

# Langzeitverträglichkeit von Prismen bei Heterophorikern

(Long-term acceptance of prisms by heterophorics)

Von Ivar Lie, Professor für Sinnespsychologie, Universität Oslo  
und Alf Opheim, Optometrist mit Privatpraxis

## Zusammenfassung

46 heterophore Klienten mit seit langer Zeit bestehenden schweren Sehstörungen (severe visual symptoms) wurden mit Hilfe der Vollkorrektionsmethodik von H.-J. Haase mit Prismen für ständige Tragdauer korrigiert. Bei 80% der Klienten mußte die Prismenstärke einmal oder mehrmals erhöht werden, bis sich eine stabile Korrektur ergab. Bei allen Klienten wurden stabile Werte erreicht, die grundlegenden optometrischen Funktionen verbessert und subjektive Beschwerden verringert. Die Korrekturwerte und Verbesserungen blieben während eines langen Nachuntersuchungs-Zeitraums unverändert.

## Schlüsselwörter

Anpassung an Prismen, Prismenkorrektion, Fixationsdisparation, Heterophorie.

Prismenkorrekturen werden seit mehr als einem Jahrhundert zur Versorgung (treatment) von Heterophorien angewendet, und es sind verschiedene Korrekturmethode vorgeschlagen worden [1-13]. Unter den Anwendern (practitioners) herrscht jedoch Uneinigkeit über die Verordnung von Prismen, herrührend von der Theorie, daß Patienten „die Prismen verzehren“ („eat the prisms“), das heißt, daß sich der heterophore Zustand nach einer kurzen Periode des Prismenragens wieder einstellt. Auswertungen der Folgen von verlängertem Tragen von Prismen weisen auf individuelle Unterschiede hin [14-17]. Einigen Patienten nutzt die Korrektur, während andere in einen heterophoren Zustand zurückkehren, der mehr oder weniger dem Ausmaß vor der Korrektur entspricht. Experimente zu prismatisch induzierten Fixationsdisparationen [14-20] und Heterophorien [21-22] zeigen ähnliche Effekte. Wenn die Augen durch Prismen zu horizontalen oder vertikalen Vergenzen gezwungen werden, kann sich die induzierte Disparation/Phorie

innerhalb weniger Minuten auf Null verringern. Nachdem das Prisma so kompensiert wird, sind die Vergenzbereiche wieder normal und symmetrisch zur neuen Augenstellung. Diese Ergebnisse zeigen auch individuelle Unterschiede hinsichtlich des Anpassungsbetrages, abhängig vom individuellen Zustand der sensorischen Fusion. Es wurde die Meinung geäußert, daß Patienten mit Sehstörungen, bei denen es aufgrund ihrer schwachen sensorischen Fusion nicht zu einem solchen Anpassungsphänomen kommt, diejenigen sind, denen die Verordnung von Dauertrage-Prismen nutzt. Von denjenigen dagegen, die eine vollständige Anpassung an erzwungene Abweichungen zeigen, wird auch eine Anpassung an Heterophorie-Korrekturen erwartet [14, 16, 19, 22].

Die Deutung der „Anpassungs“-Effekte an Prismen unterscheidet zwischen zwei getrennten Steuerungsmechanismen für die fusionale Vergenz; ein schnell reagierender Mechanismus verringert (zunächst, Anm. d. Übers.) die Disparation der Netzhautbilder (binocular disparity), und ein langsam reagierender Mechanismus verringert danach wieder die durch die Disparation ausgelöste Vergenz (disparity vergence) und erleichtert die binokulare Ausrichtung [14, 20, 23, 24]. Die Disparation der Netzhautbilder ist der Reiz für die schnelle fusionale Vergenz, und deren Ergebnis (output) ist der Reiz für den langsamen Mechanismus, der für Anpassungsphänomene verantwortlich gehalten wird. Diese Theorie erklärt (aber nur, Anm. d. Übers.) Kurzzeit-Anpassungseffekte an erzwungene Abweichungen.

Wenn ein Patient eine Heterophorie hat, kann eine lange bestehende motorische Kompensation in ähnlicher Weise auftreten wie eine akkommodative Kompensation bei Hypermetropie, die sich als latente Hypermetropie festsetzen kann. Bei Heterophorien baut sich ein Grundtonus der äußeren Augenmuskeln während der stati-

schen Kompensation zunehmend auf und hält die wahre Ruhestellung zum Teil latent, sogar bei Abwesenheit von Fusionsreizen. In derselben Weise wie eine Pluskorrektur bei einer latenten Hypermetropie allmählich den wahren Refraktionsfehler aufdeckt, deckt die Verwendung von Prismen allmählich den vollen Betrag der latenten Abweichung auf.

Diese „Aufdeckungstheorie“ ist von H.-J. Haase und seinen Kollegen an der Optikerschule in Berlin entwickelt worden und bildet die Grundlage ihrer Vollkorrektionsmethodik [11, 12, 25, 26]. Sie unterscheiden zwischen einer kontraktilen und einer plastischen Komponente der akkumulierten Muskelspannung [12, 25]. Die kontraktile Komponente kommt durch eine kurzzeitige prismatische Anpassung zum Vorschein, während die plastische Komponente erst nach längerer prismatischer Korrektur aufgedeckt werden kann. In einigen Fällen ist nur die kontraktile Komponente vorhanden, und (endgültige, Anm. d. Übers.) Vollkorrektur wird schon nach einigen Minuten der Anpassung erreicht. In anderen Fällen sind beide Komponenten vorhanden, und es können eine Reihe von aufeinanderfolgenden Nachkorrekturen nötig sein, um endgültige Vollkorrektur zu erreichen. Diese Zwei-Komponenten-Theorie der Augenmuskelspannung könnte erklären, warum einige Patienten dauerhaft mit der Prismenkorrektur der ersten Verordnung auskommen, während sich andere mehr oder weniger vollständig an die erste verordnete Prismenstärke „anzupassen“ scheinen.

Der vorliegende Bericht stützt sich auf klinische Daten von insgesamt 46 Patienten, die wegen asthenopischer Beschwerden und/oder Leseschwierigkeiten nach der Methodik von H.-J. Haase korrigiert wurden.

## Korrektionsmethodik

Genauere Beschreibungen dieser Methodik finden sich in verschiedenen

deutschen Veröffentlichungen [11, 12]. Kurzbeschreibungen der Theorie und Methodik sind aber auch auf Englisch von Haase [27], Goersch [28] und Pickwell [29] erschienen. Die Grundprinzipien der Methodik werden nachstehend zusammengefaßt.

Der Polatest (Zeiss) enthält eine Reihe von binokularen Testtafeln, die von H.-J. Haase entworfen wurden (Abb. 1). Binokulare Trennung wird durch zueinander senkrecht orientierte Polarisationsfilter bewirkt, wodurch jedes Auge verschiedene Teile der Testtafeln sieht. Tafel Nr. 1, der *Kreuztest*, weist eine periphere fusionale Verriegelung auf und läßt eine motorische Kompensation zusammen mit einer eventuellen Fixationsdisparation erkennen. Ihre Größe ist die Anzahl der Prismendioptrien, die erforderlich sind, um das Kreuz in Nullstellung erscheinen zu lassen. Die Tafeln Nr. 2 und 3 sind mit „zentraler fusionaler Verriegelung“ versehen und sind auch dazu gedacht, Fixationsdisparationen aufzuzeigen. Horizontale und Zyklonabweichungen werden mit dem *Zeigertest*, vertikale Abweichungen und auch Aniseikonie mit dem *Rechtecktest* untersucht. Tafel Nr. 4, der *Dreiecktest*, zeigt das Vorhandensein von Stereopsis an. Tafel Nr. 5, der *Stereo-Valenztest*, ermöglicht die Untersuchung der relativen Sehrichtung unter stereoskopischen Verhältnissen. Stereogleichgewicht ist vorhanden, wenn die Dreiecke auf die Mitte des zentralen Punktes weisen.

Nach den Theorien von H.-J. Haase ermöglicht ein Vergleich der verschiedenen Tests, sensorische und motorische Kompensationsanteile zu unterscheiden. Wenn nur der *Kreuztest* eine Abweichung zeigt, ist eine *voll motorisch kompensierte* Heterophorie vorhanden. Wenn auch der *Zeiger-* und *Rechtecktest* oder nur diese beiden eine Abweichung zeigen, liegt eine *Fixationsdisparation* vor. Haase unterscheidet zwei Arten von Testergebnissen (Arten der *Fixationsdisparation*, Anm. d. Übers.), die er *disparate Fusion* (*Fixationsdisparation* erster Art, Anm. d. Übers.) und *disparate Korrespondenz* (*Fixationsdisparation* zweiter Art, Anm. d. Übers.) nennt. *Disparate Fusion* liegt vor, wenn alle Tests in Nullstellung wahrgenommen werden mit Hilfe einer einzigen Prismenstärke (die am *Kreuztest* ermittelt wurde, Anm. d. Übers.). *Disparate Korrespondenz* ist vorhanden, wenn für die Nullstellungswahrnehmung der Tests mit zentraler fusionaler Verriegelung stärkere Prismen erforderlich sind als für den *Kreuztest*. Stark ausgeprägte *disparate Korrespondenz* wird häufig nur durch den *Stereo-Valenztest* aufge-

deutet. *Disparate Fusion* wird als erster Schritt in der sensorischen Anpassung an eine dekomensierte Heterophorie angesehen. Im Falle einer lange vorhandenen *Fixationsdisparation* kann das *disparat* liegende Fusionszentrum im abweichenden Auge zum neuen *Korrespondenzzentrum* werden. Diese Verschiebung heißt „*disparate Korrespondenz*“ und ist eine Verschiebung von *bifovealer* *Korrespondenz* zu einem verschobenen „*Fixationsdisparations*“-Punkt, der noch innerhalb des zentralen Panumbereiches liegt. Das Grundprinzip der Vollkorrektionsmethodik nach H.-J. Haase ist die *Neutralisierung* der motorischen *Kompensation* und die *Wiederherstellung* der normalen *bizentralen Korrespondenz*.

Nach Haase kann das ein allmählicher Prozeß sein. Je länger eine *disparate Korrespondenz* bestanden hat, um so länger dauert es, ideale sensorische Verhältnisse wiederherzustellen. Eine lange bestehende *Fixationsdisparation* ist häufig von *Hemmungserscheinungen* begleitet, die sich im Falle *disparater Korrespondenz* so festigen können, daß die *Sehschärfe* herabgesetzt wird [28].

## Verfahrensweise

Die Versuchspersonen wurden wegen *asthenopischer Beschwerden* und/oder *Leseschwierigkeiten* überwiesen. Anhand von *Interviews* mit den *Patienten* und deren *Angehörigen* und deren *Lehrern* sowie durch *Beobachtungen* bei *Lese-* und *Sehtests* erfolgte eine *detaillierte Aufstellung* der *subjektiven Beschwerden* und *Symptome*, die mit dem *Sehen* in *Zusammenhang* gebracht werden konnten. Die *Symptome* wurden in *üblicher Weise* in *Gruppen* eingeteilt, wie *Tabelle 2* zeigt.

Die *Prismenkorrekturen* wurden aufgrund der *Polatestergebnisse* für die *Ferne* verordnet, und die *Patienten* wurden *angewiesen*, ihre *Korrekturen* ständig zu *tragen*. *Zusätzliche Messungen* der *Akkommodation*, der *Fusionsbreiten* und der *Konvergenz* wurden gemäß dem *American Optometric Extension Program (OEP)* durchgeführt:

- Positive und negative relative *Akkommodation* (OEP Punkt 20, 21)
- Positive und negative relative *Konvergenz* (OEP Punkt 16, 17)

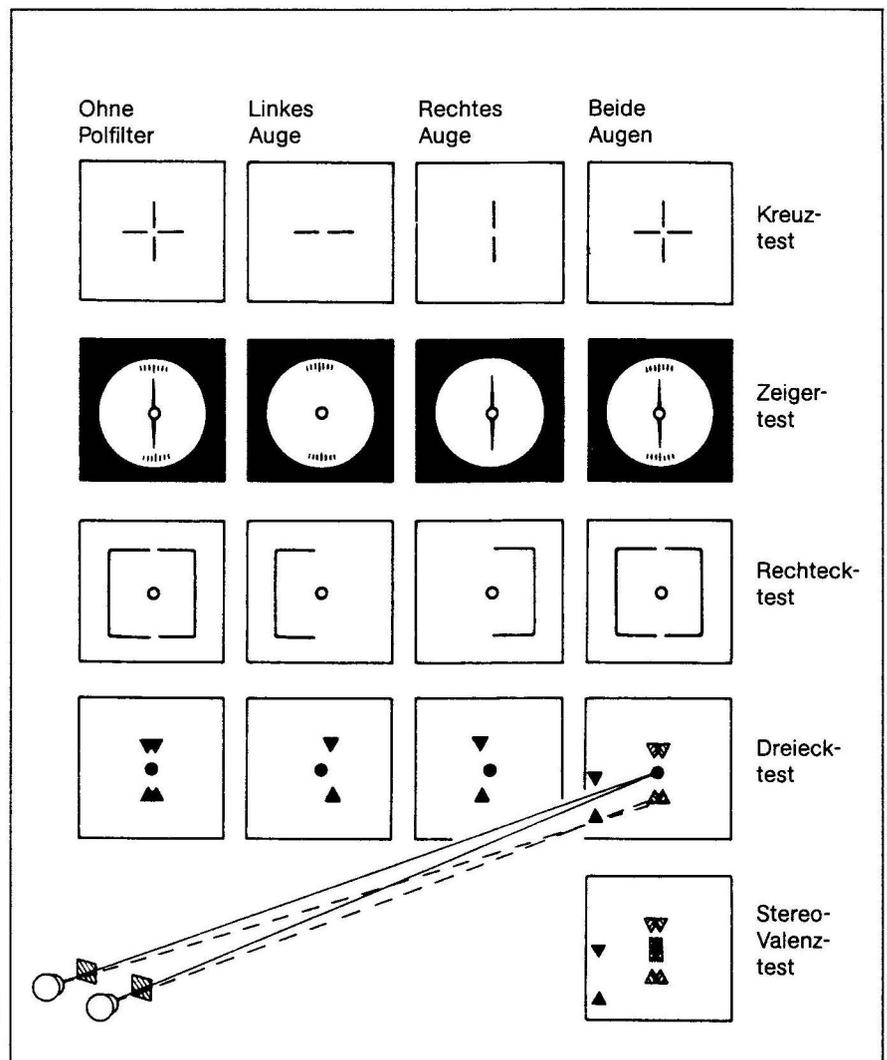


Abb. 1: Testtafeln des Polatest (hergestellt von Carl Zeiss, Oberkochen, Bundesrepublik Deutschland)

- Konvergenz in der Ferne (OEP Punkt 10), (Abreißpunkt und Wiedervereinigungspunkt bei Basisaußen-Belastung, Anm. d. Übers.)
- Abduktion in der Ferne (OEP Punkt 11), (Abreißpunkt und Wiedervereinigungspunkt bei Basisinnen-Belastung, Anm. d. Übers.)
- Konvergenznahpunkt

Hemmungserscheinungen wurden mit dem Polatest und dem Synoptophor (ausgewählte Suppressionsbilder) gemessen. Diese zusätzlichen Messungen erfolgten alle mit den prismatischen und gegebenenfalls refraktiven Korrekturen vor den Augen.

Jeder Patient wurde ungefähr alle drei Monate wieder getestet und so lange einer Neukorrektur unterzogen, bis laut Polatestmessungen keine weitere Änderung der Prismenstärke mehr angezeigt war. Eine vollständige Nachuntersuchung erfolgte frühestens ein Jahr nach Abschluß des Vollkorrektions-Verfahrens. Die Patienten waren angewiesen, während dieses Zeitraums ihre Brille ständig zu tragen.

### Versuchspersonen

Von den insgesamt 73 Patienten, die dem Projekt wegen asthenopischer und/oder Leseschwierigkeiten (problems) zugewiesen worden waren,

wurden 46 als heterophore Patienten eingestuft (das sind 63%, Anm. d. Übers.) und werden in diesem Bericht erörtert. Die Mehrzahl der Fälle hatte bereits andere Augenuntersuchungen bei einer oder mehreren Gelegenheiten hinter sich, bevor sie in dieses Projekt einbezogen wurden. In einigen Fällen waren refraktive Korrekturen verordnet worden, und in vier Fällen war eine Zeit lang ein Konvergenztraining mehr oder weniger systematisch durchgeführt worden. 36 Fälle waren exophorisch und 10 esophorisch. In der Mehrzahl der Fälle war außerdem eine geringe Hypermetropie und/oder eine kleine vertikale Abweichung vorhanden (siehe Abb. 2).

17 andere Klienten, einschließlich Fälle von manifestem Strabismus, Amblyopie und anderen schweren sensorischen Störungen (severe sensory adaptations) sollen in einem anderen Bericht erörtert werden. Die restlichen zehn Patienten wurden nur als Hypermetropie eingestuft und sind im hier behandelten Zusammenhang ohne besonderes Interesse.

Vierzig der heterophoren Patienten waren Kinder im Alter von 10 bis 18 Jahren als die Untersuchung begann. Die anderen sechs Patienten waren zwischen 20 und 50 Jahre alt.

### Ergebnisse

Die Werte für Akkommodation, Fusionsbreiten, Konvergenz, Hemmungen und Sehschärfe sind in Tabelle 1 zusammengefaßt. Daraus geht hervor, daß diese Funktionen besser wurden und in der Mehrzahl der Fälle während der Behandlung ein Normalzustand erreicht wurde. Weitere Verbesserungen ergaben sich in dem Zeitraum bis zur Nachuntersuchung. Es ist zu erkennen, daß sich Fusionsbreiten für die Ferne und Hemmungserscheinungen langsamer besserten als die anderen Funktionen. Disparate Korrespondenz wurde in sieben Fällen bei den anfänglichen Messungen und in einem Fall bei den letzten Messungen festgestellt.

Die Ergebnisse bei den subjektiven Beschwerden sind in Tabelle 2 zusammengefaßt. Von den anfangs insgesamt berichteten 192 Beschwerden verschwanden 165 ganz, und die restlichen 27 wurden im Laufe der Behandlung verringert. Während des Nachkontrollzeitraumes wurden nur geringfügige und unsystematische Veränderungen beobachtet. Weder die Häufigkeit noch das Ausmaß der Beschwerden stand in systematischem Zusammenhang mit der Stärke der erforderlichen Prismenkorrektur. Die prismatischen und refraktiven Kor-

Funktionen	% mit Normalzustand			Kriterien für den Normalzustand
	vor der Behandlung	nach der Behandlung	nach einjährigem Kontrollzeitraum	
Positive relative Akkommodation	60	91	92	≧ 2 dpt
Negative relative Akkommodation	35	88	98	≧ 2 dpt
Positive relative Konvergenz	33	95	98	≧ 15 cm/m
Negative relative Konvergenz	67	97	98	≧ 12 cm/m
Konvergenz in der Ferne <sup>1)</sup>	2	58	72	≧ 15 cm/m
Abduktion in der Ferne <sup>2)</sup>	6	65	98	≧ 6 cm/m
Konvergenznahpunkt	40	100	100	≧ 5 cm
Hemmungserscheinungen	20	45	60	keine
Monokulare Sehschärfe	55	96	96	≧ 1,0
Binokulare Sehschärfe	60	100	100	≧ 1,0

**Tabelle 1: Messungen ausgewählter optometrischer Funktionen, die vor und nach der Behandlung mit prismatischer Vollkorrektur und nach einem Kontrollzeitraum von mindestens einem Jahr durchgeführt wurden. Die Meßwerte sind in Prozentsätzen der Klienten (46) ausgedrückt, die die Kriterien für den Normalzustand erfüllten. (1): Konvergenzreserve, 2): Divergenzreserve, Anm. d. Übers.)**

Subjektive Beschwerden	vor und nach der Korrektur		
	vor der Korrektur	nach der Korrektur	nach einjährigem Kontrollzeitraum
Diplopie	28	1	1
Unschärfe	31	1	1
Trennschwierigkeiten (position shifts)	15	1	1
Unruhe des Seheindrucks	6	3	2
Unnormale Leseentfernung	11	2	1
Fixationsschwierigkeiten	5	1	2
Hemmungserscheinungen	5	0	0
Kopfschmerzen	32	2	3
Augenermüdung	34	9	7
Müdigkeit	25	7	6
Insgesamt	192	27	24

**Tabelle 2: Gesamtanzahl der subjektiven Beschwerden vor und nach der Versorgung mit prismatischer Vollkorrektur und nach einem Kontrollzeitraum von mindestens einem Jahr.**

rektionswerte sind in Bild 2 dargestellt. In 20% der Fälle blieb die anfängliche Prismenkorrektur während des Behandlungs- und des Nachkontroll-Zeitraumes unverändert. In 80% der Fälle mußte die Prismenstärke einmal oder mehrmals erhöht werden, bis ein stabiler Vollkorrektionszustand erreicht wurde. Fünfundzwanzig Patienten erreichten dauerhafte Vollkorrektion mit 5 bis 10 Prismendioptrien. Weitere zwölf Patienten erreichten Vollkorrektion mit weniger als 5 Prismendioptrien. Neun Patienten erzielten endgültige Korrektur mit Wirkungen über 10 Prismendioptrien. Sechs dieser Patienten wurden einer Operation unterzogen und fünf erlangten einen stabilen postoperativen Status. Ein Patient (mit Esoabweichung) mußte nochmals operiert werden, um einen annehmbaren postoperativen Status zu erreichen.

### Diskussion

Alle Versuchspersonen erreichten eine stabile Korrektur, aber es gab große individuelle Unterschiede bei der erforderlichen Anzahl der Nachkorrekturen. In allen Fällen verbesserten sich die optometrischen Funktionen, und die subjektiven Beschwerden gingen während des Behandlungs- und Nachkontroll-Zeitraumes zurück.

In 80% der Fälle waren wiederholte Prismenkorrekturen notwendig, um die volle Abweichung aufzudecken. Haase hat darauf hingewiesen, daß der Aufdeckungsprozeß sowohl die Verringerung der Muskelspannung als auch die Wiederherstellung der bizen-tralen Korrespondenz umfaßt. Da beide Prozesse gleichzeitig beteiligt sein können, sind sie schwer in jedem Einzelfall zu unterscheiden. Obwohl muskuläre Entspannung der Hauptfaktor sein mag, der dem Aufdeckungsprozeß in den meisten Fällen zugrunde liegt, zeigt die häufige Verbesserung der sensorischen Funktionen (Sehschärfe, disparate Korrespondenz und Hemmungserscheinungen), daß eine Überwindung von negativen sensorischen Anpassungen ein normaler Teil des Aufdeckungsprozesses sein kann.

Im Hinblick auf die in der optometrischen Praxis übliche Betonung von Nahsehstörungen ist es interessant, daß sich motorische und sensorische Funktionen für nahe Entfernungen normalisieren, wenn die Winkelabweichung in der Ferne vollständig korrigiert wird. Dieses Ergebnis erhärtet die Ansicht [12], daß Nahsehstörungen Nebenerscheinungen lange bestehender motorischer und sensorischer Kompensationen (Fusion und/oder Akkommodation) von Sehfehlern für

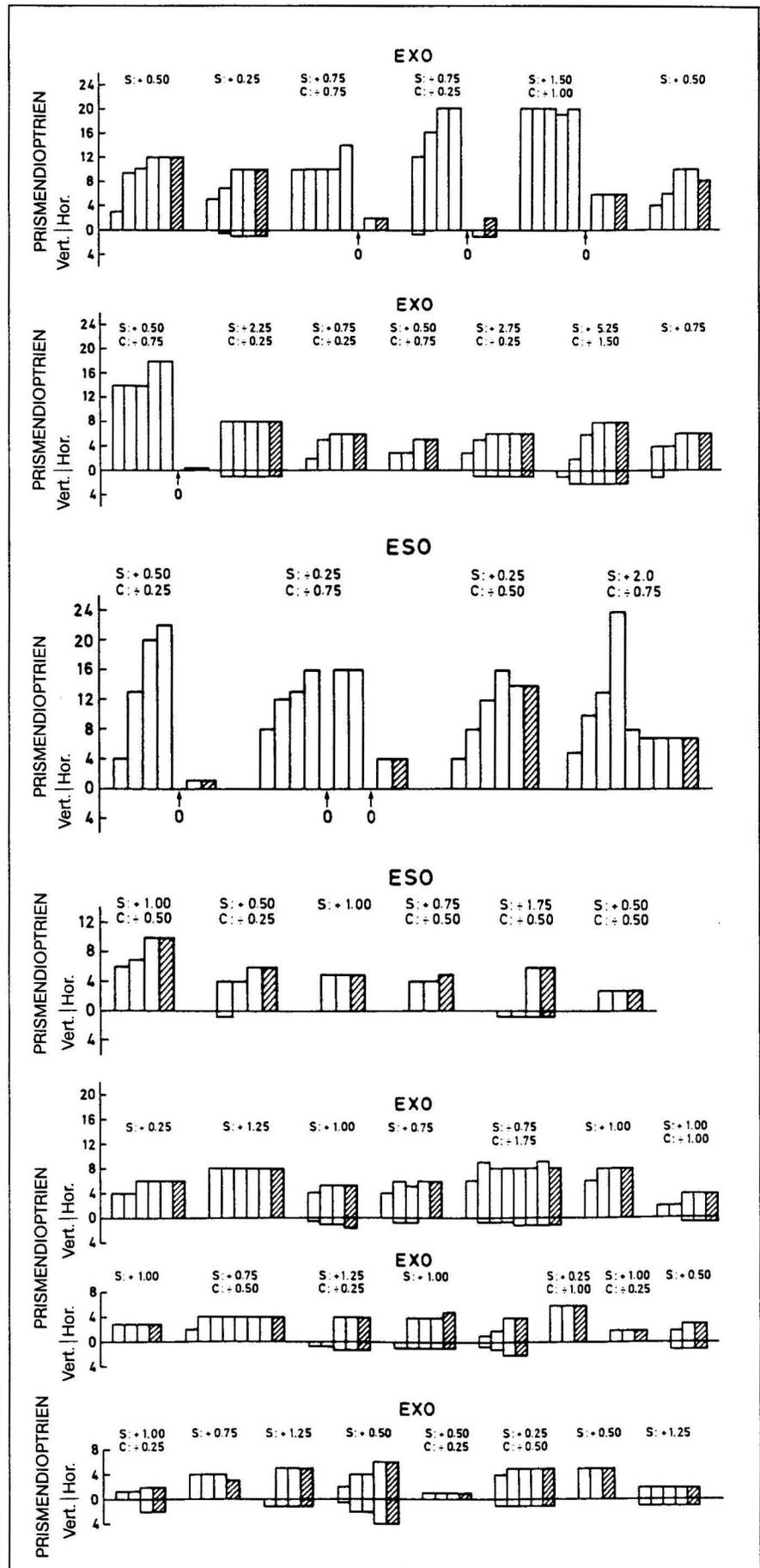


Abb. 2: Individuelle Histogramme der Prismenstärken, die bei aufeinanderfolgenden zentralen Messungen alle drei Monate verordnet wurden. Die Korrektionswerte der Nachkontrollen mindestens ein Jahr nach erreichter Vollkorrektion sind in den schraffierten Flächen dargestellt. Fälle von Operationen sind durch „O“ gekennzeichnet. Der Pfeil zeigt die Phase, in der die Operation durchgeführt wurde. Die zuletzt verordneten Refraktionswerte für dasjenige Auge, das die stärkere Korrektur benötigte, sind über den Histogrammen angeführt (S = Sphäre, C = Zylinder).

die Ferne sind. Bei diesem Projekt wurden keinerlei Nahzusätze verwendet.

In der Mehrzahl unserer Fälle war eine seitliche Abweichung mit Hypermetropie und/oder einer vertikalen Abweichung verbunden. Da sowohl Refraktionsfehler als auch jede Art von Disparation vollständig korrigiert wurden, sollte man nicht alle optometrischen Veränderungen der Korrektur seitlicher Abweichungen zuschreiben. In einigen Fällen hätten signifikante Verbesserungen vielleicht durch refraktive oder vertikale Korrekturen allein erzielt werden können.

Im Falle subjektiver Beschwerden würde ein eindeutiges Zurückführen von Verbesserungen auf Behandlungsauswirkungen eine Kontrolle auf spontane Veränderungen und Placeboeffekte erfordern. Es muß jedoch erwähnt werden, daß in den meisten Fällen die Beschwerden seit Jahren bestanden hatten. Die allmähliche Art der Verbesserungen und auch ihre Stabilität sprechen gegen Placeboeffekte.

In der Mehrzahl der Fälle verschwanden die subjektiven Beschwerden, bevor der Aufdeckungsprozeß beendet war. Vom klinischen Standpunkt aus erhebt sich die Frage, ob eine dauerhafte Beseitigung der Beschwerden durch Teilkorrekturen hätte erreicht werden können. Dies ist eine empirische Frage, die weiter untersucht werden sollte.

Es soll betont werden, daß die vorliegenden Ergebnisse Personen betreffen, die diesem Projekt wegen schwerer und seit langer Zeit bestehender Symptome zugewiesen worden waren. Uns fehlen Häufigkeitswerte von unausgewählten Versuchspersonen. Klinische Daten von 18573 Polatest-Untersuchungen [30] deuten jedoch darauf hin, daß rund 40% jener Personen, die sich einer optometrischen Untersuchung unterziehen, Heterophorie mit Beschwerden (symptoms) sein können, denen durch prismatische Korrekturen geholfen werden kann. Von den 43%, die mit Prismen versorgt wurden, erhielten 78% Prismen mit weniger als 4,0 cm/m, 20% erhielten zwischen 4,5 und 12,0 cm/m und nur 2% erhielten Prismen über 12,0 cm/m, um eine Vollkorrektur nach Polatest-Kriterien zu erzielen.

## Schlußfolgerungen

Der Kurzzeit-Anpassung an erzwungene Abweichungen und der Langzeitverträglichkeit prismatischer Korrekturen von Heterophorien scheinen verschiedene Mechanismen zugrunde zu liegen. Während eine kompensierende Änderung im Tonus der äußeren Augenmuskeln die rasche Anpassung an erzwungene Abweichungen gut erklären kann, scheint ein Aufdeckungsprozeß, welcher Muskelentspannung und Wiederherstellung bizontraler Korrespondenz einschließt, der „Anpassung“ („adaptation“) an prismatische Korrekturen von Heterophorien zugrunde zu liegen.

Individuelle Unterschiede hinsichtlich der Annahme dauerhafter Prismenkorrekturen von Heterophorien beziehen sich nur auf die Anzahl und Stärke der Nachkorrekturen, die erforderlich sind, um stabile (d. h. dauerhaft vollkorrigierende, Anm. d. Übers.) Prismenwerte zu erreichen.

## Literaturhinweise

- [1] Graefe A. von. Ueber musculäre Asthenopie. Arch Ophthal 1862; 8: 314-367.
- [2] Donders FC. Die Anomalien der Refraction und Accommodation des Auges, 2nd ed. Vienna, W. Braumüller; 1888.
- [3] Bielschowsky A., Ludwig A. Das Wesen und die Bedeutung latenter Gleichgewichtsstörungen der Augen, insbesondere der Vertikalablenkungen. Albrecht von Graefe Arch Ophthal 1906; 62 (3): 400-463.
- [4] Percival AS. The prescribing of spectacles, 3rd ed. Bristol, B J Wright & Sons; 1928.
- [5] Sattler CH. Prismenbrillen zur Frühbehandlung des Konkommittierenden Schielens. Klin Monatsbl Augenheilk 1930; 84: 813-816.
- [6] Sheard C. Zones of ocular comfort. Am J Optom 1930 Jan; 7 (1): 9-25.
- [7] Turville AE. Outline of infinity balance: together with a description of the apparatus for use in the technique. London, Raphael; 1946.
- [8] Raab C. von. Die praktische Bedeutung der Gleichgewichtsstörungen der Augenmuskeln Ophthalmologica 1950 Oct; 120 (4): 220-236.
- [9] Cowen L. Binocular refraction: A simplified clinical routine. Br J Physiol Opt 1959; 16: 60-82.
- [10] Mallett RF. The investigation of fixation disparity at near and a new fixation disparity technique, part one/part two. 1964 Dec 4/11; 148: 547-551/574-581.
- [11] Haase H.-J. Über binokulare Prüfverfahren, das binokulare Sehen, seine nicht krankhaften Anomalien und ihren optischen Aus-

gleich. 7. bis 10. Folge: Der Augenoptiker, Düsseldorf 12/1958 und 3, 5, 7/1959.

- [12] Haase H.-J. Binokulare Korrektur. Die Methodik und Theorie von H.-J. Haase, Düsseldorf, Willy Schrickel, 1980.
- [13] Pitts D., Hofstetter HW. Demand-line graphing of the zone of clear single binocular vision. J Am Optom Assoc 1959 Aug; 31(1): 51-55.
- [14] Ogle KN, Pragen Ade H. Observations on vertical divergences and hyperphorias. Arch Ophthal 1953 Mar; 49 (3): 313-334.
- [15] Ogle KN., Martens TG., Dyer JA. Oculomotor imbalance in binocular vision and fixation disparity, Philadelphia, Lea and Febiger; 1967.
- [16] Carter DB. Effects of prolonged wearing of prism. Am J Optom Arch Am Acad Optom 1965 Mar; 40 (5): 265-273.
- [17] Carter DB. Fixation disparity and heterophoria following prolonged wearing of prisms. Am J Optom Arch Am Acad Optom 1965 Mar; 42 (3): 141-152.
- [18] Mitchell AM, Ellerbrock VJ. Fixation disparity and the maintenance of fusion in the horizontal meridian. Am J Optom Arch Am Acad Optom 1955 Oct; 32 (10): 520-534.
- [19] Carter DB. Parameters of fixation disparity. Am J Optom Physiol Opt 1980 Sep; 57 (9): 610-617.
- [20] Schor C. Fixation disparity: A steady state error of disparity-induced vergence. Am J Optom Physiol Opt 1980 Sep; 57 (9): 618-631.
- [21] Henson DB, North R. Adaptation to prism-induced heterophoria. Am J Optom Physiol Opt 1980 Mar; 57 (3): 129-137.
- [22] North R., Hensen DB. Adaptation to prism-induced heterophoria in subjects with abnormal binocular vision or asthenopia. Am J Optom Physiol Opt 1981 Sep; 58 (9): 746-752.
- [23] Jones R. Fusional vergences: Sustained and transient components. Am J Optom Physiol Opt 1980 Sep; 57 (9): 640-644.
- [24] Saladin JJ, Carr LW. Fusion lock diameter and the forced vergence fixation disparity curve. Am J Optom Physiol Opt 1983 Dec; 60 (12): 933-943.
- [25] Baumann H. Muskuläre Asthenopie und Kopfschmerz bei manifesten und latenten Störungen des Binocularsehens. Zeiss Mitteilungen 4/4 Zeiss Sonderdr. S. 20-709d.
- [26] Goersch H. Dekompensierte Heterophorien und ihre Auswirkungen auf das Sehen. Der Augenoptiker 1978 May; 33 (5): 13-23.
- [27] Haase H.-J. Binocular testing and distance correction with the Berlin Polatest. J Am Optom Assoc 1962 Sep; 34 (2): 115-125.
- [28] Goersch H. Decompensated heterophoria and its effect on vision. Optician 1979 Jun 29; 177 (4593): 13-16, 29.
- [29] Pickwell D. Binocular vision: The Berlin outlook. Optician, 1977 Dec 2; 174 (4513): 8, 11, 35.
- [30] Günther K. Heterophorien im Spiegel der Statistik. Der Augenoptiker 1980 Dec; 35 (12): 2-9.