beeinträchtigt sein (Zihl & Kerkhoff, 1990). Diese können Folge von Schädelhirntraumata, Infarkten und entzündlichen Erkrankungen sein (Nideggen &

Jörgens, 2005). Eine Störung der *Helladaptation* bewirkt dabei bereits bei normalen Beleuchtungsverhältnissen von ca. 400 Lux ein übersteigertes Blendungsgefühl (Zihl, 2011a: zentrale Photophobie). Aufgrund dieses gesteigerten Blendungsgefühls meiden die Patienten helles Sonnenlicht, tolerieren weniger Licht beim Lesen, leiden unter häufig tränenden Augen und vegetativen Begleiterscheinungen wie Kopfschmerz, Benommenheit oder Übelkeit (Nideggen & Jörgens, 2005). Bei einer Störung der *Dunkeladaptation* kommt es zu einem vermehrten Beleuchtungsbedarf (Nideggen & Jörgens, 2005). Normales Tages- und Raumlicht erscheint zu dunkel (Zihl, 2011a: Dunkelsehen). Die Patienten benötigen deutlich mehr Licht zur Verrichtung alltäglicher Tätigkeiten (z.B. Lesen), klagen über eine verringerte Kontrastauflösung bei Dämmerung sowie darüber, dass ihre Umwelt seit der Hirnschädigung dunkler erscheint (Nideggen & Jörgens, 2005). Untersuchungen haben gezeigt, dass Hell- und Dunkeladaptation isoliert aber auch gemeinsam betroffen sein können (Zihl & Kerkhoff 1990). Besonders beeinträchtigt sind dabei die Patienten, bei denen beide Adaptationsfähigkeiten gestört sind. Die von den Betroffenen berichteten Störungen lassen sich auch objektiv nachweisen: Patienten mit einer zentralen Photophobie stellen die für sie als angenehm empfundene Helligkeit wesentlich geringer ein (70-110 Lux) als gesunde Kontrollpersonen (400-600 Lux; Zihl & Kerkhoff, 1990).

In einer Stichprobe von 116 hirngeschädigten Patienten (Zihl & Kerkhoff, 1990) fanden die Autoren in 78% der Fälle Störungen der visuellen Adaptation: 26% davon zeigten eine gestörte Helladaptation, 23% eine beeinträchtigte Dunkeladaptation und 51% eine Hell- und Dunkeladaptationsstörung. Defizite in der Dunkeladaptation wurden bei Patienten mit Schädelhirntrauma von Du und Kollegen (2005) berichtet.

### **2.2.6. Visuelle Reizerscheinungen und Illusionen**

Unterschiedliche Ätiologien, wie vaskuläre Erkrankungen, Blutungen, Hirntumore oder traumatische Hirnverletzungen, können zum Auftreten zerebral bedingter visueller Reizerscheinungen führen. Darunter werden Seheindrücke verstanden, die ohne entsprechende externe Reize auftreten (Nideggen & Jörgens, 2005). Unterscheiden lassen sich dabei einfache und komplexe sowie bunte und unbunte visuelle Reizerscheinungen (Rizzo & Barton, 2005; Vaphiades et al., 1996; vgl. Tabelle 5).

**Tab. 5:** Einfache und komplexe visuelle Reizerscheinungen (nach Zihl & v. Cramon, 1986)

<b>Qualität der Wahrnehmung</b>	<b>„Wahrnehmungsobjekte“</b>	<b>Läsionen</b>
Einfach	Lichterscheinung (können farbig und/oder bewegt auftreten): Blitze, schlangenförmige Linien, Zick-Zack- Linien, Punktemuster, Schleier- oder Nebelfelder	Okzipitallappen
Komplex	mit Informationsinhalt (bewegt oder statisch): komplexe Muster, Gegenstände, Tiere, Menschen, Szenen	Okzipitallappen und (unterer) Temporal-lappen

Im Gegensatz zu visuellen Reizerscheinungen sind visuelle Illusionen eine qualitative Veränderung des Sehens (Nideggen & Jörgens, 2005). Es handelt sich dabei um Veränderungen der Reizmerkmale z.B. Form, Größe, Farbe, Verlauf der Konturen, Entfernungen etc.. Visuelle Illusionen können sich in vielfältiger Weise äußern. Einen Überblick gibt Tabelle 6. Ebenso wie visuelle Reizerscheinungen sind visuelle Illusionen zumeist von vorübergehendem Charakter und die Patienten zeigen eine gute Awareness (Einsicht) für organisch bedingte Veränderungen ihrer visuellen Wahrnehmung.

Ursache visueller Reizerscheinungen wie auch visueller Illusionen sind häufig Läsionen okzipitaler Hirnareale. Schädigungen primärer visueller Areale führen dabei zu einfachen visuellen Reizerscheinungen, Läsionen höherer visueller Areale (meist im Temporallappen) hingegen zu komplexen visuellen Reizerscheinungen (Baier et al., 2010). Patienten berichten derartige Phänomene häufig in der Rückbildungsphase von Gesichtsfeldausfällen und kortikaler Blindheit, vor allem im blinden Gesichtsfeldbereich. Sie können aber auch als Aura bei Migräne und Epilepsie, bei Medikamenten- und Drogenmissbrauch oder bei Schlaf- und Suchtentzug, bei entzündlichen und einigen degenerativen Erkrankungen und bei Schizophrenie vorkommen (Nideggen & Jörgens, 2005). Einen Überblick über genauere Läsionslokalisationen einfacher und komplexer visueller Reizerscheinungen sowie unterschiedlicher visueller Illusionen geben Tabelle 5 und 6.

Lenz (1905, 1909) berichtet von 2% Betroffenen mit visuellen Reizerscheinungen sowie Illusionen in seinen Stichproben von 92 und 699 Patienten. Gloning et al. (1968) hingegen fanden 71,3% in einer akut-neurologischen Stichprobe von 241 Patienten mit Gesichtsfeldausfällen. Kölmel (1988) berichtet, dass über 41% von insgesamt 112 Patienten unter visuellen Reizerscheinungen litten. Kerkhoff et al. (1990) fanden bei 23% von 252 Patienten einfache und komplexe visuelle Reizerscheinungen sowie bei 6,5% von 262 Patienten visuelle Illusionen.

**Tab. 6:** Erscheinungsformen visueller Illusionen (nach Zihl & v. Cramon, 1986)

<b>Art der visuellen Illusion</b>	<b>Definition und Beschreibung</b>	<b>Läsionen</b>
Palinopsie (vis. Perseveration)	Persistenz bzw. wiederholtes Auftreten der Wahrnehmung eines visuellen Reizes nach dessen Entfernen (Pötzl, 1954). Treten in der Regel in der Rückbildungsphase von Gesichtsfeldausfällen auf.	uni- oder bilaterale okzipitale Läsionen (Infarkte, Hirntumore) aber auch bei epileptischen Attacken
visuelle Allästhesie	Verlagerung von Objekten oder Objektteilen von der einen in die andere Gesichtsfeldhälfte, seltener vom unteren in den oberen Quadranten (vgl. Hermann & Pötzl, 1928)	Okzipitale Hirntumore (Gloning et al., 1968)
Metamorphosien	Kurzzeitige, wiederholt auftretende qualitative Veränderungen von Objektgestalten und Formdetails (nicht aufgrund amblyoper Störung). Die Gestalt von Objekten erscheint verzerrt, deformiert.	meist unilaterale okzipitale Läsionen, häufiger nach rechtshemisphärischen Schädigungen
Schief- und Verkehrtsehen	Formen und Gestalten werden gedreht wahrgenommen (häufig um 90°)	überwiegend okzipitale Hirntumore (Gloning et al., 1968)
Dysmetropsien	Visuell-räumliche Illusionen; vorübergehende Alterationen des Sehraumes Illusionen in Bezug auf die Größe eines Objektes: Makropsie: Objekt erscheint größer. Mikropsie: Objekt erscheint kleiner. Illusionen bezüglich der Entfernung eines Objektes: Pelopsie: Objekt erscheint näher. Tele- / Porropsie: Objekt erscheint weiter entfernt	Schädigung temporo-okzipitaler Areale sowie bei Migräne
Polyopie	Zerebral bedingtes Vielfachsehen eines realen Objekts (tritt auch monokular auf). Meist im zentralen Gesichtsfeld, aber auch auf zentrale amblyope Gesichtsfeldbereiche beschränkt (Bender 1945)	uni- oder bilaterale okzipitale Läsionen (Gloning et al., 1968)

Sowohl Gloning et al. (1968) als auch Kerkhoff et al. (1990) geben Aufschluss über die Häufigkeit einfacher und komplexer visueller Reizerscheinungen sowie unterschiedlicher visueller Illusionen (vgl. Tabelle 7). Für die differierenden Häufigkeiten können die unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkte (visuelle Reizerscheinungen treten zeitnah zu dem Ereignis auf) sowie eine unterschiedliche Ätiologie (Reizerscheinungen treten häufiger nach Infarkten als nach Hirntumoren auf) verantwortlich gemacht werden (Nideggen & Jörgens, 2005).

**Tab. 7:** Auftretenshäufigkeit einfacher und komplexer visueller Reizerscheinungen sowie unterschiedlicher visueller Illusionen.

	<b>Gloning (1968)</b>	<b>Kerkhoff et al. (1990)</b>
<b>visuelle Reizerscheinungen</b>	<b>44%</b> N=241	<b>23%</b> N=252
einfach	23%	21%
komplex	21%	2%
<b>visuelle Illusionen</b>	<b>27,3%</b> N=241	<b>6,5%</b> N=262
Palinopsie	0,4%	1,5%
visuelle Allästhesie	0,4%	k.A.
Metamorphosie	7,5%	k.A.
Schief-, Verkehrtsehen	2,0%	k.A.
Dysmetropsie	13,0%	1,9%
Polyopie	4,0%	0,8%
Bewegungsillusionen	k.A.	0,8%
Dyschromatopsie	k.A.	1,5%

k.A.: keine Angaben

Zusammenfassend ist zu beobachten, dass insbesondere visuelle Illusionen nach Hirnschädigung kein häufiges Phänomen darstellen. Zudem werden die beschriebenen Phänomene häufig erst nach einer systematischen Befragung berichtet (vgl. Critchley, 1951; Kölmel, 1984), da viele Patienten irritiert sind und befürchten für „verrückt“ gehalten zu werden, oder weil visuelle Reizerscheinungen und Illusionen mit anderen zerebralen Sehstörungen interferieren (Zihl & v. Cramon, 1986). Zihl und von Cramon (1986) sehen die Feststellung visueller Reizerscheinungen und Illusionen als wichtig an, da sie als Prodromalsymptome auf eine sich anbahnende Hirnschädigung hinweisen können, bei den Betroffenen erhebliche Befürchtungen und Unruhe auslösen können und andere bestehende Sehstörungen verstärken oder in der Qualität verändern können.

### **2.2.7. Zerebrale Farbwahrnehmung**

Farbwahrnehmung bezeichnet die Fähigkeit, visuelle Reize aufgrund der Wellenlängen des Lichts, das sie reflektieren oder abgeben, zu unterscheiden (Zihl, 2011b). Zentrale Störungen des Farbsehens werden als zerebrale Dyschromatopsie (Herabsetzung der fovealen Farbtonunterscheidung) bzw. Achromatopsie (Verlust der Farbwahrnehmung) bezeichnet (Zihl, 2011a). Ist der Verlust der Farbwahrnehmung auf ein Halbfeld bezogen, spricht man von Hemiachromatopsie (vgl. Kapitel 2.2.1. Gesichtsfeldstörungen). Bei einer vollständigen Achromatopsie betrifft der Verlust das gesamte Gesichtsfeld. Ursache für zentrale Störungen der Farbwahrnehmung sind typischerweise okzipito-temporale Läsionen (mediale und laterale okzipito-temporale Gyri; Bouvier & Engels 2006; Koh et al. 2008). Unilaterale

Schädigungen führen dabei häufig zu Störungen im kontraläsionalen Halbfeld oder oberen Quadranten (Albert et al., 1975; Damasio et al., 1980; Henderson, 1982; Poulson, 1994; Short & Graff-Radford, 2001). Nach rechtsseitigen Läsionen sind Farbwahrnehmungsstörungen häufiger als nach linksseitigen (De Renzi & Spinler, 1967). Bei einer zerebralen Dyschromatopsie (Rizzo et al., 1993) kann neben der fovealen Farbwahrnehmung das periphere Gesichtsfeld mitbetroffen sein (Zihl et al., 1988). Die Patienten berichten typischerweise, dass für sie seit der Hirnschädigung feine Farbtonunterscheidungen schwierig geworden sind (Zihl, 2011b). Leichtere Formen werden dabei nicht immer spontan berichtet, es sei denn berufliche (z. B. Malerei, Textilbereich) oder persönliche (z.B. Auswahl von Kleidung oder Blumen) Anforderungen verlangen eine Unterscheidung von feinen Farbtönen (Zihl, 2011a). Bilaterale okzipito-temporale Läsionen (posteriore Anteile des lingualen und fusiformen Gyrus) können zu einer leichten Beeinträchtigung der Farbwahrnehmung im gesamten Gesichtsfeld bis in seltenen Fällen hin zu einem kompletten Verlust der Farbwahrnehmung führen (zerebrale Achromatopsie; Damasio et al., 1980; Meadows, 1974; Pearlman et al., 1979; Pöppel et al., 1978). Subjektiv empfinden Patienten mit einer vollständigen Achromatopsie die Außenwelt oft als „schmutzig“, „wie an einem grauen Novembertag“. Dies kann auch die Stimmungslage sekundär negativ beeinflussen (Zihl, 2011a). Neben der zentralen Farbwahrnehmung können auch die Farbvorstellung, die Farberkennung (Farbagnosie) und die Farbbenennung (Farbanomie) betroffen sein. Jede dieser Beeinträchtigungen kann auch unabhängig von einer Störung der Farbwahrnehmung auftreten. Eine genaue anatomische Differenzierung zu Läsionen, die eine Achromatopsie nach sich ziehen ist dabei nicht möglich (Nideggen & Jörgens, 2005).

Nach Lenz (1905, 1909) sind 6-7% der Patienten nach postchiasmatischen Läsionen von einer zerebralen Farbwahrnehmungsstörung betroffen. Zihl (2011b) berichtet von einer homonymen Hemiachromatopsie bei 30% der Patienten in einer Gruppe von 1020 Patienten mit erworbener unilateraler posteriorer Hirnschädigung sowie einer vollständigen Achromatopsie in etwa 12% von 130 Fällen mit bilateraler posteriorer Hirnschädigung. Die Farbwahrnehmung kann auch in Fällen milder Hypoxie (Connolly et al., 2008), bei Multipler Sklerose (Moura et al., 2008), Morbus Parkinson (Müller et al., 2002), bei einer Enzephalopathie nach chronischer Lösungsmittelintoxikation (Paallysaho et al., 2007) sowie bei der Alzheimer Demenz (Jackson & Owsley, 2003; Pache et al., 2003; Rizzo et al., 2000) beeinträchtigt sein.

## 2.2.8. Visuelle Raumwahrnehmung

„Die visuelle Raumwahrnehmung umfasst die Funktionen, die für die Analyse von visuellen Rauminformationen, den Erwerb (und damit auch die Speicherung und das Anwenden) von Wissen über den Außenraum gewährleisten und Handeln im Raum ermöglichen“ (Zihl, 2011a, S. 527). Zu Störungen der visuellen Raumwahrnehmung und Raumkognition kommt es bei etwa 30%-50% der linkshemisphärisch sowie bei 50%-70% der rechtshemisphärisch geschädigten Patienten (Jesshope et al., 1991). Derartige Beeinträchtigungen „[...] sind häufig mit Problemen in wichtigen Alltagsleistungen wie Ankleiden, Transfer, Uhrzeitablesen, räumliche Schreib- und Rechenstörung, Zeichnen [...]“ assoziiert (Groh-Bordin & Kerkhoff, 2009, S. 501). Zudem sind sie ein wichtiger Prädiktor für den Rehabilitationserfolg von Patienten nach rechtshemisphärischer Hirnläsion (Kaplan & Hier, 1982). Beeinträchtigungen der visuellen Raumwahrnehmung und Raumkognition lassen sich in die vier Kategorien der räumlich-perzeptiven, räumlich-kognitiven, räumlich-konstruktiven sowie räumlich-topographischen Störungen einteilen (Kerkhoff, 2006, 2012). Für die Fragestellung der vorliegenden Studie (vgl. Kapitel 3. Die Anamnese zerebral bedingter Sehstörungen: Ziele der Untersuchung) sind speziell die räumlich-perzeptiven Leistungen relevant. Auf die Erläuterung der räumlich-kognitiven, räumlich-konstruktiven sowie räumlich-topographischen Leistungen wird an dieser Stelle verzichtet. Zur weiterführenden Lektüre wird diesbezüglich auf Groh-Bordin & Kerkhoff (2009) verwiesen.

*Räumlich-perzeptive Störungen* bezeichnen „Einbußen elementarer perzeptiver Leistungen“ (Groh-Bordin & Kerkhoff, 2009, S. 501). Diese können in unterschiedlichen Modalitäten (visuell, taktil und akustisch) vorliegen und verschiedenartige räumliche Alltagsleistungen betreffen. Bestehen beispielsweise Defizite der Distanz- und Positionsschätzung, so können daraus auch visuomotorische Probleme entstehen, z.B. beim Greifen nach einem Objekt. Auch Veränderungen in der Wahrnehmung der Größe eines Objektes können zu fehlerhaften Greifbewegungen führen. Einschränkungen in der Längenschätzung zeigen sich im Alltag beispielsweise beim Halbieren eines Brotes oder beim Abmessen von Zutaten in einem Messbecher. Aufgrund fehlerhafter Einschätzung der Tiefe und Entfernung von Stufen kann auch das Treppensteigen beeinträchtigt sein. Eine Beeinträchtigung der Orientierungsschätzung kann sich beim Ablesen der Analoguhr äußern. Viele Patienten mit räumlich-perzeptiven Störungen zeigen auch Probleme beim Ankleiden (Nideggen & Jörgens, 2005). Im Einzelnen lassen sich folgende Symptombereiche differenzieren:

Beeinträchtigungen der *subjektiven Vertikalen und Horizontalen (subjektive Hauptraumachsen)* beschreiben Störungen in der Wahrnehmung oder Einstellung der

genannten Hauptraumachsen. Nach einseitiger temporo-parietaler Läsion werden diese kontraversiv verdreht: Nach rechtsseitiger Schädigung gegen den Uhrzeigersinn, nach linksseitiger im Uhrzeigersinn. Defizite bezüglich der subjektiven Hauptraumachsen finden sich insbesondere nach rechtshemisphärischer temporo-parietaler Läsion, Schädigungen des Thalamus, Hirnstammläsionen und peripher-vestibulären Schädigungen (Groh-Bordin & Kerkhoff, 2009).

Unter der *Visuellen Orientierungsschätzung* versteht man „[...] die Fähigkeit zur Unterscheidung verschiedener Neigungswinkel von Linien oder Objekten“ (Groh-Bordin & Kerkhoff, 2009, S. 501). Verursacht werden diese Störungen durch rechtsseitige temporo-parietale Schädigungen und Läsionen der Stammganglien. Zwar können auch vorübergehende Auffälligkeiten in der visuellen Orientierungsschätzung nach linksseitig-frontalen Läsionen auftreten, jedoch zeigt sich bei rechtsseitigen Schädigungen eine schwerwiegendere Beeinträchtigung (Kerkhoff & Zoelch, 1998).

Störungen der *Längen- und Größenschätzung* beschreiben eine eindimensionale (horizontale oder vertikale) visuelle Beeinträchtigung, die sich auf den Raum innerhalb eines Objektes oder einer Fläche bezieht (Groh-Bordin & Kerkhoff, 2009). Derartige Störungen finden sich häufig bei okzipito-parietalen Läsionen, oft in Verbindung mit Neglect (Kerkhoff, 2000b).

Defizite in der *Distanzschätzung* zeigen sich in Schwierigkeiten, räumliche Abstände zwischen Objekten zu bestimmen. Beeinträchtigungen der Distanzschätzung und Störungen der Längenschätzung haben teilweise überlappende aber auch divergierende anatomische Korrelate im temporo-parietalen Kortex (Fink et al., 1997a). Zu ausgeprägten Defiziten kommt es bei bilateralen parieto-okzipitalen Hirnläsionen, z.B. beim Balint-Holmes-Syndrom (Kerkhoff & Heldmann, 1999; Kerkhoff, 2000a). Einschränkungen der horizontalen Distanzschätzung sind auch bei Patienten mit unilateralen okzipito-parietalen Läsionen (Kerkhoff, 2000b) sowie bei Patienten mit homonymer Hemianopsie nach okzipitalen Läsionen (Ferber & Karnath, 2001) zu beobachten.

Störungen der *Formschätzung* zeigen sich beispielsweise in der Unfähigkeit, zwischen einem Quadrat und einem Rechteck mit leicht unterschiedlichen Kantenlängen, aber gleichem Flächeninhalt zu unterscheiden. Die Störung ist relativ selten und äußert sich zumeist in Form einer visuellen Formagnosie. Bezüglich der Läsionslokalisation konnten bilaterale, okzipito-temporale oder diffus-disseminierte Läsionen z.B. aufgrund einer zerebralen Hypoxie oder Kohlenmonoxidvergiftung ausgemacht werden (Milner et al., 1991).



Gelegentlich finden sich Beeinträchtigungen der Formwahrnehmung auch nach unilateralen, temporo-parietalen Hirnläsionen (Groh-Bordin & Kerkhoff, 2009).

**Tab. 8:** Elementare perzeptive Leistungen (modifiziert nach Groh-Bordin & Kerkhoff, 2009)

<b>Leistung</b>	<b>Beschreibungen</b>	<b>Läsion</b>
Hauptraumachsen	Visuelle Vertikale und Horizontale	Häufig nach rechtsseitiger, temporo-parietaler, seltener nach entsprechender linksseitiger Läsion, ebenfalls nach: Thalamus-, Hirnstamm-, periphär-vestibulären Läsionen.
Orientierungsschätzung	Unterscheidung verschiedener Neigungswinkel	Häufig nach rechtsseitiger, meist temporo-parietaler Schädigung, Stammganglienläsionen rechts, seltener nach links-frontalen Läsionen.
Längenschätzung	Horizontaler und vertikaler Raum innerhalb eines Objektes oder einer Fläche.	Am häufigsten bei okzipito-parietalen Läsionen, oft in Kombination mit Neglect.
Distanzschätzung	Räumlicher Abstand zwischen Objekten	Ausgeprägte Defizite: bilaterale parieto-okzipitale Läsionen. Hier auch Probleme bei der visuellen Entfernungsschätzung. Defizite in der horizontalen Distanzschätzung: auch bei unilateralen okzipito-parietalen Läsionen.
Formschätzung	Wahrnehmung und Unterscheidung von Formen	Meist bei bilateralen okzipito-temporalen oder diffus-disseminierten Läsionen z.B. Hypoxie, Kohlenmonoxydvergiftung.
Subjektive Geradeausrichtung, Linienhalbierung	Ipsiläsionale Verschiebung Kontraläsionale Verschiebung	Bei Patienten mit Neglect Bei Patienten mit homonymen Gesichtsfeldausfällen.
Positionswahrnehmung	Genauigkeitsverlust oder systematische Verschiebung bei der Schätzung von Positionen	Häufig (jedoch nicht ausschließlich) nach rechtshemisphärischen Läsionen, insbesondere bei superior-parietalen Läsionen.

Störungen der *Linienhalbierung und subjektiven Geradeausrichtung* sind ein typisches Symptom bei Patienten mit Neglect (Ferber & Karnath, 1999) und bei Patienten mit Hemianopsie (Kerkhoff, 1993, 1999). Bei ersteren ist die subjektive Geradeausrichtung nach ipsiläsional verschoben, bei letzteren nach kontraläsional in Richtung des Skotoms. Entsprechend sind die Läsionen parieto-temporal (Fink et al., 2000) und okzipital bzw.

okzipito-temporal (Kerckhoff & Bucher, 2008; Zihl et al., 2009) angesiedelt. Patienten mit homonymer Quadrantenanopsie zeigen eine oblique (schräge) Verschiebung ihrer subjektiven visuellen Geradeausrichtung in das Skotom hinein (Kuhn et al., 2010).

Zur *Positionsschätzung* lassen sich zwei Befunde unterscheiden. Zum einen lässt sich ein Genauigkeitsverlust feststellen. Dieser zeigt sich in der Zunahme der Variabilität von Positionseinschätzungen durch den Patienten. Zum anderen zeigt sich eine systematische Verschiebung einer vom Patienten reproduzierten Position, die häufig mit der Verschiebung der subjektiven Geradeausrichtung bei Neglect oder Hemianopsie kovariiert. Störungen der Positionsschätzung finden sich insbesondere nach dorsalen, parietalen Läsionen unter Einbeziehung des supra-ventrikulären Marklagers vor allem der rechten Hemisphäre (Tartaglione et al., 1983).

Tabelle 8 fasst die wichtigsten Befunde bezüglich der unterschiedlichen räumlich-perzeptiven Teilleistungen zusammen. Wie in der Tabelle ersichtlich ist, treten Störungen der genannten Fähigkeiten typischerweise nach rechtsseitiger okzipito-parietaler und temporo-parietaler bzw. posterior parietaler Schädigung auf (Kerckhoff 2006).

### **2.2.9. Tiefenwahrnehmung**

Die Fähigkeit zum binokulären Tiefensehen wird als *Stereopsis* bezeichnet. Sie beruht auf Unterschieden in der Querdisparation zwischen den Netzhautbildern beider Augen. Das monokuläre Sehen basiert hingegen auf der Auswertung von Perspektivenänderung, Objektüberlappungen oder -verdeckungen sowie Schattenbildung (Zihl, 2009). Störungen der monokulären und binokulären Tiefenwahrnehmung können nach uni- und bilateralen posterioren Hirnläsionen auftreten. Unilaterale Schädigungen führen dabei zu geringeren Defiziten (Zihl, 2011b). Störungen der binokulären Tiefenwahrnehmung (Stereopsis) scheinen dabei die häufigere Folge zu sein als Störungen der monokulären Tiefenwahrnehmung (Zihl, 2011a). Zihl (2011a) weist zudem darauf hin, dass auch Störungen der Sehschärfe, des Kontrastsehens, der Vergenz, Fusion oder Akkommodation die Stereopsis sekundär beeinträchtigen können. Patienten mit einer herabgesetzten Stereopsis haben Schwierigkeiten feine binokuläre Tiefeneindrücke auszuwerten. Entfernungen und Abstände in die Tiefe können aber in der Regel bei intakter monokulärer Tiefenwahrnehmung noch korrekt eingeschätzt werden (Zihl, 2009). Bei völligem Verlust der Stereopsis (Astereopsis) in Verbindung mit dem Verlust der monokulären Tiefenwahrnehmung erlebt der Patient die Welt „flach wie ein Bild“: die Stufen einer Treppe erscheinen z.B. wie ein zweidimensionales geometrisches Muster, Gesichter erscheinen

völlig verändert, da ihnen die Plastizität fehlt und dreidimensionale Objekte erscheinen zweidimensional (Zihl, 2009; Zihl, 2011a). Im Alltag zeigen sich häufig Probleme beim Treppensteigen sowie beim Greifen nach Objekten (Koh et al., 2008; Miller et al., 1999; Turnbull et al., 2004) aber auch in der Objektwahrnehmung (Mikropsie / Makropsie; Zihl, 2009).

### **2.2.10. Balint-Syndrom**

Das *Balint-Syndrom*, auch *Balint-Holmes-Syndrom* genannt, ist benannt nach seinem Erstbeschreiber Rezso Balint (1909). Es stellt eine Sonderform einer visuell-räumlichen Auffassungsstörung dar (Nideggen & Jörgens, 2005) und besteht aus einer Kombination von visuellen Symptomen (Zihl, 2011b). Diese umfassen räumliche und möglicherweise auch zeitliche Einschränkungen des visuellen Aufmerksamkeitsfeldes und damit auch der visuellen Verarbeitung und Wahrnehmung, Defizite der visuell-räumlichen Lokalisation und Orientierung sowie Störungen der Tiefenwahrnehmung (Moreaud, 2003; Pierrot-Deseilligny et al., 1986; Rizzo & Vecera, 2002).

Das Syndrom ist charakterisiert durch folgende Symptome (nach Zihl, 2011b):

- *Simultanagnosie*: Als Folge des eingeschränkten visuellen Aufmerksamkeitsfeldes kann der Patient im Extremfall nicht mehr als einen visuellen Reiz gleichzeitig wahrnehmen. Die Simultanagnosie kann sich dabei auf Objekt- („ventrale“ Simultanagnosie) oder Raummerkmale („dorsale“ Simultanagnosie) oder beides beziehen (Karnath et al., 2000; Robertson et al., 1997).
- *Okulomotorische Apraxie*: Schwierigkeiten willentlich gesteuerte Blickbewegungen durchzuführen.
- *Optische oder visuomotorische Ataxie*: Unfähigkeit visuell gesteuerte Bewegungen der Extremitäten auszuführen.
- Störung der räumlichen Wahrnehmung und Orientierung (Rafal, 2001).

Als Konsequenz sind die Patienten in visuell geführten okulomotorischen sowie handmotorischen Aktivitäten, in räumlich-konstruktiven Tätigkeiten, in der räumlichen Orientierung, der Wiedererkennung und dem Lesen schwer beeinträchtigt (Ghika et al., 1998; nach Zihl, 2011b). Zudem zeigen diese Patienten eine schwere visuelle Desorientierung und Einschränkungen in der Tiefenwahrnehmung, entweder als sekundäre Folge der Aufmerksamkeitsdefizite und okulomotorischen Störungen oder aufgrund assoziierter visueller Defizite (Zihl, 2011b). Neben einer voll ausgeprägten Symptomatik des

Syndroms bestehen auch minderschwere Formen (Hecáen & de Ajuriaguerra, 1954). Zudem kann sich die räumliche Lokalisierungsstörung auch auf akustische Reize beziehen (Phan et al., 2000). Das Balint-Syndrom ist typischerweise Folge einer bilateralen parieto-okzipitalen Schädigung unter Einbezug okzipito-frontaler und parieto-frontaler Faserverbindungen (Rizzo & Vecera, 2002), einer bilateralen posterioren Hirnatrophie oder Alzheimer Demenz (Mendez, 2000). Nach Schlaganfall tritt das Balint-Syndrom mit einer Inzidenz von 2% (Gloning et al., 1968) selten auf. Auch Zihl (2011b) beschreibt eine Häufigkeit von 1,7% bei 1216 Patienten mit erworbenen zerebralen visuellen Störungen. Bei degenerativen Erkrankungen ist das Syndrom mit 30% deutlich häufiger zu beobachten (Rizzo, 1993).

### **2.2.11. Neglect**

Bei manchen Patienten nach erworbener Hirnschädigung ist zu beobachten, dass sie sich verhalten, als existiere eine Seite des Raumes oder des eigenen Körpers nicht mehr. Sie reagieren nicht, wenn sie von dieser Seite angesprochen werden, vernachlässigen eine Körperseite beim Waschen, Rasieren oder Ankleiden und übersehen Personen oder stoßen an Gegenstände an, die sich in dieser Raumhälfte befinden. Diese Nichtbeachtung von Reizen auf der kontraläsionalen Raum- und Körperhälfte bzw. der verminderte Einsatz der Extremitäten dieser Körperhälfte wird als *Neglect* (synonym: Hemineglect, halbseitige Vernachlässigung, halbseitige Aufmerksamkeitsstörung) bezeichnet (Kerkhoff 2004).

Während man früher mit der Bezeichnung Neglect synonym den visuellen Neglect meinte, betrachtet man gegenwärtig den Neglect differenzierter und schließt verschiedene Sinnesmodalitäten und Raumsektoren ein (Halligan & Marshall, 1994, 1998). Dabei können unterschiedliche Sinneskanäle in einem Halb- oder Körperraum von betroffenen Patienten vernachlässigt werden: Sehen (visueller Neglect), Hören (auditorischer Neglect), Fühlen (taktile Neglect), die Motorik (motorischer Neglect) und die räumliche Vorstellung (repräsentationaler Neglect). Man spricht deswegen auch häufig von einem Neglect-Syndrom. Tabelle 9 gibt einen Überblick über die unterschiedlichen Sinnesmodalitäten und Raumsektoren des Neglect-Syndroms. Eine ausführliche Beschreibung der unterschiedlichen Sinnesmodalitäten und Raumsektoren geben Kerkhoff (2004), Neumann et al. (2007) sowie Glocker & Neumann (2011).

**Tab. 9:** Sinnesmodalitäten und Raumsektoren des Neglect-Syndroms (modifiziert nach Neumann et al., 2007)

Modalität	Symptome	Raumsektoren
<b>visuell</b>	visuelle Explorationsstörung; Übersehen von Objekten kl*; reduzierter Überblick; Verschobene subjektive Geradeausrichtung; konjugierte Blickabweichung; Neglectdyslexie;	Fernraum (extrapersonal)
<b>auditorisch</b>	fehlende Orientierungsreaktion hin zu kl* Geräuschquellen oder fehlerhafte Orientierung il**; Sprecherwechsel werden nicht beachtet; problematische Lokalisation;	Fernraum (extrapersonal)
<b>motorisch</b>	Minderbenutzung der kl* Extremitäten; direktionale Hypokinese; motorische Impersistenz;	Greifraum (peripersonal)
<b>olfaktorisch</b>	Vernachlässigung kl* Gerüche;	Nahraum (personal/ peripersonal)
<b>somatosensibel</b>	Nichtbeachtung kl* Berührungs- und Schmerzreize; Allästhesien; taktile Explorationsstörung; Verschiebung der subjektiven taktilen Körpermitte	Ultranahraum (personal/ peripersonal)
<b>repräsentational</b>	defizitäres Absuchen innerer Vorstellungsbilder; beeinträchtigte Orientierung;	Vorgestellter Raum

\*: kl = kontraläsional; \*\*: il = ipsiläsional

Dass Neglectphänomene in den verschiedenen Modalitäten unabhängig voneinander auftreten können, zeigen Patienten mit Dissoziationen zwischen verschiedenen Neglectmodalitäten, die in einigen Studien nachgewiesen werden konnten (Barbieri & De Renzi, 1989; Beschin et al., 1997; Peru & Zapparoli, 1999; Buxbaum et al., 2004). Diese Dissoziationen rechtfertigen auch die Unterteilung des Raumes in verschiedene Raumsektoren. Einige Studien haben gezeigt, dass Neglect selektiv im Nahraum (Halligan & Marshall, 1991; Mennemeier et al., 1992) oder - ausgeprägter - im Fernraum (Cowey et al., 1994) auftreten kann. Derartige Dissoziationen sind aber selten (Guariglia & Antonucci, 1992) und meist abhängig von der gewählten Aufgabe (Keller et al, 2005). Neglect tritt meist im Nah- und Fernraum gleichermaßen auf (Pizzamiglio et al., 1989).

Klinisch hat sich Neglect als negativ prognostische Variable des Rehabilitationserfolges (Jehkonen 2002, Nys et al., 2005), der Länge des Aufenthaltes im Krankenhaus (Kalra et al. 1997) und der Rückgewinnung der Selbstständigkeit im alltäglichen Leben nach einem Schlaganfall erwiesen (Buxbaum et al. 2004). Als mögliche Ursache hierfür wird die häufig

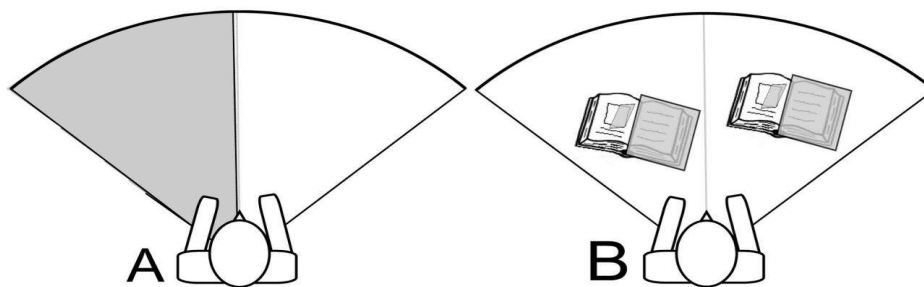
mit Neglect assoziierte Unawareness (vgl. Kapitel 2.4.3. Selbstwahrnehmung und Einsicht) diskutiert (Jehkonen et al., 2006; Orfei et al., 2007). Diese bewirkt, dass die Patienten ihre Funktionsdefizite unterschätzen und eine geringere Motivation und Compliance für die Therapie zeigen (Vossel, 2010). Das Neglect-Syndrom wirkt sich auf viele Bereiche des alltäglichen Lebens der Patienten, wie Anziehen, Körperpflege, Essen, Lesen und Schreiben nachteilig aus.

Bowen und Kollegen (1999) stellen in einer Übersichtsarbeit fest, dass die Häufigkeit für das Auftreten einer Neglectsymptomatik nach rechtshemisphärischen Schädigungen größer ist als nach linkshemisphärischen Läsionen und dass der Neglect nach rechtshemisphärischer Läsion stärker zur Chronifizierung neigt. In der Akutphase schwanken Angaben bezüglich der Prävalenz je nach Studie beispielsweise von 43% versus 20% (Ringman et al, 2004) und 26,2% versus 2,4% (Becker & Karnath, 2007) nach rechts- versus linkshemisphärischen Läsionen. In der chronischen Phase (> 3 Monate nach der Läsion) kann davon ausgegangen werden, dass etwa ein Drittel der rechtshemisphärisch und ein Achtel der linkshemisphärisch geschädigten Patienten einen Neglect aufweisen (Kerkhoff 2004). Hamilton et al. (2008) konnten zeigen, dass alle Neglectpatienten mit einem multimodalen Neglect nach mindestens 3 Wochen nur noch unimodal betroffen waren.

Bezüglich der neuroanatomischen Lokalisation des Neglects wurden in der Vergangenheit eine Reihe unterschiedlicher Hirnregionen diskutiert. Kortikale Strukturen, die häufig mit Neglect assoziiert werden, sind Bereiche des lateralen prämotorischen Kortex, des inferioren Frontalkortex sowie des inferioren Parietalkortex (Ringman et al., 2004; Vallar, 2001). Dabei wurde auch der superiore temporale Gyrus mit Neglect in Verbindung gebracht (Karnath et al., 2001). Bei Ischämien im rechten Medialstromgebiet ist am häufigsten der Gyrus angularis im inferioren parietalen Kortex von der Läsion betroffen (Mort et al., 2003). Aufgrund der Heterogenität der Befunde wird in neueren Studien zunehmend die Rolle einer Diskonnektion kortikaler Netzwerke thematisiert (Vossel et al., 2010). Dabei scheint die Schädigung der Faserbahnen zwischen frontalen und parietalen Arealen (insbesondere der superioren longitudinalen Fasciculi) eine wahrscheinliche Ursache für die Entstehung des Neglects zu sein (Bartolomeo et al., 2007; Doricchi et al., 2008; Thiebaut de Schotten et al., 2005; Urbanski et al., 2008). Jüngere neuroanatomische Studien (Golay et al. 2008; Verdon et al. 2010) zeigen, dass es Unterschiede in den Schwerpunkten der Defizite bei Patienten mit visuellem Neglect gibt: So zeigen Patienten mit eher inferioren parietalen Schädigungen (v.a. Gyrus supramarginalis mit Ausdehnung in die darunterliegende weiße Substanz) insbesondere eine egozentrische visuell-räumliche/perzeptive Vernachlässigung. Andere

Patienten mit eher anterior betonten Läsionen (Gyrus frontalis inferior und medialis, anteriorer dorsolateraler Präfrontalkortex und die darunterliegende weiße Substanz), zeigen einen egozentrischen visuellen Neglect bei der aktiven visuell-taktilen Exploration des Raumes (visuo-motorische/explorative Defizite). Allozentrische, objekt- bzw. stimuluszentrierte Symptome des Neglects werden mit temporalen Läsionen in Verbindung gebracht (Gyrus temporalis medialis, Gyrus parahippocampalis und die darunter liegende weiße Substanz).

Das Erscheinungsbild des Neglects nach linkszerebraler Läsion unterscheidet sich auch qualitativ von dem nach rechtshemisphärischer Schädigung (vgl. Abb. 5). Letzterer zeigt das Bild einer egozentrischen Vernachlässigung (viewer-centered neglect), vernachlässigt wird die linke Raumhälfte. Der Grad der Vernachlässigung nimmt graduell ab je weiter sich der Reiz in den ipsiläsionalen Halbraum bewegt. Der Neglect nach linkszerebraler Schädigung zeigt weitaus häufiger allozentrische Defizite und bezieht sich auf das relevante Objekt (stimulus-centered neglect), unabhängig von dessen Position im Raum (Kleinman et al. 2007).



**Abb. 5:** Egozentrischer visueller Neglect nach rechtshemischer Schädigung (A) versus allozentrischer visueller Neglect in Folge linkshemisphärischer Läsion (B) (aus Glocker & Neumann, 2011).

## 2.2.12. Periphere Dyslexie aufgrund zerebraler Sehstörungen

Lesen ist eine komplexe Fähigkeit. Jegliche Störung in der visuellen, der lexikalisch-semanticen oder der phonologischen Verarbeitungsstufe kann zu gravierenden Beeinträchtigungen in der Lesefähigkeit führen. Es sind eine Reihe qualitativ und quantitativ unterscheidbarer Lesestörungen in Folge einer Hirnschädigung bekannt (einen Überblick geben: Ellis & Young, 1996; Hillis & Caramazza, 1992; Shallice, 1988; nach Schuett et al., 2008). Während aphasische Lesestörungen auf der Ebene lexikalischer und post-lexikalischer Prozesse angesiedelt sind, beziehen sich die sogenannten peripheren Lesestörungen (Dyslexien) aufgrund zerebraler Sehstörungen auf prälexikalische, visuelle Verarbeitungsstufen. Gesichtsfeldstörungen, Minderungen der Sehschärfe, Störungen der

Kontrastsensitivität, der visuellen Adaptation oder der Raumwahrnehmung sowie zerebrales Verschwommensehen und Einschränkungen des Aufmerksamkeitsfeldes wie bei Neglect oder Balint-Syndrom beeinträchtigen ebenso wie die Überlagerung durch visuelle Reizerscheinungen und Halluzinationen die visuelle Verarbeitung beim Lesen (Baylis et al., 1994; De Luca et al., 1996; Hess, et al., 1990; Ptak et al. 2011; Vallar et al., 2010; Zihl, 1995; Zihl & Kerkhoff, 1990; Zihl & von Cramon, 1986).

Unter diesen visuell bedingten Lesestörungen ist die aufgrund eines parafovealen Gesichtsfeldverlusts beruhende hemianope Dyslexie die häufigste Lesestörung aufgrund einer zerebralen Sehstörung (Zihl & v. Cramon, 1986). Ca. 15% der Patienten in stationären neurologischen Rehabilitationseinrichtungen zeigen eine Lesestörung aufgrund eines Gesichtsfeldausfalls (Kerkhoff, 1999). Charakteristisch für eine derartige Lesestörung ist eine reduzierte Lesegeschwindigkeit. Die Patienten machen relativ wenige Lesefehler. Gelegentliche Fehler zeigen sich als Auslassungen von Buchstaben, Silben und auch kurzen Wörtern. Zudem komplettieren die Patienten nicht vollständig gelesene Wörter mit sinnhaften Anfangs- oder Endsilben (Schuett et al., 2008). Die Leseleistungen unterscheiden sich nach Lateralität des Gesichtsfeldausfalls, da der für das Lesen relevante Gesichtsfeldbereich („Lese Fenster“) asymmetrisch ist. Im „westlichen“ Kulturkreis ist das Lese Fenster rechts vom Fixpunkt größer als links davon, da die Leserichtung von links nach rechts ist. Der Leseprozess ist von einem rechtsseitigen Gesichtsfeldausfall daher stärker beeinträchtigt als von einem linksseitigen (Kerkhoff et al., 2007). Das Lesetempo ist stärker reduziert, da eine erhöhte Anzahl an Fixationen beim Abtasten einer Zeile notwendig ist (Leff et al., 2000). Patienten mit linksseitiger Gesichtsfeldstörung benötigen ca. doppelt so lange zum Lesen eines Textes (Lesegeschwindigkeit: 78 Wörter pro Minute) wie gesunde Kontrollpersonen (Lesegeschwindigkeit: 174 Wörter pro Minute; Zihl, 2000). Lesefehler bestehen überwiegend aus Auslassungen von Wortanfängen sowie von kurzen Wörtern insbesondere am Zeilenanfang (Zihl, 1995). Bei Patienten mit einem rechtsseitigen Gesichtsfeldausfall ist die Lesegeschwindigkeit im Durchschnitt auf 56 Wörter pro Minute reduziert (Zihl, 2000). Zudem machen die Betroffenen dreimal so viele Lesefehler wie Patienten mit linksseitigem Gesichtsfeldausfall (Zihl, 1995). Diese Fehler bestehen überwiegend aus Auslassungen und Ersetzungen von Wortendungen und kleinen Wörtern insbesondere am Zeilenende (Schuett et al., 2008). Neben der Lateralität der Gesichtsfeldstörung spielt auch die Schwere des parafovealen Gesichtsfeldverlusts eine entscheidende Rolle: Bei einem parafovealen Restgesichtsfeld von weniger als 3° ist die Lesegeschwindigkeit bei linksseitigem Ausfall auf 53 Wörter pro Minute reduziert. Bei einem Restgesichtsfeld von mehr als 5° beträgt die



Lesegeschwindigkeit 124 Wörter pro Minute. Analog zeigen Patienten mit rechtsseitigem Gesichtsfeldverlust bei einem Restgesichtsfeld von mehr als 5° eine Lesegeschwindigkeit von 98 Wörtern pro Minute und von 43 Wörtern pro Minute bei weniger als 3° (Zihl, 2000). Die anatomische Grundlage einer hemianopen Dyslexie liegt in einer links- oder rechtsseitigen Läsion des striären Kortex oder der geniculostriären afferenten Bahnen der Repräsentation des parafovealen Gesichtsfeldbereichs. Die Ursache für schwere und chronische Beeinträchtigungen wird aber in Läsionen der reziproken Faserverbindungen, die visuelle Areale mit parietalen, frontalen und temporalen sowie subkortikalen Arealen verbinden, gesehen. Diese sind in die Kontrolle der visuell-räumlichen Aufmerksamkeit sowie der Koordination der Blickbewegungen bei der Textverarbeitung involviert (Schuett et al., 2008).

Vor allem nach rechtshemisphärischer Schädigung ist die *Neglectdyslexie* eine häufige Form der Lesestörung. Die Betroffenen zeigen Auslassungen von Wörtern auf der linken Seite einer Vorlage und am Zeilenanfang oder lassen ganze Zeilen aus. Einzelne Wortteile werden hingegen seltener vernachlässigt. Diese Art der Vernachlässigung tritt vor allem beim Lesen von Zahlen und längeren, zusammengesetzten Wörtern auf (Kerkhoff, 2004). Lee et al. (2009) berichten von einer Prävalenz von 22,5% in einer Stichprobe von 138 rechtshemisphärisch geschädigten Patienten. Nach linkshemisphärischer Schädigung ist eine Neglectdyslexie eher selten (Vallar et al., 2010). Eine Neglectdyslexie kann von anderweitigen Neglectsymptomen dissoziieren (Lee et al. 2009, Vallar et al., 2010). Die Schwere einer bestehenden Neglectsymptomatik ist allerdings trotzdem ein wichtiger Prädiktor für das Auftreten einer Lesestörung (Lee et al., 2009). Studien zeigen, dass eine Neglectdyslexie unabhängig von egozentrischen Koordinaten ist. Sie spiegelt eine Störung der allozentrischen Repräsentation wider (Ptak et al., 2011). Als kritische Läsionslokalisation für die Entstehung einer Neglectdyslexie wird das temporo-parietale Übergangsgebiet (Gyrus parietalis inferioris/Gyrus temporalis superioris) als Teil des ventralen visuellen Verarbeitungspfad (Lee et al., 2008; Ptak et al. 2011; Vallar, 2010) teilweise in Kombination mit dem Gyrus lingualis und Gyrus fusiformis (Lee et al., 2008) gesehen.

Insgesamt zeigen Patienten mit zerebralen Sehstörungen beim Lesen eines Textes oder einzelner Wörter Unterschiede in der Symptomatik, abhängig von der jeweiligen zugrundeliegenden Beeinträchtigung. Es zeigen sich qualitative und quantitative Unterschiede in der Lesegeschwindigkeit sowie den Lesefehlern. Eine Erfragung und Untersuchung der Lesefähigkeit kann aufgrund dessen wichtige Rückschlüsse auf das Vorhandensein sowie die Form einer zerebralen Sehstörung geben.

## **2.3. Untersuchung zerebraler Sehstörungen**

Zihl und v. Cramon (1986) beschreiben zwei Datenquellen zur Erkennung und Beschreibung von zerebralen visuellen Wahrnehmungsstörungen:

- Eine gezielte Diagnostik und experimentell erzielte Daten.
- Die Erhebung eigen- und fremdanamnestischer Daten.

### **2.3.1. Diagnostik und experimentelle Untersuchungen**

Die Diagnostik zerebraler visueller Wahrnehmungsstörungen sollte nicht beschränkt sein auf die Untersuchung von Leistungsbereichen, von denen angenommen wird, dass diese aufgrund der Hirnschädigung beeinträchtigt sind. Lediglich die Untersuchung aller wesentlichen Sehleistungen erlaubt eine valide Aussage über den Leistungsstand bzw. die Defizite eines Patienten (Zihl & v. Cramon, 1986). Der Einsatz experimenteller Verfahren übersteigt dabei häufig aufgrund der Zeitintensität und des erforderlichen apparativen Aufwands den Rahmen einer routinemäßigen klinischen Untersuchung. Im Einzelfall kann ein experimentelles Vorgehen allerdings wichtige Hinweise auf den Leistungsstand eines Patienten geben (Zihl & v. Cramon, 1986). Eine umfassende Diagnostik, möglicherweise unter Einbezug experimenteller Verfahren, ist von erheblichen zeitlichen Umfang. Zur Erfassung der unterschiedlichen visuellen Wahrnehmungsstörungen stehen dabei eine Reihe verschiedenster Verfahren zur Verfügung. Die in der aktuellen Studie eingesetzten Verfahren werden in dem Kapitel zur Methodenbeschreibung eingehend erläutert.

### **2.3.2. Eigen- und fremdanamnestische Daten**

Bei der Untersuchung vieler neuropsychologischer Funktionsbereiche kommen eigen- und fremdanamnestische Verfahren insbesondere zur Erfassung subjektiv erlebter Alltagsprobleme zum Einsatz. Die größte Anzahl standardisierter Verfahren liegt dabei für den Bereich der Gedächtnisleistungen vor (Überblick in Schelling et al., 2009). Daneben existiert beispielsweise der „Fragebogen erlebter Defizite der Aufmerksamkeit“ (FEDA; Sturm, 2005; Zimmermann et al., 1991 zitiert nach Sturm, 2005, S. 54) zur eigen- und fremdanamnestischen Erfassung aufmerksamkeitsbezogener Alltagsprobleme sowie der „Beobachtungsbogen für räumliche Störungen,“ (BRS; Neumann et al., 2007; Neumann et al., 2008) zur fremdanamnestischen Erhebung der Alltagsleistungen von Patienten mit Neglect und damit assoziierten Störungen wie räumlich-perzeptiven Defiziten und Unawareness. Zur eigenanamnestischen Erfassung von visuellen Wahrnehmungsstörungen bietet sich die von

Kerkhoff et al. (1990) entwickelte und in der vorliegenden Studie verwendete Anamnese zerebral bedingter Sehstörungen an (vgl. Anhang A).

Anamnestische Daten entsprechen zwar nicht den Kriterien einer systematischen wissenschaftlichen Beobachtung. Die auf diese Weise erhobenen Daten können aber wichtige Hinweise auf die Funktionsdefizite eines Patienten und insbesondere auf sein Verhalten und Erleben im Alltag liefern. Sie stellen somit eine wichtige Grundlage zur Hypothesenbildung für eine nachfolgende ausführliche Objektivierung und Isolierung der Leistungsdefizite mittels standardisierter Verfahren dar (Zihl & v. Cramon, 1986). Zudem geben sie Hinweise auf eine mögliche mangelnde Einsicht in eine bestehende Störung und bilden eine Grundlage, um mit dem Patienten relevante Alltagsziele für die Therapie zu formulieren.

Anamnestische Daten geben keinen eindeutigen Rückschluss auf die betroffenen visuellen Wahrnehmungsleistungen und den Schweregrad der bestehenden Störung, da Patienten normalerweise nicht den Ausfall beschreiben, sondern dessen subjektiv erlebte Auswirkungen im Alltag. Ein indirekter Rückschluss auf die Form der zerebralen Sehstörung ist aber häufig möglich (Zihl & v. Cramon, 1986):

*Wenn ein Patient beispielsweise nach einem linksseitigen Posteriorinfarkt berichtet, er sehe auf dem rechten Auge nicht mehr gut und stoße des öfteren an Hindernisse und Türrahmen an, dann ist dies als Hinweis auf eine rechtsseitige homonyme Hemianopsie zu werten.*

Um mittels einer Befragung verwertbare Ergebnisse zu erzielen ist eine systematische Befragung von Seiten des Untersuchers von entscheidender Bedeutung (Zihl & v. Cramon, 1986). Zihl und v. Cramon sehen eine derartige Befragung als „[...] in jedem Fall notwendig [...]“ an, „[...] weil sie dem Untersucher Aufschluss darüber geben kann, unter welcher Form von Sehbehinderung der Patient selbst leidet und welche Einsicht er in diese Behinderung hat. Außerdem ergeben sich oft erst aufgrund einer detaillierten Befragung Hinweise auf seltenere Störungen (z.B. Verlust der Entfernungsschätzung, der Farbunterscheidung oder der Gesichtererkennung), die dann systematischer untersucht werden können. [...] Die systematische Erhebung der Eigen- und Fremdanamnese kann dann ohne jeden Zweifel ein wertvolles »screening« darstellen, das jeder Funktionsdiagnostik vorausgehen sollte.“ (Zihl & v. Cramon, 1986, S.17).

### **2.3.3. Awareness (Selbstwahrnehmung und Einsicht)**

Die Übereinstimmung zwischen subjektiven Selbstaussagen und objektiven Testergebnissen ist teilweise gering (McGlynn & Schacter, 1989; Prigatano & Schacter, 1991). Eine mögliche Ursache hierfür ist, dass die Awareness (Einsichtsfähigkeit) eines Patienten in seine zerebral bedingten visuellen Wahrnehmungsdefizite in Abhängigkeit von der Störung, der zugrundeliegenden Läsion sowie dem Akutheitsgrad im Krankheitsverlauf nicht immer adäquat ist. Dies kann Folge einer bestehenden Anosognosie / Anosodiaphorie oder anderweitiger kognitiver Leistungseinbußen sein, die häufig mit bestimmten zerebralen Sehstörungen (z.B. Neglect) assoziiert sind. Zudem wird die Awareness auch von der Affektlage des Patienten sowie dessen Persönlichkeit beeinflusst.

#### *2.3.3.1. Unawareness (Anosognosie)*

Die „[...] Fähigkeit eines hirngeschädigten Patienten, Defizite als Folge der Hirnschädigung an sich selbst wahrzunehmen sowie deren Konsequenzen für sich vor auszusehen [...]“ wird als Awareness bezeichnet (Kerkhoff, 2004, S.15). Die Unawareness (synonym: Anosognosie) bezeichnet den Mangel an Einsicht oder die Unterschätzung eines spezifischen Defizits einer sensorischen, perzeptiven, motorischen, affektiven oder kognitiven Funktion, verursacht durch eine Hirnschädigung (Orfei et al., 2007). Die Wahrnehmung einer zerebralen Sehstörung kann dabei von einer völligen Einsicht mit detaillierten Beschreibungen bezüglich der Alltagsprobleme bis hin zu einer vollständigen Negierung einer Behinderung reichen. Nach Ergebnissen der Studie von Koehler et al. (1986) wurde ein Gesichtsfeldausfall von 89% der Patienten mit rechtsseitigen Läsionen in der akuten Phase geleugnet. Für Patienten mit linksseitigen Läsionen lag der Anteil für eine Unawareness bei 70%. Manche Patienten bemerken ihre Sehprobleme gar nicht, andere schreiben die wahrgenommenen Alltagsprobleme externen Faktoren wie schlechten Lichtverhältnissen, ungewohnter Umgebung oder „seltsamen, sinnlosen“ Texten zu (Zihl, 2011a). Patienten mit einer Hemiamblyopie oder Hemiachromatopsie berichten im Gegensatz dazu spontan über ihre veränderte visuelle Wahrnehmung: Die Umgebung auf der betroffenen Seite wird oft als grau, wie durch einen „Nebel“ oder „Schleier“ oder wie in einem „Schwarz-Weiß-Fernseher“ beschrieben (Zihl, 2011a). Auch Patienten mit einer reduzierten Sehschärfe, Kontrastwahrnehmungsstörung oder visuellen Adaptationsproblemen berichten häufig spontan über ihre Defizite. Findet eine systematische Befragung mindestens 2 Wochen nach der Schädigung statt, dann berichten auch die meisten hemianopischen Patienten ohne einen Neglect adäquat visuell bedingte Lese- und

Orientierungsstörungen (Kerkhoff, 2004). In der Studie von Kerkhoff et al. (1990) berichten von 224 Patienten lediglich 1,4% der linkshemisphärisch, 17,3% der rechtshemisphärisch sowie 13,5% der bilateral/diffus geschädigten Patienten keine oder falsche Ursachen für ihren Gesichtsfeldausfall. Das häufigere Auftreten einer mangelnden Awareness (Unawareness) nach rechtshemisphärischen Läsionen wurde auch von Jehkonen und Kollegen (2006) in einer Literaturübersicht festgestellt. Sie berichten zudem, dass eine Unawareness häufig mit Neglect assoziiert ist und sich negativ auf den Rehabilitationserfolg der Patienten auswirkt.

Als weitere, kognitive Risikofaktoren für die Entstehung einer Unawareness gelten exekutive Störungen (Planen und Problemlösen), sowie ein höheres Lebensalter. Letzteres ist vermutlich mit einer generell verminderten allgemeinen kognitiven Leistungsfähigkeit assoziiert. Auch sensorisch-perzeptive sowie emotionale Beeinträchtigungen sind als Risikofaktoren für das Entstehen einer Unawareness zu nennen. Das Ausmaß an Alltagserfahrungen scheint zur Aufrechterhaltung oder Besserung der Symptomatik ebenso beizutragen (Kerkhoff, 2003a).

Aufgrund unterschiedlicher Läsionslokalisationen, die mit einer Unawareness für eine Hemianopsie und Hemiplegie in Verbindung gebracht werden können, kann von einem modular organisierten und weitläufig verzweigten Awareness-System ausgegangen werden (Kerkhoff, 2003a; Orfei et al., 2007). Celesia et al. (1997) geben als kritischen Läsionsort für eine Unawareness von Gesichtsfeldausfällen vor allem großräumige parieto-temporale Läsionen im Medialstromgebiet an. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen Starkstein und Kollegen (1992). Sie fanden eine signifikant erhöhte Auftretenshäufigkeit für eine Unawareness nach rechtsseitigen Läsionen, die parieto-temporale Verbindungen, den Thalamus und die Basalganglien mit einschließen. Orfei und Kollegen (2007) beschreiben als kritische Läsionen ebenfalls rechtshemisphärische Schädigungen insbesondere des präfrontalen und parieto-temporalen Kortex sowie der Insel und des Thalamus.

McGlynn und Schacter (1989) beschreiben ein Phasenmodell der (Un-)Awareness. Dieses Modell beschreibt das Störungsbild als einen dynamischen Prozess welcher sich in vier Phasen unterteilen lässt. Die Übergänge zwischen den Phasen sind dabei fließend. Sie lassen sich im Einzelnen wie folgt unterscheiden:

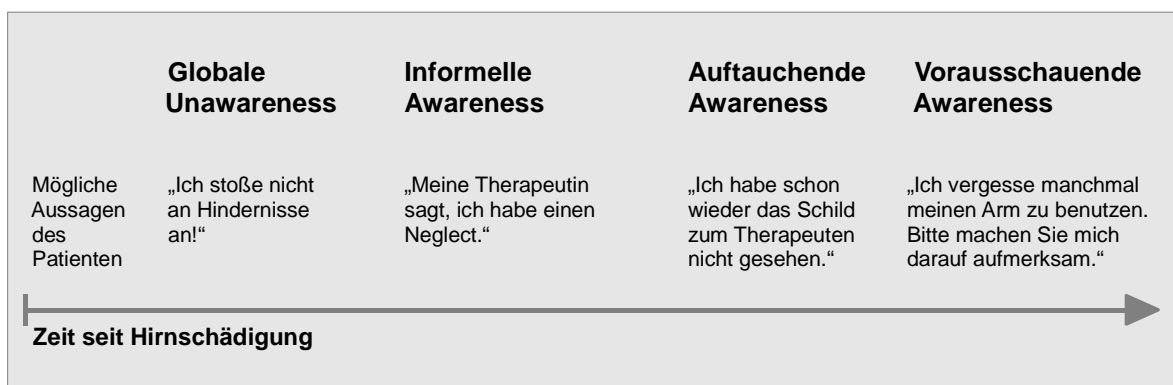
**Globale Unawareness** beschreibt das Nichtwahrnehmen bzw. das Leugnen einer Störung, wie einer Hemianopsie. Bei Demonstration des Defizits durch andere, reagiert der Patient überrascht.

**Informelle Awareness** beschreibt die Phase, in der ein Patient in der Lage ist, sein Defizit verbal zu berichten. Er ist jedoch nicht in der Lage, auf die Demonstration seines Defizits durch andere, angemessen zu reagieren.

**Auftauchende Awareness** beschreibt den Zustand eines Patienten, der zwar in dem Moment in dem Schwierigkeiten mit z.B. einem eingeschränkten Gesichtsfeld auftreten, diese Probleme wahrnimmt, für sich aber keine Konsequenzen daraus ableiten kann.

**Vorausschauende Awareness** beschreibt die Fähigkeit eines Patienten, sein Defizit im Bewusstsein zu halten und es im Alltag zu berücksichtigen. Es werden Konsequenzen aus den Beeinträchtigungen gezogen und deren Auswirkungen vorausgesehen.

Im folgenden ist eine Abbildung des Phasenmodells der (Un-) Awareness von McGlynn und Schacter (1989) in Anlehnung an Kerkhoff (2004) dargestellt.



**Abb. 6:** Phasenmodell der (Un-)Awareness von McGlynn und Schacter (1989) (modifiziert nach Kerkhoff, 2004).

### 2.3.3.2. Anderweitige kognitive Leistungseinbußen

Neben einer Anosognosie für eine bestehende zerebrale Sehstörung sind bei der Erhebung eigenanamnestischer Daten von Patienten auch anderweitige kognitive Leistungseinbußen zu beachten. Nys et al. (2005) konnten bei einem Drittel der Schlaganfallpatienten langfristig bestehende kognitive Einbußen nachweisen. Diese Einschränkungen können die Selbstwahrnehmungs- sowie die Auskunftsfähigkeit beeinflussen und damit eine systematische Befragung behindern. Zihl und v. Cramon (1986) beschreiben in diesem Zusammenhang vor allem *allgemeine Leistungseinbußen*, die als unspezifische Begleiterscheinungen vor allem in der Frühphase nach einer Hirnschädigung eine adäquate Auskunftsfähigkeit bezüglich der eigenen Defizite erschweren: Verminderung der Aktivierung, Verlangsamung, herabgesetzte Belastbarkeit und Interferenzanfälligkeit.

Eine Schädigung im Bereich des Okzipitallappens kann zudem neben einer zerebralen Sehstörung auch anderweitige *spezifische neuropsychologische Defizite* zur Folge haben. Posteriorinfarkte können beispielsweise auch zu Gedächtnisstörungen führen, da gedächtnisrelevante Strukturen wie der (Para-) Hippocampus, die Fornix und der Gyrus parahippocampalis von Ästen der hinteren Hirnarterie mitversorgt werden (Zihl & v. Cramon, 1986). Patienten nach linkshemisphärischer Schädigung und einer rechtsseitigen homonymen Hemianopsie leiden zudem oft an einer Aphasie. Husain und Rorden (2003) betonen das Auftreten von nicht-lateralisierten Defiziten wie Störungen der selektiven Aufmerksamkeit, der Daueraufmerksamkeit sowie der räumlichen Arbeitsgedächtnisleistungen nach rechtshemisphärischer Schädigung im Versorgungsbereich der Arteria cerebri media. Diese beeinflussen das Ausmaß einer Neglectsymptomatik sowie einer adäquaten Wahrnehmung gegebener Beeinträchtigungen zusätzlich.

#### **2.3.3.3. Affektlage und Persönlichkeit**

Die Wahrnehmung bzw. Einsicht in ein bestehendes Defizit sowie die Auskunftsfähigkeit über erlebte Einschränkungen kann auch von der Affektlage und der Persönlichkeit des Patienten beeinflusst werden. Bezüglich beider Faktoren ist bekannt, dass sie das selbstinitiierte Verhalten, die Entwicklung, Akzeptanz und den Einsatz von Coping-Strategien beeinflussen (Aben et al., 2002).

#### **2.3.4. Zusammenfassende Beurteilung anamnestischer Daten**

Die Erhebung eigen- und fremdanamnestischer Daten kann als wichtiger Faktor bei der Beurteilung einer zerebralen Sehstörung gewertet werden. Direkte Rückschlüsse auf die zugrundeliegende Störung sind aufgrund einer systematischen Befragung zwar nicht möglich, es können aber wichtige Informationen über das Erleben und die Awareness des Patienten sowie dessen Alltagsprobleme erfasst werden. Mittels der erhobenen Daten können indirekte Rückschlüsse auf die Art der zerebralen Sehstörung gezogen werden und wichtige Hinweise insbesondere auf seltene visuelle Wahrnehmungsstörungen erfasst werden. Eine möglichst systematische und standardisierte Anamnese stellt somit eine wichtige Grundlage für eine nachfolgende umfangreiche und damit auch zeitaufwendige Diagnostik mittels standardisierter Verfahren dar und sollte in jedem Fall der ausführlichen Diagnostik vorausgehen. Bei der Interpretation der Ergebnisse müssen allerdings dringend das allgemeine kognitive Leistungsniveau sowie zusätzlich bestehende spezifische neuropsychologische Defizite insbesondere eine mangelnde Awareness berücksichtigt werden.

### 3. Die Anamnese zerebral bedingter Sehstörungen: Fragestellung und Ziele der Untersuchung

Um eine systematische standardisierte Befragung von Patienten mit zerebralen Sehstörungen zu ermöglichen, entwickelten Kerkhoff et al. (1990) die Anamnese zerebral bedingter Sehstörungen (vgl. Anhang A). Diese besteht aus 10 Items, welche systematisch Symptome unterschiedlicher zerebraler Sehstörungen erfragen. Die Items lassen sich wie folgt unterschiedlichen visuellen Wahrnehmungsbereichen zuordnen:

- Item 1, 10:* Awareness des Patienten
- Item 2:* Lesestörungen als Folge zerebraler Sehstörungen
- Item 3:* Visuelle Explorationsstörung des Raumes
- Item 4:* Raumwahrnehmung, Tiefenwahrnehmung
- Item 5, 6:* Visuelle Adaptationsfähigkeit (Hell-, Dunkeladaptation)
- Item 7:* Sehschärfe, Kontrastsehen, zerebrales Verschwommensehen
- Item 8:* Farbsehen
- Item 9:* visuelle Reizerscheinungen, Illusionen

Kerkhoff und Kollegen (1990) führten eine erste Studie bezüglich der Anamnese zerebral bedingter Sehstörungen an 269 hirngeschädigten Patienten durch. Sie konnten anhand der subjektiven Angaben der Patienten zwischen 80 und 98% der später erhobenen objektiven Befunde korrekt vorhersagen. Die Beurteilerübereinstimmung zwischen zwei unabhängigen Interviewern wird von den Autoren als ausreichend gut ( $\Phi=0,84$ ) angegeben. Trotz der ermutigenden Ergebnisse dieser Pilotstudie bleiben einige Fragen ungeklärt. So war der Stichprobenumfang für Patienten mit nichtvaskulärer Ätiologie (Schädel-Hirn-Trauma) zu klein, um sichere Aussagen über die Brauchbarkeit des Anamnesebogens bei dieser Patientengruppe machen zu können. Auch waren in einzelnen Störungsbereichen die Gruppen zu klein, um aussagekräftige statistische Vergleiche durchführen zu können (z.B. zerebrales Verschwommensehen).

Das Ziel der vorliegenden Studie ist die Überprüfung des Anamnesebogens in einer deutlich größeren Stichprobe von 656 Patienten, darunter 461 Patienten mit zerebrovaskulären Erkrankungen und 110 Schädel-Hirn-Traumatikern. Nach einer Auswertung der Auftretenshäufigkeiten der unterschiedlichen visuellen Wahrnehmungsstörungen in der vorliegenden Stichprobe sowie in den Unterstichproben der Patienten mit zerebro-vaskulärer Erkrankung, mit Schädel-Hirn-Trauma, mit Hirntumor sowie mit zerebraler Hypoxie sollen Aussagen bezüglich der Gütekriterien Objektivität, Validität und Reliabilität sowie wichtiger



Nebengütekriterien gemacht werden. Zudem wird die Güte der Klassifizierung des Verfahrens (Sensitivität, Spezifität, positiver und negativer prognostischer Wert) beurteilt. Aussagen zur Differenzierungsfähigkeit des Anamnesebogens zwischen Gesichtsfeldstörungen sowie Neglectsymptomen werden in einer Post-hoc Analyse getroffen.

## 4. Stichprobencharakterisierung und Methodik

### 4.1. Untersuchungskollektiv

Insgesamt wurden für die vorliegende Studie 656 Patienten mit der Anamnese zerebral bedingter Sehstörungen befragt sowie mittels der in Kapitel 4.3. Untersuchungsmethoden beschriebenen Batterie aus neuroophthalmologischen und neuropsychologischen Testverfahren untersucht. Das Untersuchungskollektiv bestand aus 404 Männern (61,6%) sowie 252 Frauen (38,4%). Das mittlere Alter betrug 44,97 Jahre (Bereich: 11-81 Jahre; Standardabweichung = 14,92; Schiefe = -0,18; Kurtosis = -0,77). Die Hirnschädigung lag zum Zeitpunkt der Untersuchung im Durchschnitt 36,65 Wochen zurück (Bereich: 1-900 Wochen; Standardabweichung = 70,92; Schiefe = 6,20; Kurtosis = 52,14). 206 Patienten (31,4%) wiesen eine linkshemisphärische, 241 Patienten (36,7%) eine rechtshemisphärische und 209 Patienten (31,9%) eine diffus-disseminierte Läsion auf. Das Kollektiv teilte sich in 461 Patienten mit zerebralem Infarkt oder Blutung (70,3%), 110 Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma (16,8%), 33 Patienten mit Hirntumor (5,0%), 27 Patienten mit zerebraler Hypoxie (4,1%) sowie 25 Patienten mit sonstigen zerebralen Erkrankungen (3,8%) (vgl. Abbildung 7).

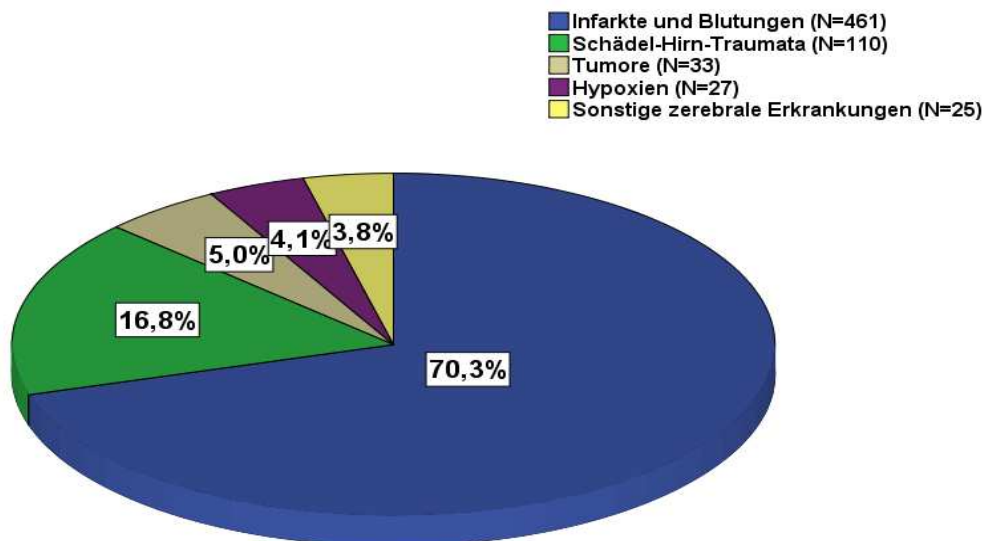


Abb. 7: Unterteilung des Patientenkollektivs nach Ätiologie

In den nachfolgenden Unterpunkten werden die einzelnen Teilstichproben, die nach Zugehörigkeit zu den unterschiedlichen Ätiologien gebildet wurden, charakterisiert. Tabelle 10 gibt einen Überblick über die Zusammensetzung dieser Teilstichproben.

**Tab. 10:** Vergleichende Darstellung der demographischen Daten der Teilstichproben, gebildet aufgrund der Ätiologie: CV = zerebro-vaskuläre Läsionen; SHT = Schädel-Hirn-Trauma; TU = Hirntumore; HX = Hypoxie; SO = sonstige Hirnläsionen.

	<b>Gesamt</b>	<b>CV</b>	<b>SHT</b>	<b>TU</b>	<b>HX</b>	<b>SO</b>
<b>Patientenzahl</b>	656	461	110	33	27	25
<b>Geschlecht</b>						
<i>männl.</i>	61,6%	62,5%	64,5%	39,4%	63,0%	60,0%
<i>Weibl.</i>	38,4%	37,5%	35,5%	60,6%	37,0%	40,0%
<b>Durchschnittsalter</b> (in Jahren)	44,97	49,37	31,74	35,30	41,93	38,08
<b>Zeit seit Läsion</b> (in Wochen)	36,65	32,08	45,70	63,64	44,11	37,56
<b>Lokalisation</b>						
<i>links</i>	31,4%	39,5%	5,5%	48,5%	3,7%	4,0%
<i>rechts</i>	36,7%	47,5%	5,5%	36,4%	0,0%	16,0%
<i>bilateral</i>	31,9%	13,0%	89,1%	15,2%	96,3%	80,0%

#### 4.1.1. Patienten mit zerebro-vaskulärer Läsion (CV)

Die Teilstichprobe der 461 Patienten mit Infarkt oder Blutung bestand aus 288 Männern (62,5%) sowie 173 Frauen (37,5%). Das Durchschnittsalter betrug 49,37 Jahre (Bereich: 11-81; Standardabweichung = 13,45; Schiefe = -0,42; Kurtosis = -0,17). Die Läsion lag im Mittel 32,08 Wochen zurück (Bereich: 1-620; Standardabweichung = 64,19; Schiefe = 5,84; Kurtosis = 40,17). Bei 182 Patienten (39,5%) lag eine linkshemisphärische Schädigung vor, bei 219 (47,5%) eine rechtshemisphärische und bei 60 (13,0%) bilaterale Läsionen.

#### 4.1.2. Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma (SHT)

Von den 110 Patienten mit einem Schädel-Hirn-Trauma waren 71 männlich (64,5%) und 39 weiblich (35,5%). Sie waren im Durchschnitt 31,74 Jahre alt (Bereich: 13-64; Standardabweichung = 12,81; Schiefe = 0,69; Kurtosis = -0,59). Seit der Hirnläsion waren zum Zeitpunkt der Untersuchung im Mittel 45,70 Wochen vergangen (Bereich: 1-364; Standardabweichung = 58,03; Schiefe = 2,94; Kurtosis = 10,36). 6 Patienten (5,5%) zeigten eine linkshemisphärische Schädigung, 6 (5,5%) eine rechtshemisphärische und 98 (89,1%) bilaterale Läsionen.

### **4.1.3. Patienten mit Hirntumor (TU)**

33 Patienten wurden nach einer tumorbedingten Operation in die Studie aufgenommen. Darunter waren 13 Männer (39,4%) und 20 Frauen (60,6%). Das Durchschnittsalter betrug 35,30 Jahre (Bereich: 19-54; Standardabweichung = 9,80; Schiefe = 0,04; Kurtosis = -0,68). Die Operation lag im Durchschnitt 63,64 Wochen zurück (Bereich: 2-900; Standardabweichung = 159,26; Schiefe = 4,89; Kurtosis = 25,51). Bei 16 Patienten (48,5%) lag eine linkshemisphärische Schädigung vor, bei 12 (36,4%) eine rechtshemisphärische und bei 5 (15,2%) eine bilaterale Schädigung.

### **4.1.4. Patienten mit zerebraler Hypoxie (HX)**

17 Männer (63,0%) und 10 Frauen (37,0%) zeigten eine Hirnschädigung aufgrund einer zerebralen Hypoxie. Die Patienten waren im Mittel 41,93 Jahre alt (Bereich: 23-71; Standardabweichung = 12,35; Schiefe = 0,38; Kurtosis = -0,15). Seit der Hirnläsion waren zum Zeitpunkt der Untersuchung im Durchschnitt 44,11 Wochen vergangen (Bereich: 4-320; Standardabweichung = 71,90; Schiefe = 2,79; Kurtosis = 8,29). 26 Patienten (96,3%) zeigten eine diffus-disseminierte Läsion. Lediglich ein Patient (3,7%) wies eine linkshemisphärische Schädigung auf. Kein Patient hatte eine ausschließlich rechtshemisphärische Läsion.

### **4.1.5. Patienten mit sonstiger Ätiologie (SO)**

Die 25 Patienten mit anderweitigen Ätiologien als oben beschrieben, teilten sich auf in 15 Männer (60,0%) und 10 Frauen (40,0%). Das Durchschnittsalter lag bei 38,08 Jahren (Bereich: 15-59; Standardabweichung = 14,43; Schiefe = -0,42; Kurtosis = -1,12). Die Hirnläsion lag im Mittel 37,56 Wochen zurück (Bereich: 4-170; Standardabweichung = 41,62; Schiefe = 2,40; Kurtosis = 5,70). Lediglich ein Patient (4,0%) hatte eine linkshemisphärische Schädigung und 4 Patienten (16,0%) eine rechtshemisphärische Läsion. 20 Patienten (80,0%) zeigten eine diffus-disseminierte Läsion.

## **4.2. Aufklärung und Einverständnis**

Alle teilnehmenden Patienten wurden vor der Anamneseerhebung und der anschließenden Untersuchung über die Studie sowie deren Ziele aufgeklärt. Die Teilnahme beruhte auf dem freiwilligen Einverständnis der Patienten in Übereinstimmung mit der Deklaration von Helsinki II (World Medical Association).

### **4.3. Untersuchungsmethoden**

Die Auswahl an diagnostischen Prozeduren erfolgte in Übereinstimmung mit der Studie von Kerkhoff et al. (1990). In den folgenden Kapiteln werden die eingesetzten Verfahren erläutert.

#### **4.3.1. Voruntersuchungen und Ausschlusskriterien**

Bei allen Patienten wurde ein orthoptischer und ophthalmologischer Status erhoben. Dieser beinhaltete die Messung der Sehschärfe für den Nah- (0,4 m) und Fernraum (6 m), der Fusion, der Konvergenz, der Akkomodation, des Binokularsehens, der Motilität, der Pupillomotorik, dem Farbsehen (D-15 Test, Farnsworth) sowie dem orthoptischen Simultansehen. Im Falle einer reduzierten Sehschärfe wurde eine objektive Refraktion durchgeführt. Anschließend wurde eine Korrektur der Visusminderung mittels einer Brille vorgenommen. Patienten mit Störungen der vorderen Augenabschnitte (periphere Sehstörung), Blickparesen, Augenmuskelparesen oder einer Beeinträchtigung der Pupillomotorik wurden nicht in die Studie aufgenommen. Alle Patienten wurden zudem einer ausführlichen neuropsychologischen Untersuchung unterzogen (vgl. Sturm et al., 2009). Diese Untersuchung beinhaltete Verfahren zur Erfassung der Aufmerksamkeitsleistungen, der Gedächtnisfunktionen, der exekutiven Funktionen, der Sensomotorik sowie der Sprache und der Sprechfunktionen. Patienten mit schwerer Aphasie, die nicht in der Lage waren den Fragebogen zu verstehen, wurden ebenfalls aus der Studie ausgeschlossen.

#### **4.3.2. Objektive Verfahren zur Erfassung zerebraler Sehstörungen**

Zur Diagnostik der bestehenden zerebralen Sehstörungen wurden möglichst standardisierte und bewährte Verfahren eingesetzt. In Bereichen, in denen keine standardisierten Methoden zur Verfügung standen, kamen experimentelle Verfahren zum Einsatz. Tabelle 11 gibt einen Überblick über die in dieser Studie verwendeten Verfahren. Eine ausführliche Beschreibung der einzelnen Methoden folgt in den anschließenden Unterpunkten.

**Tab. 11:** Objektive Verfahren zur Erfassung zerebraler Sehstörungen.

<b>Zerebrale Sehstörung</b>	<b>Verfahren</b>
<i>Gesichtsfeld</i>	Visuelle Perimetrie (Tübinger Perimeter) mit Fixation
<i>Blickfeld</i>	Visuelle Perimetrie (Tübinger Perimeter) ohne Fixation
<i>Kontrastsensitivität</i>	Cambridge Low Contrast Gratings
<i>Zerebrales Verschwommensehen</i>	Zweimalige Erhebung der Cambridge Low Contrast Gratings
<i>Visuelle Adaptationsfähigkeit</i>	Erfassung der Adaptationsfähigkeit mit dem Tübinger Perimeter Subjektive Beleuchtungseinstellung
<i>Räumlich-perzeptive Leistungen und Tiefenwahrnehmung</i>	Experimentelle Erfassung der Entfernungsschätzung
<i>Balint-Syndrom</i>	Okulomotorische Apraxie: Orthoptische Erfassung spasmodischer Fixation Optische Ataxie: Greifen nach visuell präsentierten Reizen Simultanagnosie: Identifikation überlappender Figuren
<i>Neglect</i>	Linienhalbierung Abzeichnen Durchstreichaufgabe
<i>Lesen</i>	Standardisierter Lesetest

#### 4.3.2.1. Gesichtsfeld

Das Gesichtsfeld wurde kinetisch mit einem Tübinger Perimeter (Oculus, Wetzlar, Deutschland; Details siehe Kerkhoff et al., 1994; Zihl & v. Cramon, 1986) vermessen. Außer bei Patienten mit Doppelbildern wurde das binokuläre Gesichtsfeld bestimmt. Die Perimetrie wurde für weißes Licht (runder Testpunkt, Durchmesser: 116“, Leuchtdichte: 102 cd/m<sup>2</sup>) durchgeführt. Um neben einer möglicherweise bestehenden Anopsie auch Aussagen bezüglich einer möglichen amblyopen Störung treffen zu können, wurde die Perimetrie zudem mit einem grauen (runder Testpunkt, Durchmesser: 116“, Leuchtdichte: 102 cd/m<sup>2</sup>) und einem grünen Licht (runder Testpunkt, Durchmesser: 116“, Wellenlänge: 626 nm, Leuchtdichte: 102 cd/m<sup>2</sup>) zur Erfassung der Farbdiskrimination sowie einem eckigen weißen Zielreiz (Durchmesser: 116“, Leuchtdichte: 102 cd/m<sup>2</sup>) zur Messung der Formdiskrimination durchgeführt (Aulhorn & Harms, 1972; Kerkhoff et al., 1994). In allen perimetrischen Untersuchungen diente ein zentral dargebotener roter Lichtreiz (Durchmesser: 0,5°) als Fixationspunkt. Die Hintergrundbeleuchtung betrug in allen Untersuchungsbedingungen 3,2 cd/m<sup>2</sup>. Der Kopf des Probanden war mittels einer Kinn- und Stirnstütze fixiert. Die Augenbewegungen sowie eine adäquate Fixation wurden durch ein Teleskop von dem Untersuchungsleiter kontrolliert. Die kinetische Perimetrie wurde mittels einer pseudorandomisierten Darbietung der Zielreize entlang der 16 Meridiane des Gesichtsfelds durchgeführt.

Die erfassten homonymen Gesichtsfeldausfälle und -störungen wurden klassifiziert als (Zihl, 2011b; vgl. Kapitel 2.2.1. Gesichtsfeldausfälle und -störungen):

- links- bzw. rechtsseitige, uni- oder bilaterale Hemianopsie oder -amblyopie,
- uni- oder bilaterale Quadrantenanopsie des oberen oder unteren rechten oder linken Quadranten sowie
- (para-) zentrales Skotom.

#### *4.3.2.2. Blickfeld*

Das Blickfeld ist definiert als der Bereich des visuellen Raumes, der unter Zuhilfenahme von Blickbewegungen bei fixiertem Kopf erfasst werden kann (Zihl & v. Cramon, 1986). „Die Ausdehnung des Blickfeldes ergibt sich durch die Grenze für das Erkennen von Testmarken mit bewegten Augen (aber ohne Kopfbewegungen), die aufgrund ihrer Größe nur foveal erkannt werden können“ (Zihl & v. Cramon, 1986, S.35). Eine detaillierte Darstellung der perimetrischen Untersuchung des Blickfeldes geben Kerkhoff et al. (1994). Für die Prozedur wurde wie bei der Gesichtsfeldmessung das Tübinger Perimeter eingesetzt. Der Patient fixierte zunächst einen zentral dargebotenen roten Lichtreiz (Durchmesser:  $0,5^\circ$ ). Mit Ertönen eines Klickgeräusches des elektromagnetischen Verschlusses, sollte der Patient mittels Blickbewegungen nach dem präsentierten runden weißen Lichtpunkt (Durchmesser:  $116''$ , Leuchtdichte:  $102 \text{ cd/m}^2$ ) suchen. Der Testpunkt wurde von dem Untersuchungsleiter in pseudorandomisierter Reihenfolge entlang eines der 16 Meridiane von außen in Richtung des Zentrums des Perimeters bewegt (Geschwindigkeit:  $2^\circ$  pro Sekunde). Der Kopf wurde während der Testung mittels einer Kinn- und Stirnstütze gehalten. Die Punkte entlang der 16 Meridiane, an denen der Patient den bewegten Testpunkt erstmalig entdeckte, wurden als Grenze des Blickfeldes erfasst.

Für die statistische Auswertung wird der Median dieser Messungen für die linke und rechte Gesichtsfeldhälfte verwendet. Als Cut-off für ein intaktes Blickfeld wird ein Wert von  $31,2^\circ$  verwendet. Dieser errechnet sich aus der normalen Blickfeldausdehnung ( $40,8^\circ$ ) einer Kontrollstichprobe von Patienten ohne Gesichtsfelddefekt oder Neglect, indem das 2,5fache der Standardabweichung subtrahiert wird (Kerkhoff, 1999).

#### *4.3.2.3. Kontrastsensitivität*

Das räumliche Kontrastaufklärungsvermögen wurde mit den Cambridge Low Contrast Gratings in der Standardversion untersucht (Wilkins et al., 1988). Dieses Verfahren besteht aus 11 Tafeln. Auf diesen sind entweder ein horizontales Streifenmuster oder ein zufälliges

Punktemuster gleicher Dichte abgebildet. Die Durchführung erfolgte gemäß der Anleitung in einem tageslichthellen Raum (bei etwa 400 Lux Raumbeleuchtung) in einer Entfernung von 6m. Auf Basis der Voruntersuchungen erfolgte eine Korrektur der Sehschärfe für den Fernraum.

Für die statistische Auswertung werden die Ergebnisse binokulärer Messung verwendet. Es wird ein abschließender Summenwert aus vier binokulären Messungen (Höchstwert = 40) errechnet. Die Unterteilung in die Kategorien „beeinträchtigt“ und „unbeeinträchtigt“ erfolgt anhand der altersabhängigen Normen von Wilkins et al. (1988) für eine Irrtumswahrscheinlichkeit von  $p=.05$ . Zudem werden die Rohwerte der Cambridge Low Contrast Gratings in Standardwerte für die Kontrastsensitivität transformiert (Höchstwert = 560, vgl. Konvertierungstabelle in Anhang B).

#### *4.3.2.4. Zerebrales Verschwommensehen*

Das räumliche Kontrastaufklärungsvermögen wurde direkt im Anschluss an die im Kapitel 4.3.2.3 beschriebene Messung ein wiederholtes Mal in identischer Weise durchgeführt. Ziel dieser Verlängerung der Aufgabenstellung ist, über einen zweiten Messwert Aussagen über den zeitlichen Verlauf der Kontrastsensitivität treffen zu können. Da es sich bei diesem Vorgehen um eine rein experimentelle Untersuchung ohne Norm- oder Vergleichswerte handelt, sind Beurteilungen bezüglich einer möglichen Beeinträchtigung nicht möglich. Zur statistischen Analyse werden zwei Gruppen gebildet: Die erste Gruppe besteht aus den Patienten, bei denen keine Reduzierung der Kontrastaufklärung von der ersten zur zweiten Messung zu beobachten ist. Die zweite Gruppe wird gebildet aus den Patienten mit einer Verschlechterung der Kontrastsensitivität.

#### *4.3.2.5. Visuelle Adaptationsfähigkeit*

Die visuelle Adaptationsfähigkeit wurde mit dem Tübinger Perimeter gemessen (Aulhorn & Harms, 1972). Dabei wurden sowohl die Helladaptation als auch die Dunkeladaptation erfasst. Die Helladaptation wurde gemessen, indem im Anschluss an die Adaptation an eine definierte Hintergrundbeleuchtung die binokuläre foveale Lichtunterschiedsschwelle bei Adaptation an eine hellere Hintergrundbeleuchtung gemessen wurde. Die Messung der Dunkeladaptation erfolgte dementsprechend bei vorheriger Adaptation an eine hellere Hintergrundbeleuchtung. In allen Bedingungen wurde der Zielreiz (Durchmesser: 69“) für 500ms im Zentrum des Perimeters (in der Mitte von 4 rautenförmig angeordneten roten Punkten) dargeboten. Die Lichtunterschiedsschwellen wurden mittels der aufsteigenden



Grenzwertbestimmung erfasst.

Die Diagnose einer Helladaptationsstörung, Dunkeladaptationsstörung oder einer kombinierten Hell- und Dunkeladaptationsstörung erfolgt, wenn der Sensitivitätszuwachs während der Adaptationsmessung unter dem Cut-Off Wert gleichaltriger Normalpersonen liegt (Zihl & Kerkhoff, 1990).

Neben dieser apparativen Methode zur Bestimmung der Lichtunterschiedsschwelle wurde das subjektive Beleuchtungsempfinden der Patienten beim Betrachten eines schwarz gedruckten Texts auf einem weißen Blatt Papier erfragt. Die Patienten wurden befragt, welche Beleuchtungsintensität sie bezüglich des Lesens des Textes als angenehm, zu hell oder zu dunkel empfänden, während der Untersucher gleichzeitig die Beleuchtungsintensität variierte. Die Einstellung der Beleuchtung erfolgte mittels eines Dimmers und einer Lampe, die in 1m Entfernung über dem Tisch montiert war. Die mittlere Beleuchtungsintensität (in Lux) für die drei Bedingungen wurde über sechs Messungen (3 aufsteigend, 3 absteigend) gemittelt.

#### *4.3.2.6. Räumlich-perzeptive Leistungen und Tiefenwahrnehmung*

Die Fähigkeit Entfernungen abzuschätzen wurde mittels eines experimentellen Verfahrens nach Kerkhoff (1989) erfasst: Der Patient saß in einem Abstand von 0,50m vor einer 1m langen Messschiene. Diese erstreckte sich von dem Patienten aus in die Tiefe. Auf dieser Schiene wurde mittels zweier Markierungen ein Abstand von 0,30m präsentiert. Die Aufgabe des Patienten lag darin, eine dritte Markierung, die entweder vor oder hinter dem eingestellten Abstand lag, so einzustellen, dass ein gleich großer Abstand entstand. Es wurden drei Messungen mit Markierung vor sowie drei mit Markierung hinter dem eingestellten Abstand durchgeführt.

Für die statistische Auswertung wird aus den jeweiligen drei Messungen der Median gebildet. Der Cut-off Wert für eine normgerechte Leistung beträgt in Anlehnung an Kerkhoff (1989) 25mm.

#### *4.3.2.7. Balint-Syndrom*

Zur Diagnose des Balint-Syndroms wurden die drei Hauptsymptome dieses Syndroms untersucht (Zihl, 2011b): In einer ophthalmologischen Untersuchung wurde das Vorhandensein einer spasmodischen Fixationsstörung (okulomotorische Apraxie) erfasst.

Eine mögliche optische Ataxie wurde experimentell untersucht, indem der Patient aufgefordert wurde, nach einem visuell in der Peripherie jedes Halbfeldes präsentierten Zielreiz zu greifen. Hinweise auf eine Simultanagnosie gab ein Test zur Erfassung der Fähigkeit überlappende geometrische Figuren zu identifizieren. Die Patienten sollten dabei vom Untersucher nacheinander auf ein Blatt Papier gezeichnete überlappende Figuren erkennen und benennen. Gesunde Kontrollpersonen können in einer derartigen Aufgabenstellung mehr als 6 geometrische Figuren simultan wahrnehmen (Finke et al., 2007).

Die Diagnose eines Balint-Syndroms wird gestellt, wenn ein Patient in den drei Untersuchungen zur Erfassung der okulomotorischen Apraxie, der optischen Ataxie sowie der Simultanagnosie Auffälligkeiten zeigt.

#### *4.3.2.8. Neglect*

Zur Untersuchung möglicher Vernachlässigungssymptome wurden drei konventionelle Screeningverfahren eingesetzt: In einer Linienhalbierungsaufgabe lautete die Instruktion eine auf einem weißen DinA4 Blatt Papier präsentierte horizontale Linie (20 x 0,5cm) zu halbieren (Schenkenberg et al., 1980). Bei einer Zeichenaufgabe wurden die Patienten aufgefordert Objekte (Gänseblümchen, Uhr, Gesicht und Stern) aus dem Gedächtnis zu zeichnen (Wilson et al., 1987). In einer Durchstreichaufgabe sollten 20 Zahlen (10 links, 10 rechts), die unter 200 Distraktoren verteilt auf einem weißen DinA4 Blatt Papier dargeboten wurden, herausgefunden und angestrichen werden (Kerkhoff, 2000b).

Die Diagnose eines visuellen Neglects wird gestellt, wenn entweder die Abweichung bei der Linienhalbierungsaufgabe mehr als  $1^\circ$  (= 5mm) in die zur Hirnläsion ipsiläsionalen Seite beträgt (Kerkhoff & Bucher, 2008), wenn mindestens eine Zeichnung bei der Zeichenaufgabe kontraläsionale Auslassungen zeigt oder wenn bei der Durchstreichaufgabe mehr als eine Zahl auf der kontraläsionalen Seite ausgelassen wurde (Kerkhoff, 2000b).

#### *4.3.2.9. Lesen*

Die Lesefähigkeit der Patienten wurde mittels eines standardisierten Lesetests erfasst (Kerkhoff et al., 1992). Der Text umfasste 180 Wörter und war in der Schriftart „Arial black“ in Schriftgröße 12 bei doppeltem Zeilenabstand auf einem vertikal orientierten weißen DinA4 Blatt Papier abgedruckt. Die Vorlage wurde in einer Distanz von 40cm auf einem tageslichthellen Schreibtisch (bei etwa 400 Lux Raumbelichtung) präsentiert. Auf der

Grundlage der Voruntersuchungen wurde, falls erforderlich, eine Korrektur der Sehschärfe durchgeführt. Der Patient wurde instruiert den präsentierten Text so schnell und fehlerfrei wie möglich laut vorzulesen. Aphasische Patienten wurden aufgrund der Ergebnisse aus dem Aachener Aphasie Test aus der Untersuchung ausgeschlossen (Huber et al., 1983). Patienten mit Hinweisen auf eine aphasische Lesestörung wurden ebenfalls aus der Studie ausgeschlossen. Die Differenzierung zwischen einer visuellen sowie einer aphasischen Lesestörung erfolgte anhand des Vergleichs der horizontalen und vertikalen Leseleistungen einzeln dargebotener Wörter (Kerkhoff et al., 1992). Patienten mit einer visuellen Lesestörung aufgrund eines Gesichtsfeldausfalls zeigen Probleme beim Lesen horizontal präsentierter Wörter, nicht aber bei vertikal dargebotenen Wörtern. Demgegenüber zeigen Patienten mit einer aphasischen Lesestörung in beiden Bedingungen Schwierigkeiten.

Zur statistischen Auswertung wurden die Lesezeit sowie die Anzahl an Lesefehlern erfasst. Als Cut-off Werte werden eine Anzahl von maximal 2 Lesefehlern sowie eine Lesezeit von maximal 2 Minuten gewählt (Kerkhoff et al., 1992).

#### **4.3.3. Beurteilerübereinstimmung**

Zur Erfassung der Beurteilerübereinstimmung (Interrater-Reliabilität) wurden 98 Patienten von einem zweiten unabhängigen Untersucher mit der Anamnese zerebral bedingter Sehstörungen befragt.

### **4.4. Statistische Auswertungsmethodik**

Für die statistische Auswertung wird die Software SPSS Statistics in der Version 21 von IBM verwendet. Die subjektiven Angaben der Patienten in der Anamnese zerebral bedingter Sehstörungen werden ebenso wie die objektiv erhobenen Testdaten in ihrer Häufigkeit in der Gesamtstichprobe sowie den Teilstichproben der Patienten mit zerebro-vaskulären Erkrankungen, mit Schädel-Hirn-Trauma, mit Hirntumor sowie mit zerebraler Hypoxie erfasst und mittels Kontingenztafeln analysiert. Dies erfolgt unter Verwendung des Chi-Quadrat-Tests nach Pearson. Den korrelativen Zusammenhang gibt Cramér's V für nominalskalierte Variablen an. Cramér's V ist eine symmetrische Maßzahl für die Stärke des Zusammenhangs zwischen zwei oder mehr nominalskalierten Variablen, wenn (mindestens) eine der beiden Variablen mehr als zwei Ausprägungen aufweist. Bei einer 2x2-Tabelle entspricht Cramér's V dem Phi-Koeffizienten. Die objektiv erfassten Daten der unterschiedlichen visuellen

Wahrnehmungsstörungen werden mit ein- oder mehrfaktoriellen ANOVAs anhand der subjektiven Angaben verglichen. Bei signifikantem Levenes Test auf Varianzgleichheit wird auf den Welch-Test ausgewichen. Bei signifikantem Kolmogorov-Smirnov-Test auf Normalverteilung der Variablen wird der Mann-Whitney-U-Test für 2 Stichproben bzw. der Test nach Kruskal-Wallis für k Stichproben eingesetzt. Bei verbundenen Stichproben kommt der Wilcoxon-Test zum Einsatz. Alle Signifikanzangaben beziehen sich auf eine zweiseitige Prüfung. Als statistisches Maß für die Güte der Klassifikation der Anamnese zerebral bedingter Sehstörungen werden der positive sowie negative prognostische Wert sowie die Sensitivität und die Spezifität der einzelnen Items ermittelt. Der Grad der Beurteilerübereinstimmung (Interrater-Reliabilität) wird mit Cohens-Kappa angegeben.

## **5. Ergebnisse**

Im nachfolgenden Abschnitt 5.1. Deskriptive Statistik wird ein Überblick über die objektiv erfassten zerebralen visuellen Wahrnehmungsstörungen gegeben. Ebenso werden die subjektiven Beschwerdeangaben der Gesamtstichprobe und der unterschiedlichen Teilstichproben (vgl. 4.1. Untersuchungskollektiv) dargelegt. Die statistische Analyse der Gütekriterien der Anamnese zerebral bedingter Sehstörungen erfolgt im daran anschließenden Kapitel 5.2. Hypothesenprüfung. Den Abschluss bilden Post-hoc Analysen zu der Differenzierungsfähigkeit des Anamnesebogens bezüglich Gesichtsfeldausfällen, Neglect sowie Balint-Syndrom sowie die statistische Analyse eines problematischen Items.

### **5.1. Deskriptive Statistik**

Die Einteilung der Stichprobe in die Kategorien „beeinträchtigt“ bzw. „unbeeinträchtigt“ bezüglich der unterschiedlichen zerebralen visuellen Wahrnehmungsstörungen vollzieht sich nach den unter 4.3. festgelegten Kriterien. Da nicht alle Personen in der Gesamtstichprobe zu allen Störungen untersucht wurden, beziehen sich die relativen Häufigkeitsangaben im Text jeweils auf die Anzahl der zum jeweiligen Störungsbild untersuchten Patienten (gültige Prozent). Eine lateralisierte Auffälligkeit wird nur als solche erfasst, wenn diese kontralateral zur jeweiligen Läsion auftritt.

#### **5.1.1. Objektive Testergebnisse**

Zunächst sollen die mittels der objektiven klinischen Testung erfassten visuellen Wahrnehmungsstörungen in ihrer Häufigkeit in der Gesamtstichprobe analysiert werden. Im Anschluss daran werden die Häufigkeiten visueller Wahrnehmungsstörungen der Teilstichproben der Patienten mit zerebro-vaskulärer Erkrankung, Schädel-Hirn-Trauma, Hirntumor sowie zerebraler Hypoxie gegenübergestellt und auf signifikante Unterschiede geprüft.

##### *5.1.1.1. Visuelle Wahrnehmungsstörungen in der Gesamtstichprobe*

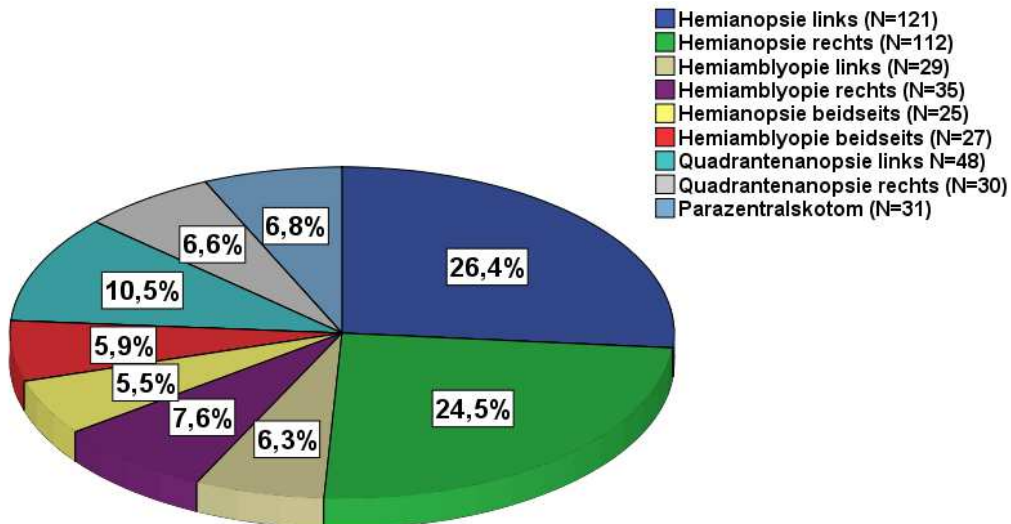
###### *5.1.1.1.1. Visusminderung*

Von den 651 Patienten, die auf Visuseinschränkungen untersucht wurden, kann bei 68 Patienten (10,4%) im Nah- sowie bei 44 Patienten (6,8%) im Fernbereich eine reduzierte

Sehschärfe festgestellt werden. 29 Patienten (4,5%) zeigen Beeinträchtigungen sowohl im Nah- als auch im Fernraum. Die 68 Patienten mit beeinträchtigter Sehschärfe im Nahraum weisen im Mittel einen Visus von 50,6% (Standardabweichung = 16,69) auf. Demgegenüber haben die 583 Patienten ohne Visuseinschränkungen im Nahraum einen durchschnittlichen Visus von 94,6% (Standardabweichung = 25,04). Der Visus im Fernraum der entsprechend beeinträchtigten Patienten beträgt 46,5% (Standardabweichung = 17,62) gegenüber 95,4% (Standardabweichung = 10,99). Bezüglich der Läsionslateralität der Patienten mit Visuseinschränkungen zeigt sich folgendes Bild: Von den 44 Patienten mit Visuseinschränkungen im Fernraum haben 17 (38,6%) eine unilaterale Hirnschädigung (5 links, 12 rechts). 27 Betroffene (61,4%) weisen eine bilaterale Schädigung auf. 37 (54,4%) der 68 Patienten mit reduziertem Visus im Nahbereich haben eine unilaterale Schädigung (15 links, 22 rechts). Bei 31 Patienten (45,6%) ist eine bilaterale Schädigung nachweisbar. Auf das Tragen der korrekten Brillenkorrektur wurde bei Patienten mit Visuseinschränkungen während der Untersuchung der visuellen Wahrnehmungsstörungen geachtet.

#### *5.1.1.1.2. Gesichtsfeldausfälle*

653 Patienten wurden daraufhin hin untersucht. Bei 458 (70,1%) sind Gesichtsfeldausfälle in der perimetrischen Untersuchung nachweisbar. Bei der Analyse der Art der Gesichtsfeldausfälle zeigt sich folgendes Bild: 121 (26,4%) der Patienten mit Gesichtsfeldausfall weisen eine linksseitige und 112 (24,5%) eine rechtsseitige homonyme Hemianopsie auf. Eine beidseitige Hemianopsie ist bei 25 Patienten (5,5%) zu beobachten. Eine homonyme Quadrantenanopsie ist bei 30 Patienten (6,6%) rechts sowie bei 48 Patienten (10,5%) links nachweisbar. 31 Personen (6,8%) leiden unter einem Parazentralskotom. Eine Hemiamblyopie ist bei 35 Patienten (7,6%) rechtsseitig, bei 29 (6,3%) linksseitig sowie bei 27 (5,9%) beidseitig gegeben. Abbildung 8 fasst die relativen Häufigkeiten der unterschiedlichen Gesichtsfeldausfälle zusammen. Das Restgesichtsfeld der von einem Gesichtsfeldausfall betroffenen 458 Patienten beträgt im betroffenen Halbraum bzw. Quadranten im Mittel  $6,46^\circ$  Sehwinkel mit einer Standardabweichung von  $9,22$ .



**Abb. 8:** Relative Häufigkeiten der unterschiedlichen homonymen Gesichtsfeldausfälle in der Gesamtstichprobe.

#### 5.1.1.1.3. Blickfeldeinschränkungen

Bei insgesamt 648 Patienten wurde das kontra- sowie ipsiläsionale Blickfeld gemessen. Das kontraläsionale Blickfeld beträgt im Mittel  $30,99^\circ$  Sehwinkel (Standardabweichung = 13,29), das ipsiläsionale  $40,75^\circ$  Sehwinkel (Standardabweichung = 5,96). Der Mittelwertsunterschied ist dabei hoch signifikant (t-Test für abhängige Stichproben):  $t=-18,595$ ,  $df=647$ ,  $p<.001$ .

Bezogen auf die Gruppe der Patienten mit Gesichtsfeldausfällen wurde bei 455 dieser Personen zudem das Blickfeld im betroffenen sowie nicht betroffenen Halbfeld erfasst. Das Blickfeld im betroffenen Halbfeld beträgt im Mittel  $27,75^\circ$  Sehwinkel (Standardabweichung = 13,57). Im Vergleich dazu beträgt das Blickfeld im nicht betroffenen Halbfeld im Mittel  $40,53^\circ$  Sehwinkel (Standardabweichung = 6,33). Eine Signifikanzprüfung (t-Test für abhängige Stichproben) dieser Werte zeigt einen hoch signifikanten Mittelwertsunterschied:  $t=-19,460$ ,  $df=454$ ,  $p<.001$ .

Bezogen auf die Gesamtstichprobe (N=650) zeigen 265 Patienten (40,8%) ein Blickfeld kleiner als der Grenzwert von  $31,2^\circ$  Sehwinkel und damit eine Blickfeldeinschränkung (vgl. Kapitel 4.3.2.2. Blickfeld).

#### 5.1.1.1.4. Störung der Kontrastsensitivität

433 Patienten wurden mittels der Cambridge Low Contrast Gratings bezüglich der Kontrastwahrnehmung untersucht. Von diesen Patienten zeigen 48 (11,1%) eine

Beeinträchtigung dieser Leistung. Der Median der Standardwerte für die Kontrastsensitivität beträgt für diese Patientengruppe 105 im Vergleich zu den Patienten mit unbeeinträchtigter Kontrastwahrnehmung, die einen Median von 440 aufweisen. Die Rangsumme der Werte für die Kontrastauflösung dieser beiden Gruppen unterscheidet sich hoch signifikant (N=433; U=324,0;  $p < .001$ ).

#### *5.1.1.1.5. Zerebrales Verschwommensehen*

Eine zweimalige Messung der Kontrastsensitivität wurde bei 149 Patienten durchgeführt. Bei 57 dieser Patienten (38,3%) ist eine Reduktion der Kontrastauflösung von der ersten zur zweiten Messung zu beobachten. Während der Median der ersten Messung bei diesen Patienten 290 beträgt, ist der häufigste Wert der zweiten Messung 180. Der Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben bezüglich der Gleichheit zentraler Tendenzen weist auf einen hoch signifikanten Unterschied zwischen den beiden Messungen hin (N=57; Z=-6,573;  $p < .001$ ).

#### *5.1.1.1.6. Visuelle Adaptationsstörungen*

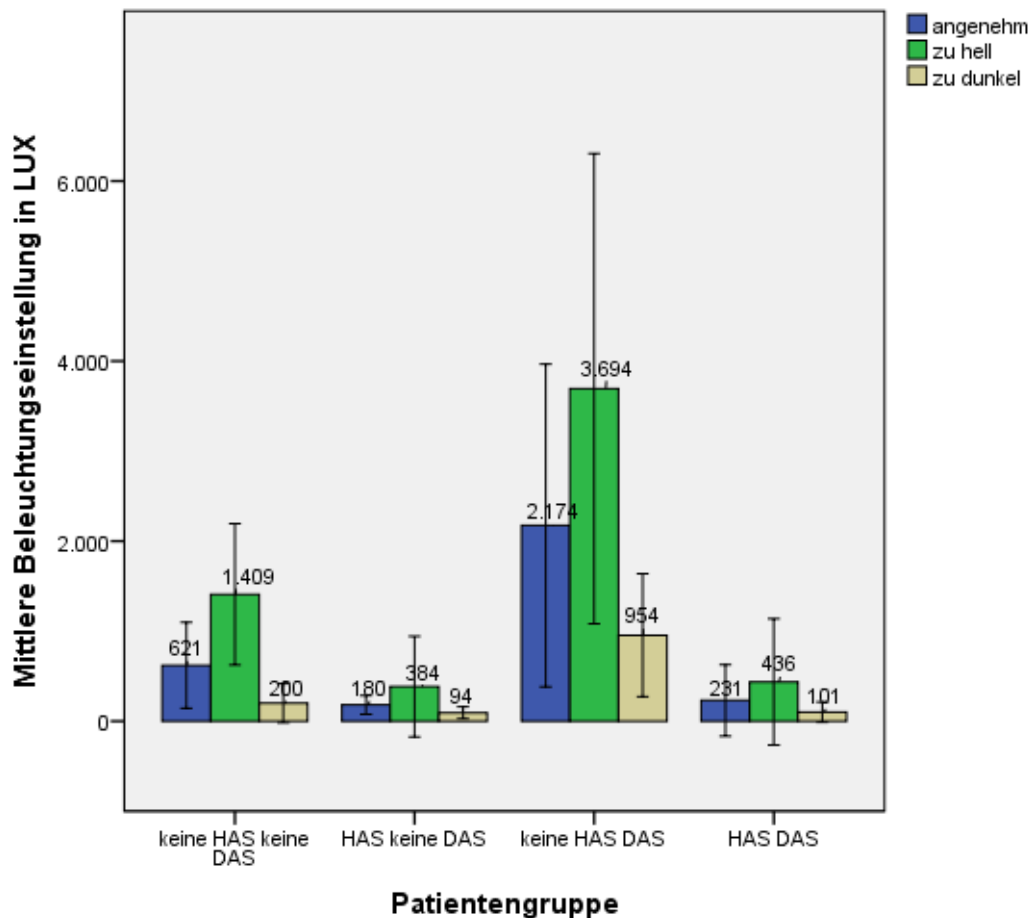
Bei 276 Patienten wurde die visuelle Adaptationsfähigkeit mit dem Tübinger Perimeter erfasst. Störungen der Dunkeladaptation weisen dabei 126 Patienten (45,7%) auf. Die Helladaptation ist bei 118 Patienten (42,8%) beeinträchtigt. 82 (29,7%) zeigen Auffälligkeiten sowohl in der Hell- als auch Dunkeladaptationsfähigkeit. 44 (15,9%) zeigen eine isolierte Störung der Dunkeladaptation und 36 (13,0%) eine isolierte Beeinträchtigung der Helladaptation.

Neben der Bestimmung der Adaptation wurde das subjektive Beleuchtungsempfinden der Patienten beim Betrachten eines schwarz gedruckten Texts auf einem weißen Blatt Papier erfragt. Die Beleuchtungsintensität, die von 228 daraufhin untersuchten Patienten als angenehm empfunden wurde, beträgt im Mittel 736,87 Lux (Standardabweichung = 1056,26). Als zu dunkel wurde die Beleuchtungsintensität im Mittel bei 297,11 Lux (Standardabweichung = 437,54) empfunden. Zu hell wurde die Beleuchtungsintensität im Mittel bei 1456,44 Lux (Standardabweichung = 1674,87) empfunden.

Betrachtet man die subjektiven Beleuchtungsempfindungen für angenehme, zu helle sowie zu dunkle Beleuchtung getrennt für die vier Gruppen möglicher Adaptationsstörungen (Patienten mit Hell- oder Dunkeladaptationsstörung, Patienten mit einer Kombination beider



Beeinträchtigungen, Patienten mit unbeeinträchtigten Adaptationsleistungen) so ergeben sich interessante Unterschiede zwischen einzelnen Gruppen (vgl. Abbildung 9).



Fehlerbalken: +/- 1 Standardabweichung

**Abb 9.:** Mittlere Beleuchtungsintensität (Lux) die von den Patienten als angenehm, zu hell oder zu dunkel empfunden wurde. Die Eingruppierung erfolgt anhand von vier Patientengruppen: Patienten ohne Hell- oder Dunkeladaptationsstörung (keine HAS keine DAS), Patienten mit Helladaptationsstörung aber ohne Dunkeladaptationsstörung (HAS keine DAS), Patienten ohne Helladaptationsstörung aber mit Dunkeladaptationsstörung (keine HAS DAS) sowie Patienten mit Beeinträchtigungen in beiden Adaptationsleistungen (HAS DAS).

Die statistische Analyse dieses Vergleichs zeigt bei hoch signifikantem Levene-Test für alle drei subjektiven Beleuchtungsempfindungen hoch signifikante Interaktionen mit der Gruppenzugehörigkeit (Welch-Test):

Beleuchtung angenehm:  $F=31,424$ ;  $df1=3$ ;  $df2=86,121$ ;  $p<.001$ .

Beleuchtung zu hell:  $F=38,335$ ;  $df1=3$ ;  $df2=86,524$ ;  $p<.001$ .

Beleuchtung zu dunkel:  $F=23,482$ ;  $df1=3$ ;  $df2=91,155$ ;  $p<.001$ .

Anhang C veranschaulicht die Ergebnisse der Post-hoc Tests zur detaillierten statistischen Analyse der subjektiven Beleuchtungseinstellung im Gruppenvergleich möglicher Kombinationen visueller Adaptationsstörungen. Es ist ersichtlich, dass die subjektive Beleuchtungseinstellung bezüglich angenehm empfundener Intensität der Patienten mit ausschließlicher Dunkeladaptationsstörung von den anderen Gruppen hoch signifikant differiert, während zwischen den restlichen Gruppen kein signifikanter Unterschied besteht. Bezüglich der subjektiven Empfindung „zu hell“ zeigen sich zwischen allen Gruppen hoch signifikante Unterschiede außer zwischen den Patientengruppen mit ausschließlicher Helladaptationsstörung sowie denjenigen mit Störungen in beiden visuellen Adaptationsleistungen. Bezogen auf die subjektive Beleuchtungsempfindung „zu dunkel“ zeigen alle Vergleiche zu der Patientengruppe mit ausschließlich Dunkeladaptationsstörung hoch signifikante Unterschiede. Alle weiteren Vergleiche sind nicht signifikant. Aufgrund der nicht gegebenen Normalverteilung der Variablen wurden die angegebene statistische Analyse durch nonparametrische Tests (Kruskal-Wallis-Test, Mann-Whitney-U-Test) für die signifikanten Testergebnisse ergänzt. Da die nonparametrischen Analysen vergleichbare Ergebnisse liefern, wird auf die Auflistung der Werte verzichtet.

Aus den Ergebnissen lässt sich schlussfolgern: Patienten mit ausschließlicher Dunkeladaptationsstörung benötigen über alle drei Bedingungen hinweg eine deutlich höhere Lichtintensität. Besteht eine Helladaptationsstörung, unabhängig von dem Vorhandensein einer Dunkeladaptationsstörung, so zeigt sich eine ausschließliche Reduktion der Lichtintensität für zu hell empfundenes Licht. Bezüglich der beiden anderen Bedingungen sind keine signifikanten Unterschiede feststellbar.

#### *5.1.1.1.7. Räumlich-perzeptive Störungen und gestörte Tiefenwahrnehmung*

Bei 29 (29,3%) der 99 Patienten, die mit dem entsprechenden Test untersucht wurden, sind Probleme bei der Entfernungsschätzung nachweisbar. 11 dieser Patienten sind in beiden Bedingungen der Aufgabenstellung auffällig. 4 zeigten ausschließlich in der Entfernungseinstellung vor der präsentierten Distanz Schwierigkeiten. Bei 14 Patienten zeigen sich die Defizite ausschließlich in der Entfernungseinstellung hinter der präsentierten Distanz. Die Mediane der 70 Patienten mit unbeeinträchtigter Entfernungsschätzung betragen in der Bedingung vor der Markierung 20cm sowie in der Bedingung hinter der Markierung 80cm. Für die Gruppe der beeinträchtigten Patienten betragen die entsprechenden Werte 22cm und 84cm. Die Rangsumme unterscheidet sich nach dem

Mann-Whitney-U-Test für beide Bedingungen hoch signifikant:

Entfernungsschätzung vor der präsentierten Distanz: N=99; U=1344,0; p=.005;

Entfernungsschätzung hinter der präsentierten Distanz: N=99; U=1680,5; p<.001.

#### *5.1.1.1.8. Balint-Syndrom*

Von den 656 Patienten, die auf Balint-Syndrom untersucht wurden, weisen 14 (2,1%) in den drei Untersuchungen zur Erfassung der okulomotorischen Apraxie, der optischen Ataxie sowie der Simultanagnosie Auffälligkeiten auf.

#### *5.1.1.1.9. Neglect*

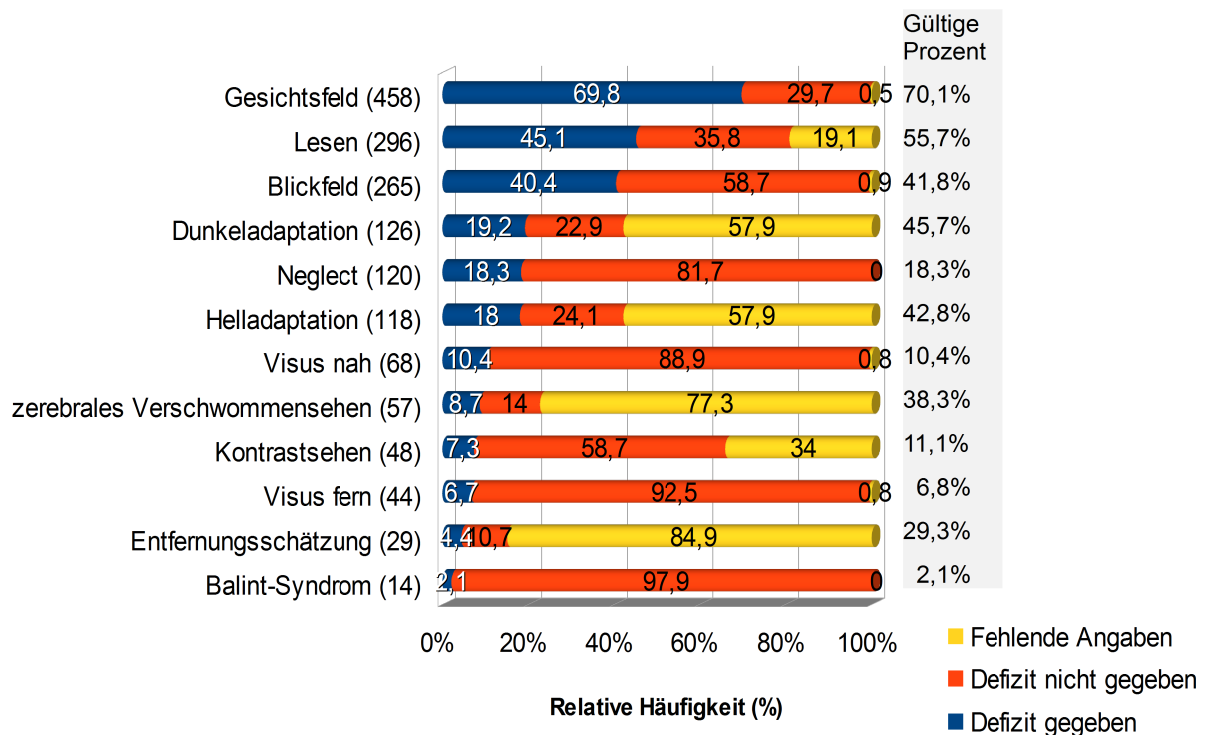
120 Patienten (18,3%) der Gesamtstichprobe (N=656) zeigen kontraläsionale Auffälligkeiten in mindestens einem der Neglecttests (Linienhalbierung, Zeichnen, Durchstreichaufgabe).

#### *5.1.1.1.10. Beeinträchtigungen des Lesens*

Bei 531 Patienten der Gesamtstichprobe (N=656) wurde der Lesetest durchgeführt. Die mittlere Lesegeschwindigkeit beträgt in dieser Gruppe 175,35 Sekunden (Standardabweichung = 155,54). Im Mittel wurden 5,63 Fehler (Standardabweichung = 11,55) gemacht. 247 Patienten (46,5%) benötigten zum Vollenden des Texts mehr als 2 Minuten und zeigen damit eine Beeinträchtigung der Lesegeschwindigkeit. 218 Patienten (41,1%) begingen mehr als die kritische Anzahl von 2 Lesefehlern. Insgesamt zeigen 296 Patienten (55,7%) Auffälligkeiten beim Lesen des standardisierten Texts.

#### *5.1.1.1.11. Zusammenfassende Darstellung der Häufigkeiten zerebraler visueller Wahrnehmungsstörungen in der Gesamtstichprobe*

Abbildung 10 fasst die Ergebnisse der vorangehenden Kapitel bezüglich der absoluten und relativen Häufigkeiten der unterschiedlichen visuellen Wahrnehmungsstörungen in der Gesamtstichprobe (N=656) grafisch zusammen. Die vertikale Anordnung der Störungen orientiert sich dabei an der absoluten Häufigkeit des Auftretens in der Gesamtstichprobe. Neben den gültigen Prozentwerten sind zudem die Prozentangaben bezüglich der relativen Häufigkeit der Störungen, der unbeeinträchtigten Patienten sowie fehlender Angaben in der Gesamtgruppe der 656 Patienten angegeben.



**Abb. 10:** Absolute und relative Häufigkeiten der objektiv erfassten visuellen Wahrnehmungsstörungen der Gesamtstichprobe (N=656). Die vertikale Anordnung der Symptome richtet sich nach der absoluten Häufigkeit der Angabe. Die absoluten Häufigkeitsangaben sind hinter den Symptombezeichnungen in Klammern angezeigt. Die relativen Häufigkeiten (%) in Bezug auf die Gesamtstichprobe N=656 sind als Beschriftung der blauen Balken in die Abbildung eingetragen. Grau hinterlegt sind hierbei die gültigen Prozentangaben. Diese errechnen sich aus der Anzahl subjektiv erlebter Defizite in Bezug zu der Gesamtzahl gültiger Angaben jedes Tests.

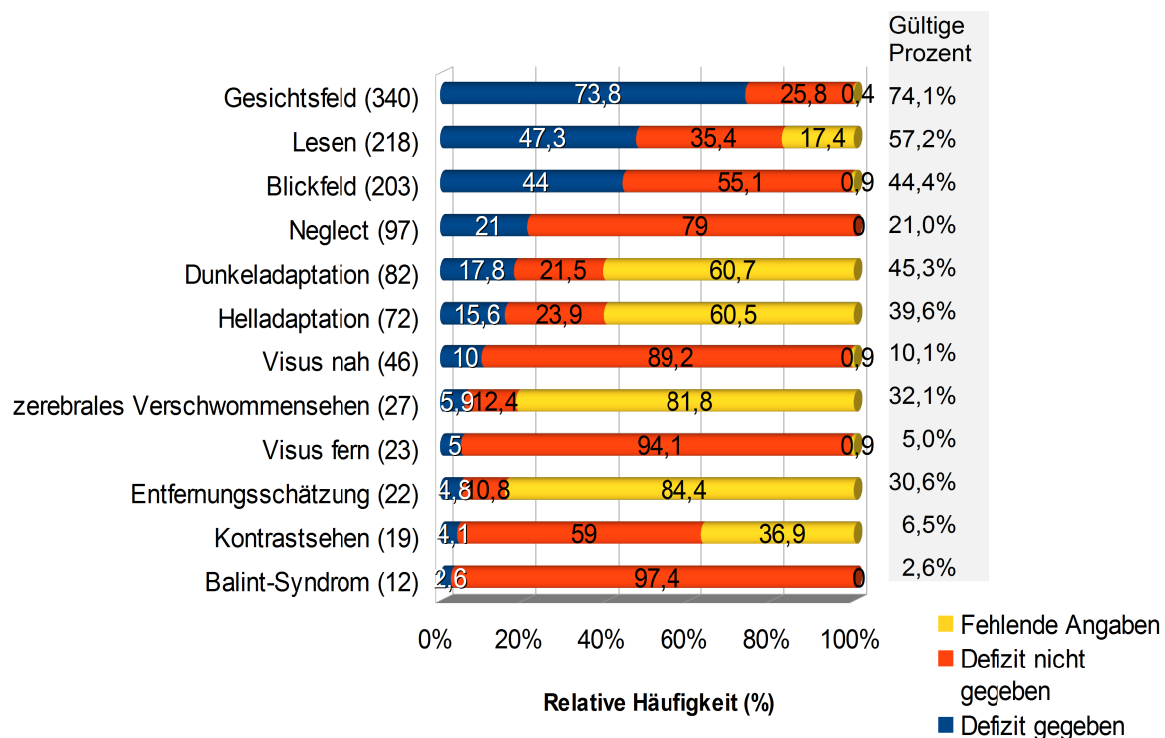
Bezüglich der gültigen Prozentwerte ist ersichtlich, dass als häufigste visuelle Wahrnehmungsstörungen Gesichtsfeldausfälle (70,1%) zu beobachten sind. Mehr als die Hälfte der Patienten (55,7%) leiden unter Störungen des Lesens. Ebenfalls häufig sind Dunkel- (45,7%) oder Helladaptationsstörungen (42,8%) sowie Blickfeldeinschränkungen (40,8%) zu beobachten. 38,3% der auf die entsprechende Störung untersuchten Patienten zeigen Hinweise auf zerebrales Verschwommensehen, 29,3% weisen Einschränkungen der Entfernungsschätzung auf. Unter Neglect leiden 18,3% der Gesamtstichprobe. Eine Beeinträchtigung des Kontrastsehens ist bei 11,1% der darauf untersuchten Patienten beobachtbar. Visuseinschränkungen sind bei 10,4% im Nahraum sowie bei 6,8% im Fernraum nachweisbar. Lediglich 2,1% der Patienten zeigen Symptome eines Balint-Syndroms.

### 5.1.1.2. Visuelle Wahrnehmungsstörungen in den Teilstichproben

In diesem Abschnitt wird eine überblicksartige Aufzählung der Häufigkeiten visueller Wahrnehmungsstörungen in den Teilstichproben der Patienten mit zerebro-vaskulärer Läsion, mit Schädel-Hirn-Trauma, mit Hirntumor oder mit zerebraler Hypoxie gegeben. Die Angaben im laufenden Text beziehen sich wiederum auf die gültigen Prozentangaben d.h. auf die relativen Häufigkeiten hinsichtlich der Anzahl an untersuchten Patienten. Die relativen Häufigkeitsangaben bestehender und nicht bestehender Defizite bzw. fehlender Angaben in Bezug auf die zugehörigen Teilstichprobe sind in den dazugehörigen Abbildungen ersichtlich.

#### 5.1.1.2.1. Patienten mit zerebro-vaskulärer Erkrankung (CV)

Abbildung 11 gibt einen Überblick über die absoluten und relativen Häufigkeiten der unterschiedlichen visuellen Wahrnehmungsstörungen bei den Patienten mit zerebro-vaskulärer Erkrankung (N=461).

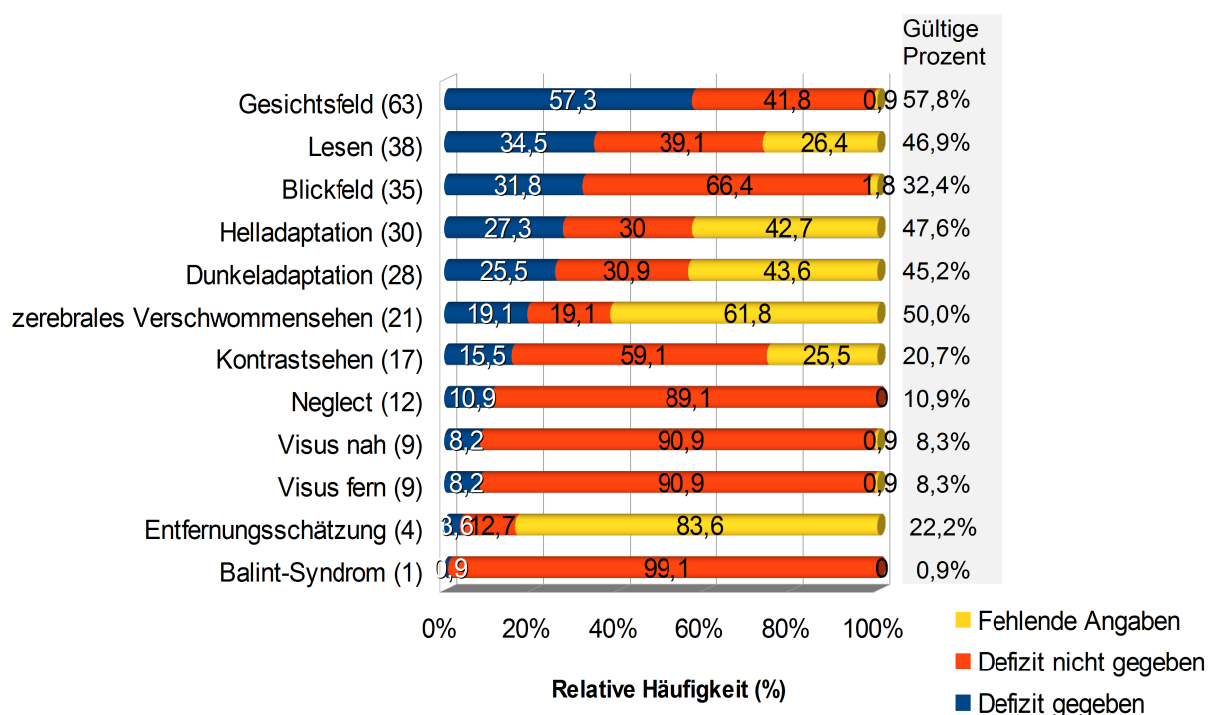


**Abb. 11:** Absolute und relative Häufigkeiten der objektiv erfassten visuellen Wahrnehmungsstörungen der Patienten mit zerebro-vaskulärer Hirnläsion (N=461). Die vertikale Anordnung der Symptome richtet sich nach der absoluten Häufigkeit der Angabe. Die absoluten Häufigkeitsangaben sind hinter den Symptombezeichnungen in Klammern angezeigt. Die relativen Häufigkeiten (%) sind als Beschriftung der blauen Balken in die Abbildung eingetragen. Grau hinterlegt sind hierbei die gültigen Prozentangaben.

Als häufigste visuelle Wahrnehmungsstörungen sind in der Stichprobe der Patienten mit zerebro-vaskulärer Hirnläsion Gesichtsfeldausfälle (73,8%) gegeben. Weiterhin häufig sind Leseschwierigkeiten (47,3%), Dunkeladaptationsstörungen (45,3%), Blickfeldeinschränkungen (44,0%), Störungen der Helladaptation (39,6%), zerebrales Verschwommensehen (32,1%) sowie Einschränkungen der Entfernungsschätzung (30,6%). Bei 21,0% der Patienten sind Neglectsymptome zu beobachten. Visusprobleme weisen 10,1% der Patienten im Nah- sowie 5,0% im Fernbereich auf. Beeinträchtigungen der Kontrastsensitivität sind bei 6,5% der daraufhin untersuchten Patienten gegeben. Hinweise auf ein Balint-Syndrom sind bei 2,6% gegeben.

#### 5.1.1.2.2. Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma (SHT)

Abbildung 12 veranschaulicht die absoluten und relativen Häufigkeiten der diagnostizierten visuellen Wahrnehmungsstörungen in der Stichprobe der Patienten mit erworbenem Schädel-Hirn-Trauma (N=110).

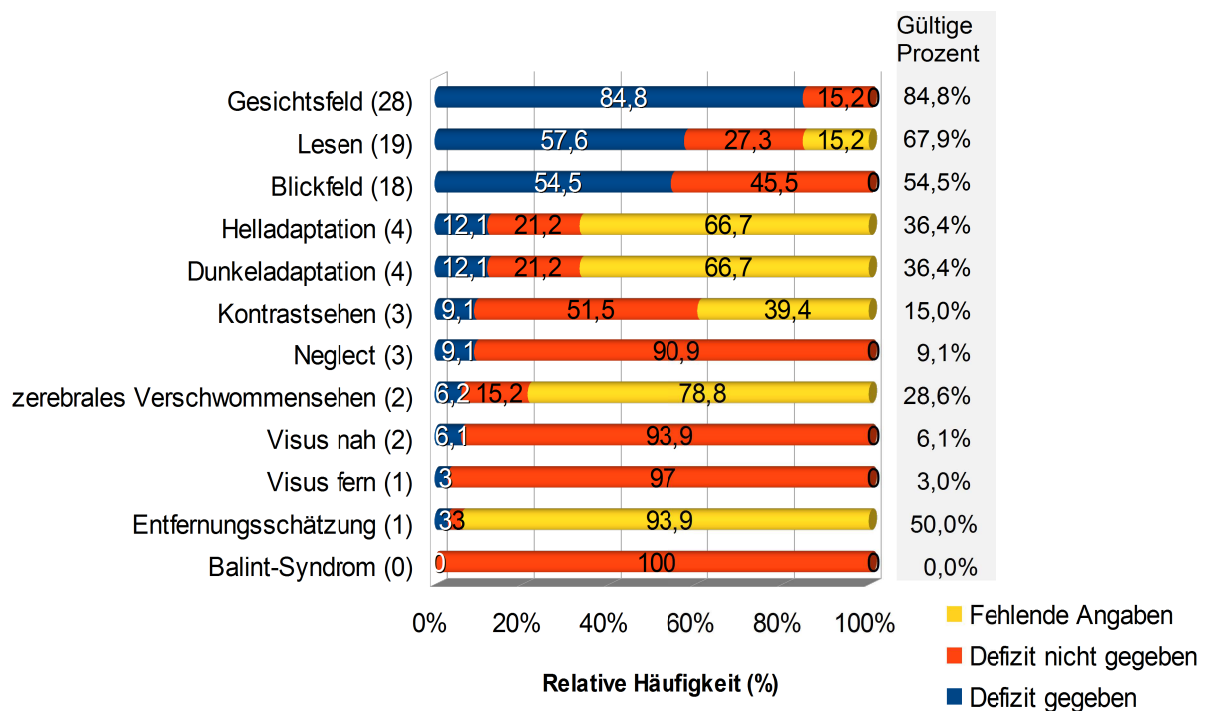


**Abb. 12:** Absolute und relative Häufigkeiten der objektiv erfassten visuellen Wahrnehmungsstörungen der Patienten mit erworbenem Schädel-Hirn-Trauma (N=110). Die vertikale Anordnung der Symptome richtet sich nach der absoluten Häufigkeit der Angabe. Die absoluten Häufigkeitsangaben sind hinter den Symptombezeichnungen in Klammern angezeigt. Die relativen Häufigkeiten (%) sind als Beschriftung der blauen Balken in die Abbildung eingetragen. Grau hinterlegt sind hierbei die gültigen Prozentangaben.

Als häufigste visuelle Wahrnehmungsstörungen sind Gesichtsfeldausfälle (57,8%) sowie zerebrales Verschwommensehen (50,0%) zu beobachten. Weiterhin häufig sind Störungen der Helladaptation (47,6%), Leseschwierigkeiten (46,9%), Dunkelsehen (45,2%) und Blickfeldeinschränkungen (32,4%). Bei 22,2% der Patienten sind Schwierigkeiten bei der Entfernungsschätzung zu beobachten. 20,7% zeigen Einschränkungen der Kontrastwahrnehmung und 10,9% weisen Symptome eines Neglects auf. Visusprobleme haben 8,3% der Patienten jeweils im Nah- sowie im Fernbereich. Hinweise auf ein Balint-Syndrom sind bei 0,9% gegeben.

### 5.1.1.2.3. Patienten mit Hirntumor (TU)

In Abbildung 13 sind die absoluten und relativen Häufigkeiten der diagnostizierten visuellen Wahrnehmungsstörungen der Patienten mit Hirntumor (N=33) ersichtlich.

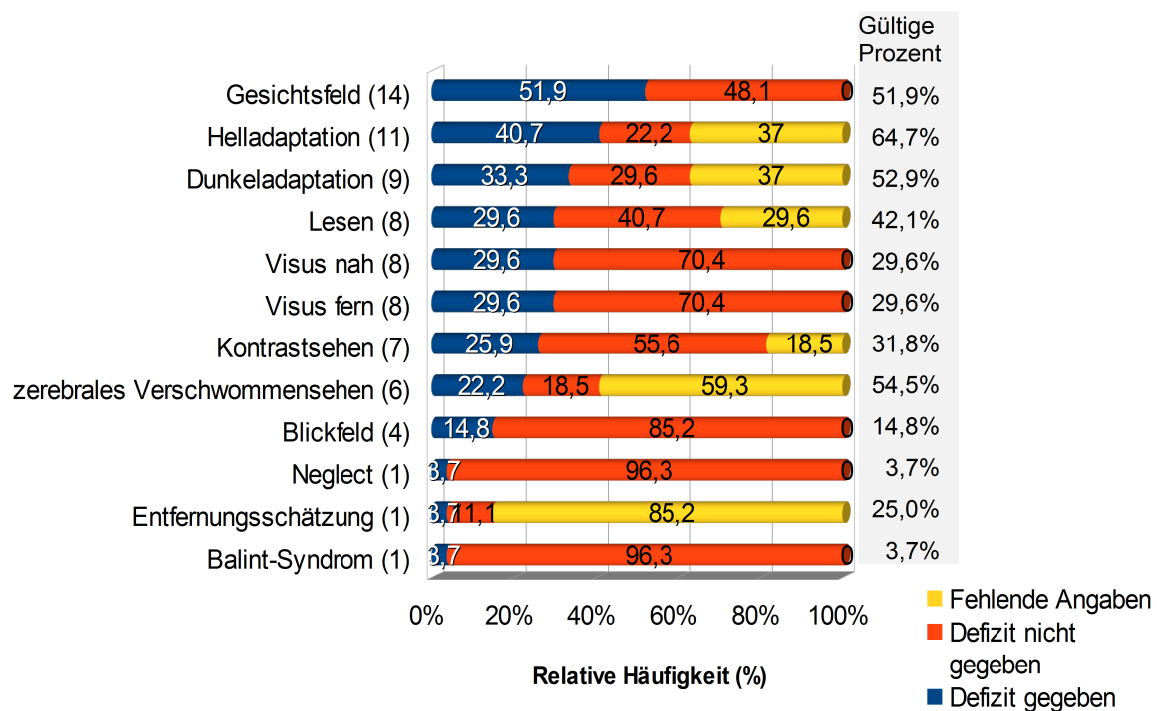


**Abb. 13:** Absolute und relative Häufigkeiten der objektiv erfassten visuellen Wahrnehmungsstörungen der Patienten mit Hirntumor (N=33). Die vertikale Anordnung der Symptome richtet sich nach der absoluten Häufigkeit der Angabe. Die absoluten Häufigkeitsangaben sind hinter den Symptombezeichnungen in Klammern angezeigt. Die relativen Häufigkeiten (%) sind als Beschriftung der blauen Balken in die Abbildung eingetragen. Grau hinterlegt sind hierbei die gültigen Prozentangaben.

Bezogen auf die Anzahl der jeweils untersuchten Patienten sind bei den Patienten mit Hirntumor sehr häufig Gesichtsfeldausfälle (84,8%), Leseprobleme (67,9%) sowie Blickfeldeinschränkungen (54,5%) zu beobachten. Schwierigkeiten in der Entfernungsschätzung werden in einer allerdings sehr geringen Anzahl an daraufhin untersuchten Patienten (N=6) ebenfalls zu 50% diagnostiziert. Probleme in der Hell- und Dunkeladaptation (je 36,4%) sowie zerebrales Verschwommensehen (28,6%) sind bei ca. jedem Dritten der darauf untersuchten Patienten mit Hirntumor gegeben. Seltener sind Störungen der Kontrastwahrnehmung (15,0%), Symptome des Neglects (9,1%) sowie Einschränkungen der Sehschärfe im Nah- (6,1%) und Fernraum (3,0%) zu beobachten. Kein Patient weist ein Balint-Syndrom auf.

#### 5.1.1.2.4. Patienten mit zerebraler Hypoxie (HX)

Abbildung 14 veranschaulicht die absoluten und relativen Häufigkeiten der diagnostizierten visuellen Wahrnehmungsstörungen der Patienten mit zerebraler Hypoxie (N=27).



**Abb. 14:** Absolute und relative Häufigkeiten der objektiv erfassten visuellen Wahrnehmungsstörungen der Patienten mit zerebraler Hypoxie (N=27). Die vertikale Anordnung der Symptome richtet sich nach der absoluten Häufigkeit der Angabe. Die absoluten Häufigkeitsangaben sind hinter den Symptombezeichnungen in Klammern angezeigt. Die relativen Häufigkeiten (%) sind als Beschriftung der blauen Balken in die Abbildung eingetragen. Grau hinterlegt sind hierbei die gültigen Prozentangaben.



Mehr als die Hälfte der mittels der entsprechenden Verfahren untersuchten Patienten mit zerebraler Hypoxie zeigen Defizite der Hell- (64,7%) und Dunkeladaptation (52,9%), leiden unter zerebralem Verschwommensehen (54,5%) oder weisen Gesichtsfeldausfälle (51,9%) auf. Beeinträchtigungen der Kontrastsensitivität sind bei 31,8% der daraufhin untersuchten Patienten zu beobachten. Einschränkungen der Sehschärfe sind im Nah- sowie Fernraum in jeweils 29,6% der Fälle gegeben. Je eine Person hat Probleme bei der Entfernungsschätzung (25%) oder weist Symptome eines Neglects (3,7%) oder eines Balint-Syndroms (3,7%) auf.

#### 5.1.1.2.5. Vergleich der Häufigkeiten zerebraler visueller Wahrnehmungsstörungen in den Teilstichproben

**Tab. 12:** Relative Häufigkeiten (%) der diagnostizierten visuellen Wahrnehmungsprobleme in der Gesamtstichprobe und den Teilstichproben unter Angabe des Signifikanzniveaus p (zweiseitig, Chi-Quadrat nach Pearson): \* = signifikante, \*\* = sehr signifikante Unterschiede in mindestens zwei der angegebenen Teilstichproben.

	<b>Gesamt</b>	<b>CV</b>	<b>SHT</b>	<b>TU</b>	<b>HX</b>	<b>sign.</b>
<b>Visus nah</b>	<b>10,4%</b>	<b>10,1%</b>	<b>8,3%</b>	<b>6,1%</b>	<b>29,6%</b>	<b>.007**</b>
<b>Visus fern</b>	<b>6,8%</b>	<b>5,0%</b>	<b>8,3%</b>	<b>3,0%</b>	<b>29,6%</b>	<b>.000**</b>
<b>Gesichtsfeld</b>	<b>70,1%</b>	<b>74,1%</b>	<b>57,8%</b>	<b>84,8%</b>	<b>51,9%</b>	<b>.000**</b>
<b>Blickfeld</b>	<b>40,8%</b>	<b>44,4%</b>	<b>32,4%</b>	<b>54,5%</b>	<b>14,8%</b>	<b>.001**</b>
<b>Kontrastsehen</b>	<b>11,1%</b>	<b>6,5%</b>	<b>20,7%</b>	<b>15,0%</b>	<b>31,8%</b>	<b>.000**</b>
zerebrales Verschwommensehen	38,3%	32,1%	50,0%	28,6%	54,5%	.155
Dunkeladaptation	45,7%	45,3%	45,2%	36,4%	52,9%	.860
Helladaptation	42,8%	39,6%	47,6%	36,4%	64,7%	.180
Entfernungsschätzung	29,3%	30,6%	22,2%	50,0%	25,0%	.815
Balint-Syndrom	2,1%	2,6%	0,9%	0,0%	3,7%	.474
<b>Neglect</b>	<b>18,3%</b>	<b>21,6%</b>	<b>11,0%</b>	<b>9,1%</b>	<b>3,8%</b>	<b>.005**</b>
Lesen	55,7%	57,2%	46,9%	67,9%	42,1%	.112

Ein Vergleich der oben beschriebenen Teilstichproben bezüglich der diagnostizierten visuellen Wahrnehmungsprobleme mittels Kreuztafeln zeigt hoch signifikante Unterschiede bezüglich der relativen Häufigkeiten einiger zerebraler visueller Wahrnehmungsstörungen (vgl. Tabelle 12): Gesichtsfelddefekte ( $X^2=19,154$ ;  $df=3$ ;  $p<.001$ ), Blickfeldeinschränkungen ( $X^2 =15,502$ ;  $df=3$ ;  $p=.001$ ), Neglect ( $X^2 =12,650$ ;  $df=3$ ;  $p=.005$ ), Probleme bezüglich der Kontrastsensitivität ( $X^2 =23,777$ ;  $df=3$ ;  $p<.001$ ) sowie Einschränkungen der Sehschärfe im Nah- ( $X^2 =11,990$ ;  $df=3$ ;  $p=.007$ ) oder Fernbereich ( $X^2 =26,403$ ;  $df=3$ ;  $p<.001$ ). Bezüglich der

anderen diagnostizierten Wahrnehmungsprobleme sind keine signifikanten Gruppenunterschiede nachweisbar.

Betrachtet man die angeführten sechs zerebralen visuellen Wahrnehmungsstörungen mit signifikant unterschiedlichen Häufigkeitsverteilungen (Tabelle 12 fett gedruckt) mittels paarweiser Vergleiche (Anhang D), so lässt sich Folgendes erkennen:

Gesichtsfeldausfälle sowie Blickfeldeinschränkungen sind signifikant häufiger bei zerebrovaskulärer Hirnschädigung sowie Hirntumor zu beobachten als bei Schädel-Hirn-Trauma oder zerebraler Hypoxie ( $p$ -Werte sind in Anhang D angegeben).

Neglectsymptome sind signifikant häufiger in der Teilstichprobe der Patienten mit zerebrovaskulärer Läsion gegeben als in den restlichen Gruppen (SHT:  $p=.012$ ; HX:  $p=.030$ ). Eine Ausnahme bildet der Paarvergleich mit der Gruppe der Patienten mit Hirntumor. Die Signifikanz wird in diesem Vergleich knapp verpasst ( $p=.087$ ). Hierfür scheint der deutliche Unterschied in den Stichprobengrößen verantwortlich zu sein (CV:  $N=352$ ; TU:  $N=30$ ).

Eine reduzierte Kontrastsensitivität zeigt sich bei Patienten mit zerebrovaskulärer Läsion signifikant seltener als bei Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma ( $p<.001$ ) oder zerebraler Hypoxie ( $p<.001$ ). Der Unterschied zu Patienten mit Hirntumor verfehlt die Signifikanz ( $p=.153$ ), dies ist möglicherweise rückführbar auf die deutliche Diskrepanz der Stichprobengrößen (CV:  $N=291$ ; TU:  $N=20$ ).

Eine Visusminderung ist sowohl im Nah- wie auch im Fernbereich signifikant häufiger bei Patienten mit zerebraler Hypoxie zu beobachten als bei Patienten mit zerebrovaskulärer Läsion (Nah:  $p=.002$ ; Fern:  $p<.001$ ), Schädel-Hirn-Trauma (Nah:  $p=.003$ ; Fern:  $p<.003$ ) oder Hirntumor (Nah:  $p=.015$ ; Fern:  $p<.004$ ).

## **5.1.2. Subjektive Beschwerdeangaben**

### *5.1.2.1. Subjektive Beschwerdeangaben in der Gesamtstichprobe*

Neben der statistischen Auszählung der Häufigkeiten subjektiver Beschwerdeangaben erfolgt in diesem Abschnitt ein Vergleich der Häufigkeiten der Angaben zwischen den Teilstichproben der Patienten mit zerebrovaskulärer Läsion, mit Schädel-Hirn-Trauma, mit Hirntumor sowie mit zerebraler Hypoxie.

#### 5.1.2.1.1. *Item 2: Lesen*

Von 626 Patienten, die Frage 2 bezüglich bestehender Lese Probleme verwertbar beantworteten, gaben 332 (53%) entsprechende Probleme an. 329 dieser Patienten (99,1%) machten zudem Angaben bezüglich des Zeitpunkts, zu dem sie erstmalig diese Probleme erlebten: 323 (97,3%) erlebten Lese Probleme direkt nach der Hirnschädigung. Lediglich 6 (1,8%) Personen gaben eine Erstmanifestation im Verlauf nach der Schädigung an. Bei 2 Patienten traten dabei die Lese Probleme innerhalb der ersten Woche, bei jeweils einem 3, 6, 8 und 10 Wochen nach dem Ereignis ein.

#### 5.1.2.1.2. *Item 3: Anstoßen*

652 Patienten konnten verwertbare Aussagen bezüglich dieser Frage machen. 270 (41,4%) davon gaben Schwierigkeiten beim Ausweichen von Personen bzw. Anstoßen an Personen oder Gegenstände an. Bezüglich der Lateralität des Anstoßens konnten 31 (11,5%) keine klare Seitendifferenz angeben. 137 (50,7%) erlebten das Anstoßen überwiegend auf der linken, 101 (37,4%) überwiegend auf der rechten Seite. Zu einer Person (0,4%) fehlen entsprechende Angaben.

#### 5.1.2.1.3. *Item 4a/b: Treppensteigen / Greifen*

Die Frage bezüglich der Einschätzung der Tiefe von Treppenstufen wurde von 620 Patienten verwertbar beantwortet. 113 (18,2%) dieser Patienten erlebten bzw. berichteten dabei entsprechende Defizite. Bezüglich der Entfernungsschätzung beim Greifen nach Gegenständen erlebten 106 (16,8%) der Patienten, die diese Frage verwertbar beantworteten (N=631), Einschränkungen.

#### 5.1.2.1.4. *Item 5/6: Blendungsgefühl und Dunkelsehen*

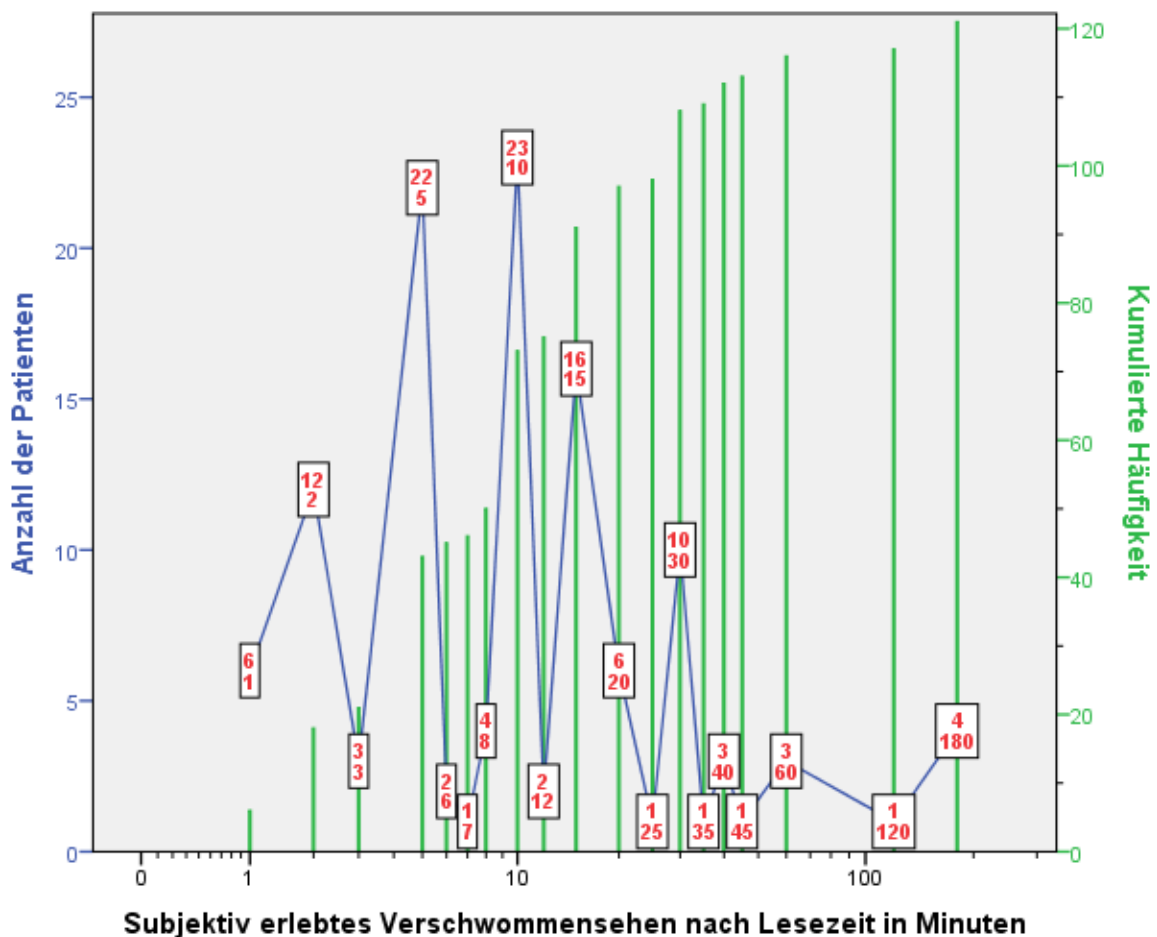
Die Frage nach einem gesteigerten Blendungsgefühl wurde von 643 Patienten verwertbar beantwortet. Ein entsprechendes Defizit wurde dabei von 152 Patienten (23,6%) berichtet. 150 dieser Patienten (98,7%) erlebten die Erstmanifestation des gesteigerten Blendungsgefühls unmittelbar nach dem Ereignis. Bei 2 Personen (1,3%) fehlen entsprechende Angaben.

644 Patienten machten Angaben zu der Frage bezüglich eines erlebten Dunkelsehens. 123

dieser Patienten (19,1%) gaben Dunkelsehen an. Davon erlebten 118 Patienten (95,9%) dieses Symptom unmittelbar nach der Hirnschädigung. Ein Patient (0,8%) erlebte Dunkelsehen ab einer Woche nach dem Ereignis. Von 4 Patienten (3,3%) fehlen entsprechende Angaben.

#### 5.1.2.1.5. Item 7 a/b: Verschwommensehen

Von 646 Patienten wurden die Angaben bezüglich erlebtem Verschwommensehen erhoben. 226 (35,0%) dieser Patienten erlebten entsprechende Symptome. 211 Patienten (93,4%) gaben an, Verschwommensehen direkt in Folge der Hirnschädigung erlebt zu haben. 2 Patienten (0,9%) berichteten von einem Auftreten eine Woche nach dem Ereignis, je einer (je 0,4%) gab als Erstmanifestationszeitpunkt 2, 4 sowie 16 Wochen nach der Schädigung an. Von 10 Patienten (4,4%) fehlen entsprechende Angaben.



**Abb. 15:** Absolute (blaue Linien) und kumulierte (grüne Linien) Häufigkeiten der Minutenangaben nach denen Verschwommensehen erlebt wurde (N=121). Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde die Abszisse logarithmisch transformiert. Die obere rot dargebotene Zahl in den Kästchen repräsentiert die Anzahl an Personen, die zu der angegebenen Lesezeit in Minuten (untere rote Zahl) Verschwommensehen erlebten.

121 von 646 Patienten (18,7%) erlebten das Verschwommensehen nur nach visueller Belastung. Abbildung 15 gibt einen Überblick über die Häufigkeit von Lesezeiten (in Minuten) nach denen die Patienten Verschwommensehen erlebten. Es ist ersichtlich, dass 108 Patienten (89,3%) dieses Symptom nach spätestens 30 Minuten erlebten. 73 dieser Patienten (60,3%) berichteten von einer visuellen Ermüdung nach höchstens 10 Minuten Lesezeit. Die durchschnittliche Lesezeit nach der Verschwommensehen erlebt wurde beträgt 19,5 Minuten (Standardabweichung = 33,68).

#### 5.1.2.1.6. *Item 8: Farbwahrnehmung*

Die Frage nach einer subjektiv erlebten Veränderung der Farbwahrnehmung wurde von 640 Patienten verwertbar beantwortet. Von 47 Patienten (7,4%), die eine veränderte Farbwahrnehmung berichteten, hatten 44 (6,9%) den Eindruck einer verblassten Farbwahrnehmung, 3 (0,5%) erlebten die Farben leuchtender als vor dem Ereignis.

#### 5.1.2.1.7. *Item 9: Visuelle Reizerscheinungen*

Von 621 Patienten, die das Item verwertbar beantworteten, berichteten 81 (13,0%) von einfachen sowie 17 (2,7%) von komplexen visuellen Reizerscheinungen (vgl. Tabelle 13a). 25,5% der visuellen Reizerscheinungen wurden bereits vor dem Ereignis erlebt. 37,8% der Patienten gaben entsprechende Symptome unmittelbar nach dem Ereignis sowie 35,7% im weiteren Verlauf (ab einer Woche) nach dem Ereignis an. Tabelle 13b zeigt, dass einfache visuelle Reizerscheinungen gleich verteilt vor, unmittelbar nach sowie im Verlauf nach dem Ereignis erlebt wurden, während komplexe visuelle Reizerscheinungen überwiegend direkt nach sowie im Verlauf nach dem Ereignis auftraten. Die Zeitdauer der Symptome lag dabei vornehmlich im Bereich von Sekunden bis Minuten. Eine Dauer von Stunden wurde selten berichtet (vgl. Tabelle 13c). Bezüglich der einfachen visuellen Reizerscheinungen zeigt sich ein hoch signifikanter und starker Zusammenhang zur Lateralität der Hirnläsion (N=80;  $X^2=79,028$ ;  $df=4$ ;  $p<.001$ ;  $V=0.70$ ; vgl. Tabelle 13d): Sie wurden überwiegend im kontraläsionalen Halbraum berichtet. Die statistische Analyse der Auftretensseite komplexer visueller Reizerscheinungen zeigt keinen signifikanten Zusammenhang zur Läsionslateralität (N=17;  $X^2=4,663$ ;  $df=4$ ;  $p=.324$ ;  $V=0.37$ ; vgl. Tabelle 13d).

**Tab. 13:** Absolute und relative Häufigkeiten von einfachen und komplexen visuellen Reizerscheinungen (a), Zeitpunkt des erstmaligen Auftretens (b), Dauer der Symptome (c) und Seite der Erscheinung im Vergleich zur Läsionsseite (d).

<b>a</b>	N=621		<b>Häufigkeit</b>	
	Keine visuellen Reizerscheinungen		523 (84,2%)	
	einfache		81 (13,0%)	
	komplexe		17 (2,7%)	

<b>b</b>	<b>RE*</b>	<b>Zeitpunkt des erstmaligen Auftretens</b>			
		vor	unmittelbar	im Verlauf	gesamt
	einfache	24 (30,0%)	29 (36,3%)	27 (33,8%)	80
	komplexe	1 (5,9%)	8 (47,1%)	8 (47,1%)	17
	gesamt	25	37	35	

<b>c</b>	<b>RE*</b>	<b>Dauer der visuellen Reizerscheinungen</b>			
		Sekunden	Minuten	Stunden	gesamt
	einfache	58 (72,5%)	14 (17,5%)	8 (10,0%)	80
	komplexe	10 (58,8%)	5 (29,4%)	2 (11,8%)	17
	gesamt	68	19	10	97

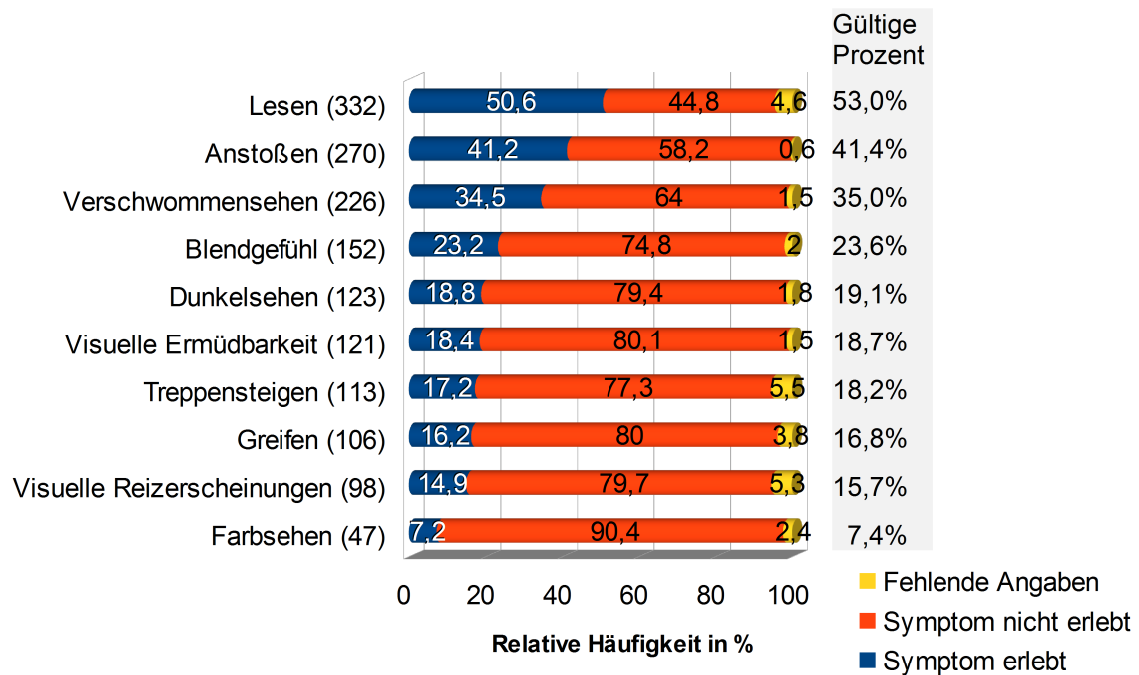
  

<b>d</b>	<b>RE*</b>	<b>Hirnläsion</b>			
		links	rechts	bilateral	gesamt
	einfache				
	links	0 (0,0%)	19 (90,5%)	2 (9,5%)	21
	rechts	24 (88,9%)	2 (7,4%)	1 (3,7%)	27
	bilateral	7 (21,9%)	5 (15,6%)	20 (62,5%)	32
	gesamt	31	26	23	80
	komplexe				
	links	2 (40,0%)	3 (60,0%)	0 (0,0%)	5
	rechts	1 (50,0%)	0 (0,0%)	1 (50,0%)	2
	bilateral	4 (40,0%)	2 (20,0%)	4 (40,0%)	10
	gesamt	7	5	5	17

RE = visuelle Reizerscheinungen

#### 5.1.2.1.8. Zusammenfassende Darstellung der Häufigkeiten subjektiver Beschwerdeangaben in der Gesamtstichprobe

Einen Überblick über die absoluten und relativen Häufigkeiten der subjektiven Beschwerdeangaben der Gesamtstichprobe gibt Abbildung 16.



**Abb. 16:** Absolute und relative Häufigkeiten der subjektiven Beschwerdeangaben der Gesamtstichprobe (N=656). Die vertikale Anordnung der Symptome richtet sich nach der absoluten Häufigkeit der Angabe. Die absoluten Häufigkeitsangaben sind hinter den Symptombezeichnungen in Klammern angezeigt. Die relativen Häufigkeiten (%) sind als Beschriftung der blauen Balken in die Abbildung eingetragen. Grau hinterlegt sind hierbei die gültigen Prozentangaben.

Betrachtet man die verwertbaren Aussagen der Befragten, so ergibt sich folgendes Bild: 41,4% beklagten Probleme beim Ausweichen von Personen oder Gegenständen bzw. Anstoßen an Personen oder Türrahmen. 35% berichteten, dass ihr Sehen nicht mehr so klar war wie früher. 23,6% erlebten als subjektive Beschwerden ein gesteigertes Blendungsgefühl und 19,1% erlebten Dunkelsehen. 18,7% der Personen erlebten Verschwommensehen nach visueller Belastung. Probleme beim Einschätzen der Tiefe von Treppenstufen berichteten 18,2%. 16,8% gaben Probleme beim Greifen nach Objekten an. 15,7% gaben an, seit dem Ereignis zu irgendeinem Zeitpunkt visuelle Reizerscheinungen erlebt zu haben. Von einer veränderten Farbwahrnehmung berichteten 7,4%. Fehlende Angaben bzw. nicht verwertbare Aussagen variieren je nach Item zwischen 1,3% (Anstoßen) und 5,5% (Treppensteigen).

Einen Überblick über den Zeitpunkt, zu dem die berichteten visuellen Wahrnehmungsprobleme erstmalig erlebt wurden gibt Tabelle 14.

**Tab. 14:** Häufigkeitsverteilung der subjektiv erlebten Defizite (erfasst mit dem Anamnesebogen zerebral bedingter Sehstörungen: AZS) in Abhängigkeit des Zeitpunkts zu dem dieses erstmalig erlebt wurde.

Item AZS	Defizit	N	Zeitpunkt der Hirnschädigung			
			vor	unmittelbar nach	im Verlauf (ab 1 Woche)	keine Angaben
2	Lesen	332		323 (97,3%)	6 ( 1,8%)	3 ( 0,9%)
3	Anstoßen	270	-	-	-	-
4a	Treppensteigen	113	-	-	-	-
4b	Greifen	106	-	-	-	-
5	Blendgefühl	152	-	150 (98,7%)	0 ( 0,0%)	2 ( 1,3%)
6	Dunkelsehen	123	-	118 (95,9%)	1 ( 0,8%)	4 ( 3,3%)
7a	Verschwommensehen	226	-	211 (93,4%)	5 ( 2,1%)	10 ( 4,4%)
7b	gesteigerte optische Ermüdbarkeit	121	-	-	-	-
8	Farbsehen	47				
	blasser	44	-	-	-	-
	leuchtender	3	-	-	-	-
9	Vis. Reizerscheinungen	98	25 (25,5%)	37 (37,8%)	35 (35,7%)	1 (1,0%)
	einfache	80	24 (30,0%)	29 (36,3%)	27 (33,8%)	-
	komplexe	17	1 (5,9%)	8 (47,1%)	8 (47,1%)	-

- Angabe wird in Bogen nicht erfasst;

Es ist ersichtlich, dass die subjektiven Beschwerden im Bereich des Lesens, des gesteigerten Blendungsgefühls, des Dunkelsehens sowie des Verschwommensehens in nahezu allen Fällen (zwischen 93,4% und 98,7%) unmittelbar nach der Hirnschädigung erlebt werden. Demgegenüber wird das Auftreten von visuellen Reizerscheinungen sowohl vor (25,5%), unmittelbar nach (37,8%) sowie im Verlauf (mindestens eine Woche; 35,7%) nach einer Hirnschädigung erlebt. Einfache visuelle Reizerscheinungen treten dabei relativ gleich verteilt über die drei Zeitpunkte auf, während komplexe visuelle Reizerscheinungen nahezu ausschließlich nach der Hirnschädigung auftreten (94,2%). Mangelnde oder keine Angaben sind lediglich in 0,9% bis 4,4% der Fälle gegeben.

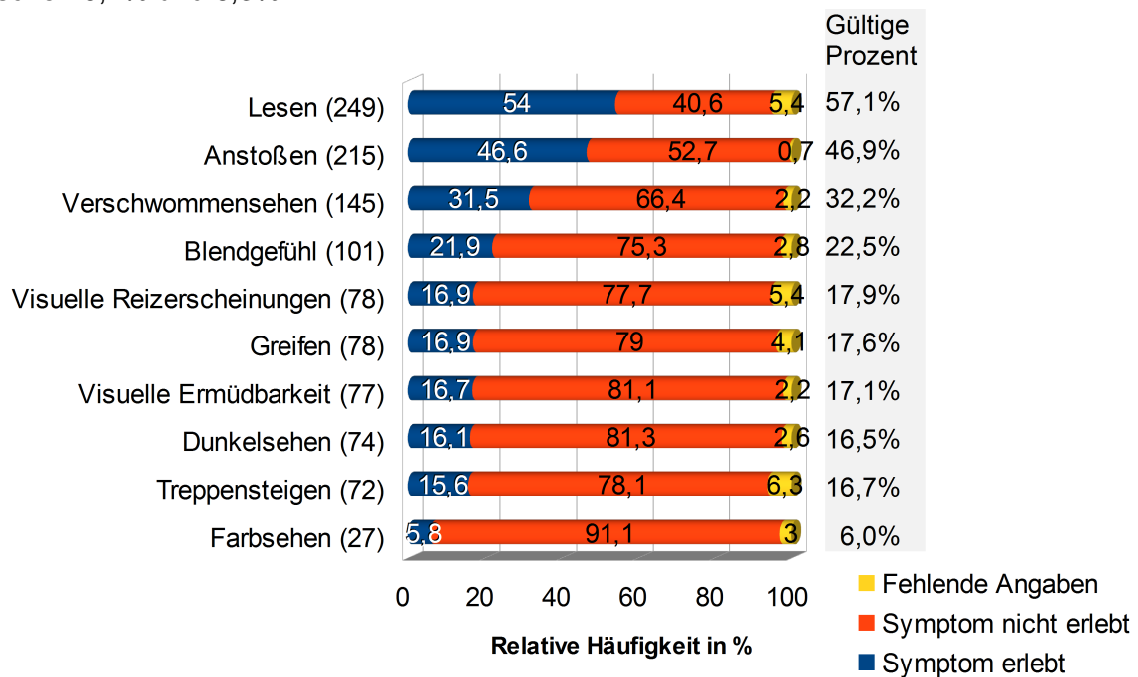
### 5.1.2.2. Subjektive Beschwerdeangaben in den Teilstichproben

#### 5.1.2.2.1. Patienten mit zerebro-vasculärer Hirnläsion (CV)

Abbildung 17 veranschaulicht die absoluten und relativen Häufigkeiten der subjektiven Beschwerdeangaben der Teilstichprobe der Patienten mit zerebro-vasculärer Hirnläsion



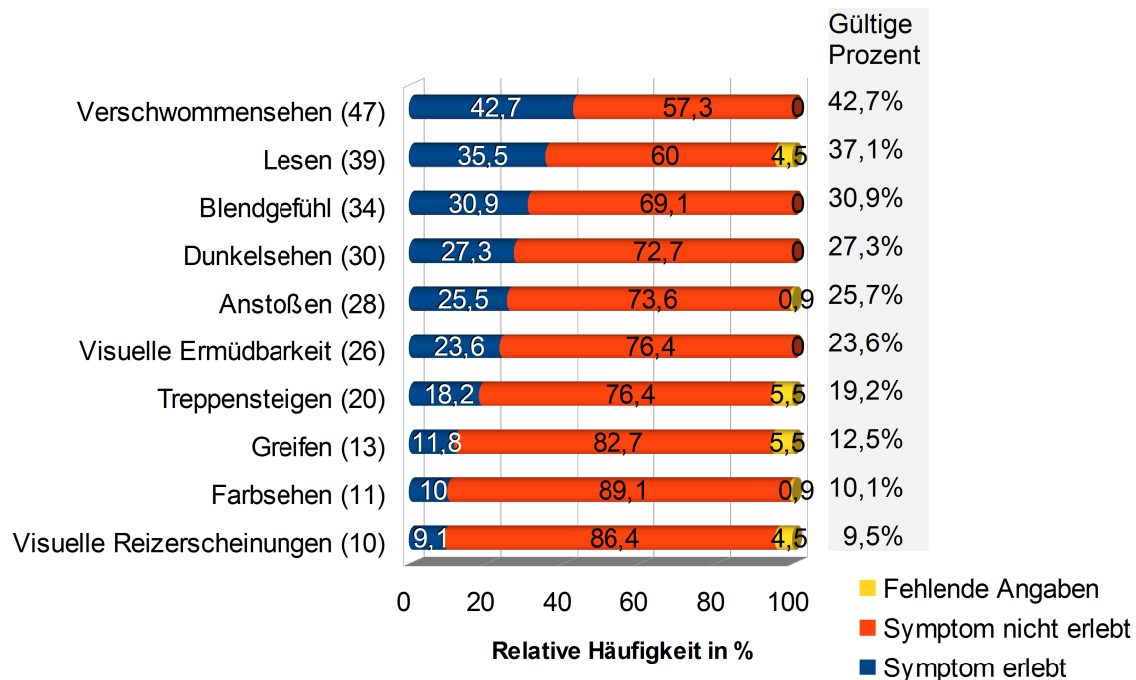
(N=461). Bezüglich der vier am häufigsten berichteten Beschwerden ergibt sich eine zur Gesamtstichprobe identische Reihenfolge: Lesen (57,1%), Anstoßen (46,9%), Verschwommensehen (32,2%) sowie gesteigertes Blendungsgefühl (22,5%) sind die häufigsten Beschwerden. Bei vergleichbaren Häufigkeiten zeigen sich bei den restlichen Beschwerden leichte Variationen in der Reihenfolge (vgl. Abbildung 17). Die Häufigkeiten fehlender oder unzulänglicher Angaben schwanken vergleichbar zur Gesamtstichprobe zwischen 0,7% und 6,3%.



**Abb. 17:** Absolute und relative Häufigkeiten der subjektiven Beschwerdeangaben der Patienten mit zerebrovaskulärer Hirnläsion (N=461). Die vertikale Anordnung der Symptome richtet sich nach der Häufigkeit der Angabe. Die absoluten Häufigkeitsangaben sind hinter den Symptombezeichnungen in Klammern angezeigt. Die relativen Häufigkeiten (%) sind als Beschriftung der blauen Balken in die Abbildung eingetragen. Grau hinterlegt sind hierbei die gültigen Prozentangaben.

#### 5.1.2.2.2. Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma (SHT)

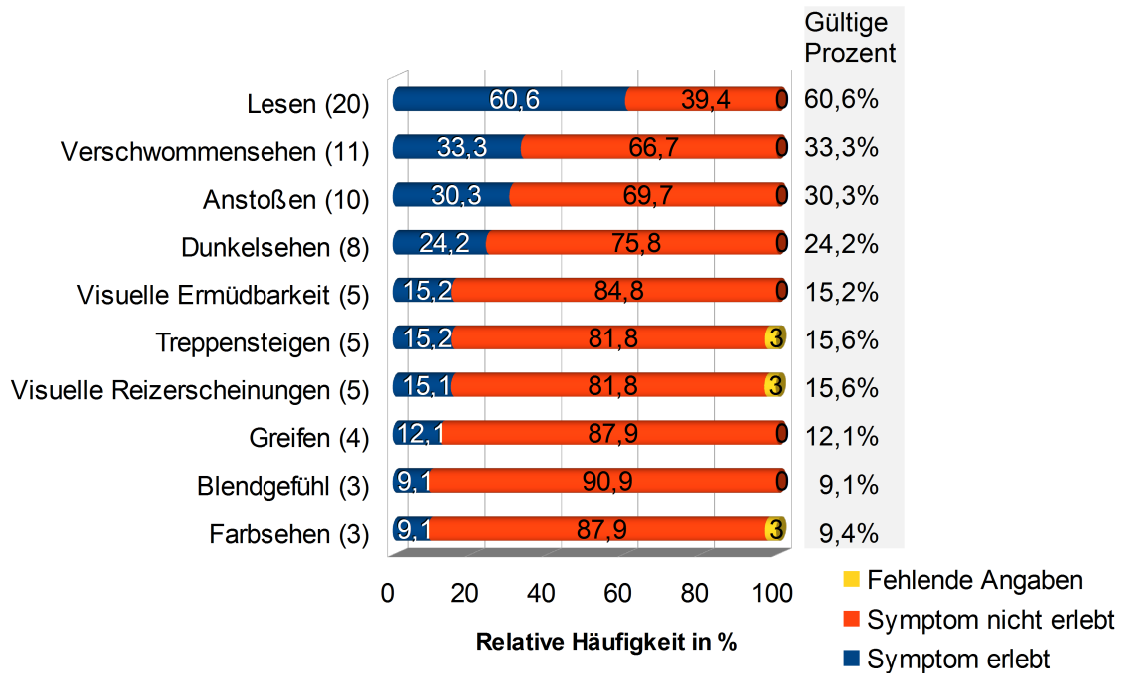
Wie in Abbildung 18 ersichtlich, ergibt sich in der Stichprobe der Patienten mit einem erworbenen Schädel-Hirn-Trauma (N=110) folgende Beschwerde-Reihenfolge: Verschwommensehen (42,7%), Lesen (37,1%), gesteigertes Blendungsgefühl (30,9%), Dunkelsehen (27,3%), Anstoßen (25,7%), gesteigerte optische Ermüdbarkeit (23,6%), Probleme beim Einschätzen der Tiefe von Treppenstufen (19,2%), Greifprobleme (12,5%), Defizite der Farbwahrnehmung (10,1%) sowie visuelle Reizerscheinungen (9,5%). Die Häufigkeit fehlender oder unzulänglicher Angaben schwanken vergleichbar zur Gesamtstichprobe zwischen 0,0% und 5,5%.



**Abb. 18:** Absolute und relative Häufigkeiten der subjektiven Beschwerdeangaben der Patienten mit erworbenem Schädel-Hirn-Trauma (N=110). Die vertikale Anordnung der Symptome richtet sich nach der Häufigkeit der Angabe. Die absoluten Häufigkeitsangaben sind hinter den Symptombezeichnungen in Klammern angezeigt. Die relativen Häufigkeiten (%) sind als Beschriftung der blauen Balken in die Abbildung eingetragen. Grau hinterlegt sind hierbei die gültigen Prozentangaben.

#### 5.1.2.2.3. Patienten mit Hirntumor (TU)

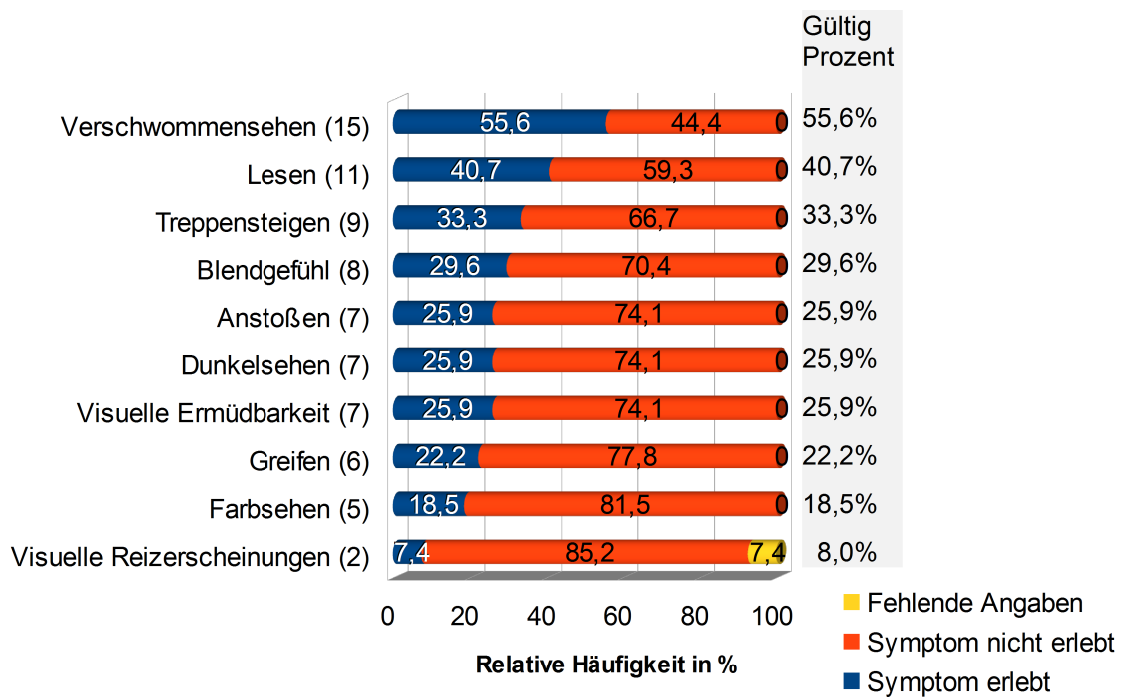
Abbildung 19 fasst die absoluten und relativen Häufigkeiten der subjektiven Beschwerdeangaben der Patienten mit Hirntumor (N=33) zusammen. Bezogen auf die Anzahl der Patienten, die die entsprechende Frage verwertbar beantworteten, wurden Leseprobleme mit 60,6% am häufigsten berichtet. Häufig wurden auch Verschwommensehen (33,3%), Anstoßen (30,3%) und Dunkelsehen (24,2%) berichtet. Probleme mit dem Einschätzen der Treppenstufen wurden von 15,6% der Patienten erlebt. Gleich häufig traten visuelle Reizerscheinungen auf. In 15,2% wurde eine gesteigerte optische Ermüdbarkeit angegeben. 12,1% berichteten von Greifproblemen, 9,4% von Defizite der Farbwahrnehmung und 9,1% von gesteigertem Blendungsgefühl. Die Häufigkeit fehlender oder unzulänglicher Angaben schwankt in dieser Teilstichprobe zwischen 0,0% und 3,0%.



**Abb. 19:** Absolute und relative Häufigkeiten der subjektiven Beschwerdeangaben der Patienten mit Hirntumor (N=33). Die vertikale Anordnung der Symptome richtet sich nach der Häufigkeit der Angabe. Die absoluten Häufigkeitsangaben sind hinter den Symptombezeichnungen in Klammern angezeigt. Die relativen Häufigkeiten (%) sind als Beschriftung der blauen Balken in die Abbildung eingetragen. Grau hinterlegt sind hierbei die gültigen Prozentangaben.

#### 5.1.2.2.4. Patienten mit zerebraler Hypoxie (HX)

Die absoluten und relativen Häufigkeiten der subjektiven Beschwerdeangaben der Patienten mit zerebraler Hypoxie (N=27) sind in Abbildung 20 ersichtlich. Häufig wurden Verschwommensehen (55,6%), Leseprobleme (40,7%) sowie Probleme mit dem Einschätzen der Treppenstufen (33,3%) berichtet. Ein gesteigertes Blendungsgefühl wurde von 29,6% berichtet. Anstoßen, Dunkelsehen sowie eine gesteigerte optische Ermüdbarkeit beschrieben 25,9% der Patienten. 22,2% berichteten von Greifproblemen, 18,5% von Defiziten der Farbwahrnehmung und 8,0% von visuellen Reizerscheinungen. Mit Ausnahme der visuellen Reizerscheinungen (7,4%) sind fehlende oder unzulängliche Angaben in dieser Teilstichprobe nicht gegeben.



**Abb. 20:** Absolute und relative Häufigkeiten der subjektiven Beschwerdeangaben der Patienten mit zerebraler Hypoxie (N=27). Die vertikale Anordnung der Symptome richtet sich nach der Häufigkeit der Angabe. Die absoluten Häufigkeitsangaben sind hinter den Symptombezeichnungen in Klammern angezeigt. Die relativen Häufigkeiten (%) sind als Beschriftung der blauen Balken in die Abbildung eingetragen. Grau hinterlegt sind hierbei die gültigen Prozentangaben.

#### 5.1.2.2.5. Vergleichende Darstellung der Häufigkeiten subjektiver Beschwerdeangaben

Vergleicht man die subjektiven Beschwerdeangaben der Teilstichproben der Patienten mit zerebro-vaskulärer Erkrankung, mit Schädel-Hirn-Trauma, Hirntumor oder zerebraler Hypoxie, so zeigen sich bezüglich einiger Angaben signifikante Unterschiede (vgl. Tabelle 15): Leseprobleme ( $X^2=15,953$ ;  $df=3$ ;  $p=.001$ ), Anstoßen an Gegenstände oder Personen ( $X^2=21,221$ ;  $df=3$ ;  $p=.000$ ), gesteigertes Blendungsgefühl ( $X^2=7,927$ ;  $df=3$ ;  $p=.048$ ), Dunkelsehen ( $X^2=8,080$ ;  $df=3$ ;  $p=.044$ ) sowie Verschwommensehen ( $X^2=9,535$ ;  $df=3$ ;  $p=.023$ ).

**Tab. 15:** relative Häufigkeiten (%) der subjektiven Beschwerdeangaben in der Gesamtstichprobe und den Teilstichproben unter Angabe des Signifikanzniveaus p (zweiseitig, Chi-Quadrat nach Pearson): \* = signifikante, \*\* = sehr signifikante Unterschiede in mindestens zwei der angegebenen Teilstichproben.

	<b>Gesamt</b>	<b>CV</b>	<b>SHT</b>	<b>TU</b>	<b>HX</b>	<b>sign.</b>
<b>Item 2: Lesen</b>	<b>53,0%</b>	<b>57,1%</b>	<b>37,1%</b>	<b>60,6%</b>	<b>40,7%</b>	<b>.001**</b>
<b>Item 3: Anstoßen</b>	<b>41,4%</b>	<b>46,9%</b>	<b>25,7%</b>	<b>30,3%</b>	<b>25,9%</b>	<b>.000**</b>
Item 4a: Treppensteigen	18,2%	16,7%	19,2%	15,6%	33,3%	.166
Item 4b: Greifen	16,8%	17,6%	12,5%	12,1%	22,2%	.441
<b>Item 5: Blendgefühl</b>	<b>23,6%</b>	<b>22,5%</b>	<b>30,9%</b>	<b>9,1%</b>	<b>29,6%</b>	<b>.048*</b>
<b>Item 6: Dunkelsehen</b>	<b>19,1%</b>	<b>16,5%</b>	<b>27,3%</b>	<b>24,2%</b>	<b>25,9%</b>	<b>.044*</b>
<b>Item 7a: Verschwommensehen</b>	<b>35,0%</b>	<b>32,2%</b>	<b>42,7%</b>	<b>33,3%</b>	<b>55,6%</b>	<b>.023*</b>
Item 7b: gesteigerte optische Ermüdbarkeit	18,7%	17,1%	23,6%	15,2%	25,9%	.288
Item 8: Farbsehen	7,4%	6,0%	10,1%	9,4%	18,5%	.194
Item 9: visuelle Reizerscheinungen	15,7%	17,9%	9,5%	15,6%	8,0%	.434

Die paarweisen Vergleiche (Anhang E) für die angegebenen signifikanten Interaktionen (vgl. Tabelle 15) verdeutlichen die Unterschiede:

Bezüglich der Lese Probleme sind die relativen Häufigkeiten in den Teilstichproben der Patienten mit zerebro-vaskulärer Hirnläsion ( $p < .001$ ) sowie Hirntumor ( $p = .017$ ) signifikant höher als bei den Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma. Die paarweisen Vergleiche mit der Gruppe der Patienten mit zerebraler Hypoxie verfehlen die Signifikanz (CV:  $p = .096$ ; TU:  $p = .126$ ), möglicherweise rückführbar auf die teilweise geringen Stichprobengrößen (TU:  $N = 33$ ; HX:  $N = 27$ ) im Vergleich zur Stichprobe der Patienten mit zerebro-vaskulärer Hirnläsion ( $N = 436$ ).

Das Anstoßen an Gegenstände oder Personen wird von signifikant mehr Patienten mit zerebro-vaskulärer Hirnläsion berichtet als von Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma ( $p < .001$ ) sowie zerebraler Hypoxie ( $p = .033$ ). Der paarweise Vergleich mit der Gruppe der Patienten mit Hirntumor verfehlt knapp die Signifikanz ( $p = .064$ ), wahrscheinlich zurückzuführen auf die deutliche Diskrepanz der Stichprobengrößen (CV:  $N = 458$ ; TU:  $N = 33$ ).

Ein gesteigertes Blendungsgefühl wird von signifikant weniger Patienten mit Hirntumor berichtet als von Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma ( $p = .012$ ) oder zerebraler Hypoxie ( $p = .041$ ). Die paarweisen Vergleiche zwischen der Stichprobe der Patienten mit zerebro-vaskulärer Hirnläsion sowie Hirntumor verfehlt knapp die Signifikanz ( $p = .070$ ) ebenso wie der statistische Vergleich der Patienten mit zerebro-vaskulärer Hirnläsion und Schädel-Hirn-

Trauma ( $p=.066$ ). Zumindest ersteres Ergebnis ist wahrscheinlich auf die stark unterschiedlichen Gruppengrößen (CV:  $N=448$ ; TU:  $N=33$ ) rückführbar.

Dunkelsehen wird seltener von Patienten mit zerebro-vaskulärer Hirnläsion berichtet als von Patienten der anderen drei Teilstichproben. Dabei zeigt allerdings lediglich der paarweise Vergleich mit den Schädel-Hirn-Traumatikern einen hoch signifikanten Unterschied ( $p=.009$ ). Die Vergleiche der Patientengruppe mit zerebro-vaskulärer Hirnläsion mit den anderen beiden Gruppen zeigen einen lediglich tendenziellen Unterschied (TU:  $p=.252$ ; HX:  $p=.205$ ).

Bezüglich erlebtem Verschwommensehen ist zu beobachten, dass signifikant weniger Patienten mit zerebro-vaskulärer Hirnläsion von jenem Symptom berichten als Schädel-Hirn-Traumatiker ( $p=.036$ ) oder Patienten mit zerebraler Hypoxie ( $p=.012$ ). Bezüglich der Patienten mit Hirntumor zeigt sich ein vergleichbarer Trend. Die entsprechenden paarweisen Vergleiche verfehlen allerdings die Signifikanz (SHT:  $p=.335$ ; HX:  $p=.084$ ), möglicherweise rückführbar auf die geringe Stichprobengröße ( $N=33$ ).

### **5.1.3. Un- / Awareness für bestehende visuelle Wahrnehmungsstörungen**

Zur Beurteilung der Awareness bzw. Unawareness für bestehende visuelle Wahrnehmungsstörungen enthält die AZS eine Frage nach erlebten Störungen sowie einer möglichen Ursache hierfür (Item 1, vgl. Anhang A). Die Ursachenzuschreibung wird dabei als unzureichend klassifiziert, wenn der Patient keine oder unangemessene Ursachen für seine visuellen Wahrnehmungsstörungen nennt. Zudem beinhaltet die AZS ein abschließendes Urteil des Untersuchers bezüglich der Angemessenheit der Angaben des Patienten (Item 10). Die Beurteilung der Aussagen des Patienten erfolgt dabei nach drei Kategorien: zutreffend, unspezifisch sowie unzutreffend.

Eine adäquate Ursache für bestehende visuelle Wahrnehmungsstörungen konnten 88,4% aller Patienten, von denen die entsprechenden Angaben erhoben wurden ( $N=594$ ), nennen. Lediglich 11,6% der Patienten waren dazu nicht in der Lage. In den Teilstichproben der Patienten mit zerebro-vaskulärer Erkrankung, mit Schädel-Hirn-Trauma sowie mit Hirntumor oder zerebraler Hypoxie zeigt sich ein vergleichbares Bild (vgl. Tabelle 16). Es sind keine signifikanten Gruppenunterschiede diesbezüglich zu beobachten ( $N=594$ ;  $X^2 = 1,729$ ;  $df=3$ ;  $p=.630$ ).

**Tab. 16:** Relative Häufigkeiten unzureichender Ursachenzuschreibungen in der Gesamtstichprobe sowie den Teilstichproben unter Angabe des Signifikanzniveaus p (zweiseitig, Chi-Quadrat nach Pearson). Die angegebenen Prozentwerte sind bereinigt bezüglich der Anzahl an nicht erfassten Angaben (gültige Prozente).

	<b>Gesamt</b>	<b>CV</b>	<b>SHT</b>	<b>TU</b>	<b>HX</b>	<b>sign.</b>
Item 1: Ursachenzuschreibung	11,6%	11,1%	14,6%	6,7%	9,1%	.630

In der Gesamtstichprobe (N=651) wertete der Interviewer 81,7% der Patientenangaben als zutreffend. Lediglich 9,5% wurden als unspezifisch und 8,8% als unzutreffend beurteilt. Vergleichbares ergibt die Analyse der Angaben bezogen auf die oben aufgeführten Teilstichproben (vgl. Tabelle 17). Es sind keine signifikanten Gruppenunterschiede nachweisbar (N=651;  $X^2 = 8,965$ ;  $df=6$ ;  $p=.176$ ).

**Tab. 17:** Relative Häufigkeiten der Untersucherurteile „unspezifisch“ sowie „unzutreffend“ in der Gesamtstichprobe sowie den Teilstichproben unter Angabe des Signifikanzniveaus p (zweiseitig, Chi-Quadrat nach Pearson). Die angegebenen Prozentwerte sind bereinigt bezüglich der Anzahl an nicht erfassten Angaben (gültige Prozente).

	<b>Gesamt</b>	<b>CV</b>	<b>SHT</b>	<b>TU</b>	<b>HX</b>	<b>sign.</b>
Item 10: Untersucherurteil						
„unspezifisch“	9,5%	10,7%	3,6%	6,1%	14,8%	
„unzutreffend“	8,8%	7,9%	12,7%	6,1%	7,4%	
						.176

Die statistische Überprüfung zeigt eine hoch signifikante und hohe Korrelation zwischen der Ursachenzuschreibung der Patienten in Item 1 und dem Urteil des Untersuchers in Item 10 (N=590;  $X^2 = 246,780$ ;  $df=2$ ;  $p<.001$ ;  $V=.65$ ).

Von den 69 Patienten, die keine adäquate Ursache für ihre visuellen Wahrnehmungsprobleme nennen konnten, hatten 56 (81,2%) eine rechtshemisphärische oder bilaterale Hirnschädigung. Lediglich 13 (18,8%) wiesen eine ausschließlich linkshemisphärische Läsion auf. Die statistische Analyse der Läsionslateralität (unilaterale rechts- vs. linkshemisphärische Läsion) und der Ursachenzuschreibung (korrekte vs. inkorrekte Ursache genannt) zeigt einen signifikanten aber von der Stärke unbedeutenden Zusammenhang zwischen der Läsionslateralität und der Fähigkeit des Patienten eine adäquate Ursache für seine visuellen Wahrnehmungsstörungen zu nennen ( $X^2 = 5,848$ ;  $df=1$ ;  $p=.016$ ;  $V=.118$ ). Tabelle 18 veranschaulicht diesen Zusammenhang.

**Tab. 18:** Kreuztabelle zum Zusammenhang zwischen Läsionslateralität und Awareness in der Gesamtstichprobe (N=594). Fett gedruckte Häufigkeiten wurden mit dem Chi-Quadrat Test nach Pearson verglichen.

Läsionslateralität	Ursachen erkannt		N
	nein	ja	
linksseitig	<b>13 ( 6,9%)</b>	<b>176 (93,1%)</b>	189
rechtsseitig	<b>33 (14,3%)</b>	<b>198 (85,7%)</b>	231
bilateral	23 (13,2%)	151 (86,8%)	174
Total	69	525	594

## 5.2. Hypothesenprüfung

### 5.2.1. Vergleich der Items des Anamnesebogens mit den Ergebnissen der klinischen Testung

In diesem Kapitel wird der Zusammenhang zwischen den subjektiven Beschwerdeangaben der Patienten und den objektiv erfassten Untersuchungsergebnissen der unterschiedlichen zerebralen visuellen Wahrnehmungsstörungen untersucht. Die statistischen Analysen beziehen sich dabei auf die Gesamtstichprobe unabhängig der Ätiologie der visuellen Wahrnehmungsstörung.

#### 5.2.1.1. *Item 2: Lesen*

Die statistische Analyse zeigt einen hoch signifikanten und starken Zusammenhang zwischen den subjektiv erlebten Leseproblemen und den objektiv in der Diagnostik erfassten Defiziten beim Lesen eines standardisierten Texts (N=531;  $X^2=202,919$ ;  $df=1$ ;  $p<.001$ ;  $V=0,62$ ). Patienten, die infolge ihrer Hirnschädigung Leseprobleme erlebten, zeigen signifikant mehr Lesefehler (Mittel: 8,54 vs. 2,04 Fehler) und benötigen mehr Lesezeit (Mittel: 232,78 vs. 100,39 Sekunden) als Patienten, die dies nicht berichteten. Der Mann-Whitney-U-Test zeigt sowohl für die Lesefehler (N=531;  $U=53283,0$ ;  $p<.001$ ) als auch die Lesezeit (N=531;  $U=59166,0$ ;  $p<.001$ ) hoch signifikante Unterschiede in den Rangsummen.

#### 5.2.1.2. *Item 3: Anstoßen*

Das subjektiv erlebte Symptom des Anstoßens an Personen oder Hindernisse zeigt eine hoch signifikante mittlere Korrelation mit der Einschränkung des Blickfeldes im betroffenen



Halbraum ( $N=646$ ;  $X^2=189,957$ ;  $df=1$ ;  $p<.001$ ;  $V=0.54$ ). Bezüglich der Blickfeldgröße im betroffenen Halbfeld der Patienten, die Anstoßen berichteten, zeigt sich ein hoch signifikanter Unterschied in den Rangsummen ( $N=646$ ;  $U=18966,5$ ;  $p<.001$ ). Das Blickfeld der Patienten, die Anstoßen berichteten, beträgt im Mittel  $21.83^\circ$  vs.  $37,18^\circ$  bei den Patienten, die dieses Symptom nicht erlebten.

Betrachtet man die Gruppe der Patienten, die Anstoßen erlebten, und vergleicht die Angabe bezüglich der Seite des wahrgenommenen Anstoßens (links, rechts, beidseitig) mit der Lateralität der Hirnschädigung (links-, rechtshemisphärisch, bilateral), so ist ein hoch signifikanter und starker Zusammenhang zu beobachten ( $N=264$ ;  $X^2=253,584$ ;  $df=4$ ;  $p<.001$ ;  $V=0,69$ ).

### 5.2.1.3. *Item 4a/b: Treppensteigen / Greifen*

Die statistische Analyse bezüglich wahrgenommener Einschränkungen beim visuellen Einschätzen der Tiefe von Treppenstufen sowie den objektiven Testresultaten der Entfernungsschätzung zeigt eine hoch signifikante mittlere Korrelation ( $N=97$ ;  $X^2=25,129$ ;  $df=1$ ;  $p<.001$ ;  $V=0.51$ ). Patienten, die dieses Problem berichteten, hatten in der Entfernungsschätzung einen mittleren Fehler von 227 mm (Standardabweichung = 243) bei der Einschätzung der Distanz vor der Markierung sowie 317 mm (Standardabweichung = 265) bei der Einschätzung hinter der Markierung. Demgegenüber ist der mittlere Fehler bei den Patienten, die keine Problem beim Treppensteigen erlebten, 51 mm (Standardabweichung = 110) vor sowie 55 mm (Standardabweichung = 110) hinter der Markierung. Der Mann-Whitney-U-Test für den Vergleich der Rangsummen der beiden Subgruppen ungestörter vs. gestörter Patienten ist für beide Bedingungen hoch signifikant ( $N=97$ ; vor Markierung:  $U=1596,0$ ;  $p<.001$ ; hinter Markierung:  $U=1695,0$ ;  $p<.001$ ) und bestätigt die klinischen Befunde.

Der Vergleich subjektiv erlebter Greifprobleme mit den objektiven Resultaten der Entfernungsschätzung zeigt einen ebenfalls hoch signifikanten, starken Zusammenhang ( $N=98$ ;  $X^2=47,533$ ;  $df=1$ ;  $p<.001$ ;  $V=0.70$ ). Patienten, die Greifprobleme erlebten, haben in der Entfernungsschätzung einen mittleren Fehler von 242 mm (Standardabweichung = 228) bei der Einschätzung der Distanz vor der Markierung sowie 324 mm (Standardabweichung = 250) bei der Einschätzung hinter der Markierung. Demgegenüber ist der mittlere Fehler bei den Patienten, die ein derartiges Problem nicht erleben, 34 mm (Standardabweichung = 92) vor sowie 38 mm (Standardabweichung = 86) hinter der Markierung. Der Mann-Whitney-U-

Test für beide Bedingungen ist hoch signifikant (N=98; vor Markierung: U=1855,5;  $p < .001$ ; hinter Markierung: U=1866,0;  $p < .001$ ).

#### 5.2.1.4. *Item 5/6: Blendungsgefühl und Dunkelsehen*

Das subjektive Erleben eines gesteigerten Blendungsgefühls sowie einer beeinträchtigten Helladaptationsfähigkeit zeigen einen hoch signifikanten, starken Zusammenhang (N=276;  $X^2=169,962$ ;  $df=1$ ;  $p < .001$ ;  $V=0.79$ ). Die Korrelation zwischen subjektiv berichtetem Dunkelsehen sowie dem Vorhandensein einer Dunkeladaptationsstörung liegt im mittleren Bereich und ist ebenfalls hoch signifikant (N=276;  $X^2=93,811$ ;  $df=1$ ;  $p < .001$ ;  $V=0.58$ ). Die statistische Analyse des Zusammenhangs zwischen dem subjektiven Gefühl eines gesteigerten Blendungsgefühls, Dunkelsehens oder einer Kombination aus beidem mit der subjektiven Beleuchtungseinstellung (angenehm, zu hell, zu dunkel) beim Lesen eines Texts zeigt folgendes Ergebnis: Der Levene-Test zeigt mit einem hoch signifikanten Wert für alle drei Beleuchtungseinstellungen eine mangelnde Homogenität der Varianzen an. Der Welch-Test ist ebenfalls für alle drei Bedingungen hoch signifikant und zeigt damit eine Interaktion zwischen subjektiv erlebter visueller Adaptationsstörung sowie eingestellter Beleuchtungsintensität an:

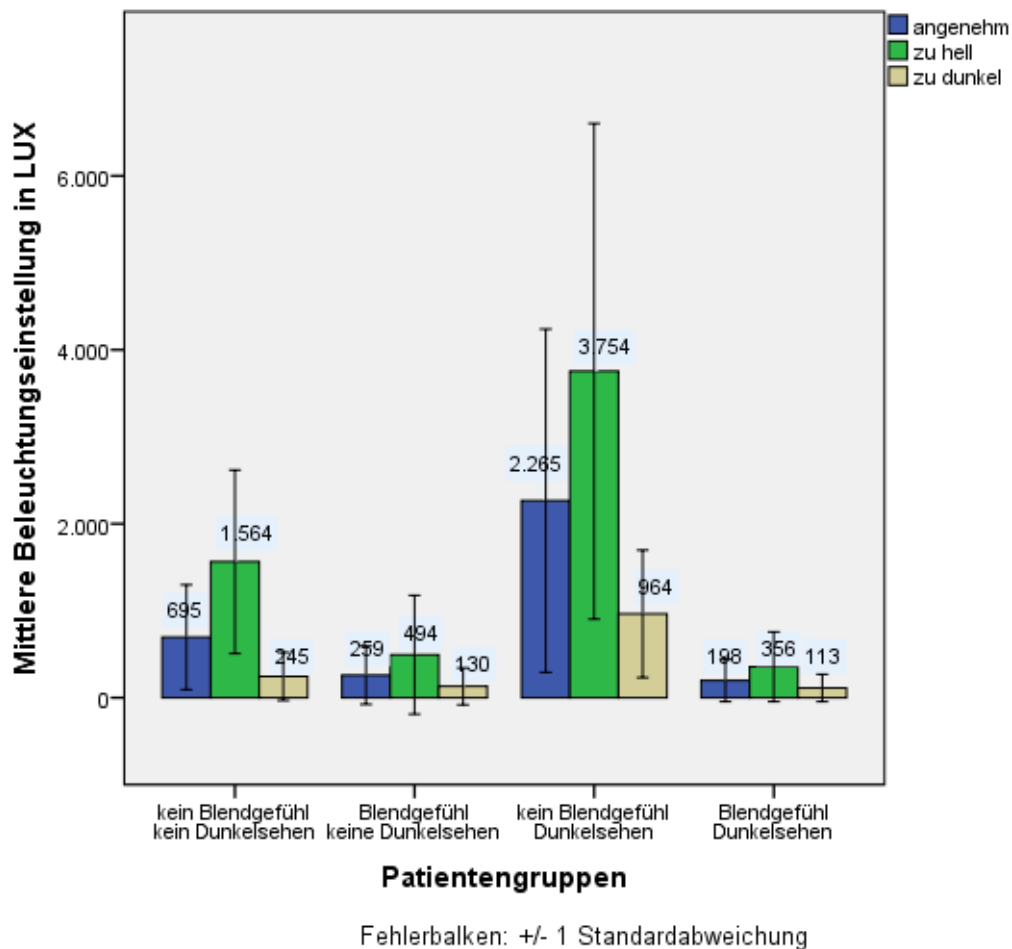
Beleuchtung angenehm:  $F=27,720$ ;  $df_1=3$ ;  $df_2=83,331$ ;  $p < .001$ .

Beleuchtung zu hell:  $F=48,016$ ;  $df_1=3$ ;  $df_2=81,900$ ;  $p < .001$ .

Beleuchtung zu dunkel:  $F=16,515$ ;  $df_1=3$ ;  $df_2=79,976$ ;  $p < .001$ .

Abbildung 21 veranschaulicht diese Interaktion grafisch. Anhang F zeigt die Ergebnisse der Post-hoc Tests zur detaillierten statistischen Analyse der subjektiven Beleuchtungseinstellung im Gruppenvergleich möglicher Kombinationen subjektiv erlebter visueller Adaptationsstörungen. Es ist ersichtlich, dass die subjektive Beleuchtungseinstellung bezüglich angenehm empfundener Intensität der Patienten, die keine visuelle Adaptationsstörung erleben, sowie derer, die ausschließlich Dunkelsehen berichten, von den anderen Gruppen signifikant bzw. hoch signifikant differieren, während zwischen den restlichen Gruppen kein signifikanter Unterschied besteht. Zwischen den Einstellungen einer angenehmen Beleuchtungsintensität der Patienten, die ausschließlich ein gesteigertes Blendungsgefühl angeben, sowie derer, die normale Adaptationsleistungen berichten, bestehen keine signifikanten Unterschiede. Bezüglich der subjektiven Empfindung „zu hell“ zeigen sich zwischen allen Gruppen hoch signifikante Unterschiede, außer zwischen den Patientengruppen mit ausschließlich erlebtem gesteigertem Blendungsgefühl sowie denjenigen mit subjektiv erlebten Störungen in beiden visuellen Adaptationsleistungen.

Bezogen auf die subjektive Beleuchtungsempfindung „zu dunkel“ zeigen alle Vergleiche zu der Patientengruppe mit ausschließlich Dunkeladaptationsstörung hoch signifikante Unterschiede. Alle weiteren Vergleiche sind nicht signifikant. Aufgrund der nicht gegebenen Normalverteilung der Variablen wurden die angegebenen statistischen Analysen durch nonparametrische Tests (Kruskal-Wallis-Test, Mann-Whitney-U-Test) für die signifikanten Testergebnisse ergänzt. Da die nonparametrischen Analysen vergleichbare Ergebnisse liefern, wird auf die Auflistung der Werte verzichtet.



**Abb. 21:** Mittlere Beleuchtungsintensität (Lux) die von den Patienten als angenehm, zu hell oder zu dunkel eingestellt wurden. Die Gruppierung erfolgt anhand von vier Patientengruppen: Patienten ohne gesteigertes Blendgefühl oder Dunkelsehen, Patienten mit subjektiv gesteigertem Blendgefühl aber ohne Dunkelsehen, Patienten ohne gesteigertes Blendungsgefühl aber mit Dunkelsehen sowie Patienten, die beide Symptome berichteten.

### 5.2.1.5. *Item 7 a/b: Verschwommensehen*

Das Erleben eines dauerhaften Verschwommensehens sowie eine Beeinträchtigung der Kontrastsensitivität im Cambridge Low Contrast Grating Test zeigen einen hoch signifikanten aber schwachen Zusammenhang (N=432;  $X^2=54,574$ ;  $df=1$ ;  $p<.001$ ;  $V=0.36$ ). Patienten, die dauerhaftes Verschwommensehen beklagten, erzielten im Cambridge Low Contrast Grating Test einen durchschnittlichen Wert von 255,14. Demgegenüber erreichten Patienten, die nicht von diesem Symptom berichteten, einen durchschnittlichen Wert von 447,60. Der Unterschied der Rangsummen zwischen beiden Gruppen ist dabei hoch signifikant (N=437;  $U=8211,0$ ;  $p<.001$ ). Das Erleben eines dauerhaften Verschwommensehens korreliert hoch signifikant aber schwach mit Beeinträchtigungen der Sehschärfe im Nah- (N=641;  $X^2=21,501$ ;  $df=1$ ;  $p<.001$ ;  $V=0.18$ ) sowie Fernraum (N=641;  $X^2=22,956$ ;  $df=1$ ;  $p<.001$ ;  $V=0.19$ ). Die Rangsumme der Sehschärfe für den Nah- (N=641;  $U=34410,0$ ;  $p<.001$ ) sowie Fernbereich (N=641;  $U=36873,0$ ;  $p<.001$ ) unterscheidet sich dabei hoch signifikant zwischen beiden Gruppen: Patienten, die Verschwommensehen angaben, zeigen niedrigere Werte als Patienten, welche dieses Symptom nicht erlebten (Visus nah: 82,7% vs. 93,9%; Visus fern: 86,9% vs. 94,8%).

Die statistische Analyse des Vergleichs zwischen den Ergebnissen der zweimaligen Messung der Kontrastsensitivität sowie der Angaben der Patienten bezüglich Verschwommensehen nach visueller Belastung mittels einer Kreuztabelle ergibt einen hoch signifikanten mittleren Zusammenhang:  $N=149$ ;  $X^2=26,493$ ;  $df=1$ ;  $p<.001$ ;  $V=0.42$ . Dies deutet darauf hin, dass mehr Patienten, die eine gesteigerte optische Ermüdbarkeit erleben, eine Verschlechterung der Kontrastsensitivität über die beiden Messzeitpunkte aufweisen, als Patienten, die das Symptom nicht berichten.

### 5.2.1.6. *Item 8: Farbwahrnehmung*

Im D-15-Farnsworth Farbtest waren bei keinem der Patienten, die eine veränderte Farbwahrnehmung angaben, Abnormalitäten zu beobachten. Die korrigierte Sehschärfe für den Nah- sowie Fernraum betrug bei allen Patienten mindestens 0,8. Der Vergleich der Resultate bezüglich der Kontrastsensitivität mit dem Erleben einer verblassten Farbwahrnehmung zeigt dagegen einen hoch signifikanten aber schwachen Zusammenhang (N=437;  $X^2=34,573$ ;  $df=1$ ; Exakter Test nach Fisher:  $p<.001$ ;  $V=0.28$ ). Die Patienten, die Farben als blasser erlebten, zeigten eine geringere Kontrastsensitivität (Mittel: 200,97) im Cambridge Low Contrast Grating Test im Vergleich zu den Patienten, die dieses Symptom

nicht erlebten (Mittel: 383,36; N=431; U=2970,0;  $p < .001$ ). Aufgrund der geringen Fallzahl der Patienten, die ihre Farbwahrnehmung als leuchtender erlebten, wurden diese aus der Analyse ausgeschlossen.

### 5.2.2. Güte der Klassifikation der Fragen des Anamnesebogens

Die Fragen des Anamnesebogens stellen Klassifikatoren dar, welche die Patienten in die Kategorien "beeinträchtigt" sowie "unbeeinträchtigt" bezüglich spezifischer visueller Wahrnehmungsstörungen einteilen. Da es sich bei fast allen Items um eine binäre Fragestellung in Form einer Ja/Nein-Frage handelt, kann man das Ergebnis der Einordnung als *positiv* („beeinträchtigt“) oder *negativ* („unbeeinträchtigt“) bezeichnen. Zur Bewertung der Fragen bezüglich der Güte ihrer Klassifikation werden bei jedem Patienten die objektiven Untersuchungsergebnisse der spezifischen visuellen Wahrnehmungsstörungen mit den subjektiven Angaben der entsprechenden Frage verglichen. Hierbei werden im folgenden vier Kennwerte berechnet:

*Sensitivität*: Anteil der korrekt als positiv klassifizierten Personen an der Gesamtheit der tatsächlich positiven Personen.

*Spezifität*: Anteil der korrekt als negativ klassifizierten Personen an der Gesamtheit der tatsächlich negativen Personen.

*Positiver prognostischer Wert*: Anteil der korrekt als positiv erkannten Ergebnisse an der Gesamtheit der als positiv beurteilten Ergebnisse.

*Negativer prognostischer Wert*: Anteil der korrekt als negativ erkannten Ergebnisse an der Gesamtheit der als negativ beurteilten Ergebnisse.

Tabelle 19 veranschaulicht die Sensitivität, Spezifität sowie den positiven und negativen Vorhersagewert der einzelnen Fragen in der Gesamtstichprobe. Bezüglich der Fragen zu den erlebten Beeinträchtigungen Lesen, Anstoßen, Probleme bei der Einschätzung der Höhe von Treppenstufen, Greifprobleme, gesteigertem Blendungsgefühl und Dunkelsehen zeigen sich ausgewogene Kennwerte der Güte der Klassifikation: Die Sensitivität der Items schwankt zwischen 65,1% (Dunkelsehen) und 85,7% (Greifen). Die Spezifität liegt zwischen 79,0% (Lesen) und 92,4% (gesteigertes Blendungsgefühl). Bezüglich des positiven und negativen Vorhersagewertes zeigen sich vergleichbare Werte.

**Tab. 19:** Absolute Häufigkeiten der subjektiv berichteten visuellen Wahrnehmungsprobleme in Bezug auf die objektiven Testresultate unter Angabe der diagnostischen Spezifität und Sensitivität sowie des negativen und positiven prognostischen Werts der einzelnen Items.

Subjektives Problem	Objektive Störung		N	<i>negativer<sup>1</sup> und positiver<sup>2</sup> prognostischer Wert</i>	
	-	+			
Lesen (N=528)	-	<b>184</b>	50	234	<b>78,6%<sup>1</sup></b>
	+	49	<b>245</b>	294	<b>83,1%<sup>2</sup></b>
N		233	295		
<b>Spezifität<sup>3</sup>, Sensitivität<sup>4</sup></b>		<b>79,0%<sup>3</sup></b>	<b>83,3%<sup>4</sup></b>		
Anstoßen (N=646)	-	<b>310</b>	72	382	<b>81,2%<sup>1</sup></b>
	+	71	<b>193</b>	264	<b>73,1%<sup>2</sup></b>
N		381	265		
<b>Spezifität<sup>3</sup>, Sensitivität<sup>4</sup></b>		<b>81,4%<sup>3</sup></b>	<b>72,8%<sup>4</sup></b>		
Treppensteigen (N=97)	-	<b>58</b>	9	67	<b>86,6%<sup>1</sup></b>
	+	11	<b>19</b>	30	<b>63,3%<sup>2</sup></b>
N		69	28		
<b>Spezifität<sup>3</sup>, Sensitivität<sup>4</sup></b>		<b>84,13%<sup>3</sup></b>	<b>67,9%<sup>4</sup></b>		
Greifen (N=98)	-	<b>61</b>	4	65	<b>93,8%<sup>1</sup></b>
	+	9	<b>24</b>	33	<b>72,7%<sup>2</sup></b>
N		70	28		
<b>Spezifität<sup>3</sup>, Sensitivität<sup>4</sup></b>		<b>87,1%<sup>3</sup></b>	<b>85,7%<sup>4</sup></b>		
Blendgefühl (N=276)	-	<b>146</b>	17	163	<b>89,6%<sup>1</sup></b>
	+	12	<b>101</b>	113	<b>89,4%<sup>2</sup></b>
N		158	118		
<b>Spezifität<sup>3</sup>, Sensitivität<sup>4</sup></b>		<b>92,4%<sup>3</sup></b>	<b>85,6%<sup>4</sup></b>		
Dunkelsehen (N=276)	-	<b>136</b>	44	180	<b>75,5%<sup>1</sup></b>
	+	14	<b>82</b>	96	<b>85,4%<sup>2</sup></b>
N		150	126		
<b>Spezifität<sup>3</sup>, Sensitivität<sup>4</sup></b>		<b>90,7%<sup>3</sup></b>	<b>65,1%<sup>4</sup></b>		
Verschwommensehen (N=432)	-	<b>253</b>	5	258	<b>98,1%<sup>1</sup></b>
	+	131	<b>43</b>	174	<b>24,7%<sup>2</sup></b>
N		384	48		
<b>Spezifität<sup>3</sup>, Sensitivität<sup>4</sup></b>		<b>65,9%<sup>3</sup></b>	<b>89,6%<sup>4</sup></b>		
Visuelle Ermüdung (N=149)	-	<b>76</b>	25	101	<b>75,2%<sup>1</sup></b>
	+	15	<b>33</b>	48	<b>68,8%<sup>2</sup></b>
N		91	58		
<b>Spezifität<sup>3</sup>, Sensitivität<sup>4</sup></b>		<b>83,5%<sup>3</sup></b>	<b>56,9%<sup>4</sup></b>		

–: kein Problem berichtet bzw. Symptom nicht diagnostiziert,  
 +: Problem berichtet bzw. Symptom diagnostiziert;  
 N=Stichprobengröße

Der positive prognostische Wert schwankt zwischen 63,3% (Treppensteigen) und 89,4% (gesteigertes Blendungsgefühl) und der negative prognostische Wert zwischen 75,5% (Dunkelsehen) sowie 93,8% (Greifen). Weniger ausgewogene Ergebnisse zeigen sich bezüglich des Verschwommensehens sowie der gesteigerten optischen Ermüdbarkeit. Bei der Selbsteinschätzung des Verschwommensehens ist ein sehr geringer positiver prognostischer Wert zu beobachten (24,7%). Bezüglich der visuellen Ermüdbarkeit zeigt sich eine Sensitivität von lediglich 56,9%.

### **5.2.3. Gütekriterien des Anamnesebogens**

In der klassischen Testtheorie gelten die Objektivität, die Reliabilität und die Validität als die grundlegenden Gütekriterien. Diese sollen im folgenden Abschnitt untersucht werden.

#### *5.2.3.1. Objektivität*

Die Objektivität gibt das Maß der Unabhängigkeit des Testergebnisses von dem Anwender an. Die Objektivität eines Tests liefert Aussagen darüber, ob die gewonnenen Testergebnisse von der Person des Testanwenders, des Testauswerters und des Testinterpreten unabhängig sind und gibt damit den Grad an Standardisierung an (Fisseni, 1997).

##### *5.2.3.1.1. Durchführungsobjektivität*

Hiermit ist „[...] Raum und Zeit der diagnostischen Situation, die kognitiv-emotionale Verfassung des Probanden, darüber hinaus die Instruktion, welche die Testvorgabe und den Verlauf der Anwendung regelt [...]“ (Fisseni, 1997, S.67) angesprochen.

Die schriftliche Form sowie die einheitliche Gestaltung der Fragen des Anamnesebogens gewährleisten eine probandenübergreifende Standardisierung. Dies trägt zur Eliminierung von Versuchsleitereffekten bei. Die Anamnese zerebral bedingter Sehstörungen ist somit als objektiv hinsichtlich seiner Durchführung zu beurteilen.

##### *5.2.3.1.2. Auswertungsobjektivität*

Diese „[...] besteht darin, dass gleichen Itemantworten gleiche numerische Werte zugeordnet werden [...]“ (Fisseni, 1997, S.68).

Der Anamnesebogen in der vorliegenden Fassung sieht keine Möglichkeit der quantitativen Erfassung sowie der Zuordnung eines numerischen Wertes für den Ausprägungsgrad

visueller Wahrnehmungsstörungen vor. Er dient lediglich der qualitativen Feststellung, ob Alltagsprobleme, die als Folge zerebraler visueller Wahrnehmungsstörungen interpretiert werden können, auftreten. Bezüglich dieser Feststellung ist der Anamnesebogen aufgrund der dichotomen Antwortkategorien (Ja / Nein) als objektiv zu werten.

#### *5.2.3.1.3. Interpretationsobjektivität*

Diese „[...] betrifft den Grad der Unabhängigkeit der Interpretation von der Person des interpretierenden Psychologen [...]“ (Lienert & Raatz, 1998, S.8). Bezüglich der Interpretation der Aussagen der Patienten stehen bei der aktuellen Fassung keine Hilfen (z.B. welches Item erfasst welche visuelle Wahrnehmungsstörung) oder Normen zur Verfügung. Ein Großteil der Aussagen werden qualitativ erfasst. Die Interpretation ist somit deutlich von dem interpretierenden Psychologen abhängig.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass der Anamnesebogen zerebral bedingter Sehstörungen als objektiv hinsichtlich der Durchführung zu werten ist. Ebenso erscheint die Auswertungsobjektivität für die Feststellung eines gegebenen oder nicht gegebenen Alltagsproblems aufgrund möglicher zerebraler visueller Wahrnehmungsstörungen gegeben. Die Interpretationsobjektivität erscheint dagegen nur beschränkt gegeben.

#### *5.2.3.2. Reliabilität*

Die Reliabilität gibt den Grad der Messgenauigkeit eines Tests, d.h. „[...] die Genauigkeit, mit dem er ein bestimmtes Persönlichkeits- oder Verhaltensmerkmal misst, gleichgültig, ob er dieses Merkmal zu messen beansprucht“ an (Lienert & Raatz, 1998, S.9). Die Reliabilität kann mit unterschiedlichen Methoden geschätzt werden. In der vorliegenden Studie wird auf die Interrater-Reliabilität zurückgegriffen.

Unter der *Interrater-Reliabilität* versteht man die zum gleichen Zeitpunkt oder in Bezug auf dieselben Testobjekte ermittelte Übereinstimmung zwischen Beurteilern bzw. Beobachtern. Für einen Großteil der Fragen des Anamnesebogens war es möglich bei einer reduzierten Stichprobengröße von 89 bis 98 Patienten die Beurteilerübereinstimmung zwischen zwei unabhängigen Untersuchern zu überprüfen. Als statistisches Maß für die Interrater-Reliabilität wurde Cohens Kappa berechnet. Tabelle 20 gibt die Ergebnisse der statistischen Analyse wieder. Der Wert von Cohens Kappa schwankt bei den unterschiedlichen Items zwischen 0,66 (Ursache erkannt) und 0,91 (Lesen) und ist in allen Fällen hoch signifikant.



Nach Landis und Koch (1977) weisen alle Werte somit auf eine „beachtliche (substantial) Übereinstimmung“ (0,61-0,80) bis „(fast) vollkommene ((almost) perfect) Übereinstimmung“ (0,81-1,00) hin.

Aufgrund der Ergebnisse der statistischen Analyse zur Interrater-Reliabilität kann davon ausgegangen werden, dass die AZS eine hohe Reliabilität aufweist.

**Tab. 20:** Interrater-Reliabilität der Items der AZS. Als Maß der Interrater-Reliabilität ist Cohens-Kappa angegeben.

Item	N	Cohens-Kappa	Signifikanz
Ursache erkannt	89	0,66	.000**
Lesen	90	0,91	.000**
Anstoßen	98	0,76	.000**
Treppensteigen	92	0,89	.000**
Greifen	98	0,83	.000**
Blendgefühl	98	0,74	.000**
Dunkelsehen	98	0,83	.000**
Verschwommensehen	97	0,78	.000**
Farbsehen	97	0,77	.000**
Visuelle Reizerscheinungen	96	0,86	.000**
Beurteilung	97	0,75	.000**

### 5.2.3.3. Validität

„Die Validität eines Tests gibt den Grad der Gültigkeit an, mit dem dieser Test dasjenige Persönlichkeitsmerkmal oder diejenige Verhaltensweise, das (die) er messen oder vorhersagen soll, tatsächlich misst oder vorhersagt“ (Lienert & Raatz, 1998, S.10). Nach Fisseni (1997, S.93) betrifft die Validität „[...] die Frage, wie sich vom Test-Score auf das Ziel-Merkmal, vom numerischen Relativ auf das empirische Relativ schließen lässt.“ Generell wird zwischen Inhalts- oder Kontentvalidität, kriteriumsbezogener Validität und der theorieorientierten Konstruktvalidität unterschieden.

#### 5.2.3.3.1. Inhalts- oder Kontentvalidität

Sie ist dann gegeben, wenn der Inhalt der Testitems das Zielmerkmal hinreichend genau definiert. Diese Beurteilung beruht auf logischen und fachlichen Überlegungen. Oft sind bei

derartigen Überlegungen zur Testentwicklung und Testüberprüfung Experten beteiligt. Als Experte gilt jemand, der mit dem Zielmerkmal, in diesem Fall mit der neuropsychologischen Diagnostik bei zerebralen visuellen Wahrnehmungsstörungen, vertraut ist. Idealerweise sollten mehrere Experten bei der Testentwicklung Einschätzungen bezüglich der Übereinstimmung von Testitem und Merkmal abgeben (Fisseni, 1997). Inwieweit bei der AZS derartige systematische, voneinander unabhängige Beurteilungen der Testitems vorgenommen wurden, ist dem Autor nicht bekannt. Aufgrund dessen ist eine numerische Bestimmung der Inhaltsvalidität mittels Übereinstimmungskoeffizienten in der vorliegenden Studie nicht möglich. Eine hinreichend genaue Definition des Zielmerkmals aufgrund logischer und fachlicher Überlegungen aufgrund von Expertenurteile erscheint gegeben (vgl. hierzu Kerkhoff et al., 1990).

Abzugrenzen von dieser so genannten logischen Validität ist die psychologische Validität (Augenscheinvalidität). Guthke et al. (1990, S.251) verstehen unter der Augenscheinvalidität: „[...] die Tatsache, dass ein Test für den Laien – speziell aber für den D. – den Eindruck erweckt, dass er valide ist [...]“ (mit D. bezeichnen Guthke et al. (1990) den „Diagnostikanden“).

Die einzelnen Fragen des Anamnesebogens beziehen sich auf typische subjektive Wahrnehmungen und Alltagsprobleme von Patienten mit unterschiedlichen visuellen Wahrnehmungsstörungen. Die ausgewählten Verhaltensdefizite sind im Alltag dieser Patienten häufig zu beobachten und wichtige Bestandteile der Symptomatik der jeweiligen visuellen Wahrnehmungsstörungen. Aufgrund dieser Übereinstimmung kann davon ausgegangen werden, dass das vorliegende diagnostische Instrument hohe Augenscheinvalidität aufweist.

#### *5.2.3.3.2. Kriteriumsbezogene Validität*

Durch den Vergleich des Test-Scores mit einem Kriterium-Score soll ein empirischer Zusammenhang zwischen dem Test und dem Verhalten außerhalb der Testsituation nachgewiesen werden. Dabei kann man zwischen der konkurrenten Validität (Übereinstimmungsvalidität) und der prädiktiven Validität (Vorhersagevalidität) unterscheiden. Die Übereinstimmungsvalidität erfasst die Enge des Zusammenhangs mit einem gleichzeitig erhobenen Kriterium. „Der Schluss lautet: Es ist bekannt, welches Verhalten der Kriterium-Score repräsentiert. Darum ist der Test-Score in dem Umfang, den die Höhe des Korrelationskoeffizienten angibt, Indikator für das Merkmal, das im Kriterium zum Ausdruck kommt.“ (Fisseni, 1997, S.98).

Eine kriteriumsbezogene Validierung des Anamnesebogens erfolgt in Bezug auf eine parallel durchgeführte objektive klinische Testung. Da es sich bei der diagnostischen Einteilung der klinischen Untersuchung und den Aussagen der Patienten um nominal skalierte Merkmale handelt, dient als Maß der Korrelation Cramérs V. Dies ist eine symmetrische Maßzahl für die Stärke des Zusammenhangs zwischen zwei oder mehr nominalskalierten Variablen, wenn (mindestens) eine der beiden Variablen mehr als zwei Ausprägungen hat. Bei einer 2x2-Tabelle entspricht Cramérs V dem Phi-Koeffizienten.

Tabelle 21 fasst die Ergebnisse der statistischen Analyse bezüglich des Zusammenhangs der subjektiv erlebten visuellen Wahrnehmungsprobleme sowie der objektiven Untersuchungsbefunde (vgl. Kapitel 5.2.1.) zusammen. Es ist ersichtlich, dass alle erfassten Korrelationskoeffizienten hoch signifikant auf mittlere bis starke Korrelationen hinweisen. Eine Ausnahme bildet die Korrelation zwischen subjektiv erlebtem Verschwommensehen und den Ergebnissen der Testung der Kontrastsensitivität. In diesem Fall ist die Korrelation zwar hoch signifikant aber schwach ausgeprägt.

**Tab. 21:** Korrelativer Zusammenhang (Cramérs V) unter Angabe der Signifikanz (p) zwischen subjektiven Beschwerdeangaben und Untersuchungsbefunden der Items der AZS. N = Anzahl eingeschlossener Patienten.

Item des Fragebogens	Untersuchung	N	V	p
Item 1: Ursachenzuschreibung	Interviewerurteil	590	<b>0,65</b>	<b>.000**</b>
Item 2: Lesen	Lesetest	531	<b>0,62</b>	<b>.000**</b>
Item 3: Anstoßen	Blickfeld	646	<b>0,54</b>	<b>.000**</b>
Item 4a: Treppensteigen	Entfernungsschätzung	97	<b>0,51</b>	<b>.000**</b>
Item 4b: Greifen	Entfernungsschätzung	98	<b>0,70</b>	<b>.000**</b>
Item 5: Blendgefühl	Helladaptation	276	<b>0,79</b>	<b>.000**</b>
Item 6: Dunkelsehen	Dunkeladaptation	276	<b>0,58</b>	<b>.000**</b>
Item 7a: Verschwommensehen	Kontrastsensitivität	432	<b>0,36</b>	<b>.000**</b>
Item 7b: gesteigerte optische Ermüdbarkeit	Verschlechterung der Kontrastsensitivität	149	<b>0,42</b>	<b>.000**</b>
Item 8: Farbwahrnehmung	keine Angaben			
Item 9: vis. Reizerscheinungen	keine Angaben			

#### 5.2.3.3.3. Konstruktvalidität

Ihre Grundlage bildet der Nachweis, dass der Test ein mehr oder weniger genaues, durch eine psychologische Theorie begründetes Konstrukt misst.

Die Fragen der AZS wurden so konstruiert, dass sie die subjektiven Beschwerden und Alltagsprobleme unterschiedlicher visueller Wahrnehmungsstörungen abbilden. Sie wurden auf der Basis theoretischer Annahmen entwickelt und spiegeln typische, den zugrundeliegenden visuellen Wahrnehmungsstörungen entsprechende Verhaltensdefizite wider (vgl. Kerkhoff et al., 1990).

Eine Möglichkeit der Verknüpfung verschiedener Validierungsklassen bietet die Multitrait-Multimethod-Validierung (MTMM) von Campbell und Fiske (1959). Sie geht von einer Merkmals-Methoden-Einheit aus. Ein Test erfasst ein Merkmal immer mit einer bestimmten Methode. Ziel ist die Trennung von Merkmal (Traitvarianz, konvergente Validität) und Methode (Oberflächenvarianz, diskriminante Validität) (Fisseni, 1997). Im vorliegenden Fall bestehen die unterschiedlichen Methoden aus der klinischen Testung und den subjektiven Angaben der Patienten zu den einzelnen Fragen. Die verschiedenen Merkmale umfassen die unterschiedlichen visuellen Wahrnehmungsstörungen. Tabelle 21 zeigt die Ergebnisse der Korrelationen zwischen den subjektiven Angaben der Patienten und der jeweiligen zugehörigen klinischen Testung (konvergente Validität). In Anhang G sind die Korrelationen zwischen den unterschiedlichen Fragen des Anamnesebogens (diskriminante Validität) angegeben. Aus Tabelle 21 wird ersichtlich, dass die Korrelationen zwischen den subjektiven Beobachtungen sowie den objektiven klinischen Untersuchungen bis auf den Bereich des subjektiv erlebten Verschwommensehens im mittleren bis hohen Bereich liegen. Demgegenüber sind nahezu alle Korrelationen der unterschiedlichen Fragen des Anamnesebogens (Anhang G) nur schwach ausgeprägt. Ausnahmen bilden hiervon folgende Korrelationen:

- Subjektiv erlebtes Anstoßen und Leseprobleme:  $r=0,46$ ;  $p<.001$ ; der Zusammenhang zeigt sich geringer ausgeprägt als die Korrelationen zwischen diesen subjektiven Angaben und der zugehörigen klinischen Testung (vgl. Tabelle 21). Zudem ist der Zusammenhang theoretisch über eine Gesichtsfeldeinschränkung bzw. eine Neglectsymptomatik begründbar (vgl. Kapitel 5.2.4.)
- Erlebte Probleme beim Greifen nach Gegenständen sowie beim Einschätzen der Tiefe von Treppenstufen:  $r=0,49$ ;  $p<.001$ ; hierbei ist zu berücksichtigen, dass beide das gleiche Konstrukt erfassen. Zu diesem zeigen sie entsprechend einen noch höheren korrelativen Zusammenhang (vgl. Tabelle 21).

- Dauerhaft und nach visueller Belastung erlebtes Verschwommensehen:  $r=0,57$ ;  $p<.001$ . Bezüglich dieses Zusammenhangs ist ein stärkerer Effekt der Methode als des Merkmals zu beobachten (vgl. Tabelle 21).

Insgesamt zeigt die Multitrait-Multimethod-Validierung, dass die AZS konstruktvalide bezüglich der Items zur Erfassung der Krankheitseinsicht (Ursachenzuschreibung), der Leseprobleme, der Entfernungsschätzung (mittels der Fragen nach Problemen bezüglich Anstoßen sowie dem Einschätzen der Tiefe von Treppenstufen) sowie der visuellen Adaptationsfähigkeit ist. Bezüglich der Fragestellungen zur Ermittlung von Störungen der Kontrastsensitivität sowie von gesteigerter optischer Ermüdbarkeit zeigen sich Schwächen in der Konstruktvalidität. Bezüglich der Items zur Erfassung der Achromatopsie sowie visueller Reizerscheinungen ist eine Multitrait-Multimethod-Validierung in der vorliegenden Studie nicht möglich.

Aufgrund der theoretischen Überlegungen zur Inhalts- und Kontentvalidität sowie der statistischen Analysen zur kriteriumsbezogenen Validität sowie Konstruktvalidität kann davon ausgegangen werden, dass die AZS ein valides Screeningverfahren zur Erfassung zerebraler visueller Wahrnehmungsstörungen ist. Eine Ausnahme bildet die Frage bezüglich des Verschwommensehens. Bei dieser erscheint die Validität zur Erfassung von Störungen der Kontrastsensitivität nicht ausreichend gegeben.

#### **5.2.4. Nebengütekriterien**

Zu den in Kapitel 5.2.3. behandelten Hauptgütekriterien kommen als Nebengütekriterien noch die Normierung, die Nützlichkeit, die Ökonomie und die Vergleichbarkeit hinzu (Lienert & Raatz, 1998).

##### *5.2.4.1. Normierung*

Auf eine noch ausstehende Normierung wurde bereits im Abschnitt 5.2.3.1. über die Interpretationsobjektivität hingewiesen.

##### *5.2.4.2. Nützlichkeit*

Unter der Nützlichkeit eines Tests versteht man dessen Bezug zur Praxis in Forschung oder Anwendung (Fisseni, 1997). Die AZS ist nach Meinung des Autors von großer praktischer Bedeutsamkeit, da sie visuelle Wahrnehmungsstörungen behandelt, die in der

neuropsychologischen Diagnostik häufig missachtet werden und gleichzeitig für den betroffenen Patienten gravierende Auswirkungen auf dessen Erleben und Verhalten bedeuten. Wie bereits in Kapitel 2.3.4. aufgeführt, sind mittels der anamnestischen Daten nur begrenzt direkte Rückschlüsse auf die zugrundeliegende Störung möglich, es können aber wichtige Informationen über das Erleben und die Awareness des Patienten sowie dessen Alltagsprobleme erfasst werden. Indirekte Rückschlüsse auf die Art der zerebralen Sehstörung sind daraus durchaus möglich (vgl. Kapitel 5.2.3. Validität). Zudem können mit der AZS wichtige Hinweise insbesondere auf seltene zerebrale visuelle Wahrnehmungsstörungen erfasst werden.

#### *5.2.4.3. Ökonomie*

Unter der Ökonomie wird die Minimierung von Zeit- und Materialaufwand verstanden (Fisseni, 1997). Lienert und Raatz (1998) führen als Kriterien der Ökonomie auf: eine kurze Durchführungszeit, ein geringer Materialverbrauch, eine einfache Handhabung, die Möglichkeit der Durchführbarkeit als Gruppentest sowie eine schnelle und bequeme Auswertung.

Die AZS ist als standardisiertes Interview für den Neuropsychologen sehr ökonomisch. Die Durchführungszeit liegt bei ca. 20-30 Minuten. Es bedarf lediglich des in der vorliegenden Fassung dreiseitigen Bogens (vgl. Anhang A). Die Durchführung als Interview wird dringend empfohlen, in Einzelfällen ist aber auch eine Anwendung als Fragebogen denkbar. Allerdings ist dabei von einem Informationsverlust auszugehen. Entsprechende Anwendungsuntersuchungen liegen nicht vor. Aufgrund der ausführlich formulierten Fragestellungen ist die Handhabung als Interview einfach und rasch zu erlernen. Eine Durchführung als Gruppentest ist nicht vorgesehen und erscheint nicht sinnvoll. Der Anamnesebogen erfasst überwiegend qualitative Aussagen, die aufgrund der übersichtlichen Gestaltung der Fragen mit vorgegebenen Antwortalternativen leicht nachvollziehbar sind.

#### *5.2.4.4. Vergleichbarkeit*

Nach Lienert und Raatz (1998, S.12) gilt ein Test dann als vergleichbar, wenn „[...] ein oder mehrere Paralleltestformen vorhanden sind [...]“ bzw. „[...] validitätsähnliche Tests verfügbar sind [...]“. Für die AZS liegen derartige Paralleltestformen nicht vor.

Bezüglich der Nebengütekriterien lässt sich zusammenfassen, dass die AZS ein nützliches und ökonomisches Screeningverfahren zur Erfassung zerebraler visueller

Wahrnehmungsstörungen ist. Eine Normierung existiert ebenso wie eine Paralleltestform nicht.

## 5.3. Post-hoc Vergleiche

### 5.3.1. Differenzierungsfähigkeit: Gesichtsfeldausfälle, Neglect, Balint-Syndrom

Die statistische Analyse des Zusammenhangs zwischen einem Gesichtsfeldausfall sowie einer Blickfeldstörung zeigt eine hoch signifikante mittlere Korrelation (N=636;  $X^2=145,064$ ;  $df=1$ ;  $p<.001$ ;  $V=0,48$ ). Demgegenüber ist die Korrelation zwischen dem Vorhandensein einer Neglectsymptomatik sowie einer Blickfeldeinschränkung zwar hoch signifikant aber nur schwach ausgeprägt (N=636;  $X^2=12,447$ ;  $df=1$ ;  $p<.001$ ;  $V=0,14$ ). Bezüglich der Korrelation zwischen dem Auftreten eines Gesichtsfeldausfalls sowie einer Blickfeldeinschränkung ist ersichtlich, dass das Vorhandensein einer Blickfeldeinschränkung zu 95,5% mit einem Gesichtsfeldausfall assoziiert ist, während bei Vorhandensein eines Gesichtsfeldausfalls lediglich in 55,4% der Fälle auch eine Blickfeldeinschränkung resultiert. Gleichzeitig haben 93,8% der Patienten ohne Gesichtsfeldausfall auch keine Blickfeldeinschränkung und lediglich 47,0% derjenigen ohne Blickfeldeinschränkung auch keinen Gesichtsfeldausfall (vgl. Tabelle 22). Zwischen dem Auftreten eines Balint-Syndroms sowie einer Blickfeldeinschränkung ist ein zwar signifikanter aber unbedeutender Zusammenhang zu erkennen (N=636;  $X^2=4,323$ ;  $df=1$ ;  $p=.038$ ;  $V=0,09$ ).

**Tab. 22:** Kreuztabelle für Gesichtsfeldausfall vs. Blickfeldeinschränkung in der Gesamtstichprobe (N=650).

Blickfeldeinschränkung (BF)	Gesichtsfeldausfall (GA)		N
	nein	ja	
<b>nein</b>	181	204	385
% innerhalb BF	47,0%	53,0%	100,0%
% innerhalb GA	93,8%	44,6%	59,2%
<b>ja</b>	12	253	265
% innerhalb BF	4,5%	95,5%	100,0%
% innerhalb GA	6,2%	55,4%	40,8%
<b>gesamt</b>	193	457	650
% innerhalb BF	29,7%	70,3%	100,0%
% innerhalb GA	100,0%	100,0%	100,0%

Der Zusammenhang zwischen einer Blickfeldeinschränkung sowie erlebtem Anstoßen an Personen und Gegenstände wurde bereits aufgeführt (vgl. Kapitel 5.2.1.2. Anstoßen). In diesem Abschnitt soll geklärt werden, inwieweit der Anamnesebogen Hinweise auf das Vorhandensein eines Gesichtsfeldausfalls, eines Neglects oder eines Balint-Syndroms liefert bzw. ob es aufgrund der Angaben des Patienten möglich ist zwischen diesen zu differenzieren.

**Tab. 23:** Korrelationen (Cramér's V-Koeffizient) zwischen dem Vorhandensein eines Gesichtsfeldausfalls, eines Neglects oder eines Balint-Syndroms mit unterschiedlichen Fragen der AZS. Fett gedruckt sind die hoch signifikanten Korrelationen.

	Gesichtsfeldausfall			Neglect			Balint		
	N	V	sign.	N	V	sign.	N	V	sign.
Ursache erkannt	459	0,02	.656	132	0,34	.000**	96	0,14	.164
Lesen	494	<b>0,60</b>	<b>.000**</b>	185	<b>0,54</b>	<b>.000**</b>	149	<b>0,70</b>	<b>.000**</b>
Anstoßen	518	<b>0,42</b>	<b>.000**</b>	188	<b>0,60</b>	<b>.000**</b>	153	<b>0,62</b>	<b>.000**</b>
Treppensteigen	497	0,05	.317	186	0,16	.029*	152	0,35	.000**
Greifen	503	0,07	.138	187	0,01	.911	152	<b>0,40</b>	<b>.000**</b>
Blendgefühl	510	0,06	.209	191	0,06	.383	155	0,02	.854
Dunkelsehen	510	0,06	.215	190	0,17	.017*	154	0,07	.361
Verschwommen- sehen	512	0,17	.000**	191	0,09	.227	155	0,01	.932
Visuelle Ermüdbarkeit	512	0,05	.254	191	0,02	.807	155	0,07	.386
Farbensehen	507	0,18	.000**	189	0,07	.654	153	0,03	.920
Reizerschei- nungen	488	0,15	.003**	182	0,07	.612	147	0,10	.455
Beurteilung	516	0,16	.001**	190	<b>0,48</b>	<b>.000**</b>	154	0,13	.098

N=Stichprobengröße; V=Cramér's V; sign.= Signifikanzniveau: \*=signifikant, \*\*=hoch signifikant

Der Vergleich der Störungen mit den unterschiedlichen Items des Anamnesebogens gibt folgendes Bild (vgl. Tabelle 23): Ein Gesichtsfeldausfall zeigt hoch signifikante mittlere Korrelationen mit subjektiv erlebten Leseproblemen (N=494;  $X^2=175,526$ ;  $df=1$ ;  $p<.001$ ;  $V=0,60$ ) sowie mit erlebtem Anstoßen an Personen oder Gegenstände (N=518;  $X^2=90,584$ ;  $df=1$ ;  $p<.001$ ;  $V=0,42$ ). Alle weiteren Korrelationen sind unbedeutend.

Ebenso zu subjektiv erlebten Leseproblemen (N=185;  $X^2=53,391$ ;  $df=1$ ;  $p<.001$ ;  $V=0,54$ ) und erlebtem Anstoßen (N=188;  $X^2=66,914$ ;  $df=1$ ;  $p<.001$ ;  $V=0,60$ ) zeigt eine



Neglectsymptomatik hoch signifikante mittlere Korrelationen. Darüber hinaus zeigt sich beim Neglect ein hoch signifikanter aber schwacher Zusammenhang mit der Ursachenzuschreibung des Patienten ( $N=132$ ;  $X^2=15,269$ ;  $df=1$ ;  $p<.001$ ;  $V=0,34$ ) sowie eine hoch signifikante mittlere Korrelation mit der Beurteilung des Untersuchers ( $N=190$ ;  $X^2=44,015$ ;  $df=1$ ;  $p<.001$ ;  $V=0,48$ ).

Beim Balint-Syndrom zeigen sich neben hoch signifikanten starken Korrelationen mit erlebten Leseproblemen ( $N=149$ ;  $X^2=72,445$ ;  $df=1$ ;  $p<.001$ ;  $V=0,70$ ) sowie mit erlebtem Anstoßen ( $N=153$ ;  $X^2=58,736$ ;  $df=1$ ;  $p<.001$ ;  $V=0,62$ ) eine zwar hoch signifikante aber schwache Korrelation mit erlebten Problemen beim Treppensteigen ( $N=152$ ;  $X^2=18,193$ ;  $df=1$ ;  $p<.001$ ;  $V=0,35$ ) sowie eine hoch signifikante mittlere Korrelation mit erlebten Greifproblemen ( $N=152$ ;  $X^2=24,275$ ;  $df=1$ ;  $p<.001$ ;  $V=0,40$ ).

Zusammenfassend lässt sich schlussfolgern, dass Patienten, die unter einem der drei Störungsbildern leiden, häufig Leseprobleme sowie Anstoßen an Personen sowie Gegenstände berichten. Bei Patienten mit Neglect zeigt sich zudem ein Zusammenhang mit dem Interviewerurteil bezüglich einer mangelnden Awareness. Patienten mit Balint-Syndrom geben neben Leseproblemen und erlebtem Anstoßen häufiger als die beiden anderen Gruppen auch Probleme beim Greifen nach Objekten an. Bei den beiden aufgeführten Unterscheidungsmerkmalen handelt es sich allerdings lediglich um mittlere korrelative Zusammenhänge. Entsprechende Angaben stellen aufgrund dessen nur Hinweise dar, die als Grundlage für weitere Untersuchungen dienen können.

### **5.3.2. Korrelationen von Item 7a mit der klinischen Testung**

Die statistische Analyse bezüglich der kriteriumsbezogenen Validität dieses Items zeigt eine zwar hoch signifikante aber lediglich schwache Korrelation von  $V=0,36$ , auch ist der positive prognostische Wert mit 24,7% sehr gering ausgeprägt (vgl. Kapitel 5.2.2. und 5.2.3.). Zur Klärung der Frage, ob es bei dieser Fragestellung zu einer Konfundierung unterschiedlicher visuelle Wahrnehmungsstörung kommt bzw. ob das Item eine anderweitige Sehstörung erfasst, werden an dieser Stelle die Korrelationen des Items mit den Ergebnissen der klinischen Testung aller erfassten visuellen Wahrnehmungsstörungen untersucht. Die Resultate dieser Analyse sind in Anhang H dargestellt. Es ist ersichtlich, dass zwar eine Reihe signifikanter bzw. hoch signifikanter Korrelationen bestehen, von substanzieller Größe zeigt sich dabei aber lediglich die Korrelation mit den Ergebnissen der wiederholten Messung der Kontrastsensitivität. Demnach besteht ein hoch signifikanter und starker Zusammenhang zwischen dem subjektiven Erleben von unklarem Sehen und der Testung

der gesteigerten optischen Ermüdbarkeit ( $V=0,57$ ;  $p<.001$ ). Andere visuelle Wahrnehmungsstörungen z.B. visuelle Adaptationsstörungen oder eine Visuseinschränkung im Nah- oder Fernraum scheinen hingegen keinen maßgeblichen Einfluss auf die Beantwortung dieser Frage zu haben.

## **6. Diskussion**

Ziel der vorliegenden Studie war es, die Anamnese zerebral bedingter Sehstörungen an einer Stichprobe von N=656 Patienten mit Hirnläsionen unterschiedlicher Ätiologie hinsichtlich ihrer psychometrischen Gütekriterien und klinischen Brauchbarkeit zu überprüfen. Hierzu erfolgte, neben der Befragung der Patienten, eine parallel durchgeführte umfangreiche klinische Testung hinsichtlich unterschiedlicher zerebraler visueller Wahrnehmungsstörungen. Zudem wurde eine Subgruppe von N=98 Patienten von zwei unabhängigen Interviewern befragt.

### **6.1. Häufigkeiten zerebraler visueller Wahrnehmungsstörungen**

Betrachtet man die objektiven Häufigkeiten, mit denen die in der klinischen Testung erfassten visuellen Wahrnehmungsstörungen in dem vorliegenden Untersuchungskollektiv zu beobachten sind, so zeigen sich überwiegend Häufigkeitsverteilungen, die in Übereinstimmungen mit Studien anderer Autoren sind. Die Inzidenz homonymer Gesichtsfeldausfälle sowie die Häufigkeit von Hemi- und Quadrantenanopsien sowie -amblyopien und Parazentralskotomen stimmen mit den Ergebnissen, die von Zihl (2011a&b) berichtet werden, überein. Gleiches gilt für die Häufigkeit einer Kontrastsensitivitätsstörung (Zihl, 2011a). Die in dieser Studie beobachtete Häufigkeit von zerebralem Verschwommensehen deckt sich ebenfalls mit Vorbefunden (Gloning et al., 1968; Zihl & von Cramon, 1986). Die Auftretenshäufigkeit von isolierten Hell- und Dunkeladaptationsstörungen sowie deren Kombination stimmen mit den Ergebnissen von Zihl und Kerkhoff (1990) überein. Die Häufigkeit, mit der das Balint-Syndrom diagnostiziert wurde, ist ebenso in Übereinstimmung mit Vorbefunden (Zihl, 2011b), wie auch der Anteil an Neglectpatienten (Kerkhoff, 2004). Bezüglich der Häufigkeit von Störungen in der Entfernungsschätzung zeigt sich im Vergleich zu den Ergebnissen von Jesshope et al. (1991) ein geringerer Wert. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in der vorliegenden Studie ausschließlich die Distanzschätzung erfasst wird, während die in der Studie von Jesshope et al. (1991) verwendete Rivermead Perceptual Assessment Battery (RPAB) 8 unterschiedliche Kategorien erfasst (form constancy, colour constancy, sequencing, object completion, figure ground discrimination, body image, inattention and spatial awareness). Zudem stellen die Autoren die Validität der RPAB in Frage. Die Häufigkeit einer Lesestörung ist in der klinischen Testung deutlich höher als die in den Studien von Lee et al. (2009) berichtete; Lee et al. (2009) untersuchten allerdings die Neglectdyslexie. In der vorliegenden Studie ist ein hoher Anteil

an Patienten mit Gesichtsfeldausfällen zu beobachten. Aufgrund dessen scheint die Anzahl an Patienten mit Lesestörungen eher mit den von Zihl (2011a) referierten Häufigkeitsangaben assoziierter Beeinträchtigungen des Überblicks, der visuellen Suche sowie hemianoper Lesestörungen (Schuett et al., 2008) übereinzustimmen. Als subjektive Beschwerden wurden visuelle Reizerscheinungen in ihrer Gesamthäufigkeit sowie in ihrer Unterteilung (einfach vs. komplex) in vergleichbarer Häufigkeit wie in der Studie von Zihl und Kerkhoff (1990) angegeben.

Bezüglich der Gesamtzahl an Patienten, die nicht in der Lage waren eine adäquate Ursache für ihre visuellen Wahrnehmungsstörungen zu nennen, zeigen sich in der Literatur vergleichbare Befunde (vgl. Kapitel 2.3.3.1.; Kerkhoff, 2004). Allerdings zeigt sich im Gegensatz zu diesen Befunden in der vorliegenden Studie ein nur unbedeutender Einfluss der Läsionslateralität. Zudem ist keine signifikante Interaktion mit der Ätiologie der Hirnschädigung zu beobachten.

Das in der vorliegenden Studie beschriebene Untersuchungskollektiv ist somit bezüglich der Häufigkeit der unterschiedlichen visuellen Wahrnehmungsstörungen in guter Übereinstimmung mit zahlreichen Untersuchungen anderer Autoren. Die Ursache für die insgesamt hohe Anzahl an Patienten mit zerebralen visuellen Wahrnehmungsstörungen ist darin zu sehen, dass es sich hier nicht um ein randomisiertes Untersuchungskollektiv handelt, sondern dass überwiegend diejenigen Patienten in die Studie eingeschlossen wurden, die in irgendeiner Form im klinischen Alltag hinsichtlich ihrer visuellen Wahrnehmung auffällig waren.

## **6.2. Die Ätiologie zerebraler visueller Wahrnehmungsstörungen**

Bezüglich der unterschiedlichen Ätiologien der Hirnläsion im Untersuchungskollektiv (zerebro-vaskuläre Läsion, Schädel-Hirn-Trauma, Hirntumor, zerebrale Hypoxie) zeigen sich charakteristische Interaktionen bei einigen visuellen Wahrnehmungsstörungen: Einschränkungen der Sehschärfe sind sowohl im Nah- wie auch Fernraum hoch signifikant häufiger nach zerebraler Hypoxie zu beobachten als nach zerebro-vaskulärer Erkrankung, Schädel-Hirn-Trauma oder Hirntumor. Gesichtsfeldausfälle und Blickfeldstörungen resultieren hoch signifikant häufiger aufgrund zerebro-vaskulärer Hirnläsion sowie Hirntumor. Neglect ist typischerweise die Folge einer zerebro-vaskulären Erkrankung. Demgegenüber ist eine gestörte Kontrastsensitivität infolge dieser Ätiologie eher untypisch. Diese Ergebnisse sind in Übereinstimmung mit den in Kapitel 2 referierten theoretischen und

neuroanatomischen Befunden. Bezüglich zerebralem Verschwommensehen, einer visuellen Adaptationsstörung, Problemen bei der Entfernungsschätzung oder beim Lesen sowie einem Balint-Syndrom zeigen sich keine signifikanten Interaktionen mit der Ätiologie der Hirnschädigung.

Vergleichbar mit den Unterschieden bei der Häufigkeitsverteilung visueller Wahrnehmungsstörungen, zeigen sich auch bezüglich der subjektiven Beschwerdeangaben signifikante Interaktionen mit der Ätiologie der Hirnschädigung. In Übereinstimmung mit den Befunden bezüglich Gesichtsfeldausfällen sowie Blickfeldeinschränkungen werden Leseprobleme signifikant häufiger nach zerebro-vaskulärer Erkrankung berichtet und scheinen auch häufiger nach Hirntumor erlebt zu werden als nach Schädel-Hirn-Trauma oder zerebraler Hypoxie. Wie bereits ausgeführt, zeigt die objektive Testung der Lesestörung keinen derartigen signifikanten Zusammenhang, bestätigt diesen allerdings tendenziell. Anstoßen an Personen sowie Objekte wird signifikant häufiger nach zerebro-vaskulärer Hirnläsion berichtet als nach anderweitiger Hirnschädigung. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Befunden bezüglich der Neglectsymptomatik und spiegelt die Lateralität dieses Phänomens wider. Des Weiteren ist zu beobachten, dass ein gesteigertes Blendungsgefühl besonders selten nach Hirntumoren berichtet wird und besonders häufig nach Schädel-Hirn-Trauma sowie zerebraler Hypoxie. Demgegenüber scheint Dunkelsehen nach zerebro-vaskulärer Hirnläsion seltener als nach anderweitiger Hirnschädigung erlebt zu werden. Diese Befunde werden allerdings nicht von den Befunden der objektiv erfassten visuellen Adaptationsstörungen bestätigt. Verschwommensehen wird nach zerebraler Hypoxie sowie Schädel-Hirn-Trauma signifikant häufiger berichtet als nach zerebro-vaskulärer Hirnläsion. Diese Ergebnisse sind in Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Untersuchung der Kontrastsensitivität. Einige der statistischen Paarvergleiche verfehlen bei diesen Analysen der subjektiven Beschwerdeangaben allerdings die Signifikanzgrenze und zeigen lediglich Tendenzen an. Als Ursache hierfür werden die teilweise geringen Stichprobengrößen mancher Teilstichproben (z.B. Hirntumor, zerebrale Hypoxie) gesehen.

### **6.3. Zeitpunkt des erstmaligen Erlebens**

Bezüglich des Zeitpunkts, zu dem visuelle Wahrnehmungsstörungen erstmalig erlebt werden, ist ersichtlich, dass, bis auf das Erleben visueller Reizerscheinungen, die Sehprobleme überwiegend zeitgleich zur Hirnschädigung einsetzen. Einfache visuelle Reizerscheinungen treten hingegen in ca. einem Drittel der Fälle bereits im

Prodromalstadium auf und können in diesen Fällen als Frühzeichen einer sich anbahnenden Hirnschädigung angesehen werden (vgl. Kapitel 2.2.5.; Zihl & von Cramon, 1986). Jeder dritte Patient mit einfachen visuellen Reizerscheinungen erlebt dieses Symptom erst frühestens eine Woche nach der Hirnschädigung. Bei den Patienten mit komplexen visuellen Reizerscheinungen sind dies sogar nahezu 50%. Dies kann als Folge einer häufig gegebenen mangelnden Awareness für den zugrundeliegenden Gesichtsfeldausfall in der Akutphase des Ereignisses und die damit einhergehende fehlerhafte Interpretation der wahrgenommenen Symptome angesehen werden (vgl. Kapitel 2.3.3.1.).

#### **6.4. Gütekriterien**

Betrachtet man die Güte der Klassifikation der einzelnen Fragen der AZS, so zeigen sich für nahezu alle Fragen zufriedenstellende Werte für die Spezifität, Sensitivität sowie den negativen und positiven prognostischen Wert. Für die Fragen bezüglich Lesestörungen, Anstoßen, Problemen beim Einschätzen der Tiefe von Treppenstufen, Greifproblemen, gesteigertes Blendungsgefühl und Dunkelsehen schwanken diese Kennwerte zwischen 65,1% sowie 93,8%. Ausnahmen bilden Item 7a und 7b zur Erfassung von Verschwommensehen sowie einer gesteigerten optischen Ermüdbarkeit. Bei der Frage bezüglich unklarem Sehen (Frage 7a) zeigt sich ein sehr niedriger Wert für den positiven prognostischen Wert von 24,7%, d.h. dass der Anteil derer, die korrekt als beeinträchtigt erkannt wurden, in der Gesamtheit der als beeinträchtigt Beurteilten deutlich geringer als die Ratewahrscheinlichkeit ist. Der Anteil derer, die korrekt als unbeeinträchtigt eingeschätzt wurden, ist in dem vorliegenden Kollektiv demgegenüber mit 98,1% sehr hoch. Der zweite Problembereich bei der Frage nach einer gesteigerten optischen Ermüdbarkeit zeigt, dass mittels der Frage 7b lediglich 56,9% derer, die in der objektiven Testung Hinweise auf eine gesteigerte optische Ermüdbarkeit zeigten, korrekt erkannt wurden. Hier muss die genaue Ursache der gesteigerten optischen Ermüdbarkeit durch weitere Fragen spezifiziert werden.

Betrachtet man die grundlegenden Gütekriterien der klassischen Testtheorie, so ist festzustellen, dass die AZS als objektiv hinsichtlich der Durchführung zu bewerten ist. Ebenso objektiv erscheint die AZS hinsichtlich der Auswertung für die Feststellung eines gegebenen oder nicht gegebenen Alltagsproblems aufgrund möglicher zerebraler visueller Wahrnehmungsstörungen. Die Interpretationsobjektivität erscheint dagegen nur beschränkt gegeben, da keine Interpretationshilfen beschrieben werden und zudem keine Normen zur Verfügung stehen. Die Reliabilität, die in der vorliegenden Studie mittels der Beurteilerübereinstimmung erfasst wird, erscheint bezüglich aller Items hoch ausgeprägt.

Cohens-Kappa als Maß für die Interrater-Reliabilität weist für alle Items auf eine beachtliche bis (fast) vollkommenen Übereinstimmung von 0,66 (Ursachenzuschreibung) bis 0,89 (Probleme bei der Einschätzung der Tiefe von Treppenstufen) hin. Aufgrund der in dieser Studie aufgeführten theoretischen Überlegungen zur Inhalts- und Kontentvalidität sowie Konstruktvalidität, der durchgeführten statistischen Analysen zur kriteriumsbezogenen Validität sowie den Ergebnissen der Multitrait-Multimethod-Validierung kann davon ausgegangen werden, dass die AZS ein valides Screeningverfahren zur eigenanamnestischen Erfassung zerebraler visueller Wahrnehmungsstörungen darstellt. Die Werte für Cramérs V als Maßzahl für die kriteriumsbezogene Validität schwanken für alle Items zwischen 0,42 (gesteigerte optische Ermüdbarkeit) sowie 0,79 (gesteigertes Blendungsgefühl) und deuten auf mittlere bis hohe Korrelationen zwischen den subjektiven Beschwerdeangaben sowie den zugehörigen, klinisch diagnostizierten, visuellen Wahrnehmungsstörungen hin. Eine Ausnahme bildet hierbei die Frage bezüglich des Verschwommensehens ( $V=0,36$ ). Bei dieser erscheint die Validität zur Erfassung von Störungen der Kontrastsensitivität nicht ausreichend gegeben. Aufgrund mangelnder Awareness für die zugrundeliegende Störung bzw. aufgrund mangelnder Erfahrung der Patienten mit der Sehstörung besteht häufig das Problem, dass die Betroffenen ihre Defizite nur unzureichend beschreiben können und damit verschiedenste Einschränkungen des Sehens z.B. Hemianopsie oder -amblyopie, Visusminderung oder Einschränkungen der Kontrastsensitivität als „unklares“ Sehen erleben bzw. angeben. Eine mögliche Konfundierung unterschiedlicher visueller Wahrnehmungsstörungen in diesem Item wird von der entsprechenden statistischen Analyse (vgl. Kapitel 5.3.2.) allerdings nicht bestätigt. Die Ergebnisse sprechen dafür, dass mittels Item 7a eher eine gesteigerte optische Ermüdbarkeit mit erfasst wird. Trotzdem ist zu beobachten, dass bei Vorliegen einer Störung der Kontrastsensitivität auch das Item zu 89,6% (Sensitivität) positiv beantwortet wird. Zur spezifischen Erfassung einer Störung der Kontrastsensitivität erscheint es nach den Ergebnissen der vorliegenden Studie dennoch nicht gut geeignet, denn lediglich wenige (24,7%) derer, die das Item positiv beantworteten, zeigten tatsächlich eine Störung der Kontrastsensitivität. Interessant in dieser Hinsicht ist auch, dass das Item einen negativen prognostischen Wert von 98,1% bezüglich einer Störung der Kontrastsensitivität aufweist. Das heißt, dass 98,1% der Patienten, die angaben kein unklares Sehen zu erleben, auch keine Störung der Kontrastsensitivität aufwiesen. Das Item eignet sich demnach zum Ausschluss einer Kontrastsensitivitätsstörung nicht aber zur Diagnose einer solchen.

Bezüglich der Nebengütekriterien kann festgestellt werden, dass die AZS ein nützliches und

ökonomisches Screeningverfahren zur Erfassung zerebraler visueller Wahrnehmungsstörungen ist. Da es sich bei dem Verfahren um ein standardisiertes Interview handelt, erscheint die Entwicklung einer Parallelversion nicht erforderlich. Das Verfahren erfasst das subjektive Erleben basaler visueller Wahrnehmungsleistungen. Es ist davon auszugehen, dass gesunde Probanden keine dementsprechenden Defizite erleben. Aufgrund dessen erscheint eine Normierung an gesunden Probanden ebenfalls nicht erforderlich. Interessant ist in diesem Zusammenhang die Frage, inwieweit die AZS zwischen zentralen, aufgrund eines akuten Ereignisses auftretenden und vor bestehenden peripheren visuellen Wahrnehmungsstörungen unterscheiden kann, oder ob es bei der Befragung zu einer Konfundierung beider Defizite kommt. Entsprechende Studien stehen noch aus.

### **6.5. Differenzierungsfähigkeit: Gesichtsfeldausfälle, Neglect, Balint-Syndrom**

Der Hintergrund dieser Fragestellung liegt darin, herauszufinden, inwieweit anhand der Aussagen der Patienten bei der Befragung mit der AZS zwischen Gesichtsfeldausfällen, einer Neglectsymptomatik sowie einem Balint-Syndrom unterschieden werden kann. Die Ergebnisse zeigen, dass alle drei zerebralen visuellen Wahrnehmungsstörungen hoch signifikante mittlere bis starke Korrelationen mit erlebten Leseproblemen sowie Anstoßen aufweisen und damit bezüglich dieser beiden Items nicht zu differenzieren sind. Beide Symptome stellen zentrale Defizite aller drei Wahrnehmungsstörungen dar. Lediglich zwei weitere Items geben Hinweise darauf, welche der drei Störungen vorliegt: Unterscheidungsmöglichkeiten bieten die Items bezüglich erlebter Greifprobleme sowie des Interviewerurteils zur Awareness des Patienten. Das Auftreten eines Neglects weist einen Zusammenhang mit einer Unawareness für die bestehenden Defizite auf. Bezüglich der beiden anderen Störungen ist kein derartiger Zusammenhang ersichtlich. Dieser Befund ist im klinischen Alltag häufig zu beobachten und vielfach beschrieben (z.B. Kerkhoff, 2004). Das Auftreten eines Balint-Syndroms weist hingegen hoch signifikante Korrelationen mit erlebten Problemen bei der Einschätzung der Tiefe von Treppenstufen sowie visuell bedingten Greifproblemen auf. Während die Korrelation mit erlebten Problemen bei der Einschätzung der Tiefe von Treppenstufen nur schwach ausgeprägt ist, besteht ein mittlerer Zusammenhang mit erlebten Greifproblemen. Störungen der visuell-räumlichen Lokalisation und der Tiefenwahrnehmung sind zentrale Probleme von Patienten mit Balint-Syndrom (Moreaud, 2003; Pierrot-Deseilligny et al., 1986; Rizzo & Vecera, 2002). Die durchgeführte Post-hoc-Untersuchung zeigt auf der Basis theoretischer Überlegungen somit



nachvollziehbare Unterscheidungsmöglichkeiten der AZS auf. Eine weiterführende, hypothesengeleitete Untersuchung erscheint zur Untermauerung der Befunde allerdings erforderlich.

## **6.6. Klinische Zusammenhänge / Befunde**

Bezüglich der klinischen Zusammenhänge bzw. Befunde der AZS soll an dieser Stelle auf zwei interessante Ergebnisse der Studie eingegangen werden.

### *6.6.1. Visuelle Adaptationsstörungen und subjektive Beleuchtungseinstellung*

Neben der Erfassung der visuellen Adaptationsfähigkeit mittels eines Tübinger Perimeters wurde in der vorliegenden Studie das subjektive Beleuchtungsempfinden bei Veränderung der Beleuchtungsintensität erfasst. Die Ergebnisse zeigen, dass Patienten, die eine ausschließliche Dunkeladaptationsstörung aufweisen, für die drei Bedingungen „angenehme“, „zu helle“ sowie „zu dunkle“ Beleuchtung eine signifikant höhere Lichtintensität benötigen als alle anderen Patienten. Besteht hingegen eine Helladaptationsstörung, so scheint sich diese lediglich auf die Intensität des als „zu hell“ empfundenen Lichtes signifikant auszuwirken. Eine gleichzeitig bestehende Dunkeladaptationsstörung bewirkt dabei keinen zusätzlichen Effekt, d.h. eine Dunkeladaptationsstörung scheint durch eine gleichzeitig bestehende Helladaptationsstörung im subjektiven Empfinden der Beleuchtungsintensität überlagert zu werden. Der entsprechende Vergleich für die subjektiven Angaben eines Blendungsgefühls sowie Dunkelsehens in der AZS ergibt ein identisches Ergebnis. Diese deutliche Übereinstimmung der Befunde spiegelt die Fähigkeit der AZS zur korrekten Erfassung visueller Adaptationsstörungen sowie die Zuverlässigkeit der subjektiven Angaben der Betroffenen in diesem Bereich wider.

### *6.6.2. Gesteigerte optische Ermüdbarkeit und Kontrastsensitivität*

Die Auswertung der subjektiven Angaben der Patienten bezüglich der Zeitspanne der visuellen Anstrengung (gemessen mittels Lesezeit), die erforderlich ist, bis eine optische Ermüdung erlebt wird, zeigt, dass 89,3% dieses Symptom nach 30 Minuten Lesezeit und 60,3% bereits nach 10 Minuten Lesezeit erleben. Betrachtet man ausschließlich diejenigen Patienten, die eine Verschlechterung der Kontrastsensitivität nach visueller Anstrengung

aufweisen, so ergeben sich vergleichbare Werte: 57,6% der Betroffenen, die von diesem Symptom adäquat berichten können, erleben optische Ermüdung innerhalb von 10 Minuten und 93,9% innerhalb von 30 Minuten. Für die AZS bedeutet dies, dass ohne großen Informationsverlust die Frage 7b z.B. umformuliert werden könnte in: „Wenn Sie lesen oder anderweitige visuell anstrengende Tätigkeiten (z.B. Bildschirmarbeit) ausführen, erleben Sie dann innerhalb von 30 Minuten eine Verschlechterung des Sehens?“ Es ist davon auszugehen, dass durch diese Dichotomisierung der Fragestellung der Schwierigkeitsgrad dieses Items für neurologische Patienten reduziert werden könnte, da die Antwort weniger Freiheitsgrade aufweisen würde und klarer formuliert wäre. Möglicherweise ließe sich dadurch das Problem der mangelnden Sensitivität dieses Items reduzieren.

**Tab. 24:** Mögliche Formulierung für Frage 7

7a) Ist ihr Sehen seit dem Ereignis <i>dauerhaft</i>	<b>ja</b>	<b>nein</b>
unklarer als früher?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seit wann genau? _____		
Wie würden Sie Ihr Sehen jetzt beschreiben? (Wie durch eine schlecht geputzte Scheibe, wie durch Nebel, wie durch Milchglas, verschwommen)		
_____		
7b) Wenn Sie lesen oder anderweitige visuell anstrengende	<b>ja</b>	<b>nein</b>
Tätigkeiten (z.B. Bildschirmarbeit) ausführen, erleben Sie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
dann innerhalb von 30 Minuten eine Verschlechterung des		
Sehens?		
Nach wie viel Minuten genau? _____		

Einen Hinweis auf eine Konfundierung von Item 7a und 7b geben auch die Ergebnisse der statistischen Analyse der Zusammenhänge von Item 7a mit der klinischen Testung. Diese Ergebnisse, die neben dem zwar hoch signifikanten aber schwachen Zusammenhang mit der Testung der Kontrastsensitivität eine hoch signifikante und starke Korrelation mit der Erhebung der gesteigerten optischen Ermüdbarkeit zeigen, wurden bereits in Kapitel 6.4. diskutiert. Möglicherweise kann die Ursache für diese Konfundierung in der mangelnden

Unabhängigkeit von Item 7a und 7b gesehen werden. Es ist davon auszugehen, dass eine klare inhaltliche Abgrenzung in der Fragestellung die Validität sowie die Güte der Klassifizierung beider Items erhöhen würde. Einen möglichen Formulierungsvorschlag in dieser Hinsicht gibt Tabelle 24. Der Effekt einer derartigen Umformulierung und Trennung dieser Items ist in weiteren Studien zu klären.

## 7. Zusammenfassung

Nach einer Gewebeschädigung des Gehirns kommt es häufig zu erheblichen Beeinträchtigungen im Erleben und Verhalten des Betroffenen. 20–40% der betroffenen Patienten mit zerebro-vaskulärer Erkrankung sowie bis zu 50% der Patienten nach einem Schädel-Hirn-Trauma leiden dabei unter zerebralen visuellen Wahrnehmungsstörungen oder okulomotorischen Störungen. Hierbei sind Störungen wie homonyme Gesichtsfeldausfälle und damit häufig assoziierte Explorations- sowie Lesestörungen, Einschränkungen der Sehschärfe, der Kontrastsensitivität, der Farbwahrnehmung, der Hell- und Dunkeladaptation, der Fusion, der Stereopsis und der räumlichen Tiefenwahrnehmung zu beobachten. Darüber hinaus können auch „höhere“ visuelle Dysfunktionen wie eine Agnosie, optische Ataxie, ein visueller Neglect oder ein Balint-Holmes-Syndrom resultieren. Visuelle Wahrnehmungsstörungen führen zu gravierenden Einschränkungen im Alltag. Sie beeinflussen das Rehabilitationsergebnis nachweislich negativ, wirken sich ungünstig auf die Fahrtauglichkeit aus und behindern die berufliche Wiedereingliederung der Betroffenen. Defizite der visuellen Wahrnehmung beeinflussen zudem die valide Untersuchung und effektive Therapie anderer neuropsychologischer Funktionsbereiche. Eine frühzeitige und adäquate Diagnostik sowie eine darauf aufbauende störungsspezifische Therapie haben demnach eine hohe Relevanz in der neurologischen Rehabilitation. Eine umfassende und detaillierte Untersuchung der visuellen Wahrnehmungsleistungen als Grundlage für die Therapieplanung erfordert allerdings einen gewissen zeitlichen Aufwand. Ein rasch durchführbares, sensitives und reliables Screeningverfahren erscheint daher von großem Nutzen für den klinisch arbeitenden Neuropsychologen oder Neurologen. Ein derartiges Verfahren kann auf mögliche Einbußen hinweisen und eine hypothesengeleitete Diagnostik unterstützen. Kerkhoff und Kollegen entwickelten 1990 die Anamnese zerebral bedingter Sehstörungen (AZS) als ein standardisiertes und strukturiertes Interview zur eigenanamnestischen Erfassung von subjektiven Beschwerden neurologischer Patienten mit zerebralen Sehstörungen.

Ziel der vorliegenden Studie war es, die Anamnese zerebral bedingter Sehstörungen an einer großen Stichprobe von N=656 Patienten mit Hirnläsionen unterschiedlicher Ätiologie hinsichtlich ihrer Gütekriterien und klinischen Brauchbarkeit zu überprüfen. Hierzu erfolgte, neben der Befragung der Patienten mittels der AZS, eine parallel durchgeführte umfangreiche klinische Testung hinsichtlich unterschiedlicher zerebraler visueller Wahrnehmungsstörungen. Zudem wurde eine Subgruppe von N=98 Patienten von zwei

unabhängigen Interviewern befragt, um Aussagen bezüglich der Interrater-Reliabilität treffen zu können.

Die Ergebnisse stützen insgesamt die positiven Beurteilungen der Autoren des Anamnesebogens. Das Verfahren ist objektiv hinsichtlich der Durchführung sowie Auswertung. Lediglich hinsichtlich der Interpretationsobjektivität ist anzumerken, dass weder Interpretationshilfen noch eine Normierung zur Verfügung stehen. Die Reliabilität, die mit Hilfe der Beurteilerübereinstimmung (Interrater-Reliabilität) ermittelt wurde, ist für alle Items sehr hoch ausgeprägt. Bezüglich der Güte der Klassifikation sowie der Validität zeigen sich ebenfalls bis auf zwei Ausnahmen moderate bis hohe Werte. Problematisch zeigen sich sowohl die Güte der Klassifikation wie auch die kriteriumsbezogene Validität für die Frage bezüglich des Verschwommensehens sowie gesteigerter optischer Ermüdbarkeit. Bei diesen Items scheint die Unabhängigkeit nicht ausreichend gegeben zu sein. Daraus resultiert eine Konfundierung der beiden visuellen Wahrnehmungsstörungen. Eine modifizierte Fragestellung könnte diesen Effekt reduzieren und damit zur Steigerung der Validität dieser beiden Items beitragen.

Abgesehen von dieser Einschränkung kann die Anamnese zerebral bedingter Sehstörungen als ein objektives, valides und reliables Screeningverfahren zur Unterstützung einer umfassenden Diagnostik visueller Wahrnehmungsleistungen angesehen werden. Aufgrund ihrer standardisierten Form und Kürze ist es ein nützliches und ökonomisches Verfahren zur Erfassung der subjektiven Beschwerden von Patienten mit zerebralen visuellen Wahrnehmungsstörungen. Sie ermöglicht, neben der objektiven Erfassung bestehender visueller Wahrnehmungsprobleme, die Integration des Erlebens des Patienten in die Therapieplanung und gibt Rückschlüsse auf die Awareness des Betroffenen.

## Literaturverzeichnis

- Aben, I., Denollet, J., Lousberg, R., Verhey, F., Wojciechowski, F. & Honoig, A. (2002). Personality and vulnerability to depression in stroke patients: A 1-year prospective follow-up study. *Stroke*, 33, 2391-2395.
- Ahissar, M. & Hochstein, S. (2004). The reverse hierarchy theory of visual perceptual learning. *Trends of Cognitive Sciences*, 8, 457-464.
- Albert, M. L., Reches, A. & Silverberg, R. (1975). Hemianopic colour blindness. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 38, 546-549.
- Anderson, S. W. & Rizzo, M. (1995). Recovery and rehabilitation of visual cortical dysfunction. *Neurorehabilitation*, 5, 129-140.
- Aulhorn, E. & Harms, J. (1972). Visual perimetry. In D. Jameson & L. Hurvich (Hrsg.), *Handbook of sensory physiology*, Vol. 7 (S. 102-145). Berlin: Springer.
- Baier, B., de Haan, B., Mueller, N., Thoemke, F., Birklein, F., Dieterich, M. & Karnath, H.-O. (2010). Anatomical correlate of positive spontaneous visual phenomena: a voxelwise lesion study. *Neurology*, 74(3), 218-222.
- Balint, R. (1909). Seelenlähmung des Schauens, optische Ataxie, räumliche Störung der Aufmerksamkeit. *Monatsschrift für Psychiatrie und Neurologie*, 25, 51-81.
- Barbieri, C., & De Renzi, E. (1989). Patterns of neglect dissociation. *Behavioural Neurology*, 2, 13-24.
- Bartolomeo, P., Thiebaut de Schotten, M. & Doricchi, F. (2007). Left unilateral neglect as a disconnection syndrome. *Cerebral Cortex*, 17, 2479-2490.
- Baylis, G. C., Driver, J., Baylis, L. L. & Rafal, R. D. (1994). Reading of letters and words in a patient with Balint's syndrome. *Neuropsychologia*, 32, 1273-1286.
- Becker, E. & Karnath, H.-O. (2007). Incidence of visual extinction after left versus right hemisphere stroke. *Stroke*, 38, 3172-3174.
- Bender, M. B. (1945). Polyopia and monocular diplopia of cerebral origin. *Archives of Neurology*, 54, 323-338.
- Beschin, N., Cocchini, G., Della Sala, S. & Logie, R. H. (1997). What the eyes perceive, the brain ignores: A case of pure unilateral representational neglect. *Cortex*, 33, 3-26.
- Bodis-Wollner, I. & Diamond, S. P. (1976). The measurement of spatial contrast sensitivity in cases of blurred vision associated with cerebral lesions. *Brain*, 99, 695-710.
- Bouvier, S. E. & Engel, S. A. (2006). Behavioral Deficits and Cortical Damage Loci in Cerebral Achromatopsia. *Cerebral Cortex*, 16, 183-191.
- Bowen, A., McKenna, K. & Tallis, R. C. (1999). Reasons for variability in the reported rate of occurrence of unilateral spatial neglect after stroke. *Stroke*, 30, 1196-1202.

- Bulens, C., Meerwaldt, J. D., Van der Wildt, G.J. & Keemink, C. J. (1986). Contrast sensitivity in Parkinson`s disease. *Neurology*, 36, 1121-1125.
- Bulens, C., Meerwaldt, J. D., Van der Wildt, G. J. & Keemink, C. J. (1988). Spatial contrast sensitivity in benign intracranial hypertension. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 51, 1323-1329.
- Bulens, C., Meerwaldt, J. D., Van der Wildt, G. J. & Keemink, C. J. (1989). Spatial contrast sensitivity in unilateral cerebral ischaemic lesions involving the posterior visual pathway. *Brain*, 112: 507-520.
- Bullier, J. (2003). Cortical connections and functional interactions between visual cortical areals. In M. Fahle & M. Greenlee (Hrsg.), *The neuropsychology of vision* (S. 23-63). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Buxbaum, L. J., Ferraro, M. K., Veramonti, T., Farne, A., Whyte, J., Ladavas, E., Frassinetti, F. & Coslett, H. B. (2004). Hemispatial neglect. Subtypes, neuroanatomy, and disability. *Neurology*, 62, 749-756.
- Campbell, D. T. & Fiske, D. W. (1959). Convergent and diskriminant validation by the multitrait-multimethod matrix. *Psychological Bulletin*, 81, 81-105.
- Celesia, G. G., Brigell, M. & Vaphiades, M. S. (1997). Hemianopic anosognosia. *Neurology*, 49, 88-97.
- Cohen, M., Groswasser, Z., Barchadski, R. & Appel, A. (1989). Convergence insufficiency in brain-injured patients. *Brain Injury*, 3(2), 187-191.
- Connolly, D. M., Barbur, J. L., Hosking, S. L. & Moorhead, I. R. (2008). Mild hypoxia impairs chromatic sensitivity in the mesopic range. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 49, 820-827.
- Cormack, F. K., Tovee, M. & Ballard, C. (2000). Contrast sensitivity and visual acuity in patients with Alzheimer`s disease. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 15, 614-620.
- Cowey, A., Small, M. & Ellis, S. (1994). Left visuo-spatial neglect can be worse in far than in near space. *Neuropsychologia*, 32, 1059-1066.
- Critchley, M. (1951). Types of visual perseveration "Palinopsie" and illusory visual spread. *Brain*, 74, 267-299.
- Damasio, A., Yamada, T., Damasio, H., Corbett, J. & McKee, J. (1980). Central achromatopsia: behavioral, anatomic, and physiologic aspects. *Neurology*, 30, 1064-1071.
- Danta, G., Hilton, R.C. & O'Boyle, D. J. (1978). Hemisphere function and binocular depth perception. *Brain*, 101, 569-589.
- De Renzi, E. & Spinler, H. (1967). Impaired performance on color tasks in patients with hemispheric lesions. *Cortex*, 3, 194-217.
- De Luca, M., Spinelli, D. & Zoccolotti, P. (1996). Eyemovement patterns in reading as a function of visual field defects and contrast sensitivity loss. *Cortex*, 32, 491-502.

- Doricchi, F., Thiebaut de Schotten, M., Tomaiuolo, F. & Bartolomeo, P. (2008). White matter (dis)connections and gray matter (dys)functions in visual neglect: gaining insights into the brain networks of spatial awareness. *Cortex*, 44, 983-995.
- Du, T., Ciuffreda, K. J. & Kapoor, N. (2005). Elevated dark adaptation thresholds in traumatic brain injury. *Brain Injury*, 19, 1125-1138.
- Ellis, A. W. & Young, A. W. (1996). *Human cognitive neuropsychology*. Hove, UK: Psychology Press.
- Fahle, M. & Greenlee, M. (2003). *The Neuropsychology of Vision*. Oxford: Oxford University Press.
- Ferber, S. & Karnath, H.-O. (1999). Parietal and occipital lobe contributions to perception of straight ahead orientation. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 67, 572-578.
- Fink, G. R., Dolan, R. J., Halligan, P. W., Marshall, J. C. & Frith, C. D. (1997a). Space-based and object-based visual attention: shared and specific neural domains. *Brain*, 120, 2012-2028.
- Fink, G. R., Halligan, P. W., Marshall, J. C., Frith, C. D., Frackowiak, R.S. J. & Dolan, R. J. (1997b). Neural mechanisms involved in the processing of global and local aspects of hierarchically organized visual stimuli. *Brain*, 120, 1779-1791.
- Fink, G. R., Marshall, J. C., Shah, N. J., Weiss, P. H., Halligan, P. W., Grosse-Ruyken, M., Ziemons, K., Zilles, K. & Freund, H.-J. (2000). Line bisection judgments implicate right parietal cortex and cerebellum as assessed by fMRI. *Neurology*, 54, 1324-1331.
- Finke, K., Schneider, W. X., Redel, P., Dose, M., Kerkhoff, G., Müller, H. J. & Bublak, P. (2007). The capacity of attention and simultaneous perception of objects: A group study of Huntington's disease patients. *Neuropsychologia*, 45, 3272-3284.
- Fisseni, H. J. (1997). *Lehrbuch der psychologischen Diagnostik* ( 2. Aufl.). Göttingen: Hogrefe.
- Frisén, L. (1980). The neurology of visual acuity. *Brain*, 103, 639-670.
- Gal, R. L. (2008). Visual function 15 years after optic neuritis – A final follow-up report from optic neuritis treatment trial. *Ophthalmology*, 115, 1079-1082.
- Gbadamosi, J. & Zangemeister, W. H. (2001). Visual imagery in hemianopic patients. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 13, 855-866.
- Ghika, J., Ghika-Schmid, F. & Bogousslavsky, J. (1998). Parietal motor syndrome: A clinical description in 32 patients in the acute phase of pure parietal stroke studied prospectively. *Clinical Neurology & Neurosurgery*, 100, 271-282.
- Gianutsos, R. (1997). Vision rehabilitation following acquired brain injury. In M. Gentile (Hrsg.), *Functional visual behavior. A therapists guide to evaluation and treatment options* (S. 267-294). Bethesda, MD: American Occupational Therapist Organisation.
- Glocker, D. & Neumann, G. (2011). Neglekt: Eine Einführung – Übersicht über Neglektarten



und Erklärungsmodelle. *Neuroreha*, 2, 58-65.

Gloning, I., Gloning, K. & Hoff, H. (1968). *Neuropsychological symptoms and syndroms in lesion of the occipital lobe and the adjacent areas*. Paris: Gautuier-Villars.

Golay, L., Schnider, A. & Ptak, R. (2008). Cortical and subcortical anatomy of chronic spatial neglect following vascular damage. *Behavioral and Brain Functions*, 4, 43.

Gray, C. S., French, J. M., Bates, D., Cartlidge, N. E. F., Venables, G. S. & James, O. F. W. (1989). Recovery of visual fields in acute stroke: homonymous hemianopia associated with adverse prognosis. *Age and Ageing*, 18, 419-421.

Groh-Bordin, Ch. & Kerkhoff, G. (2009). Störungen der Visuellen Raumwahrnehmung und raumkognition. In W. Sturm, M. Herrmann & T. F. Münte (Hrsg.), *Lehrbuch der Klinischen Neuropsychologie (2. Aufl.)* (S. 500-512). Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

Guariglia, C. & Antonucci, G. (1992). Personal and extrapersonal space: A case of neglect dissociation. *Neuropsychologia*, 30, 1001-1009.

Guthke, J., Böttcher, H. R. & Sprung, L. (1990). *Psychodiagnostik*. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaft.

Halligan, P. & Marshall, J. C. (1991). Left neglect for near but not far space in man. *Nature*, 350, 498-500.

Halligan, P. & Marshall, J. C. (1994). Towards a principled explanation of unilateral neglect. *Cognitive Neuropsychology*, 11, 167-206.

Halligan, P. & Marshall, J. C. (1998). Visuospatial neglect: The ultimate deconstruction? *Brain and Cognition*, 37, 419-438.

Hamilton, P. W., Coslett, H. B. & Buxbaum, L. J. (2008). Inconsistency of performance of neglect subtype tests following acute right hemisphere stroke. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 14(1), 23-32.

Hecáen, H. & de Ajuriaguerra, J. (1954): Balint`s syndrome (psychic paralysis of fixation) and its minor forms. *Brain*, 77, 373-400.

Henderson, V. W. (1982). Impaired hue discrimination in homonymous visual fields. *Archives of Neurology*, 39, 418-419.

Hermann, G. & Pötzl, O. (1928). Die optische Allaedthesie. *Abhandlungen aus der Neurologie, Psychiatrie, Psychologie und ihren Grenzgebieten, Heft 47*. Berlin: Karger.

Hess, R. F., Zihl, J., Pointer, S. J. & Schmid, Ch. (1990). the contrast sensitivity deficit in cases with cerebral lesions. *Clinical Vision Sciences*, 5, 203-215.

Hillis, A. E. & Caramazza, A. (1992). The reading process and its disorders. In D. I. Margolin (Hrsg.), *Cognitive neuropsychology in clinical practice* (S. 229-261). New York: Oxford University Press.

Hochstein, S. & Ahissar, M. (2002). View from the top: Hierarchies and reverse hierarchies in

the visual system. *Neuron*, 36, 791-804.

Huber, W., Poeck, K., Weniger, D. & Willmes, K. (1983). *Der Aachener Aphasie Test (AAT)*. Göttingen: Hogrefe.

Husain, M. & Rorden, C. (2003). Non-spatially lateralized mechanisms in hemispatial neglect. *Nature Reviews, Neuroscience*, 4(1), 26-36.

Jackson, G. R. & Owsley, C. (2003). Visual dysfunction, neurodegenerative diseases, and aging. *Neurologic Clinics*, 21, 709-728.

Jehkonen, M. (2002). The Role of visual neglect and anosognosias in functional recovery after right hemisphere stroke, *Acta Universitatis Tamperensis* (Vol. 126). Tampere: University of Tampere.

Jehkonen, M., Laihosalo, M. & Kettunen, J. (2006). Anosognosia after stroke: assessment, occurrence, subtypes and impact on functional outcome reviewed. *Acta Neurologica Scandinavica*, 114, 293-306.

Jesshope, H. J., Clark, M. S. & Smith, D. S. (1991). The rivermead perceptual assessment battery: its application to stroke patients and relationship with function. *Clinical Rehabilitation*, 5, 115-122.

Kalra, L., Perez, I., Gupta, S. & Wittink, M. (1997). The influence of visual neglect on stroke rehabilitation. *Stroke*, 28, 1386-1391.

Kaplan, J. & Hier, D. B. (1982). Visuospatial deficits after right hemisphere stroke. *American Journal of Occupational Therapy*, 36, 314-321.

Karnath, H.-O., Ferber, S. & Himmelbach, M. (2001). Spatial awareness is a function of the temporal not the posterior parietal lobe. *Nature*, 411, 950-953.

Karnath, H.-O., Ferber, S., Rorden, C. & Driver, J. (2000). The fate of global information in dorsal simultanagnosia. *Neurocase*, 6, 295-306.

Keller, I., Schindler, I., Kerkhoff, G., von Rosen, F. & Golz, D. (2005). Visuospatial neglect in near and far space: dissociation between line bisection and letter cancellation. *Neuropsychologia*, 43, 724-731.

Kerkhoff, G. (1989). *Störungen der visuellen Raumwahrnehmung bei hirngeschädigten Patienten*. Frankfurt/M.: Haag und Herchen Verlag.

Kerkhoff, G. (1993). Displacement of the egocentric visual midline in altitudinal postchiasmatic scotomata. *Neuropsychologia*, 31, 261-265.

Kerkhoff, G. (1999). Restorative and compensatory therapy approaches in cerebral blindness – a review. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 15, 255-271

Kerkhoff, G. (2000a). Neurovisual rehabilitation: recent developments and future directions. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 68, 691-706.

Kerkhoff, G. (2000b). Multiple perceptual distortions and their modulation in patients with left

visual neglect. *Neuropsychologia*, 38, 1073-1086.

Kerkhoff, G. (2003a). "Das ist doch nicht mein Arm!" Störungen der Krankheitswahrnehmung bei neurologischen Erkrankungen. *Ergotherapie & Rehabilitation*, 42(5), 5-16.

Kerkhoff, G. (2003b). Recovery and treatment of perceptual disorders. In P. Halligan, U. Kischka & J. Marschall (Hrsg.), *Oxford Handbook of Clinical Neuropsychology*. Oxford: Oxford University Press.

Kerkhoff, G. (2004). *Neglect und assoziierte Störungen*. Göttingen: Hogrefe.

Kerkhoff, G. (2006). Visuelle und akustische Störungen der Raumwahrnehmung. In H.-O. Karnath, W. Hartje & W. Ziegler (Hrsg.), *Kognitive Neurologie* (S. 126-140). Stuttgart: Thieme.

Kerkhoff, G. (2012). Störungen der visuellen Raumorientierung. In H.-O. Karnath & P. Thier (Hrsg.), *Kognitive Neurowissenschaften*. Berlin: Springer.

Kerkhoff, G. & Bucher, L. (2008). Line bisection as an early method to assess homonymous hemianopia. *Cortex*, 44, 200-205.

Kerkhoff, G. & Heldmann, B. (1999). Balintsyndrom und assoziierte Störungen. Anamnese – Diagnostik – Behandlungsansätze. *Nervenarzt*, 70, 859-869.

Kerkhoff, G., Münßinger, U., Eberle-Strauss, G. & Stögerer, E. (1992). Rehabilitation of hemianopic alexia in patients with postgeniculate visual field disorders. *Neuropsychological Rehabilitation*, 2, 21-42.

Kerkhoff, G., Münßinger, U. & Meier, E. K. (1994). Neurovisual rehabilitation in cerebral blindness. *Archives of Neurology*, 51, 474-481.

Kerkhoff G, Oppenländer K, Finke K, & Bublak P (2007). Therapie zerebraler visueller Wahrnehmungsstörungen. *Nervenarzt*, 78: 457-470.

Kerkhoff, G., Schaub, J., Zihl, J. (1990). Die Anamnese zerebral bedingter Sehstörungen. *Nervenarzt*, 61, 711-718.

Kerkhoff, G. & Zoelch, Ch. (1998). Disorders of visuospatial orientation in the frontal plane in patients with neglect following right or left parietal lesions. *Experimental Brain Research*, 122, 108-120.

Kleinman, J. T., Newhart, M., Davis, C., Heidler-Gary, J., Gottesman, R. F. & Hillis, A. E. (2007). Right hemispatial neglect: Frequency and characterization following acute left hemisphere stroke. *Brain*, 64, 50-59.

Koehler, P. J., Endtz, L. J., Velde, J. T. & Hekster, R. E. M. (1986). Aware or non-aware. On the significance of awareness for the localization of the lesion responsible for homonymous hemianopia. *Journal of Neurological Sciences*, 75, 255-262.

Kölmel, H. W. (1984). Visuelle Halluzinationen im hemianopischen Feld. *Schriftenreihe Neurologie, Bd. 26*. Berlin: Springer.

- Kölmel, H. W. (1988). *Die homonymen Hemianopsien*. Berlin: Springer.
- Koh, S. B., Kim, B. J., Lee, J., Suh, S. I., Kim, T. K. & Kim, S. H. (2008). Stereopsis and color vision impairment in patients with right extrastriate cerebral lesions. *European Neurology*, 60, 174–178.
- Konen, C. S. & Kastner, S. (2008). Two hierarchically organized neural systems for object information in human visual cortex. *Nature Neurosci*, 11, 224–231.
- Kuhn, C., Heywood, C. & Kerkhoff, G. (2010). Oblique spatial shifts of subjective visual straight ahead orientation in quadrantic visual field defects. *Neuropsychologia*, 48, 3205–3210.
- Landis, J. R. & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33, 159–174.
- Lee, B. H., Suh, M. K., Kim, E. J., Seo, S. W., Choi, K. M., Kim, G. M., Chin-Sang Chung, C. H.-S., Heilman, K. M. & Na, D. L. (2009). Neglect dyslexia: Frequency, association with other hemispatial neglects, and lesion localization. *Neuropsychologia*, 47(3), 704–710.
- Leff, A. P., Scott, S. K., Crewes, H., Hodgson, T. L., Cowey, A., Howard, D. & Wise, R. J. S. (2000). Impaired reading in patients with right hemianopia. *Annals of Neurology*, 47, 171–178.
- Lenz, G. (1905). Beiträge zur Hemianopsie. *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde, Beilagenheft*, 43, 263–326.
- Lenz, G. (1909). *Zur Pathologie der zerebralen Sehbahn unter besonderer Berücksichtigung ihrer Ergebnisse für die Anatomie und Physiologie*. Leipzig: Verlag Wilhelm Engelmann.
- Lienert, G. A. & Raatz, U. (1998). *Testaufbau und Testanalyse*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Lux, S., Marshall, J. C., Ritzl, A., Weiss, P. H., Pietrzyk, U., Shah, N. J., Zilles, K. & Fink G. R. (2004). A functional magnetic resonance imaging study of local/global processing with stimulus presentation in the peripheral visual hemifields. *Neuroscience*, 124, 113–120.
- Martinez-Conde, S., Macknik, S. L. & Hubel, D. H. (2004). The role of fixational eye movements in visual perception. *Nature Rev Neurosci*, 5, 229–239.
- Mc Glynn, S. M. & Schacter, D. L. (1989). Unawareness of deficits in neuropsychological syndroms. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 11, 143–205.
- Meadows, J. C. (1974). Disturbed perception of colours associated with localised cerebral lesions. *Brain*, 97, 615–632.
- Mendez, M. F. (2000). Corticobasal ganglionic degeneration with Balint's syndrome. *Journal of Neuropsychiatry & Clinical Neurosciences*, 12, 273–275.
- Mennemeier, M., Wertman, E. & Heilman, K. M. (1992). Neglect of near peripersonal space. *Brain*, 115, 37–50.
- Miller, L. J., Mitttenberg, S., Carey, V. M., McMorrow, M. A., Kushner, T. E. & Weinstein, J. M.

- (1999). Astereopsis caused by traumatic brain injury. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 14, 537-543.
- Milner, A. D. & Goodale, M. A. (2006). *The visual brain in action* (2. Aufl.). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Milner, A. D. & Goodale, M. A. (2008). Two visual systems re-viewed. *Neuropsychologia*, 46, 774-785.
- Milner, A. D., Perret, D. I., Johnston, R. S., Benson, P. J., Jordan, T. R., Heeley, D. W., Bettucci, D., Mortara, F., Mutani, R., Terazzi, E. & Davidson, D. L. W. (1991). Perception and action in "visual form agnosia". *Brain*, 114, 405-428.
- Moreaud, O. (2003). Balint syndrome. *Archives of Neurology*, 60, 1329-1331.
- Mort, D. J., Malhotra, P., Mannan, S. K., Rorden, Ch., Pambakian, A., Kennard, Ch. & Husain, M. (2003). The anatomy of visual neglect. *Brain*, 126, 1986-1997.
- Moura, A. L., Teixeira, R. A., Oiwa, N. N., Costa, M. F., Feitosa-Santana, C., Callegaro, D., Hamer, R. D. & Ventura, D. F. (2008). Chromatic discrimination losses in multiple sclerosis patients with and without optic neuritis using the Cambridge Colour Test. *Visual Neuroscience*, 25, 463-468.
- Neumann, G., Neu, J., & Kerkhoff, G. (2007). *Beobachtungsbogen für räumliche Störungen (BRS)*. Göttingen, Hogrefe.
- Neumann, G., Neu, J. & Kerkhoff, G. (2008). Ein neues Verfahren zur fremdanamnese räumlicher Störungen bei hirngeschädigten Patienten: Der Beobachtungsbogen für räumliche Störungen (BRS). *Neurologie & Rehabilitation*, 14(4), 203-210.
- Ng, Y. S., Stein, J., Salles, S. S. & Black-Schaffer, R. M. (2005). Clinical characteristics and rehabilitation outcomes of patients with posterior cerebral artery stroke. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation*, 86, 2138-2143.
- Niedeggen, M. & Jörgens, S. (2005). *Visuelle Wahrnehmungsstörungen*. Göttingen: Hogrefe.
- Nys, G. M., van Zandvoort, M. J., de Kort, P. L., van Worp, H. B., Jansen, B. P. W., Algra, A., de Haan, E. H. F. & Kappelle, L. J. (2005). The prognostic value of domain-specific cognitive abilities in acute first-ever stroke. *Neurology*, 64, 821-827.
- Orban, G. A., van Essen, D. & Vanduffel, W. (2004). Comparative mapping of higher areas in monkeys and humans. *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 315-324.
- Orfei, M. D., Robinson, R. G., Prigatano, G. P., Starkstein, S., Rüsçh, N., Bria, P., Caltagirone, C. & Spalletta, G. (2007). Anosognosia for hemiplegia after stroke is a multifaceted phenomenon: a systematic review of the literature. *Brain*, 130, 3075-3090.
- Paallysaho, J., Nasanen, R., Mantyjärvi, M., Kaukiainen, A. & Sainio, M. (2007). Colour vision defects in occupational chronic solvent encephalopathy. *Human & Experimental Toxicology*, 26, 375-383.
- Pache, M., Smeets, C. H., Gasio, P. F., Savaskan, E., Flammer, J., Wirz-Justice, A. & Kaiser

- H. J. (2003). Colour vision deficiencies in Alzheimer`s disease. *Age & Aging*, 32, 422-426.
- Patel, A. T., Duncan, P. W., La, S. M. & Studenski, S. (2000). The relation between impairments and functional outcomes poststroke. *Arch Phys Med Rehab* 81, 1357–1363.
- Pearlman, A. L., Birch, J. & Meadows, J. C. (1979). Cerebral colour blindness: An acquired defect in hue discrimination. *Annals of Neurology*, 5, 253-261.
- Peru, A. & Zapparoli, P. (1999). A new case of representational neglect. *Italian Journal of Neurological Science*, 20, 243-246.
- Pflugshaupt, T., von Wartburg, R., Wurtz, P., Chaves, S., Déruaz, A., Nyffeler, T., von Arx, S., Luethi, M., Cazzoli, D. & Mueri, R. M. (2009). Linking physiology with behaviour: Functional specialisation of the visual field is reflected in gaze patterns during visual search. *Vision Res*, 49, 237-248.
- Phan, M. L., Schendel, K. L., Recanzone, G. H. & Robertson, L. C. (2000). Auditory and visual spatial localisation deficits following bilateral parietal lobe lesions in a patient with Balint`s syndrome. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12, 583-600.
- Pierrot-Deseilligny, C., Gray, F. & Brunet, P. (1986). Infarcts of both inferior parietal lobules with impairment of visually guided eye movements, peripheral visual inattention and optic apraxia. *Brain*, 109, 81-97.
- Pizzamiglio, G., Cappa, S., Vallar, G., Zoccolotti, P., Bottini, G., Ciurli, P., Guariglia, C. & Antonucci, G. (1989). Visual neglect for far and near extra-personal space in humans. *Cortex*, 25, 471-477.
- Pöppel, E., Brinkmann, R., von Cramon, D. & Singer, W. (1978). Association and dissociation of visual functions in a case of bilateral occipital lobe inferction. *Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten*, 225, 1-21.
- Pötzl, O. (1928). *Die Aphasielehre vom Standpunkt der klinischen Psychiatrie. Erster Band: Die optisch-agnostischen Störungen*. Leipzig und Wien: F. Deuticke.
- Pötzl, O. (1954). Über Palinopsien (und deren Beziehungen zu Eigenleistungen occipitaler Rindenfelder). *Wiener Zeitschrift für Nervenheilkunde*, 8, 116-186.
- Postma, A. & Laeng, B. (2006). New insights in categorical and coordinate processing of spatial relations. *Neuropsychologia*, 44, 1515-1518.
- Prigatano, G. P. & Schacter, D. L. (1991) *Awareness of deficits after brain injury*. Oxford, New York: Oxford University Press.
- Ptak, R., Di Pietro, M. & Schnider, A. (2011). The neural correlates of object-centered processing in reading: A lesion study of neglect dyslexia. *Neuropsychologia*, 50(6), 1142-1150.
- Rafal, R. D. (2001). Balint syndrome. In M. Behrmann (Hrsg.), *Handbook of Neuropsychology: Disorders of visual behavior* (Vol. 4) (S. 112-142). Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V..

- Ringman, J. M., Saver, J. L., Woolson, R. F., Clarke, W. R. & Adams, H.P. (2004). Frequency, risk factors, anatomy, and course of unilateral neglect in an acute stroke cohort. *Neurology*, 63, 468-474.
- Rizzo, M. (1989). Astereopsis. In F. Boller & J. Grafman (Hrsg.), *Handbook of neuropsychology* (S. 415-427). Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V..
- Rizzo, M. (1993). "Balint's syndrome" and associated visuospatial disorders. *Baillière's Clinical Neurology*, 2, 415-437.
- Rizzo, M., Anderson, S. W., Dawson, J. & Nawrot, M. (2000). Vision and cognition in Alzheimer's disease. *Neuropsychologia*, 38, 1157-1169.
- Rizzo, M. & Barton, J. J. S. (2005). Central Disorders of Visual Function. In N. R. Miller, N. J. Newman, V. Biousse & J. B. Kerrison (Hrsg.), *Walsh & Hoyt's Clinical Neuro-Ophthalmology* (6. Aufl.) (S. 575-645). Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins.
- Rizzo, M. & Kellison, I. L. (2004). Eyes, Brains, and Autos. *Arch Ophthalmol*, 122, 641-647.
- Rizzo, M., Smith, V., Pokorny, J. & Damasio, A. R. (1993). Colour perception profiles in central achromatopsia. *Neurology*, 43, 995-1001.
- Rizzo, M. & Vecera, S. P. (2002). Psychoanatomical substrates of Balint's syndrome. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 72, 162-178.
- Robertson, L., Treisman, A., Friedman-Hill, S. & Grabowecky, M. (1997). The interaction of spatial and object pathways – Evidence from Balint's syndrome. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 9, 295-317.
- Rowe, F., Brand, D., Jackson, C., Price, A., Walker, L., Harrison, S., Eccleston, C., Scott, C., Akerman, N., Dodridge, C., Howard, C., Shipman, T., Sperring, U., MacDaimid, S. & Freeman, C. (2009). Visual impairment following stroke: do stroke patients require vision assessment?. *Age And Ageing*, 38(2), 188-193.
- Savino, P. J., Paris, M., Schatz, N.J. & Corbett, J. J. (1978). Optic tract syndrome. *Archives of Ophthalmology*, 96, 656-663.
- Savir, H., Michelson, I., David, C., Mendelson, L. & Najenson, T. (1977). Homonymous hemianopsia and rehabilitation in fifteen cases of C.C.I.. *Scand J Rehabil Med*, 9(4), 151-153.
- Schelling, D., Drechsler, R., Heinemann, D. & Sturm, W. (2009). *Handbuch neuropsychologischer Testverfahren (Band 1)*. Göttingen: Hogrefe.
- Schenkenberg, T., Bradford, D. C. & Ajax, E. T. (1980). Line bisection and unilateral visual neglect in patients with neurologic impairment. *Neurology*, 30(5), 509-517.
- Schmidtke, K., Hull, M. & Talazko, J. (2005). Posterior cortical atrophy. Variant of Alzheimer's disease? A case series with PET findings. *Journal of Neurology*, 252, 27-35.
- Schuett, S. (2009). The rehabilitation of hemianopic dyslexia. *Nat Rev Neurol*, 5, 427-437.

- Schuett, S., Heywood, C. A., Kentridge, R. W. & Zihl, J. (2008). The significance of visual information processing in reading: Insights from hemianopic dyslexia. *Neuropsychologia*, 46, 2445–2462.
- Shallice, T. (1988). *From neuropsychology to mental structure*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Short, R. A. & Graff-Radford, N. R. (2001). Localisation of hemiachromatopsia. *Neurocase*, 7, 331-337.
- Skeel, R. L., Nagra, A., VanHoorst, W. & Olson, E. (2003). The relationship between performance-based visual acuity screening, self-reported visual acuity, and neuropsychological performance. *Clinical Neuropsychologist*, 17, 129–136.
- Spitzyna, G. A., Wise, R. J., McDonald, S. A., Plant, G. T., Kidd, D., Crewes, H. & Leff, A. P. (2007). Optokinetic therapy improves text reading in patients with hemianopic alexia: a controlled trial. *Neurology*, 68, 1922-1930.
- Starkstein, S. E., Fedoroff, P., Price, T. R., Leiguarda, R. & Robinson, R. G. (1992). Anosognosia in patients with cerebrovascular lesions. A study of causative factors. *Stroke*, 23(10), 1446-1453.
- Sturm, W. (2005). *Aufmerksamkeitsstörungen*. Göttingen: Hogrefe.
- Sturm, W., Herrmann, M. & Münte, T. F. (2009). *Lehrbuch der Klinischen Neuropsychologie (2. Aufl.)*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Symonds, C. & MacKenzie, I. (1957). Bilateral loss of vision from cerebral infarction. *Brain*, 80, 415-455.
- Tartaglione, A., Cocito, L., Bino, G., Pizio, N. & Favale, E. (1983). Further evidence for asymmetry of point location in normals and unilateral brain damaged patients. *Neuropsychologia*, 21, 407-412.
- Thiebaut de Schotten, M., Urbanski, M., Duffau, H., Volle, E., Lévy, R., Dubois, B. & Bartolomeo, P. (2005). Direct evidence for a parietal-frontal pathway subserving spatial awareness in humans. *Science*, 309, 2226-2228.
- Tootell, R. B. H., Hadjikhani, N. K., Mendola, J. D., Marrett, S. & Dale, A. M. (1998). From retinotopy to recognition: fMRI in human visual cortex. *Trends in Cognitive Sciences*, 2, 174-183.
- Trobe, J. D., Lorber, M. L. & Schlezinger, N. S. (1973). Isolated homonymous hemianopia. *Archives of Ophthalmology*, 89, 377-381.
- Turnbull, O. H., Driver, J. & McCarthy, R. A. (2004). 2D but not 3D: Pictorial depth deficits in a case of visual agnosia. *Cortex*, 40, 723-738.
- Uc, E. Y., Rizzo, M., Anderson, S. W., Quian, S., Rodnitzky, R. L. & Dawson, J. D. (2005). Visual dysfunction in Parkinson's disease without dementia. *Neurology*, 65, 1907-1923.
- Ungerleider, L. G. & Mishkin, M. (1982). Two cortical systems. In D. J. Ingle, J. W. Mansfield



& M. A. Goodale (Hrsg.), *Advances in the analysis of visual behaviour* (S. 549-596). Cambridge, MA: MIT Press.

Urbanski, M., Thiebaut de Schotten, M., Rodrigo, S., Oppenheim, C., Touzé, E., Chokron, S., Méder, J. F., Lévy, R., Dubois, B. & Bartolomeo, P. (2008). Brain networks of spatial awareness: evidence from diffusion tensor imaging tractography. *Journal of Neurology, Neurosurgery, & Psychiatry*, 79, 598-601.

Vallar, G. (2001). Extrapersonal visual neglect and its neuroanatomy. *Neuroimage*, 14, 52-58.

Vallar, G., Burani, C. & Arduino, L. S. (2010). Neglect dyslexia: A review of the neuropsychological literature. *Experimental Brain Research*, 206, 210– 235.

Vaphiades, M. S., Celesia, G.G. & Brigell, M. G. (1996). Positive spontaneous visual phenomena limited to the hemianopic field in lesions of central visual pathways. *Neurology*, 47, 408-417.

Verdon, V., Schwartz, S., Lovblad, K. O., Hauert, C. A. & Vuilleumier, P. (2010). Neuroanatomy of hemispatial neglect and its functional components: a study using voxel-based lesion-symptom mapping. *Brain*, 133, 880-894.

Vossel, S., Kukulja, J. & Fink, G. R. (2010). Neurobiologische Grundlagen des Neglects: Implikationen für neue Therapieansätze. *Fortschritte der Neurologie, Psychiatrie*, 78, 733-745.

Walsh, F. B. & Hoyt, W. F. (2008). *Walsh and Hoyt's Clinical Neuro-Ophthalmology: The Essentials (2. Aufl.)*. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Williams.

Wilkins, A. (1986). What is visual discomfort? *Trends in Neurosciences*, 9, 343-346.

Wilkins, A. J., Della Sala, S., Somazzi, L. & Nimmo-Smith, I. (1988). Age-related norms for the Cambridge low contrast gratings, including details concerning their design and use. *Clinical Vision Science*, 2, 202-212.

Wilson, B., Cockburn, J. & Halligan, P. (1987). Development of a behavioral test of visuospatial neglect. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 68, 98-102.

World Medical Association. *WMA Declaration of Helsinki - Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects*. Verfügbar unter <http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/index.html> [28.03.2013]

Zhang, X., Kedar, S., Lynn, M. J., Newman, N. J. & Biousse, V. (2006a). Homonymous hemianopia in stroke. *Neuroophthalmology*, 26, 180-183.

Zhang, X., Kedar, S., Lynn, M. J., Newman, N. J. & Biousse, V. (2006b). Homonymous hemianopias: clinical-anatomic correlations in 904 cases. *Neurology*, 66, 906-910.

Zihl, J. (1995). Eyemovement patterns in hemianopic dyslexia. *Brain*, 118, 891–912.

Zihl, J. (2000). *Rehabilitation of visual disorders after brain injury*. Hove, UK: Psychology Press.

- Zihl, J. (2009). Visuoperzeptive und visuokognitive Störungen. In W. Sturm, M. Herrmann & T. F. Münte (Hrsg.), *Lehrbuch der Klinischen Neuropsychologie (2. Aufl)* (S. 513-529). Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Zihl, J. (2011a). Visuoperzeptive Störungen. In J. Lehrner, G. Pusswald, E. Fertl, W. Strubreither & I. Kryspin-Exner (Hrsg.), *Klinische Neuropsychologie (2. Aufl.)* (S. 515-532). Wien: Springer.
- Zihl, J. (2011b). *Rehabilitation of Visual Disorders After Brain Injury (2. Aufl.)*. New York: Psychology Press.
- Zihl, J. & von Cramon, D. (1986). *Zerebrale Sehstörungen*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Zihl, J. & Kerkhoff, G. (1990). Foveal photopic and scotopic adaptation in patients with brain damage. *Clinical Vision Science*, 5, 185-195.
- Zihl, J., Roth, W., Kerkhoff, G. & Heywood, C. A. (1988). The influence of homonymous visual field disorders on colour sorting performance in the FM 100-hue test. *Neuropsychologia*, 26(6), 869-876.
- Zihl, J., Sämann, Ph., Schenk, T., Schuett, S. & Dauner, R. (2009). On the origin of line bisection error in hemianopia. *Neuropsychologia*, 47, 2417-2426.
- Zihl, J. & Schmid, C. (1989). Use of visually evoked responses in evaluation of visual blurring in brain-damaged patients. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 74, 394-398.
- Zimmermann, P., Messner, C., Poser, U. & Sedelmeier, P. (1991). *Ein Fragebogen erlebter Defizite der Aufmerksamkeit (FEDA)*. Universität Freiburg: Unveröffentlichtes Manuskript.

# Anhang A

## Anamnese zerebral bedingter Sehstörungen

Name des Patienten: \_\_\_\_\_

Nr.: \_\_\_\_\_

Geburtsdatum: \_\_\_\_\_

Untersucher: \_\_\_\_\_

Untersuchungsdatum: \_\_\_\_\_

- 1.** Sind Ihnen seit Ihrer Erkrankung irgendwelche Veränderungen im Sehen aufgefallen? **ja** **nein**
- 

Wenn ja, welche? \_\_\_\_\_

Seit wann? \_\_\_\_\_

Was ist Ihrer Meinung nach die Ursache für diese Sehstörungen oder womit könnte sie zusammenhängen?

\_\_\_\_\_

- 2.** Haben Sie Schwierigkeiten beim Lesen? **ja** **nein**
- 

Wenn ja, welche?

- Worte fehlen links / rechts.
- Zeilenanfang auffinden fällt schwer.
- Zeilenende auffinden fällt schwer.
- Zeilen können nur mit Schwierigkeiten gehalten werden.

- 3.** Haben Sie Probleme beim Ausweichen von Personen oder Gegenständen oder Stoßen Sie beim Gehen / Fahren öfters an Personen oder Türrahmen an? **ja** **nein**
- 

Wenn ja, auf welcher Seite?  links  rechts

Seit wann? \_\_\_\_\_

**4. a)** Haben Sie Schwierigkeiten, beim Treppensteigen die Tiefe der Stufen abzuschätzen?  ja  nein  
In welchem Ausmaß? \_\_\_\_\_  
Seit wann? \_\_\_\_\_

**4. b)** Haben Sie Schwierigkeiten nach Objekten zu greifen, wenn Sie ihren unbeeinträchtigten (nicht gelähmten) Arm benutzen?  ja  nein

**5.** Blendet Sie helles Licht jetzt leichter als früher?  ja  nein

**6.** Haben Sie den Eindruck, dass Ihnen jetzt alles etwas dunkler erscheint oder benötigen Sie mehr Licht zum Lesen?  ja  nein  
Seit wann? \_\_\_\_\_

**7. a)** Haben Sie den Eindruck, dass Ihr Sehen nicht mehr so klar ist wie früher?  ja  nein  
Seit wann? \_\_\_\_\_

Wie würden Sie Ihr Sehen jetzt beschreiben? (Wie durch eine schlecht geputzte Scheibe, wie durch Nebel, wie durch Milchglas, verschwommen)

\_\_\_\_\_

**7. b)** Wann sehen Sie unklar?  
 Immer  
 Nur nach visueller Belastung (Lesen, Bildschirmarbeit)

Wie lange können Sie lesen, bevor der Text unscharf wird? \_\_\_\_\_ Minuten

**8.** Erscheinen Ihnen die Farben jetzt anders als früher? **ja** **nein**

Erscheinen sie jetzt:  blasser  
 heller  
 ungewohnt / fremdartig

---

**9.** Haben Sie vor, während oder seit Ihrer Erkrankung Lichtpunkte **ja** **nein**

(Lichtblitze, Linien, Sternchen, Nebel etc.), farbige Muster oder    
Menschen / Szenen gesehen?

Was haben Sie gesehen? \_\_\_\_\_

Auf welcher Seite? (Seite des Gesichtsfeldausfalls) \_\_\_\_\_

Wie lange dauerten die Lichtblitze / Muster jeweils? \_\_\_\_\_

Über welchen Zeitraum haben Sie sie beobachtet? \_\_\_\_\_

Hatten Sie den Eindruck, es handele sich um:  Täuschungen  
 reale Objekte

Wie haben Sie auf diese Eindrücke reagiert? \_\_\_\_\_

**10.** Beurteilung der Patientenangaben durch den Interviewer:

Die Angaben sind:  ausreichend / angemessen  
 wenig spezifisch  
 unzutreffend / vom Thema abweichend

**Modifizierte Vorlage: EKN – Materialien für die Rehabilitation 11**

**© 1990 EKN**

## Anhang B

### Konvertierungstabelle für die Kontrastsensitivität

4.....	10	17.....	78	30.....	250
5.....	13	18.....	88	31.....	270
6.....	16	19.....	99	32.....	290
7.....	20	20.....	110	33.....	310
8.....	24	21.....	120	34.....	340
9.....	28	22.....	130	35.....	370
10.....	33	23.....	140	36.....	400
11.....	37	24.....	150	37.....	440
12.....	43	25.....	170	38.....	480
13.....	49	26.....	180	39.....	520
14.....	55	27.....	190	40.....	560
15.....	62	28.....	210		
16.....	70	29.....	230		

## Anhang C

Post-hoc Tests der statistischen Analyse der subjektiven Beleuchtungseinstellung im Gruppenvergleich möglicher Kombinationen visueller Adaptationsstörungen.

### Mehrfachvergleiche

Abhängige Variable: BELEUCHTUNG ANGENEHM IN LUX

Bonferroni

(I) Kombination HAS DAS	(J) Kombination HAS DAS	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
keine HAS keine DAS	HAS keine DAS	440,465	193,212	,143	-74,97	955,90
	keine HAS DAS	-1553,423*	180,698	,000	-2035,48	-1071,37
	HAS DAS	390,074	167,332	,125	-56,32	836,47
HAS keine DAS	keine HAS keine DAS	-440,465	193,212	,143	-955,90	74,97
	keine HAS DAS	-1993,888*	214,759	,000	-2566,81	-1420,97
	HAS DAS	-50,392	203,642	1,000	-593,65	492,87
keine HAS DAS	keine HAS keine DAS	1553,423*	180,698	,000	1071,37	2035,48
	HAS keine DAS	1993,888*	214,759	,000	1420,97	2566,81
	HAS DAS	1943,496*	191,809	,000	1431,80	2455,19
HAS DAS	keine HAS keine DAS	-390,074	167,332	,125	-836,47	56,32
	HAS keine DAS	50,392	203,642	1,000	-492,87	593,65
	keine HAS DAS	-1943,496*	191,809	,000	-2455,19	-1431,80

\*. Die Differenz der Mittelwerte ist auf dem Niveau 0.05 signifikant.

### Mehrfachvergleiche

Abhängige Variable: BELEUCHTUNG ZU HELL IN LUX

Bonferroni

(I) Kombination HAS DAS	(J) Kombination HAS DAS	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
keine HAS keine DAS	HAS keine DAS	1025,059*	292,768	,004	244,03	1806,09
	keine HAS DAS	-2285,251*	273,807	,000	-3015,69	-1554,81
	HAS DAS	973,132*	253,554	,001	296,72	1649,54
HAS keine DAS	keine HAS keine DAS	-1025,059*	292,768	,004	-1806,09	-244,03
	keine HAS DAS	-3310,310*	325,419	,000	-4178,44	-2442,18
	HAS DAS	-51,927	308,573	1,000	-875,12	771,26
keine HAS DAS	keine HAS keine DAS	2285,251*	273,807	,000	1554,81	3015,69
	HAS keine DAS	3310,310*	325,419	,000	2442,18	4178,44
	HAS DAS	3258,383*	290,644	,000	2483,02	4033,74
HAS DAS	keine HAS keine DAS	-973,132*	253,554	,001	-1649,54	-296,72
	HAS keine DAS	51,927	308,573	1,000	-771,26	875,12
	keine HAS DAS	-3258,383*	290,644	,000	-4033,74	-2483,02

\*. Die Differenz der Mittelwerte ist auf dem Niveau 0.05 signifikant.

### Mehrfachvergleiche

Abhängige Variable: BELEUCHTUNG ZU DUNKEL IN LUX

Bonferroni

(I) Kombination HAS DAS	(J) Kombination HAS DAS	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
keine HAS keine DAS	HAS keine DAS	106,300	74,510	,932	-92,47	305,07
	keine HAS DAS	-754,625*	69,684	,000	-940,52	-568,73
	HAS DAS	98,481	64,530	,772	-73,67	270,63
HAS keine DAS	keine HAS keine DAS	-106,300	74,510	,932	-305,07	92,47
	keine HAS DAS	-860,925*	82,820	,000	-1081,87	-639,98
	HAS DAS	-7,819	78,532	1,000	-217,32	201,68
keine HAS DAS	keine HAS keine DAS	754,625*	69,684	,000	568,73	940,52
	HAS keine DAS	860,925*	82,820	,000	639,98	1081,87
	HAS DAS	853,106*	73,969	,000	655,78	1050,44
HAS DAS	keine HAS keine DAS	-98,481	64,530	,772	-270,63	73,67
	HAS keine DAS	7,819	78,532	1,000	-201,68	217,32
	keine HAS DAS	-853,106*	73,969	,000	-1050,44	-655,78

\*. Die Differenz der Mittelwerte ist auf dem Niveau 0.05 signifikant.



## Anhang D

Paarweise Vergleiche der Häufigkeitsverteilungen der diagnostizierten zerebralen visuellen Wahrnehmungsstörungen mit signifikant unterschiedlichen Häufigkeiten in den Teilstichproben der Patienten mit zerebro-vasculärer Erkrankung (CV), Schädel-Hirn-Trauma (SHT), Hirntumor (TU) sowie zerebraler Hypoxie (HX) (vgl. Tabelle 12) mittels Kreuztabellen. Angegeben ist die asymptotische Signifikanz der paarweisen Vergleiche (zweiseitig, Chi-Quadrat nach Pearson): \* = signifikante, \*\* = sehr signifikante Unterschiede.

<b>Gesichtsfeld</b>	CV	SHT	TU	HX
CV		<b>.001**</b>	.169	<b>.012*</b>
SHT	<b>.001**</b>		<b>.005**</b>	.577
TU	.169	<b>.005**</b>		<b>.006**</b>
HX	<b>.012*</b>	.577	<b>.006**</b>	

<b>Blickfeld</b>	CV	SHT	TU	HX
CV		<b>.023*</b>	.259	<b>.003**</b>
SHT	<b>.023*</b>		<b>.022*</b>	.071
TU	.259	<b>.022*</b>		<b>.001**</b>
HX	<b>.003**</b>	.071	<b>.001**</b>	

<b>Neglect</b>	CV	SHT	TU	HX
CV		<b>.012*</b>	.087	<b>.030*</b>
SHT	<b>.012*</b>		.753	.266
TU	.087	.753		.426
HX	<b>.030*</b>	.266	.426	

<b>Kontrastsensitivität</b>	CV	SHT	TU	HX
CV		<b>.000**</b>	.153	<b>.000**</b>
SHT	<b>.000**</b>		.563	.273
TU	.153	.563		.201
HX	<b>.000**</b>	.273	.201	

<b>Visus Nah</b>	CV	SHT	TU	HX
CV		.567	.455	<b>.002**</b>
SHT	.567		.679	<b>.003**</b>
TU	.455	.679		<b>.015*</b>
HX	<b>.002**</b>	<b>.003**</b>	<b>.015*</b>	

<b>Visus Fern</b>	CV	SHT	TU	HX
CV		.190	.607	<b>.000**</b>
SHT	.190		.304	<b>.003**</b>
TU	.607	.304		<b>.004**</b>
HX	<b>.000**</b>	<b>.003**</b>	<b>.004**</b>	

## Anhang E

Paarweise Vergleiche der Häufigkeitsverteilungen der subjektiven Beschwerdeangaben mit signifikant unterschiedlichen Häufigkeiten in den Teilstichproben der Patienten mit zerebrovaskulärer Erkrankung (CV), Schädel-Hirn-Trauma (SHT), Hirntumor (TU) sowie zerebraler Hypoxie (HX) (vgl. Tabelle 15) mittels Kreuztabellen. Angegeben ist die asymptotische Signifikanz der paarweisen Vergleiche (zweiseitig, Chi-Quadrat nach Pearson): \* = signifikante, \*\* = sehr signifikante Unterschiede.

<b>Lesen</b>		CV	SHT	TU	HX
	CV		<b>.000**</b>	.695	.096
	SHT	<b>.000**</b>		<b>.017*</b>	.731
	TU	.695	<b>.017*</b>		.126
	HX	.096	.731	.126	

<b>Anstoßen</b>		CV	SHT	TU	HX
	CV		<b>.000**</b>	.064	<b>.033*</b>
	SHT	<b>.000**</b>		.600	.980
	TU	.064	.600		.708
	HX	<b>.033*</b>	.980	.708	

<b>Blendungsgefühl</b>		CV	SHT	TU	HX
	CV		.066	.070	.395
	SHT	.066		<b>.012*</b>	.897
	TU	.070	<b>.012*</b>		<b>.041*</b>
	HX	.395	.897	<b>.041*</b>	

<b>Dunkelsehen</b>		CV	SHT	TU	HX
	CV		<b>.009**</b>	.252	.205
	SHT	<b>.009**</b>		.730	.888
	TU	.252	.730		.881
	HX	.205	.888	.881	

<b>Verschwommens.</b>	CV	SHT	TU	HX
CV		<b>.036*</b>	.888	<b>.012*</b>
SHT	<b>.036*</b>		.335	.230
TU	.888	.335		.084
HX	<b>.012*</b>	.230	.084	

## Anhang F

Post-hoc Tests der statistischen Analyse der subjektiven Beleuchtungseinstellung im Gruppenvergleich möglicher Kombinationen subjektiv erlebter visueller Adaptationsstörungen.

### Mehrfachvergleiche

Abhängige Variable: BELEUCHTUNG ANGENEHM IN LUX

Bonferroni

(I) Kombination subj. vis. Adaptationsstörung	(J) Kombination subj. vis. Adaptationsstörung	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler r	Signifikanz	95%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
kein Blendgefühl, kein Dunkelsehen	Blendgefühl, kein Dunkelsehen	430,403*	157,090	,040	12,25	848,56
	kein Blendgefühl, Dunkelsehen	-1575,905*	173,934	,000	-2038,90	-1112,91
	Blendgefühl, Dunkelsehen	491,854*	155,604	,011	77,65	906,05
Blendgefühl, kein Dunkelsehen	kein Blendgefühl, kein Dunkelsehen	-430,403*	157,090	,040	-848,56	-12,25
	kein Blendgefühl, Dunkelsehen	-2006,308*	206,755	,000	-2556,67	-1455,95
	Blendgefühl, Dunkelsehen	61,451	191,591	1,000	-448,55	571,45
kein Blendgefühl, Dunkelsehen	kein Blendgefühl, kein Dunkelsehen	1575,905*	173,934	,000	1112,91	2038,90
	Blendgefühl, kein Dunkelsehen	2006,308*	206,755	,000	1455,95	2556,67
	Blendgefühl, Dunkelsehen	2067,758*	205,628	,000	1520,40	2615,12
Blendgefühl, Dunkelsehen	kein Blendgefühl, kein Dunkelsehen	-491,854*	155,604	,011	-906,05	-77,65
	Blendgefühl, kein Dunkelsehen	-61,451	191,591	1,000	-571,45	448,55
	kein Blendgefühl, Dunkelsehen	-2067,758*	205,628	,000	-2615,12	-1520,40

\*. Die Differenz der Mittelwerte ist auf dem Niveau 0.05 signifikant.

### Mehrfachvergleiche

Abhängige Variable: BELEUCHTUNG ZU HELL IN LUX

Bonferroni

(I) Kombination subj. vis. Adaptationsstörung	(J) Kombination subj. vis. Adaptationsstörung	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
kein Blendgefühl, kein Dunkelsehen	Blendgefühl, kein Dunkelsehen	1069,200*	244,187	,000	419,17	1719,23
	kein Blendgefühl, Dunkelsehen	-2189,941*	270,318	,000	-2909,53	-1470,35
	Blendgefühl, Dunkelsehen	1207,884*	241,882	,000	563,99	1851,77
Blendgefühl, kein Dunkelsehen	kein Blendgefühl, kein Dunkelsehen	-1069,200*	244,187	,000	-1719,23	-419,17
	kein Blendgefühl, Dunkelsehen	-3259,141*	321,054	,000	-4113,79	-2404,50
	Blendgefühl, Dunkelsehen	138,684	297,507	1,000	-653,28	930,65
kein Blendgefühl, Dunkelsehen	kein Blendgefühl, kein Dunkelsehen	2189,941*	270,318	,000	1470,35	2909,53
	Blendgefühl, kein Dunkelsehen	3259,141*	321,054	,000	2404,50	4113,79
	Blendgefühl, Dunkelsehen	3397,825*	319,304	,000	2547,84	4247,81
Blendgefühl, Dunkelsehen	kein Blendgefühl, kein Dunkelsehen	-1207,884*	241,882	,000	-1851,77	-563,99
	Blendgefühl, kein Dunkelsehen	-138,684	297,507	1,000	-930,65	653,28
	kein Blendgefühl, Dunkelsehen	-3397,825*	319,304	,000	-4247,81	-2547,84

\*. Die Differenz der Mittelwerte ist auf dem Niveau 0.05 signifikant.

### Mehrfachvergleiche

Abhängige Variable: BELEUCHTUNG ZU DUNKEL IN LUX

Bonferroni

(I) Kombination subj. vis. Adaptationsstörung	(J) Kombination subj. vis. Adaptationsstörung	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler r	Signifikanz	95%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
kein Blendgefühl, kein Dunkelsehen	Blendgefühl, kein Dunkelsehen	114,998	64,459	,455	-56,59	286,59
	kein Blendgefühl, Dunkelsehen	-718,746*	71,357	,000	-908,70	-528,79
	Blendgefühl, Dunkelsehen	132,629	63,851	,234	-37,34	302,60
Blendgefühl, kein Dunkelsehen	kein Blendgefühl, kein Dunkelsehen	-114,998	64,459	,455	-286,59	56,59
	kein Blendgefühl, Dunkelsehen	-833,744*	84,750	,000	-1059,35	-608,14
	Blendgefühl, Dunkelsehen	17,631	78,534	1,000	-191,43	226,69
kein Blendgefühl, Dunkelsehen	kein Blendgefühl, kein Dunkelsehen	718,746*	71,357	,000	528,79	908,70
	Blendgefühl, kein Dunkelsehen	833,744*	84,750	,000	608,14	1059,35
	Blendgefühl, Dunkelsehen	851,375*	84,288	,000	627,00	1075,75
Blendgefühl, Dunkelsehen	kein Blendgefühl, kein Dunkelsehen	-132,629	63,851	,234	-302,60	37,34
	Blendgefühl, kein Dunkelsehen	-17,631	78,534	1,000	-226,69	191,43
	kein Blendgefühl, Dunkelsehen	-851,375*	84,288	,000	-1075,75	-627,00

\*. Die Differenz der Mittelwerte ist auf dem Niveau 0.05 signifikant.

# Anhang G

Die Korrelationen nach Pearson bezüglich des Vergleichs zwischen den unterschiedlichen Fragen des Anamnesebogens (diskriminante Validität).

Korrelationen												
	Ursache Sehstörungen erkannt	Leseprobleme	Anstoßen	Probleme beim Treppensteigen	Greifprobleme	Blendgefühl	Dunkelsehen	Verschwommen sehen	Verschwommen sehen nach Leszeit	Farbveränderungen	Visuelle Reizerscheinungen	
Ursache Sehstörungen erkannt	1	,209**	,164**	,142**	,078	,192**	,124**	,126**	,108**	,106**	,074	
		,594	,591	,560	,582	,582	,583	,585	,585	,580	,564	
Leseprobleme	,209**	1	,462**	,170**	,202**	,102**	,079	,202**	,081**	,088**	,046	
	,000	,626	,000	,000	,000	,011	,050	,000	,045	,029	,267	
	,566	,625	,596	,615	,614	,614	,614	,617	,617	,614	,596	
Anstoßen	,164**	,462**	1	,203**	,208**	,114**	,111**	,139**	,004	,106**	,065	
	,000	,000	,000	,000	,000	,004	,005	,000	,917	,007	,106	
	,591	,625	,652	,618	,629	,640	,641	,643	,643	,637	,619	
Probleme beim Treppensteigen	,142**	,170**	,203**	1	,492**	,175**	,349**	,274**	,213**	,377**	,160**	
	,001	,000	,000	,620	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	
	,560	,596	,618	,618	,618	,618	,618	,620	,620	,614	,601	
Greifprobleme	,078	,202**	,208**	,492**	1	,185**	,219**	,149**	,113**	,231**	,136**	
	,062	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,005	,000	,001	
	,571	,605	,629	,618	,631	,628	,629	,631	,631	,624	,610	
Blendgefühl	,192**	,102**	,114**	,175**	,185**	1	,371**	,275**	,187**	,165**	,193**	
	,000	,011	,004	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	
	,582	,614	,640	,618	,628	,643	,642	,643	,643	,635	,618	
Dunkelsehen	,124**	,079	,111**	,349**	,219**	,371**	1	,298**	,161**	,211**	,071	
	,003	,050	,005	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,076	
	,583	,615	,641	,618	,629	,642	,644	,644	,644	,635	,618	
Verschwommensehen	,126**	,207**	,139**	,274**	,149**	,275**	,298**	1	,571**	,237**	,080**	
	,002	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,046	
	,585	,617	,643	,620	,631	,643	,644	,646	,646	,637	,620	
Verschwommensehen nach Leszeit	,108**	,081**	,004	,213**	,113**	,187**	,161**	,571**	1	,224**	,098**	
	,009	,045	,917	,000	,005	,000	,000	,000	,000	,000	,015	
	,585	,617	,643	,620	,631	,643	,644	,646	,646	,637	,620	
Farbveränderungen	,106**	,088**	,106**	,377**	,231**	,165**	,211**	,237**	,224**	1	,222**	
	,011	,029	,007	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	
	,580	,614	,637	,614	,624	,635	,635	,637	,637	,640	,620	
Visuelle Reizerscheinungen	,074	,046	,065	,160**	,136**	,183**	,071	,080**	,098**	,222**	1	
	,078	,267	,106	,000	,001	,000	,076	,046	,015	,000	,000	
	,564	,596	,619	,601	,618	,618	,618	,620	,620	,620	,621	

\*\* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.  
\* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.



## Anhang H

Post-hoc-Testung der Zusammenhänge von Item 7a bezüglich erlebtem unklarem Sehen mit den Ergebnissen der klinischen Testungen. Dargestellt sind jeweils Cramérs V sowie das zugehörige Signifikanzniveau p (\* = signifikant; \*\* = hoch signifikant).

	N	Cramérs V	p
Neglect / Balint-Syndrom	646	0,06	.322
Gesichtsfeldausfall	643	0,14	.001**
Blickfeldeinschränkung	640	0,10	.009**
Lesestörung	522	0,10	.030*
Helladaptationsstörung	276	0,28	.000**
Dunkeladaptationsstörung	276	0,24	.000**
<b>Kontrastwahrnehmung gestört</b>	<b>432</b>	<b>0,36</b>	<b>.000**</b>
<b>gesteigerte optische Ermüdbarkeit</b>	<b>149</b>	<b>0,57</b>	<b>.000**</b>
Visusminderung (Nah)	641	0,18	.000**
Visusminderung (Fern)	641	0,19	.000**
Entfernungsschätzung beeinträchtigt	99	0,02	.860