

# **UNGEWÖHNLICHE POSTNEURITISCHE STÖRUNGEN UND IHRE REDUKTION DURCH EINEN FARBFILTER**

**Doris Safra und Fritz Steiner**

## **ZUSAMMENFASSUNG**

Eine Patientin zeigte nach einem 3. Schub von Multipler Sklerose mit Retrobulbärneuritis ungewöhnliche, u. Wissens bisher nicht beschriebene postneuritische Symptome:

1. Extreme Empfindlichkeit auf Schwarzweisskontrast, die sie vor allem beim Lesen stören.
2. Scheinbewegungen der Elemente des Bodenbelags, die sie beim Gehen enorm behindern.

Mit einem speziellen blauen Farbfiler liessen sich diese Störungen beheben.

Als Ursache dieser Symptome wird eine Übererregbarkeit des magnozellularen Systems angenommen; dies als Folge einer Schwächung des parvozellulären Systems durch die Neuritis, obschon Zeichen einer partiellen postneuritischen Optikusatrophie sich bei der Untersuchung nicht feststellen liessen. Die positive Wirkung des Farbfilters wurde als Stärkung des parvozellulären Systems und seiner dämpfenden Wirkung auf das magnozellular System gedeutet. Ferner wird eine Normvariante des Zapfenapparates bei der Patientin diskutiert, die sie für diese ungewöhnlichen postneuritischen Symptome und deren Behebung durch einen Farbfiler disponiert.

## **EINLEITUNG**

Das Krankheitsbild einer Retrobulbärneuritis wird in den Lehrbüchern im allgemeinen beschrieben als plötzlicher hochgradiger Sehverlust durch ein Zentralskotom mit Herabsetzung des Visus, Farbenblindheit, zuerst für rot und grün, später auch für andere Farben. Oft verbessert sich der Visus spontan wieder zur "normalen" Sehschärfe, zurück bleibt jedoch meistens ein relatives Zentralskotom durch bleibende Schädigung der zentralen Opticusfasern mit temporaler Papillenabblassung.

Im Folgenden handelt es sich um einen Fall rezidivierender retrobulbärer Neuritis bei Multipler Sklerose ohne ophthalmologisch fassbare Folgeerscheinungen, jedoch mit ungewöhnlichen, unseres Wissens bisher nicht beschriebenen, postneuritischen Symptomen, die sich - ebenso ungewöhnlich und überraschend - mit einem Farbfiler weitgehend reduzieren liessen.

## **UNGEWÖHNLICHE FOLGESYMPTOME NACH RETROBULBÄRNEURITIS**

Die jetzt 49-jährige Patientin erlitt vor 13 Jahren eine erste Retrobulbärneuritis links mit einem starken Visusverlust, wobei die Sehschärfe nach 2-3 Wochen wieder normal war. Eine weitere Retrobulbärneuritis links vor 11 Jahren verlief gleich. Vor 2 Jahren erfolgte eine Retrobulbärneuritis rechts mit mässigem Visusverlust, jedoch begleitet von andern Symptomen wie Gangunsicherheit, Schwindelgefühl, Blendung und Sprachschwierigkeiten. Diesmal wurde die Diagnose Multiple Sklerose durch MRI und Liquorbefund sichergestellt. Auch diesmal erholte sich der Visus wieder, doch geblieben sind mehrere Symptome, wobei vor allem zwei die Patientin im Alltag massiv behindern:

1. Sie hat grosse Mühe beim Lesen, der Text flimmert ihr vor den Augen, erscheint ihr grell und unscharf. „Es ist, als ob die schwarzen Buchstaben und das Weiss dazwischen miteinander einen Machtkrieg austragen!“, beschreibt sie es.
2. Ihre Gangart ist unsicher. Elemente des Bodens, vor allem regelmässige Muster z.B. Kopfsteinpflaster, Verbundsteine oder die Rillen einer Strassenrampe bewegen sich unablässig in alle Richtungen. „Am liebsten möchte ich beim Gehen die Augen schliessen!“, erklärt sie.

Neben diesen zwei Symptomen klagt sie über Blendung vor allem bei Fluoreszenzlicht, was ihr den Aufenthalt in einem Einkaufszentrum unerträglich macht: „Die vielen Lichter, die vielen Menschen, die vielen Waren, der Lärm, alles bewegt sich ...das alles konnte ich einfach nicht mehr mehr aushalten!“, schildert sie. Zudem fühlt sie sich körperlich schwach, das Kurzzeitgedächtnis habe abgenommen, das Sprechen falle ihr immer noch schwer, obschon es unvergleichlich besser sei als am Anfang. Die Untersuchung ergab einen beidseits normalen Fernvisus, links einen auf 0,9 herabgesetzten und rechts normalen Nahvisus, einen beidseits unauffälligen Fundus, die Papille beidseits temporal hell, doch noch innerhalb normalen Grenzen. Akkommodation rechts entspricht mit 3dpt dem altersgemässen Sollwert, links ist er mit 2 dpt um 1 dpt herabgesetzt, das Gesichtsfeld (Octopus G1) beidseits normal, Farbttest (Farnsworth-Munsell) zeigt beidseits eine minimale Einschränkung im blau-violetten Bereich.

Die Motilitätsprüfung zeigt eine leichte Einschränkung der Hebung links, der 30-Prismentest eine geringfügige Esophorie und Tieferstand des linken Auges. Die Fixation des Fingers in der Nähe kann sie nur kurz aufrecht erhalten. Im Rahmen einer optischen Abklärung wurde ein leichter, kombinierter myopischer Astigmatismus, eine Exophorie und ein leichter Höherstand des rechten Auges auskorrigiert und der Brille eine Nahaddition von +1,5 zugesetzt. Die Brille verschaffte der Patientin eine gewisse Erleichterung beim Lesen, aber keine wesentliche Verbesserung ihrer Symptome, vor allem nicht beim Gehen.

### **ELIMINIERUNG DER SYMPTOME DURCH EINEN FARBFILTER**

Vor allem wegen der Leseschwierigkeiten führte Fritz Steiner weitere, systematische Abklärungen durch, zuerst mit farbigen Folien, danach mit Farbfiltergläsern. Mit einer blauen Folie fiel ihr das Lesen wesentlich leichter. Ein hellblaues Filterglas führte zu schlagartigen Verbesserungen sowohl beim Lesen wie auch beim Gehen. Die Buchstaben des Lesetextes wurden ruhig und deutlich, die Rillen auf der Strassenrampe „tanzten nicht mehr herum“. Mit dem Filter vermochte sie die Fixation beliebig lange zu halten, ohne Filter nur flüchtig.

### **VERSUCH EINER ERKLÄRUNG**

Das Bedürfnis dieser ungewöhnlichen postneuritischen Symptome und ihre Eliminierung durch ein Farbfilter zu erklären, drängte sich geradezu auf. Die Erklärung konnte aber nur spekulativ sein, denn weder in der Literatur noch im Internet oder der persönlichen Beratung mit **Greg Robinson**, Special Education Centre, University of Newcastle, NSW, Australia, einem Experten der Farbfiltertherapie, fanden wir befriedigende Hinweise.

Unsere Erklärung um die 4 Gegebenheiten

- Postneuritis retrobulbaris
- Überempfindlichkeit auf hell-dunkel-Kontrast
- Scheinbewegungen, vor allem auf dem Boden
- Eliminierung der Symptome durch Farbfilter

auf einen gemeinsamen Nenner zu bringen, lautet:

Eine Koordinationsstörung von parvo- und magnozellular System
---

## BEDEUTUNG UND FUNKTION DES PARVO- UND MAGNOZELLULÄREN SYSTEMS

Seit rund 20 Jahren sind die beiden Systeme bekannt. Nach Lehrbuch der Neurowissenschaften (1) reagiert das parvozelluläre System oder „Wie oder Was“-System („What“-System) auf feine Konturen, feine Tiefenunterschiede und Farbkontraste. Es leitet mit kleinzelligen Neuronen in zwei Kanälen Informationen über die Eigenschaften eines Gegenstand seine Form und Farbe relativ langsam und anhaltend (sustained) von der Netzhaut via Geniculatum zum primären Sehcortex und schliesslich in den unteren Teil des Temporallappens. Es lässt Einzelheiten eines Gegenstandes erkennen und ihn dadurch identifizieren.

Das magnozelluläre oder „Wo“-System („Where“-System), leitet ebenfalls nach dem Lehrbuch der Neurowissenschaften mit grosszelligen Neuronen die Informationen über Lokalisation und Bewegung des Gegenstands von der Netzhaut via Geniculatum dem primären Sehcortex und schliesslich dem hinteren Teil des Parietallappens relativ rasch zu. Es reagiert empfindlich auf Helligkeitskontraste und Bewegung, grobe Tiefenunterschiede, auf Strukturen neben dem fixierten Sehobjekt, z.B. beim Lesen auf die nächste Buchstabengruppe. Die Erregung seiner Nervenzellen ist flüchtig (transient). Nach **Stein** (2) reguliert es auch das Binokularsehen. Die Domäne des Parvo -Systems ist die zapfenreiche und stäbchenarme Netzhautmitte, also das Makulagebiet, die Domäne des Magno-Systems ist die stäbchenreiche und zapfenarme Netzhautperipherie. Nach Lehrbuch ist das Parvo-System praktisch bewegungsblind, das Magno-System praktisch farbenblind. Eine mit äquilibriumiszenten Farben gezeichnetes Bild sieht es nicht. Wenn wir z.B. eine Fahne anschauen, informiert uns das Parvosystem, zu welchem Land sie gehört und das Magnosystem , ob die Fahne weht und wo sie sich befindet.



Abb. 1: Das parvozelluläre System („Wie oder Was- System“) leitet Informationen über die Beschaffenheit eines Gegenstands, Form und Farbe, mit kleinzelligen Neuronen langsam und anhaltend von der Netzhaut zur Hirnrinde. Seine Domäne ist die zapfenreiche und stäbchenarme Netzhautmitte. Es reagiert vor allem auf Farbkontraste und kleine Konturen. Das magnozelluläre System („Wo-System“) leitet Informationen über die Lage und Bewegung eines Gegenstands mit grosszelligen Neuronen rasch und flüchtig von der Netzhaut zur Hirnrinde. Seine Domäne ist die stäbchenreiche und zapfenarme Netzhautperipherie. Es reagiert vor allem auf Hell-Dunkel-Kontraste und Bewegung.

## WAS BEDEUTET KOORDINATIONSSTÖRUNG DER BEIDEN SYSTEME ?

Koordination bedeutet, dass sich die beiden Systeme bei ihrer Aktivität nicht behindern. Es besteht zwar eine bestimmte gegenseitige Hemmung, wie sie **Goldmann** (3) schon vor 40 Jahren zwischen Netzhautmitte und Netzhautperipherie festgestellt hat, aber doch nur so weit, dass keine Beeinträchtigung der visuellen Wahrnehmung stattfindet. Vielleicht ist es dem dämpfenden Einfluss des Parvo-Systems auf das Magno-System zu verdanken, dass wir gewöhnlich bei normalem Tageslicht nicht geblendet sind. Wäre hingegen das Parvo-System übermässig aktiv, käme keine Weiterbewegung auf das benachbarte Sehobjekt zustande, was z.B. beim Lesen, wo sich Fixation, während welcher das parvozelluläre System aktiv ist, und die vom magnozellulareren System ausgelöste Sakkade abwechseln, stören würde. Drastische somatische und visuelle Symptome durch eine Überempfindlichkeit auf Schwarzweisskontrast in regelmässigen, sich wiederholenden Mustern wie Linien auf weissem Grund - ein spezifischer Stimulus des magnozellulareren Systems - wurden von **Wilkins** (4), der sich mit der Erforschung des „Visual Stress“, beschäftigt, beschrieben. Das Betrachten solcher Stimuli kann gemäss diesem Autor u. a. zu visuellen Illusionen wie Scheinbewegungen führen.

**Bei unserer Patientin vermuten wir eine Übererregbarkeit des magnozellulareren Systems**, wobei dieses auf seine spezifischen Stimuli übermässig und mit visuellen Bewegungsideen reagiert, den Schwarzweisskontrast des Lesetextes und die Elemente des sich wiederholenden Rillenmusters auf der Rampe am Bahnhof, wodurch sich die beiden ungewöhnlichen postneuritischen Symptome erklären lassen.

**Wie erklärt sich diese Übererregbarkeit des magnozellulareren Systems?** Die ophthalmologische Untersuchung ergab keinen eindeutigen Anhaltspunkt für einen postneuritischen Dauerschaden des N. opticus, etwa ein Zentralskotom, ein Defizit der Farbunterscheidung oder der Akkommodation, mit welchem eine Schwächung des Parvo-Systems und dadurch eine Minderung seines dämpfenden Einflusses auf das Magno-System sich erklären liesse.

**Doch halten wir eine Schwächung des Parvo-Systems infolge eines, wenn auch mässigen, und mit den verfügbaren Standarduntersuchungsmethoden nicht nachweisbaren Neuronenverlusts in der Netzhautmitte infolge des neuritischen Prozesses für wahrscheinlich .**

Einen Zusammenhang zwischen Stimulation durch Schwarzweisskontrast und Illusion von Bewegungen ist auch beim normalen visuellen System zu finden, wie sich beim Betrachten der Abbildung 2 feststellen lässt.

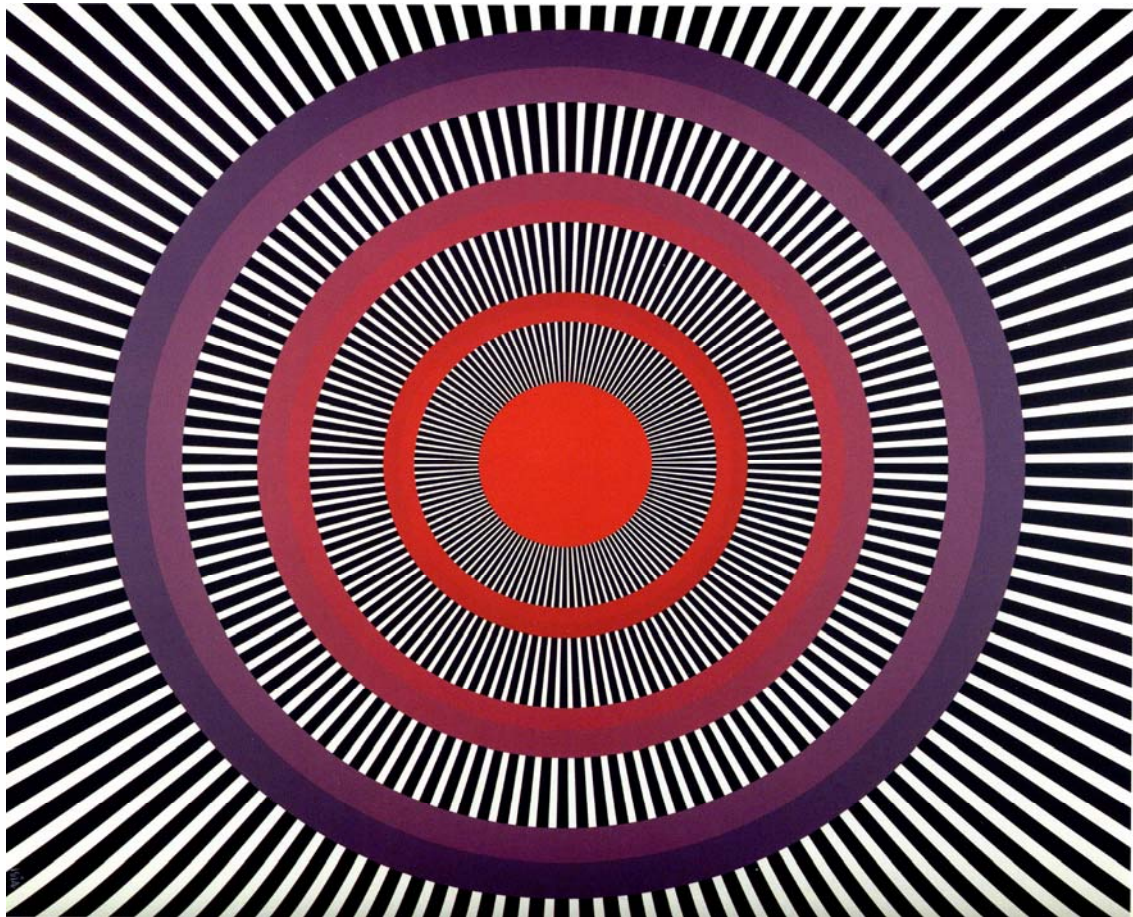


Abb. 2: Wenn wir eine Zeitlang ins Zentrum dieser äquidistanten farbigen, konzentrisch angeordneten Kreise blicken, so beginnen sich diese nach kurzer Zeit zu drehen. Das Schwarz-Weiss-Muster zwischen den Kreisen ist ein starker Stimulus für das Magno-System und löst auch beim normalen visuellen System Scheinbewegungen aus. (aus *Vision and Art* von Margaret Livingstone 5)

## WIE WIRKT NUN ABER DIE FARBIGE FOLIE?

Stärkt sie das geschwächte Parvo-System oder weist sie das übermüdete Magno-System in die Schranken oder beides?

Unsere Erklärung ist in Abbildung 3 gegeben. Durch die Folie auf dem Lesetext „färben“ wir das weisse Papier blau, damit erhält das farbempfindliche Parvo-System einen adäquaten Stimulus. Ausserdem wird der Leuchtdichtekontrast und damit der Stimulus für das Magno-System abgeschwächt.

2

### UNGEWÖHNLICHE POSTNEURITISCHE STÖRUNGEN UND IHRE REDUKTION DURCH EIN FARBFILTER Doris Safra und Fritz Steiner

#### ZUSAMMENFASSUNG

Eine Patientin zeigte nach einem 3. Schub von Multipler Sklerose mit Retrobulbärneuritis ungewöhnliche, u. Wissens bisher nicht beschriebene postneuritische Symptome: 1. Extreme Empfindlichkeit auf Schwarzweisskontrast, die sie vor allem beim Lesen störten, 2. Scheinbewegungen der Elemente des Bodenbelags, die sie beim Gehen enorm behindern. Mit einem speziellen blauen Farbfilter liessen sich diese Störungen beheben. Als Ursache dieser Symptome wird eine Übererregbarkeit des magnozellulären Systems angenommen; dies als Folge einer Schwächung des parvozellulären Systems durch die Neuritis, obschon Zeichen einer partiellen postneuritischen Optikusatrophie sich bei der Untersuchung nicht feststellen liessen. Die positive Wirkung des Farbfilters wurde als Stärkung des parvozellulären Systems und seiner dämpfenden Wirkung auf das magnozelluläre System gedeutet. Ferner ist eine angeborene Variante des Zapfenapparates bei der Patientin diskutiert; die sie für diese ungewöhnlichen postneuritischen Symptome und deren Behebung durch ein Farbfilter disponiert.

#### EINFÜHRUNG

Das Krankheitsbild einer Retrobulbärneuritis wird in den Lehrbüchern im all gemeinen beschrieben als plötzlicher hochgradiger Sehverlust durch ein Zentralskotom mit Herabsetzung des Visus, Farbenblindheit, zuerst für rot und grün, später auch für andere Farben. Oft verbessert sich der Visus spontan wieder zur vollen Schärfe, zurück bleibt jedoch meistens ein relatives Zentralskotom durch bleibende Schädigung der zentralen Opticusfasern mit temporärer Papillenabblässung. Im Folgenden handelt es sich um einen Fall rezidivierender retrobulbärer Neuritis bei MS ohne ophthalmologische fassbaren Folgeerscheinungen, jedoch mit ungewöhnlichen, unseres Wissens bisher nicht beschriebenen, postneuritischen Symptomen, die sich –ebenso ungewöhnlich und überraschend – mit einem Farbfilter weitgehend reduzieren liessen.

#### UNGEWÖHNLICHE FOLGESYMPTOME NACH

##### RETROBULBÄRNEURITIS

Die jetzt 49-jährige Patientin erlitt vor 13 Jahren eine erste Retrobulbärneuritis links mit zur Blindheit führendem Visusverlust, wobei die Sehschärfe nach 2-3 Wochen wieder normal war. Eine weitere Retrobulbärneuritis links vor 11 Jahren verlief gleich. Vor 2 Jahren erfolgte eine Retrobulbärneuritis rechts mit mässigem Visusverlust, jedoch begleitet von andern Symptomen wie Gangunsicherheit,

### UNGEWÖHNLICHE POSTNEURITISCHE STÖRUNGEN UND IHRE REDUKTION DURCH EIN FARBFILTER Doris Safra und Fritz Steiner

#### ZUSAMMENFASSUNG

Eine Patientin zeigte nach einem 3. Schub von Multipler Sklerose mit Retrobulbärneuritis ungewöhnliche, u. Wissens bisher nicht beschriebene postneuritische Symptome: 1. Extreme Empfindlichkeit auf Schwarzweisskontrast, die sie vor allem beim Lesen störten, 2. Scheinbewegungen der Elemente des Bodenbelags, die sie beim Gehen enorm behindern. Mit einem speziellen blauen Farbfilter liessen sich diese Störungen beheben. Als Ursache dieser Symptome wird eine Übererregbarkeit des magnozellulären Systems angenommen; dies als Folge einer Schwächung des parvozellulären Systems durch die Neuritis, obschon Zeichen einer partiellen postneuritischen Optikusatrophie sich bei der Untersuchung nicht feststellen liessen. Die positive Wirkung des Farbfilters wurde als Stärkung des parvozellulären Systems und seiner dämpfenden Wirkung auf das magnozelluläre System gedeutet. Ferner ist eine angeborene Variante des Zapfenapparates bei der Patientin diskutiert; die sie für diese ungewöhnlichen postneuritischen Symptome und deren Behebung durch ein Farbfilter disponiert.

#### EINFÜHRUNG

Das Krankheitsbild einer Retrobulbärneuritis wird in den Lehrbüchern im all gemeinen beschrieben als plötzlicher hochgradiger Sehverlust durch ein Zentralskotom mit Herabsetzung des Visus, Farbenblindheit, zuerst für rot und grün, später auch für andere Farben. Oft verbessert sich der Visus spontan wieder zur vollen Schärfe, zurück bleibt jedoch meistens ein relatives Zentralskotom durch bleibende Schädigung der zentralen Opticusfasern mit temporärer Papillenabblässung. Im Folgenden handelt es sich um einen Fall rezidivierender retrobulbärer Neuritis bei MS ohne ophthalmologische fassbaren Folgeerscheinungen, jedoch mit ungewöhnlichen, unseres Wissens bisher nicht beschriebenen, postneuritischen Symptomen, die sich –ebenso ungewöhnlich und überraschend – mit einem Farbfilter weitgehend reduzieren liessen.

#### UNGEWÖHNLICHE FOLGESYMPTOME NACH

##### RETROBULBÄRNEURITIS

Die jetzt 49-jährige Patientin erlitt vor 13 Jahren eine erste Retrobulbärneuritis links mit zur Blindheit führendem Visusverlust, wobei die Sehschärfe nach 2-3 Wochen wieder normal war. Eine weitere Retrobulbärneuritis links vor 11 Jahren verlief gleich. Vor 2 Jahren erfolgte eine Retrobulbärneuritis rechts mit mässigem Visusverlust, jedoch begleitet von andern Symptomen wie Gangunsicherheit,

*Abb. 3: Wenn wir die blaue Folie, welche die Patientin als die für sie beste ausgewählt hat, auf den Lesetext legen, so färben wir den weissen Untergrund blau und die schwarzen Buchstaben leicht gräulich. Dadurch erhält das farbempfindliche Parvo-System einen Stimulus, so dass es das Magno-System eher zu dämpfen vermag. Ausserdem wird der Leuchtdichtenkontrast, auf welchen das Magno-System übermässig reagiert, vermindert.*

Analog dazu werden die Drehbewegung der farbigen Kreise in der Abbildung 3 bei den meisten Personen reduziert, wenn man sie mit einer z.B. roten Folie abdeckt. Durch das Auflegen von farbigen Folien stärken wir das parvozelluläre System und reduzieren den Stimulus auf das magnozelluläre System.

OBSERVATIONS:

Arthur is a friendly, talkative boy who the examiner as a nervous, high strung young. His fingers on the table and often out of his the table. Arthur seemed to be making a good rapidly and had difficulty sustaining his a/t and legibility were noted. Arthur appeared positive behavior which included diverting con assessments which produced falsely favorable easily avoiding a job rather than accepting the anxious concerning his performance, and he accuracy of his responses. It was important tense and nervous when he was threatened with challenged, but he sometimes needed to be and; however would not be effective in this situation.

SUMMARY AND RECOMMENDATIONS:

His current psychiatric data suggests to very superior range of intelligence. Good scores of the WISC. Arthur had the greatest contraction and immediate auditory rote memory strengths were concentrated in the non-verbal tasks in the analysis and formation of abstract effect and time sequence; Arthur reached the The examiner feels that the results of the ver clinical evaluation of Arthur's potential in the case seems to reflect, in part, his irregular anxiety, and some perceptual immaturities. association ~~auditory-association~~ and audit were noted, and these weaknesses were also He has difficulty sustaining his attention, and the auditory perceptual reality, the extent of the degree of anxiety present and the limited skills acquired in the regular classroom set. perceptual development was also noted and the

Abb. 4: Nach der Beschreibung der Patientin könnte sich der Lesetext ihr etwa so darstellen. (nach Irlen 1997 S. 60)

In den Abbildungen 5 und 6 erfahren wir Ähnliches. Das schwarzweisse Muster auf Abb. 5 wirkt unruhig, dasselbe Muster in Farben auf Abb. 6 zeigt keine Bewegung.

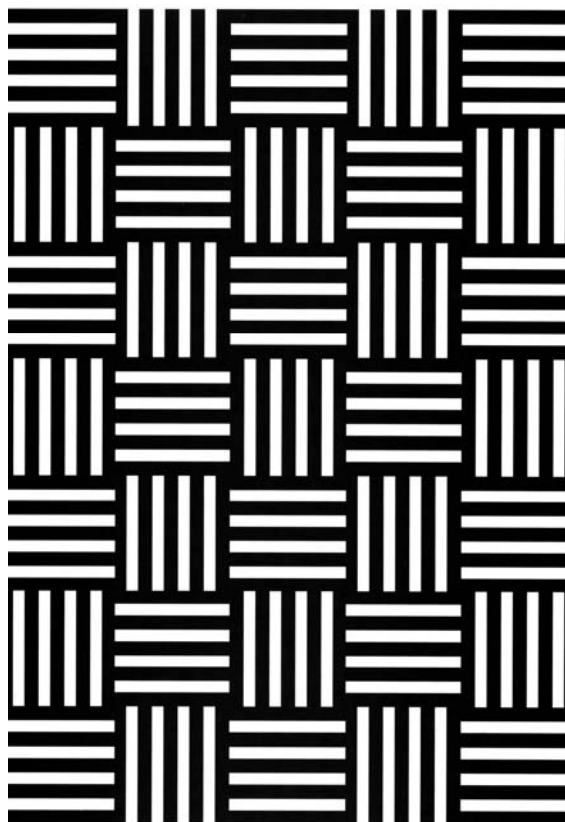


Abb. 5: Die schwarzen Linien auf weissem Grund als sich wiederholendes Muster angeordnet, üben einen starken Reiz auf das magnozelluläre System aus. Beim Betrachten beginnt es sich unruhig zu bewegen. (Livingstone 2002, S.203)

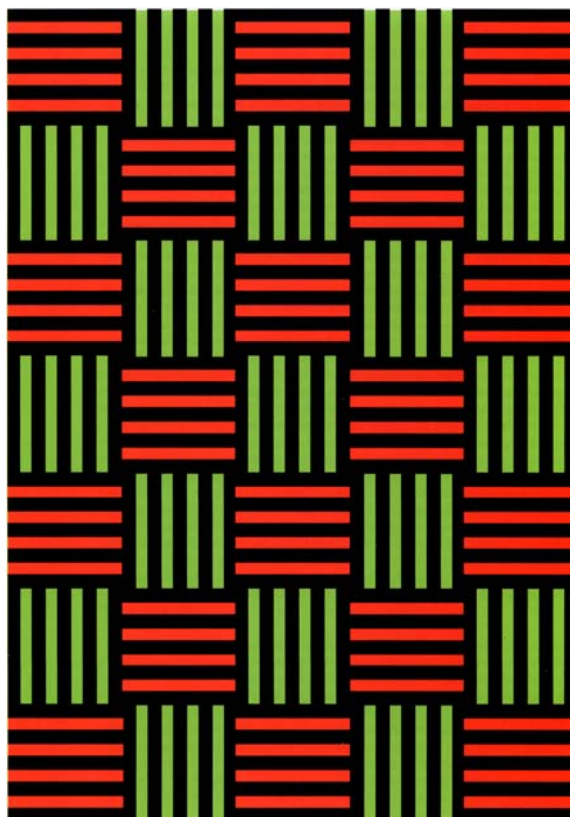


Abb. 6: Dasselbe Muster in Farben stimuliert das parvozelluläre System und bleibt ruhig. (Livingstone 2002, S. 202)

### **Aber warum ausgerechnet hellblau?**

Warum wählte die Patientin ausgerechnet eine hellblaue Folie?

Denselben Effekt durch die Umwandlung von einem Schwarzweiss-Kontrast in einen Schwarzfarb-Kontrast könnte man doch mit jeder andern Farbe erreichen!

Eine eindeutige Antwort fehlt uns zur Zeit. Eine mögliche Erklärung wäre, dass eine Normvariante der Zapfen, bezüglich der Häufigkeit, der Verteilung und der Qualität besteht, wodurch schon eine minimale Schädigung des Parvo-Systems eine solche Symptomatik hervorzurufen vermag. Dies heisst, dass die Farben in einem speziellen, individuellen Verfahren ermittelt werden müssen. Dabei unterscheiden sich die gewählten Filter in der Farbe, Intensität und Grauteil.

Nach *Wilkins* (4) variiert die Wirkung eines Farbfilters von Individuum zu Individuum stark. Doch übt ein blauer Filter, also Reduktion des langwelligen Rot, eine Beruhigung der Symptome bei photosensitiven Menschen aus, was auf die Wirkung auf das Magno-System zurückgeführt wird.

### **WARUM SIND DIESE SYMPTOME NICHT IN ANDERN FÄLLEN VON POSTNEURITIS BESCHRIEBEN?**

Auch diese Frage kann wie oben „warum ausgerechnet hellblau“ nur mit der Vermutung einer Normvariante des Zapfenapparates, die die Patientin zu diesem ungewöhnlichen Bild einer Postneuritis optica disponierte, beantwortet werden.

### **LITERATUR**

- 1 Die Konstruktion des visuellen Bildes. Neurowissenschaften. Spektrum der Wissenschaft Akademischer Verlag, Heidelberg 1996
- 2 Goldmann, H. und Favre, M.: Physiologische Amblyopie. Ophthalmologica 139. 358 - 362, 1960.
- 3 Stein, J. and Walsh, V.: To see but not to read; the magnocellular theory of dyslexia. Trends in neuroscience 20, 147 -152,1997.
- 4 Wilkins A.: Visual Stress, Oxford University Press, 1995.
- 5 Livingstone Margaret: Vision and art: the biology of seeing, Harry N. Abrams, Inc. New York, 2002
- 6 Irlen, H.: Lesen mit Farben, VAK Verlag, Freiburg im Breisgau, 1997

Adresse der Autorin/des Autoren:

Dr. med. Safra Doris  
Myrtenstr. 3  
9010 St. Gallen SG  
0041 71 245 44 28

Fritz Steiner  
Bahnhofstr. 34  
4143 Dornach  
0041 61 701 57 92  
0041 79 692 02 64  
e-mail: fritz.steiner@irlen.ch  
www.irlen.ch