

# Über binokulare Prüfverfahren, das binokulare Sehen, seine nicht krankhaften Anomalien und ihren optischen Ausgleich

Mitteilungen aus der Forschungs- und Entwicklungsarbeit der Fachschule für Optik und Fototechnik, Berlin - Direktor Dr. W. Thiel's  
 Von Hans-Joachim Haase

Fortsetzung aus Heft 2 1959

## Neue Polarisations- und Kreuztestverfahren für die binokulare Prüfung c. der Zykliphorietest

### Zweck

Der Zykliphorietest wurde in erster Linie für die Feststellung und Messung von Zykliphorien<sup>1)</sup> entwickelt. In zweiter Linie erlaubt er jedoch das Auffinden und den Ausgleich von horizontalen Stellungsehlern, deren Entdeckung am Kreuztest durch zentrale Unterdrückungserscheinungen oder auch durch Verschiebungen in der fovealen Korrespondenz beider Augen behindert wird (s. Heft 9/1959, S. 8). Diese Möglichkeit ist für den Praktiker mindestens ebenso wichtig wie die eigentliche Zweckbestimmung des Testes. Auch horizontale Stellungsehlern mit monokularen oder alternierenden Anomalien dieser Art, die ihrem Wesen nach nichts anderes darstellen als sensorische Anpassungen an die Stellungsehlern zur doppelbildfreien Einsparung fusionaler Anstrengungen, sind nämlich sehr häufig.

### Grundsätzliches über Zykliphorien und ihre Messung

Unter Zykliphorie versteht man, dem Wortsinn entsprechend, eine latente oder manifeste Neigung zur gegenseitigen Verrollung der Augäpfel um Drehachsen, die ungenähert mit den Hauptfixierlinien zusammenfallen.

Die Verrollung eines Augäpfels oder beider Augäpfel gegeneinander führt, wie sich leicht einsehen läßt, zu einer gleich großen, aber entgegengesetzt gerichteten gegenseitigen Verrollung der monokularen Seheindrücke um den gemeinsamen Fixierpunkt. Durch die Bulbusverrollung werden die Netzhautmeridiane um die Fovea als Mittelpunkt gedreht. Sie behalten nach der Drehung ihre Lokalisationsgewohnheiten, denn sie bleiben ja mit den gleichen Elementen des Sehzentrum verbunden wie vorher. Wird beispielsweise infolge einer Verrollung ein ehemals senkrechter Netzhautmeridian seitlich nach rechts geneigt, so stammen die danach auf ihm liegenden Bildpunkte von einer im gleichen Winkel nach rechts geneigten Linie im Objektraum. Diese Linie wird nun als senkrecht stehend, d. h. also, gegenüber ihrer wirklichen Richtung nach links geneigt wahrgenommen. Vergewegenwärtigen wir uns ferner, daß in dem nach rechts oder im Uhrzeigersinn verrollten Auge ein rhodum nach links schräger Meridian nun senkrecht liegt, daß auf ihm senkrechte Objektkonturen abgebildet und um den gleichen Winkel schräg nach links geneigt wahrgenommen werden, um den das Auge nach rechts verrollt wurde, so wird klar, daß die Verrollung des Seheindrucks in allen Meridianen der Bulbusverrollung entgegengerichtet, ihr aber winkelmäßig gleich sein muß.

Für die Auswirkungen einer Zykliphorie wichtig ist aber nicht die absolute Verrollung des Einzelauges. Wenn beide Augen in gleicher Richtung und um den gleichen Winkel ver-

gegenseitig Verrollung beurteilen lassen. Fürville verwendete hierfür zwei monokular sichtbare, senkrechtparallel nebeneinander stehende Striche, sie wurden bei Zykliphorie nicht parallel, sondern V-förmig oder dachförmig gegeneinander geneigt wahrgenommen (s. Heft 11/1957). Im POLATES<sup>2)</sup> BERLIN sind auf ähnliche Weise schon der Kreuztest und der Aniseikonstest für die grobe Feststellung von Zykliphorien geeignet. Das Kreuztestbild erscheint bei beispielsweise V-förmiger Zykliphorie nicht mehr rechtwinklig, sondern mit nach links geneigten vertikalem und links angehobenem horizontalem Balken. Am Aniseikonstest scheitern bei V-förmiger Verrollung der Augen die beiden monokularen Figurenteile dachförmig gegeneinander geneigt zu sein (Abb. 29).

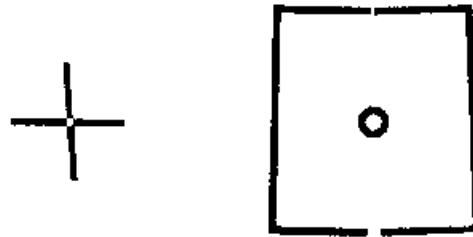


Abb. 29

Binokularer Seheindruck am Kreuztest und am Aniseikonstest bei V-förmiger funktioneller oder dachförmiger optischer Zykliphorie.

Alle diese Tests lassen aber die Verrollungen nur qualitativ erkennen. Eine Messung des Winkels zwischen den Seheindrücken wäre an derartigen Figuren nur möglich entweder mit in sich verstellbaren Testausführungen, deren monokularen Elementen eine meßbare Gegeneigung bis zum scheinbaren Normalstand der Seheindrücke gegeben werden könnte, oder an den völlig unveränderten Testen mit Hilfe besonderer optischer Systeme vor den Augen, die eine Drehung mindestens eines der monokularen Abbildungsstrahlengänge erlauben (z. B. Geradesichtprismen).

Es ist weiterhin zu bedenken, daß das gesunde Augenpaar auch Zykliphorien im gewissen Grade fusional ausgleichen kann, und zwar durch eine Ausgleichsdrehung, welche durch die in der Peripherie auseinanderklaffenden Seheindrücke ausgelöst und im wesentlichen durch die schrägen Augenmuskeln bewirkt wird. Will man also die volle Fehlergröße in der rotatorischen Ruhelage messen, so muß man einerseits dafür sorgen, daß keine peripheren Drehfusionsreize entstehen können; andererseits müssen aber die Fixierlinien beider Augen gemeinsam auf einen Drehungsmittelpunkt in der Testebene ausgerichtet sein.

### Aufbau und Wirkungsweise des neuen Testes

Der neue Zykliphorietest (n. Haase), dessen Gesamtansicht bei Betrachtung ohne Analysatoren in Abb. 20 (Heft 8/1959) gezeigt ist, enthält deshalb einen binokular wahrnehmbaren Fixierpunkt, und das Umfeld ist kreisrund und zu diesem Fixierpunkt konzentrisch begrenzt. Verrollungen der monokularen Umfeldbilder um den Fixierpunkt werden demnach nicht wahrnehmbar, und somit können vom Umfeldrand keine Drehfusionsreize ausgelöst werden. Durch den relativ starken Kontrast zwischen der kreisrunden Begrenzung und dem Innenfeld ist dafür gesorgt, daß andere binokular sichtbare Objekte außerhalb der Testfläche die Aufmerksamkeit kaum noch erregen und die Verrollung nicht behindern können.

Erkannt und abgelesen werden Verrollungen an den monokularen sichtbaren Sehzeichen des Testes. Abb. 30 gibt die monokularen Netzhautbilder bei Betrachtung des Testes durch die normalen Analysatoren wieder, und zwar Abb. 30 a das des linken und 30 b das des rechten Auges. Beide Bilder enthalten die Ausgangspunkte für die Ablesung längere senkrechte Elemente, die auf den senkrecht liegenden Netzhautmeridianen abgebildet werden; dies sind die längeren Skalenmittelstriche im linken und der Doppelzeiger im rechten Seheindruck. Bei Normalstellung beider Augen muß sich also ein binokularer Seheindruck ergeben, in dem der Zeiger oben und unten genau auf die Mittelstriche weist.

(Fortsetzung Seite 11)

rollt werden, bleibt die binokulare Deckung der monokularen Seheindrücke ungestört, und die an sich gegebene seitliche Neigung aller Wahrnehmungen wird sensorisch richtiggestellt. Kritisch wird es erst, wenn nur ein Auge verrollt wird, oder beide Augen um ungleiche Winkel oder gar in entgegengesetzter Drehrichtung. Die monokularen Seheindrücke decken sich dann zwar — bei sonst normaler Sehrichtungsgemeinschaft — noch in den Fixierpunkten, aber zur Peripherie hin klaffen sie auseinander. Man nennt diese Form des Doppelsehens Konturndiagnostik. Sie fällt normalerweise nur an Objekten auf, die seitlich vom Fixierpunkt liegen und deshalb in der Höhe doppelt (höhendiplast) wahrgenommen werden. Ober- und unterhalb des Fixierpunktes liegende Objekte dagegen werden quer disparat abgebildet, und daraus entsteht nur ein einfacher, räumlich verschobener Seheindruck. In einem späteren Abschnitt wird darüber näheres ausgeführt werden.

Auf Zykliphorie prüfen kann man, indem man beiden Augen getrennt Objekte darbietet, deren Wahrnehmungsbilder sich auf

<sup>1)</sup> „Zykliphorie“ von (griechisch) *kyklos* = Kreis und *phorá*, einem sehr vieldeutigen Wort mit den deutschen Bedeutungen: Bellreg. Leistung, Bewegung, aber auch Stimmung und Neigung. Ähnlich wie etwa „Exophorie“ eine Neigung zur Abweichung der Augen nach außen bedeutet, könnte man also „Zykliphorie“ mit „Neigung zur Abweichung in Kreisform“ übersetzen.

Weicht eine der Fixierlinien infolge eines fusional unbewältigten horizontalen Stellungsfehlers vom Testfixierpunkt ab, so müssen sich die Bilder des Zeigers und der Skalenteilungen seitlich gegeneinander verschieben. Bei einer nicht ganz bewältigten Esophorie z. B. ergibt sich eine binokulare Wahrnehmung wie in Abb. 31. Es dürfte einleuchten, daß derartige Auswanderungen an diesem Test nur zustandekommen können, wenn die foveale Fusion oder die foveale Korrespondenz nicht ganz in Ordnung ist; in dem in Abb. 31 wiedergegebenen Fall wird im linken Auge das Bild des Fixierpunktes entweder unterdrückt, oder es wird gegenüber der Peripherie nach rechts verschoben lokalisiert, so daß in beiden Fällen kein fovealer Fusionsreiz entsteht und zentrale Doppelbilder vermieden werden. Bei der Prüfung am Kreuztest würde der gleiche Prüfling im Falle linksseitiger Unterdrückung die Mittelpartien des waagerechten Balkens nicht oder nur unsicher wahrnehmen, so daß er die Nullstellung des Kreuzes nicht zuverlässig beurteilen könnte;



Abb. 30  
Monokularer Scheineindruck am Zyklaphorietest  
a. linkes Auge, b. rechtes Auge.

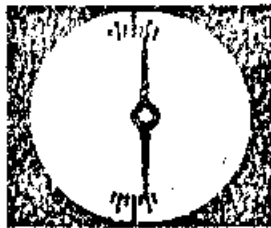


Abb. 31  
Binokularer Scheineindruck bei Esophorie mit zentraler Unterdrückung oder Lokalisationsverschiebung des linken Auges.

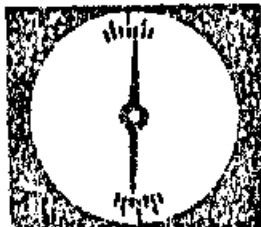


Abb. 32  
Binokularer Scheineindruck bei dachförmiger funktioneller oder Y-förmiger optischer Zyklaphorie von 5°.

Im Falle verschobener zentraler Korrespondenz und Lokalisation im linken Auge dagegen würde der Kreuztest in Nullstellung erscheinen, auf meist deutlich schwächerem senkrechtem und grauerem waagerechtem Balken. Zu korrigieren wäre der Prüfling beide Male in gleicher Weise: man müßte nach dem Scheineindruck am Zyklaphorietest temporäre Prismen hinzulegen, bis die Normalstellung erreicht ist. Mit dieser Korrektur wird dann meist auch der Kreuztest sicher und mit gleich schwarzen Balken in Nullstellung erscheinen, wird er dagegen nun in bleibender Exophoriestellung wahrgenommen, so ist also schon relativ fest „eingefahren“ anomale Korrespondenz im engeren fovealen Bereich anzunehmen, die möglicherweise nicht mehr normalisiert werden kann. Das zu beurteilen und ggf. zu versuchen, wäre Aufgabe eines Praktikers, der die modernen orthoptischen Behandlungsmethoden beherrscht.

Bei Zyklaphorien verändern sich die beiden monokularen Scheineindrücke gegeneinander um den Betrag der Verzerrung, aber entgegengesetzt zur Richtung der Verzerrung. Zwischen den einzelnen Skalenteilchen liegen jeweils 5°, folglich gibt Abb. 32 den Scheineindruck bei einer dachförmigen Zyklaphorie von 5° wieder.

## Ursachen und Auswirkungen von echten Zyklaphorien

„Unechte“ Zyklaphorien werden wir im nächsten Abschnitt behandeln. Alle echten Zyklaphorien werden durch Anomalien im Bereich der Höhenwender und besonders der schrägen Augenmuskeln verursacht. Sie können wie alle Stellungsanomalien entweder konstitutionell oder pathologisch sein. Man wird pathologische Vorgänge immer dann vermuten müssen, wenn nach bisher einwandfreiem Binokularsehen ein Stellungsfehler — also auch eine Zyklaphorie — plötzlich latent oder manifest neu auftritt oder ein schon immer vorhandener und bisher bewältigter Fehler dieser Art manifest wird und sich subjektiv störend auswirkt.

Bei Zyklaphorie ist im ersteren Fall als Ursache eine teilweise oder totale Lähmung eines der schrägen Muskeln anzunehmen, die stets auch mit einer Höhenabweichung verbunden ist. Im zweiten Fall liegt eine vielleicht krankheitsbedingte Schwächung des Drehfusionsvermögens vor. Die sehr schwierige genauere Klärung solcher verdächtigen Fehler, die häufig Symptome für schwere Allgemeinerkrankungen sind (multiple Sklerose, Hochdruckleiden, Diabetes, Lues), muß selbstverständlich einem Facharzt überlassen bleiben. Nur interessanter sei erwähnt, daß besonders häufig isolierte Störungen des Trochlearis solche plötzlichen, meist manifesten Zyklaphorien verursachen, die ohne markante Lähmungserscheinungen nur mit einem manchmal geringgradigen — Höhenfehler gekoppelt sind. Bekanntlich werden die anderen Höhenwender gemeinsam mit dem inneren geraden dem Lidhebenmuskel, dem Irischließmuskel und dem Ziliarmuskel (Akk-Anspannung) vom Oculomotorius innerviert; sie werden infolgedessen meist auch nur gemeinsam gestört werden, und daraus ergibt sich dann außer der Zyklaphorie ein ganzer Symptomkomplex, der schon dem betrachtenden Laien und dem Betroffenen selbst in aller Regel als krankhaft auffällt und ihn zweifelsohne einen Arzt aufsuchen läßt. Wenn alte Zyklaphorien sich plötzlich störend auswirken weil sie fusional nicht mehr überwunden werden, so könnte dem zwar ein normaler Abbau der Ausgleichsreserven infolge des Alters zugrunde liegen, aber ebenso gut auch eine Verminderung des Fusionsvermögens durch pathologische Prozesse.

Für nicht pathologisch dagegen dürfte man reich Überlegungsmäßig alle Zyklaphorien halten, welche fusional gut überwunden werden. Die fusionale Überwindung würde nämlich beweisen, daß der Fehler seit langem besteht, da sonst die Ausgleichsfunktion nicht entwickelt sein könnte.

Wir haben aber solche Zyklaphorien bisher noch niemals gefunden, obwohl es so gut wie ausgeschlossen ist, daß die schrägen Muskeln konstitutionell in aller Regel soviel besser aufeinander abgestimmt sind als die übrigen Augenmuskulatur. Man darf aber wohl vermuten, daß die rotatorischen Richtungsmeridiane noch gar nicht von der Geburt her festliegen, sondern ähnlich wie auch die Richtungsmeridiane der beiden Foveae sich erst allmählich mit der Entwicklung der Sehtfunktionen herausbilden, so daß sie sich zwangsläufig recht genau den gegebenen Muskelverhältnissen anpassen. Als Zyklaphorien könnten dann nur spätere Veränderungen der rotatorischen Ruhelagen auffallen, die eingesetzt haben, nachdem die Richtungsmeridiane der Netzhautmeridiane bereits mehr oder weniger fest entwickelt waren. Da die Meridiane anatomisch und funktionell ungefähr gleichwertig sind, spielt es für die Sehtfähigkeit des Individuums keine Rolle, welcher von ihnen für die Richtung „senkrecht“ benutzt und eingewöhnt wird und welche Meridiane für die anderen Richtungen; hinsichtlich der Foveae und der Verlagerung ihrer anatomisch vorgegebenen Führungsfunktionen auf periphere Netzhautbezirke (anomale Korrespondenz, exzentrische Fixation als letzte Stadien der sensorischen Anpassung an manifeste Schiefheiten) liegen die Dinge bekanntlich sehr viel ungünstiger.

Der Verfasser hat aus seinen praktischen Erfahrungen heraus sogar Grund zu der Vermutung, daß die rotatorischen Richtungsmeridiane und mit ihnen die binokular-rotatorische Korrespondenz der Netzhautmeridiane auch nach Abschluß der körperlichen Entwicklung noch verhältnismäßig leicht im Sinne einer binokularen Anpassung an die Muskelverhältnisse abgewandelt werden können, wenn diese Abstimmung vorher nicht möglich war. Anlaß für diese Vermutung sind Beobachtungen des Verfassers an einigen Versuchspersonen mittleren Alters, die mit Sicherheit seit Jahren nicht binokular gesehen, sondern monokular unterdrückt hatten, ohne die Fähigkeit zu normaler Korrespondenz einzubüßen; infolgedessen konnten sie mit refraktiven und prismatischen Korrekturen zum Binokularsehen gebracht werden. Während der Korrekturbestimmung lauten sich bei einigen von ihnen Zyklaphorien bis zu etwa 5°, die sanft aber einige Wochen nach Verabfolgung der Brille nicht mehr nachweisbar waren. Daß dieser Ausgleich motorisch durch Spannungsänderungen zwischen den geraden und schrägen Höhenwendern bewirkt wurde, ist u. E. wenig wahrscheinlich, weil dann ziemlich sicher auch Änderungen des vertikalen Muskelgleichgewichts zu beobachten gewesen wären. (Wird fortgesetzt)