

# 9 Blindsehen

Petra Stoerig

- 9.1 **Untersuchungsverfahren zum Nachweis von Blindsehen** – 98
  - 9.1.1 Direkte oder »Forced-Choice«-Verfahren – 98
  - 9.1.2 Indirekte Untersuchungsverfahren – 100
- 9.2 **Funktionelle Neuroanatomie des Blindsehens** – 100
- 9.3 **Was nutzt das Blindsehen?** – 102



Eine Läsion, die die primären Sehrinde (V1) zerstört oder denerviert, verursacht einen homonymen Gesichtsfeldausfall, dessen Lage, Größe und Dichte perimetrisch bestimmt



## Unter der Lupe

### Kritik, Kriterium und Kontrolle

Drei kritische Einwände gegen das Blindsehen sind wiederholt diskutiert worden:

**1. Überzufällige Leistungen können durch Streulicht verursacht sein, das in funktionstüchtige Gesichtsfeldanteile fällt (Campion et al. 1983).**

*Kontrolle:* Zum Ausschluss von streulichtbedingten Artefakten sind verschiedene Ansätze verwendet worden. Der natürliche blinde Fleck, an dem der Sehnerv aus dem Auge austritt, ist ein rezeptorfreier Ort der Netzhaut, sodass dort dargebotene Reize nur aufgrund von Streulicht erkannt werden können. Sind die Reize zu schwach, um hier eine signifikante Entdeckungsleistung zu ermöglichen, kann ihre Entdeckung im Gesichtsfeldausfall nicht durch Streulicht bedingt sein (■ Abb. 9.1). Streulichteffekte lassen sich auch ausschließen durch die Verwendung von den eigentlichen Reiz umgebenden Masken oder durch das Fluten des Übergangsbereiches zwischen normalem und blindem Feld mit Licht höherer Leuchtdichte, wodurch etwa vom Reiz ausgehendes Streulicht auf dem Weg ins normale Feld verschluckt wird.

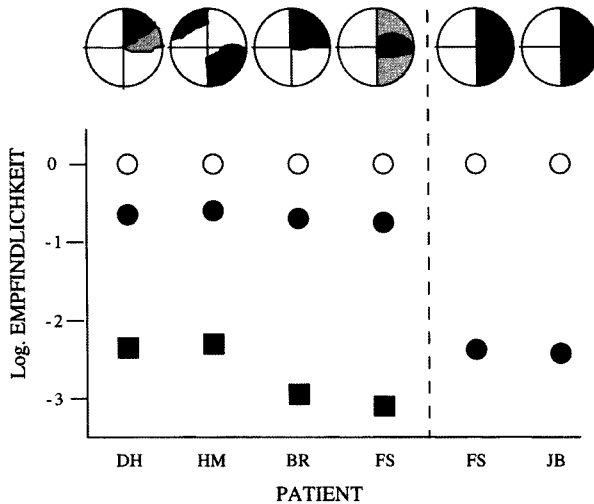
wird. Lage und Größe spiegeln die Topographie der Abbildung des Gesichtsfeldes in V1 wider, während die Dichte angibt, ob die Blindheit relativ oder absolut ist. Bei einem relativen Ausfall kann der Patient noch geeignete, d. h. meist hochkontrastige, schnell bewegte Muster wahrnehmen, während weniger auffällige und stationäre Reize nicht gesehen werden. In absoluten Ausfällen dargebotene Reize kann der Patient Reize dagegen nicht sehen, solange ihre Leuchtdichte unterhalb der Streulichtschwelle liegt (■ Abb. 9.1; ► »Unter der Lupe«). Obwohl kein bewusstes Sehen möglich ist, lassen sich in Feldern absoluter kortikaler Blindheit die in diesem Kapitel behandelten nichtreflexiven visuellen Restfunktionen nachweisen. Dazu werden Untersuchungsmethoden verwendet, die das vom Patienten erlebte Nichtsehen umgehen. Zwei Arten von Verfahren sind zu unterscheiden.

**2. Das Entscheidungskriterium, aufgrund dessen der Patient antwortet, kann in den Blindsehuntersuchungen laxer sein als beim Ausmessen des Gesichtsfeldausfalls (Campion et al. 1983).**

*Kontrolle:* Zur Kontrolle des Entscheidungskriteriums des Patienten sind der Signalentdeckungstheorie entnommene Verfahren eingesetzt worden, die das Kriterium absichtlich verändern. Sie zeigen, dass die überzufällige Leistung unabhängig von solchen Veränderungen des Kriterium auftritt (Stoerig et al. 1985).

**3. Die impliziten Restleistungen werden nur bei Patienten beobachtet, deren Läsionen kleine Teile der primären Sehrinde aussparen. Das Blindsehen würde dann durch solche Inseln funktionellen Gewebes und nicht durch die sekundären Sehsysteme vermittelt (Fendrich et al. 1992).**

*Kontrolle:* »Inseln« funktionellen Gewebes in der primären Sehrinde können zum Blindsehen in allen Fällen beitragen, in denen sie vorhanden sind. Zur Erklärung des Phänomens reichen sie nicht aus, weil Patienten und Affen mit operativ entfernter Rinde Blindsehen zeigen und sich auch mit hochauflösenden bildgebenden Verfahren bei den Patienten keine Aktivierung im lädierten oder denervierten V1 feststellen lässt (Goebel et al. 2001).



■ **Abb. 9.1.** Die Empfindlichkeit für einen 116' großen, weißen Reiz, der auf einem ebenfalls weißen Hintergrund von 10 cd/m<sup>2</sup> Leuchtdichte für je 200 ms dargeboten wurde. Verglichen werden die Empfindlichkeit im normalen Halbfeld (○) mit der mit 2AFC-Verfahren an der entsprechenden Stelle im kortikal blinden Halbfeld gemessenen Empfindlichkeit, die 0,3–1 log. Einheiten niedriger ist (●). Im Unterschied zu dieser vergleichsweise geringen Herabsetzung liegt die Streulichtempfindlichkeit, die durch Darbietung des Reizes im natürlichen blinden Fleck bestimmt wurde, 2–3 log. Einheiten unter der Empfindlichkeit im normalen Feld (■) (Stoerig u. Cowey 1997). Während die links von der Trennlinie gezeigten Daten von Patienten stammen, deren Läsionen V1 zerstört oder denerviert haben, sind rechts die von zwei hemisphärektomierten Probanden dargestellt. Gleich, ob der Reiz innerhalb oder außerhalb des blinden Flecks präsentiert wurde, ließ sich im blinden Halbfeld dieser Patienten (FS, JB) nur eine durch Streulicht verursachte Entdeckung nachweisen (Stoerig et al. 1996). Die Zeile oberhalb des Diagramms zeigt die Lage und Ausdehnung der Gesichtsfelddefekte (schwarz: absolute Skotome, grau: relative Skotome)

## 9.1 Untersuchungsverfahren zum Nachweis von Blindsehen

### 9.1.1 Direkte oder »Forced-Choice«-Verfahren

Direkte oder Forced-Choice-Verfahren verlangen, dass die Patienten raten, ob innerhalb ihres Gesichtsfeldausfalls ein Reiz dargeboten wurde, wo er dargeboten wurde oder welcher von einer kleinen Auswahl von Reizen dargeboten wurde. Mit diesen der tierexperimentellen Forschung entlehnten Methoden, die nicht fragen, ob der Patient etwas wahrnimmt, sondern seine Reaktionen auf den Reiz aufnehmen, wurde gezeigt, dass die Patienten an verschiedenen Positionen im Ausfall dargebotene Stimuli überzufällig lo-

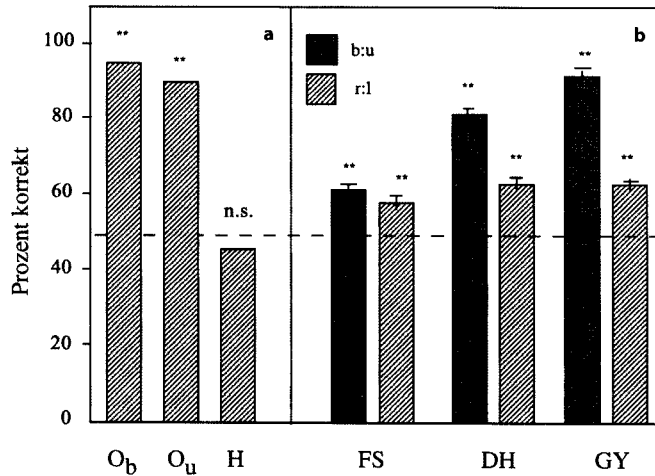
■ **Tabelle 9.1.** Schwellenwerte für das normale und das blinde Feld. Bei den angegebenen Werten erreichte die Leistung der Patienten ein statistisches Signifikanzkriterium

Funktion	Normales Feld	Blindes Feld
Entdeckung	1 cd/m <sup>2</sup>	3–10 cd/m <sup>2</sup>
Orientierung	2–3°	10°
Wellenlänge	3–6 nm	20–30 nm

kalisieren können: Sie bewegen die Hand oder die Augen deutlich häufiger ungefähr dahin, wo der Reiz wirklich war, als an die anderen möglichen Positionen (Pöppel et al. 1973; Weiskrantz et al. 1974). Weiter können Sehreize, die an einer festen Position im Ausfall in zufälliger Reihenfolge mit Leerreizen gezeigt werden, überzufällig entdeckt (Stoerig et al. 1985) und unterschieden werden, wenn sie sich in ihrer Größe, Leuchtdichte, Orientierung, Wellenlänge, Form, Bewegung oder Bewegungsrichtung ausreichend unterscheiden (für Übersichten s. Weiskrantz 1986; Stoerig u. Cowey 1997).

So weit Entdeckungs- und Unterscheidungsschwellen mit diesen viele Reizdarbietungen erfordernden Rateverfahren gemessen wurden, waren sie im Verhältnis zur normalen Gesichtsfeldhälfte durchschnittlich um 0,5–1 log. Einheit erhöht (■ Abb. 9.1; ■ Tabelle 9.1). Zu beachten ist, dass es sich bei diesen Schwellen nicht um Wahrnehmungsschwellen handelt, sondern um die niedrigsten Werte, bei denen das Rateverhalten statistisch vom Zufall verschieden ist.

Als Beispiel einer Unterscheidung von im Ausfall dargebotenen, nicht bewusst abgebildeten Reizen ist in ■ Abb. 9.2 die Verarbeitung bewegter Reizmuster gezeigt. In ■ Abb. 9.2a zeigt sich der Einfluss der Läsion: Wurden großflächige Punktemuster verwendet, die sich mit 30°/s nach rechts oder links bewegten, konnten die untersuchten kortikal blinden Patienten, gleich ob sie bilaterale (O<sub>b</sub>) oder unilaterale (O<sub>u</sub>) Okzipitalläsionen erlitten hatten, die Bewegungsrichtung fast fehlerlos unterscheiden. Hemisphärektomierte Patienten, denen die Großhirnrinde einer Hirnhälfte entfernt wurde (H), gelang diese Unterscheidung nicht (Peregrin 1991). Neben Ausdehnung und Lage der Läsion spielen Reiz und Aufgabe eine Rolle. Bei einer nur 5.5° messenden rotblauen Spirale, die sich um die eigene Achse drehen konnte, konnten Patienten mit einseitigen Okzipitalläsionen (■ Abb. 9.2b) sowohl unterscheiden, ob die Spirale stationär oder rotierend dargeboten wurde, als auch ob sie sich rechts- oder linksherum drehte. Obwohl die Ergebnisse für beide Unterscheidungen statistisch hochsignifikant sind, ist die Unterscheidung der Rotationsrichtung offen-



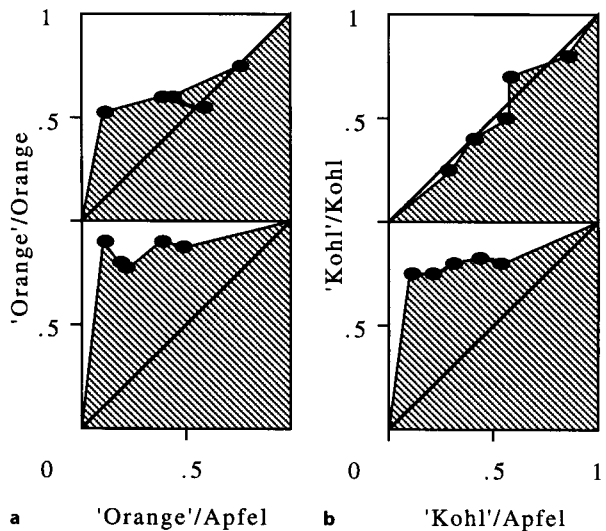
■ **Abb. 9.2.** a Bewegungsverarbeitung bei Patienten mit beidseitiger (O<sub>b</sub>) Okzipitalläsion, einseitiger (O<sub>u</sub>) Okzipitalläsion und Hemisphärektomie (H). Die Bewegungsrichtung – rechts oder links – eines großflächigen Punktermusters konnte nur der hemisphärektomierte Patient nicht unterscheiden. (Nach Perenin 1991). b Die Unterscheidung einer

stationären von einer sich um die eigene Achse drehenden 5.5° messenden Spirale (dunkel, b:u) gelingt den 3 Patienten mit einseitigen Okzipitalläsionen (FS, DH, GY) besser als die der Rotationsrichtung derselben Spirale (schraffiert, r:l); \*\* p < 0.001

bar schwieriger als die zwischen bewegtem und unbewegtem Reiz.

❗ **Nicht nur die Größe der Läsion, sondern auch die Eigenschaften des Reizes und die Aufgabe sind für die nachweisbare Leistung wesentlich.**

Hinzu kommt als weiterer Faktor das Training. ■ Abbildung 9.3 zeigt diesen Effekt bei einer Objektunterscheidungsaufgabe, die mit der Form- und der Wellenlängenunterscheidung zu den schwieriger nachzuweisenden Restfunktionen zählt. Hier wurden als Reize Bilder natürlicher Objekte verwendet, wobei im Zwei-Wahl-Rasterverfahren (2AFC) ein grüner Apfel von einer orangefarbenen Orange bzw. ein grüner Apfel von einem grünen Kohlkopf unterschieden werden sollte. Die Bilder wurden für 300 ms einzeln in den vom Ausfall betroffenen Gesichtsfeldarealen dargeboten, und der Patient entschied per Tastendruck nach jeder Darbietung, welches der beiden Objekte gezeigt worden war. Durch eine Rückmeldung nach jeder Antwort wurde der Patient informiert, ob er richtig oder falsch geraten hatte. In einem der Signalentdeckungstheorie entlehnten Verfahren wurde das Verhältnis der beiden Stimuli variiert, um die Unterscheidungsleistung unabhängig vom Entscheidungskriterium der Versuchsperson zu erfassen. In den Kurven, welche die ersten tausend Darbietungen wiedergeben (■ Abb. 9.3 oben) zeigte sich eine signifikante Leistung nur für das verschiedenfarbige Reizpaar (■ Abb. 9.3



■ **Abb. 9.3a,b.** Unterscheidung von Bildern natürlicher farbiger Objekte beim hemianopen Patienten GY. a Unterscheidung eines grünen Apfels von einer orangefarbenen Orange; b Unterscheidung desselben grünen Apfels von einem grünen Kohlkopf. Oben sind jeweils die auf den 1. Tausend Darbietungen beruhenden Kurven, unten die auf den letzten Tausend beruhenden Kurven gezeigt. Insgesamt wurden 2500 Darbietungen pro Paar gegeben. Die Unterscheidungsleistung verbesserte sich im Lauf der Untersuchung. Bei den ersten 1000 Darbietungen erzielte der Patient signifikante Leistungen nur bei dem Paar, das sich in Form und Farbe unterschied; bei den letzten 1000 hatte sich die Unterscheidung für beide Paare stark verbessert. Auf der Diagonalen liegende Punkte geben zufälliges Antwortverhalten wider

links); die letzten Tausend der insgesamt 2.500 Darbietungen ergaben dagegen für beide Reizpaare eine signifikante Unterscheidung (■ Abb. 9.3 unten).

**!** Die Erfahrung, die der Patient mit seinen visuellen Restfunktionen erworben hat, entscheidet mit darüber, ob und in welchem Ausmaß sie nachweisbar sind.

### 9.1.2 Indirekte Untersuchungsverfahren

Statt zu verlangen, dass der Patient die An- oder Abwesenheit des Reizes oder seine Eigenschaft errät, wird mit indirekten Verfahren gemessen, ob die Reaktion des Patienten auf einen im normalen Halbfeld gezeigten, bewusst abgebildeten Reiz durch die zusätzliche Darbietung eines zweiten Reizes im blinden Feld signifikant beeinflusst wird. Ein Beispiel ist die perzeptuelle Vervollständigung, die ein wahrgenommener Reiz durch in den blinden Anteil fallende Reizanteile erfährt. Wird z. B. ein Reiz genau auf der Grenze zwischen normalem und blindem Feld dargeboten, sodass seine eine Hälfte ins normale, die andere ins blinde Feld fällt, dann berichtet der Patient, er habe mehr von der Figur gesehen, als wenn nur die sichtbare Hälfte der Figur an ihrer Position im normalen Feld gezeigt wird (Marcel, 1998). Bahnungs- und Interferenzeffekte zwischen den beiden Halbfeldern zeigen sich auch in den Reaktionszeiten der Patienten. Zum Beispiel verändert sich die Reaktionszeit auf einen gesehenen Reiz in Abhängigkeit von der Präsentation eines zweiten, ungesehenen Reizes (Marzi et al. 1986) und durch Darbietung von Zusatzstimuli, die den Zielreiz im normalen oder im blinden Halbfeld flankieren und mit ihm übereinstimmen oder von ihm verschieden sind. Die Identifikation des Zielreizes – seiner Farbe (rot oder grün) oder seiner Form (E oder O) – gelingt schneller, wenn der flankierende Reiz kongruent ist, während der inkongruente Reiz die Reaktion auch dann verlangsamt, wenn er im blinden Feld erscheint (Danckert et al. 1998).

Die indirekten Verfahren sind angenehmer für die Patienten, weil sie von ihnen nur Antworten auf gesehene Reize fordern, verlangen aber ebenfalls viele Reizdarbietungen, um etwaige Effekte vom Zufall abzugrenzen. Dass sie empfindlicher sein könnten als direkte Verfahren, wird nahegelegt durch eine Untersuchung an hemisphärektomierten Patienten, die schneller auf einen Reiz im normalen Halbfeld reagierten, wenn gleichzeitig ein zweiter im blinden Halbfeld erschien (Tomaiuolo et al. 1997); mit direkten

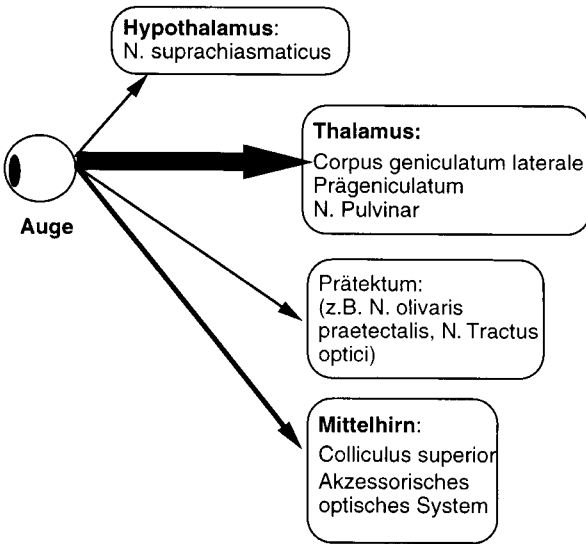
Verfahren ließ sich bei diesen Patienten keine überzufällige Entdeckungsleistung nachweisen (■ Abb. 9.1, 9.2; King et al. 1996; Stoerig et al. 1996).

Wir wissen bislang noch nicht, was im blinden Feld eigentlich unmöglich ist. Die negativen Befunde, die verschiedenlich für spezifische Patientengruppen mit Läsionen des visuellen Kortex veröffentlicht wurden (z. B. Marzi et al. 1986; Schärli et al. 1999) könnten besagen, dass diese Läsionen die jeweils untersuchte Funktion endgültig zerstört hatten; sie könnten aber auch besagen, dass die Patienten zu wenig Gelegenheit hatten, sich die entsprechende Fähigkeit anzueignen. Die zweite Hypothese passt besser zur Verbesserung der Leistung über die Zeit (s. auch Bridgeman u. Staggs 1982) und zu den erfolglosen Ergebnissen verschiedener Versuche, Patienten mit überzufälligen Restleistungen von Patienten ohne solche Restleitungen durch eine Analyse ihrer umschriebenen Okzipitalläsionen zu trennen. Nur bei hemisphärektomierten Patienten scheinen sich zumindest mit Rateverfahren keine überzufälligen Restleistungen nachweisen zu lassen (Pernin 1991; King et al. 1996; Stoerig et al. 1996).

**!** Die in Feldern absoluter kortikaler Blindheit nachgewiesenen visuellen Restleistungen – das überzufällige Raten, die vom ungesehenen Reiz beeinflusste Reaktion auf den gesehenen – werden Blindsehen (oder Blindsight) genannt.

## 9.2 Funktionelle Neuroanatomie des Blindsehens

Wie werden die residualen Sehfunktionen neuronal vermittelt? Die Läsion in der primären Sehrinde verursacht eine absteigende Degeneration, die im Laufe weniger Monate die Projektionsneurone im Corpus geniculatum laterale (CGL) dezimiert und transneuronal die Ganglienzellen der Netzhaut angreift. Durch den viel langsameren, über Jahre andauernden Prozess der retinalen Degeneration sterben bis zu 80% der Ganglienzellen im zentralen Teil der betroffenen Netzhauthälften. Die überlebenden Zellen, insgesamt etwa 50% der normalen Population, schicken ihre Axone zu den über 10 retinorezipienten Kernen, die in ■ Abb. 9.4 schematisch gezeigt sind, darunter auch ins degenerierte CGL, das im Normalfall den Löwenanteil der Fasern erhält. Alle diese Kerne projizieren direkt oder indirekt zur extrastriären Sehrinde (für eine Übersicht s. Stoerig u. Cowey 1997). An Affen mit abgetragener oder gekühlter primärer Sehrinde durchgeführte Einzelzellablei-



■ **Abb. 9.4.** Die Axone der Ganglienzellen der Netzhaut ziehen zu den retinorezipienten Kernen. Die *Dicke der Pfeile* deutet die Stärke der Projektion an: Im Normalfall ist die Projektion zum Corpus geniculatum laterale (CGL) mit Abstand am stärksten; die zum Colliculus superior kommt an 2. Stelle. Nach einer Läsion der primären Sehrinde degenerieren die Projektionsneurone im CGL und die Degeneration greift transneuronal auf die Ganglienzellen der Netzhaut über, wodurch die retinogenikuläre Projektion deutlich reduziert wird. Die Entfernung der Kerne vom Auge wird durch die *Länge der Pfeile* symbolisiert: Der N. suprachiasmaticus liegt augennah gleich über der Sehnervenkreuzung, während die längsten Axone als Brachium colliculi zum Mittelhirn ziehen

tungen haben gezeigt, dass durch Reizung des betroffenen Gesichtsfeldes auch kortikal noch visuelle Antworten auslösbar waren. Solche vom V1-Eingangssignal unabhängigen Nervenzellen fanden sich vorwiegend in okzipitoparietalen Rindengebieten, die zur visuellen Handlungssteuerung beitragen. Hier behielten die noch erregbaren Zellen ihre normalen Eigenschaften, etwa ihre Richtungsselektivität, weitgehend bei, während die Zellen in den okzipitotemporalen Arealen, die eher der Objektwahrnehmung dienen (Mishkin et al. 1983), dagegen kaum auf im gegenüberliegenden Gesichtsfeld gezeigte Sehreize ansprachen (für eine Übersicht s. Bullier et al. 1993).

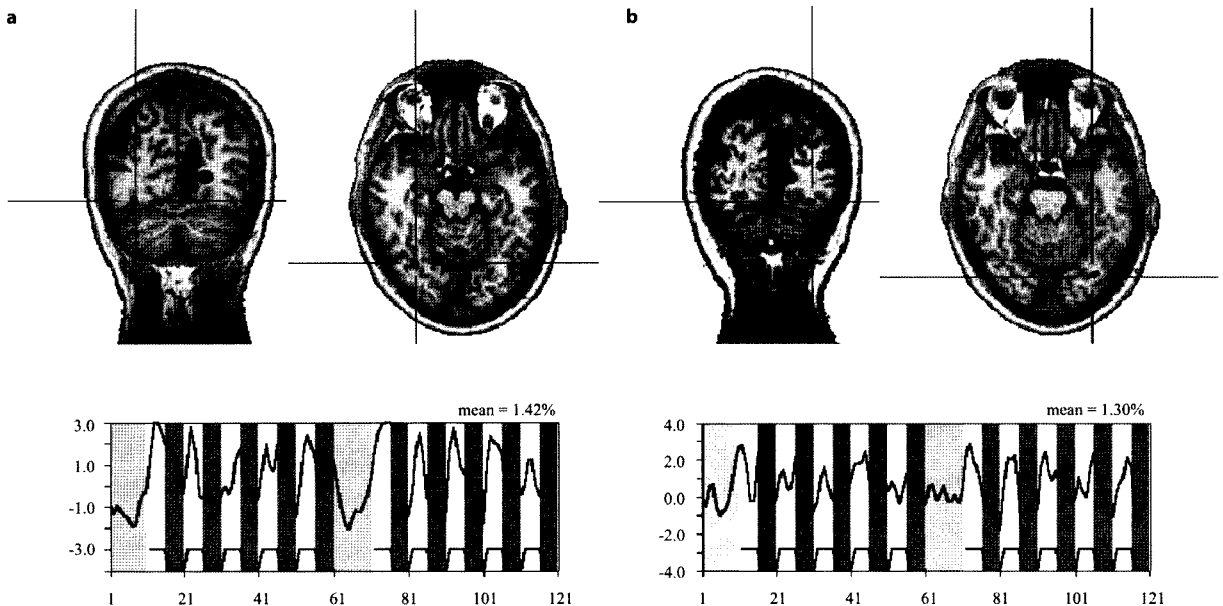
Diese an anästhesierten Tieren durchgeführten Untersuchungen legen nahe, dass man auch beim menschlichen Patienten noch kortikale Antworten auf im blinden Feld gezeigte Reize auslösen kann, dass diese aber nur in den dorsalen, okzipitoparietalen Rindengebieten zu finden sind. Die Entwicklung der funktionellen bildgebenden Verfahren hat in den letzten Jahren die Überprüfung dieser Hypo-

■ **Tabelle 9.2.** Die Aktivierbarkeit (+) ipsiläsionaler extrastriärer Sehrindengebiete durch Stimulation im Gesichtsfeldausfall. Während sich bei blindseherfahrenen Patienten (FS, GY) dorsale und ventrale Areale aktivieren ließen, sprachen bei den blindsehnaiven Patienten (WF, HK) nur dorsale Areale an. Eine Restaktivierung in V1 konnte bei keinem der Patienten entdeckt werden (eigene unveröffentlichte Daten)

Patient	V1/V2	Bewegungskomplex V3/V5	Farbkomplex V4/V8
WF	-	+	-
HK	-	+	-
FS	-	+	+
GY	-	+	+

these am Menschen möglich gemacht. Dabei zeigte sich erwartungsgemäß eine durch Stimulation des blinden Feldes mit bewegten Reizen ausgelöste Aktivierung in okzipitoparietalen Arealen wie V3 und dem Bewegungskomplex hMT+ (► Kap. 4), die nicht auf Aktivierung von Gewebe im geschädigten V1 angewiesen ist (Barbur et al. 1993; s. Infobox »Kritik, Kriterium und Kontrolle«). Entgegen der Hypothese zeigte sich jedoch auch Aktivierung in okzipitotemporalen Sehrindengebieten, wenn anstelle bewegter Reizmuster farbige Bilder natürlicher Objekte zur Stimulation verwendet wurden (Goebel et al. 2001). Interessanterweise scheint diese ventrale Aktivierung, die sich auch durch bewegte Farbreize auslösen lässt, mit der Blindseherfahrung der Patienten zu korrelieren. fMRT-Messungen bei 4 Patienten zeigten nämlich eine ipsiläsionale ventrale Aktivierung durch Stimulation im blinden Feld nur bei den 2 blindseherfahrenen, nicht aber bei den 2 blindsehnaiven Patienten; dorsale Aktivierung war dagegen bei allen 4 Patienten zu beobachten (■ Abb. 9.5; ■ Tabelle 9.2). Möglicherweise ist der Unterschied bei Mensch und Tier nicht (oder nicht nur) Ausdruck eines Speziesunterschiedes oder der nur in den Affenexperimenten induzierten Anästhesie, sondern Folge der unterschiedlichen Erfahrung, die die beiden Gruppen mit den visuellen Restleistungen gesammelt haben: Bei den physiologisch untersuchten Affen handelte es sich um blindsehnaive Tiere.

❗ **Die Untersuchungen der funktionellen Neuroanatomie des Blindsehens zeigen, dass die von der transneuronal teildegenerierten Netzhaut ausgehenden parallelen Bahnen auch nach einer V1-Läsion vom blinden Feld kommende visuelle Information verarbeiten und zur extrastriären Sehrinde leiten. Ergebnis** ▼



■ **Abb. 9.5a,b.** Funktionelle Magnetresonanztomographie bei Reizung mit farbigen Reizen im normalen (a) und hemianopen Halbfeld (b) eines blindseherfahrenen Patienten. Gezeigt sind je ein Koronalschnitt (a, b links) und ein Horizontalschnitt (a, b rechts) durch das aktivierte Areal im okzipitotemporalen Bereich. Die linkshemipärische Läsion ist in den Koronalschnitten als dunkler Bereich entlang der Mittelachse zu erkennen; sie liegt oberhalb der gezeigten Horizontalschnittebene. Der schwarze Punkt entspricht dem angeschnittenen Ventrikel. Die Aktivierung im Bereich des Farbkomplexes (*schwarz, im Fadenkreuz*)

errechnet sich über den Sauerstoffgehalt des Blutes, der sich um die Orte höherer Aktivität kurzfristig anreichert. Das Maß, in dem die Veränderung des Sauerstoffgehaltes mit dem Stimulationsprotokoll – hier der An- und Abwesenheit des Reizes – korreliert (a, b unten) entscheidet über die Signifikanz des jeweiligen Fokus. Die Amplitude des Signals ist in der entsprechend der radiologischen Konvention jeweils rechts gezeigten lädierten Hirnhälfte (b) etwas geringer als in der normalen Hirnhälfte (a) (1,30:1,42% Veränderung)

nisse aus physiologischen Untersuchungen am Affen und fMRT-Untersuchungen am menschlichen Patienten zeigen eine visuelle Weiterverarbeitung in okzipitoparietalen Gebieten, die unabhängig von der Blindseherfahrung auftritt. Eine okzipitotemporale Aktivierung wurde bisher nur bei blindseherfahrenen Patienten beobachtet.

### 9.3 Was nutzt das Blindsehen?

Inwiefern die Betroffenen vom Blindsehen profitieren, wurde bisher nur wenig untersucht. Eine Langzeitstudie an einer kortikal blinden Äffin, die sich im Lauf des Trainings zunehmend wie ein normales Tier verhielt, Hindernissen auswich, sich visuell orientierte und sogar im freien Gelände navigieren konnte (Humphrey 1974), zeigt, wie hilfreich Blindsehen sein kann. Im Einklang damit berichten Patienten, die aus eigenem Interesse über viele Jahre hinweg an

Untersuchungen teilgenommen haben und zunehmend bessere Restfunktionen zeigten, dass sie im täglichen Leben besser zurechtkommen, Hindernissen ausweichen und »mehr sehen, obwohl sie nichts sehen«. Ein gezielt auf den Nutzen im Alltag angelegtes Blindsehtraining, das im Unterschied zu den eingeführten Verfahren nicht nur auf ein besseres Ausnutzen des verbliebenen Gesichtsfeldanteils angelegt ist, sollte diese Erfolge vertiefen.

Abgesehen vom Nutzen für den Patienten erlaubt das Blindsehen Einblicke in die Funktionsweise des Sehsystems, in seine postläsionale Plastizität, aber auch in die neuronalen Grundlagen bewussten Sehens und seine Funktion (► Unter der Lupe »Offene Fragen«).

**Unter der Lupe****Offene Fragen**

- Warum ist das Sehsystem im Vergleich zum motorischen und somatosensorischen so therapieresistent?
- Warum vermitteln die ungeschädigten Teile des Sehsystems keine bewussten Sehfunktionen, wenn V1 verletzt ist?
- Ist V1 für das bewusste Sehen notwendig, weil es den größten Teil der visuellen Signale in die extrastriären Gebiete schickt, oder weil es für die Funktion der kortikokortikalen Verarbeitungsschleifen unerlässlich ist?
- Aufgrund welcher Veränderung im System kann im absoluten Ausfall wieder ein bewusstes Sehen entstehen?
- Wozu dient das bewusste Sehen, wenn doch bereits das Blindsehen angepasstes, visuell gesteuertes Verhalten ermöglicht?

**Zusammenfassung**

Unter Blindsehen versteht man die Vielzahl nichtreflexiver Sehfunktionen, die in retrogenikulär verursachten Gesichtsfeldausfällen nachweisbar sind, obwohl die Patienten die Reize, auf die sie reagieren, nicht bewusst sehen können. Diese Restfunktionen werden mit Rateverfahren und indirekten Methoden untersucht, die die Verarbeitung des ungesehenen Reizes durch seinen Einfluss auf die Reaktion auf gesehene Reize nachweisen. Sie sind erlernbar und werden durch das extragenikulostriäre Sehsystem unter Einbezug höherer Sehirnengebiete vermittelt.