

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. Thiele

Von Hans-Joachim Haase

Fortsetzung aus Heft 2/1959

c) Die Nachtmyopie

Unter Nachtmyopie wird bekanntlich eine in der Dämmerung bzw. Dunkelheit bei angeblich fast allen Menschen auftretende Verschiebung der Einstellrefraktion auf negative Werte hin verstanden. Sie ist an sich seit dem Ende des vorigen Jahrhunderts bekannt (Lord Rayleigh), wurde aber erst in den letzten zwanzig Jahren genauer untersucht. Die Nachtmyopie hat durchaus auch eine praktische Bedeutung insofern, als in der Dämmerung und nachts mancher Emmetrop erst mit einer schwachen Minusbrille, mancher Fehlsichtige erst mit einem entsprechenden negativen Zusatz zur „Tagesbrille“ optimal in die Ferne sehen kann. Schon im Kino kann sich bei Emmetropen und bei vollkorrigierten Ametropen die Nachtmyopie störend bemerkbar machen, erst recht aber natürlich bei beruflichen Tätigkeiten, für die gutes Sehen in die Ferne bei geringer Helligkeit notwendig ist.

In ersten, durch Versuche von Ottero und Duran angeregten Messungen von Kühl (1944) an vier Versuchspersonen im Alter zwischen 17 und 45 Jahren stellte sich die nachtmyopische Refraktion plötzlich beim Unterschreiten einer Gesichtsfeldleuchtdichte von etwa 0.1 asb (= Vollmondbeleuchtung) ein und wich um -1.37 bis -3.5 dpt von der Tages-Fernpunktrefraktion ab (s. Mütze 1). Schober (4) stellte dagegen ein stetiges Anwachsen der Nachtmyopie bei allmählicher Verringerung der Leuchtdichte von 10 000 bis auf 0.01 asb fest; ihr durchschnittlicher Höchstbetrag war bei einer größeren Anzahl von Augen (ohne Altersangabe) knapp -3.5 dpt.

Die refraktive Umstellung des Auges bei Dunkelheit scheint demnach individuell zwar mit verschiedenen Beträgen, überall aber in gleicher Richtung, nämlich als Myopie, aufzutreten. Beim Zustandekommen der Nachtmyopie wirken nun allerdings zahlreiche verschiedene, quantitativ kaum ganz genau überblickbare Ursachen mit. Nach Ottero, Duran und Ivanoff spielt die Änderung der sphärischen Aberration des Auges bei weit geöffneter Pupille eine gewisse Rolle, nach Ronchi auch das Purkinjische Phänomen (Umkehrung der subjektiven Farbenhelligkeitwerte bei Nacht) und die von ihm angenommene Dunkelverschiebung der Einstellwellenlänge vom Gelbgrün zum Blaugrün hin (s. Schober 4).

Sicher ist aber, daß am Zustandekommen der Nachtmyopie auch die Akkommodation mitwirken muß. Erstens ist die Größe der Nachtmyopie nach den Untersuchungen von Kühl und Schober im gewissen Grad altersabhängig; zweitens aber könnte man mit den anderen, eben genannten Faktoren allein rechnerisch nur einen Betrag von durchschnittlich etwa -1.0 dpt erklären. Nach Schober tritt in atropinisierten Augen gegenüber der Fernpunktrefraktion ohne Atropin im allgemeinen eine Nachtmyopie von nur rund -0.5 dpt auf; hieraus allein läßt sich schon das allgemeine Mitwirken der Akkommodation im Normalfall erkennen; andererseits wird durch dieses Experiment aber auch die Gesamtwirkung der übrigen Faktoren mit ungefähr -1.0 dpt bestätigt, wenn man berücksichtigt, daß die Atropinlähmung eine Entspannung der Akkommodation bis durchschnittlich etwa 0.5 dpt über den Fernpunkt hinaus bewirken soll.

Schober hat nach Mütze (1) aber Nachtmyopien von -1.5 bzw. -1.0 dpt auch noch an einer 76 und einer 72 Jahre alten Versuchsperson festgestellt, obwohl hier weder Akkommodation noch sphärische Aberration infolge weiter Pupille eine wesentliche Rolle gespielt haben dürften.

Die Rolle der Akkommodation in der Nachtmyopie bleibt also quantitativ vorläufig recht unklar. Man kann nur vermuten, daß beim Nachtsehen in der Regel gegenüber der Fernpunkteinstellung um gewisse, aber individuell verschiedene Beträge positiv akkommodiert wird. Hieraus ergibt sich, daß eine Kopplung des Pupillenspiels auch mit dem akkommodativen Anteil der Nachtmyopie nicht anzunehmen ist, denn positive Akkommodation geht an sich mit Pupillenverengung einher. Direkte funktionelle Zusammenhänge sind aber vorläufig auch nicht zu erkennen zwischen dem akkommodativen Anteil der Nachtmyopie

und der Hell-Dunkelreaktion im Vergenzsystem. Solche Zusammenhänge wären aber immerhin möglich, denn auch die Nachtmyopie tritt individuell in sehr verschiedenen Beträgen auf, es wäre z. B. durchaus denkbar, daß in Fällen mit Nachtmyopien von nur 0.5 — 1.0 dpt, wie sie sich nach Mütze (1) in den Meßreihen von Schober finden, nicht positiv, sondern um gewisse Beträge negativ (gegenüber der Fernpunkteinstellung) akkommodiert wurde. Man kann also zum mindesten die Möglichkeit nicht ausschließen, daß die Akkommodation in der Nachtmyopie individuell auch in verschiedener Richtung mitwirken und somit in ihrem Verhalten dem des Vergenzsystems in der Dunkelreaktion ähneln kann. Versuche zur genaueren Klärung der Zusammenhänge würden sicher lehrreich sein.

Kühl nahm an, die nachtmyopische Einstellung des Auges entspreche der wahren Akkommodationsruhe im sozusagen dynamischen Gleichgewicht der rein mechanischen Elastizitätskräfte des Ziliarkörpers und der Augenlinse. Diese Ansicht gilt — mit Beschränkung auf den akkommodativen Anteil der Nachtmyopie — auch heute noch als verbindlich. Man vermutet, der Einstellpunkt bei Akkommodationsruhe liege nicht im Fernpunkt, sondern näher zum Auge hin; beim Tagessehen lieferten die relativ starken Kontraste der Sehobjekte so kräftige Akkommodationsreize, daß ohne merkliche Anstrengung eine negative Akkommodation vom Ruhepunkt aus bis zur Fernpunkteinstellung möglich werde. Bei herabgesetzter Helligkeit reichten die Akkommodationsreize zur Auslösung eines negativen Akk.-Impulses aber nicht mehr aus, so daß die echte Akkommodationsruhe eintrete.

d) Versuche von Lau, Mütze und Siebeck

Lau und Mütze nahmen Refraktionsmessungen mit einem von ihnen entwickelten Dioptrimeter vor. Dieses Instrument ist äußerlich ein kurzer Kasten mit einer Einblicköffnung für den Prüfling. In ihm werden dem Prüfling als Testobjekt die etwas unscharfen Beugungsstreifen dargeboten, die beim Blick auf zwei mit Abstand hintereinander angeordnete und von hinten durchleuchtete Gitterplatten zu sehen sind. (Staketenphänomen nach Niederrhoff). Der Prüfling kann mit Hilfe eines Einstellknopfes die Gitterkonstante des einen Gitters ändern, und dadurch kann das auch bei günstigster Einstellung stets unscharfe Beugungsbild in jede beliebige Entfernung vor oder hinter dem Auge des Prüflings gebracht werden. Aus der Stellung des Triebknopfes ergibt sich die jeweils eingestellte Distanz bzw. ihr Kehrwert. Es sind weiterhin Vorrichtungen zur Drehung der Testfigur für Astigmatismusprüfungen und zur automatischen Registrierung der vom Prüfling gewählten Einstellungen angebracht. Nach Mütze (1) ist das Beugungsbild stets nur in einer einzigen Einstellung des Gerätes am deutlichsten, die Akkommodationsbreite ist also offenbar an diesem Gerät gleich Null wie in den Dunkelversuchen von Palacios, Ottero und Duran. Es gelang lediglich einigen Versuchspersonen, bei größter Helligkeit die Akkommodation des Auges etwas zu verändern und die Streifen über einen Bereich, der aber nicht dem Akkommodationsbereich entsprach, scharf zu sehen. Diese Änderung der Akkommodation gelang nur durch intensive Vorstellung, daß sich die Streifen im Raum in einer bestimmten Richtung vom oder zum Auge bewegten. Ließ die betreffende Versuchsperson die Vorstellung fahren, so glitt das Auge wieder mit seiner Akkommodation in die alte Lage. Außerdem deckte sich die gewählte Einstellung niemals mit der Fernpunktrefraktion der Prüflinge, sondern sie lag fast immer ungefähr in der Mitte zwischen der Fernpunkt- und Nahpunktrefraktion; je jünger die Prüflinge bzw. je größer ihre Akkommodationsbreiten waren, desto mehr differierten ihre Einstellwerte in den einzelnen Messungen, und etwa vom 30. Lebensjahr an war die Streuung im allgemeinen kleiner als ± 0.5 dpt. Astigmatische Fehler wurden am Dioptrimeter meistens etwas größer gemessen als in der normalen subjektiven Refraktionsbestimmung mit Probiergläsern (Nebel- und Kreuzzylindermethode). Lau und Mütze nehmen an, daß die DioptrimeterEinstellung der Akk.-RuheEinstellung der Prüflinge entspreche. Diese ergibt sich nach ihrer Ansicht erstens daraus,

daß den Prüflingen alle Anhaltspunkte für die wahre Entfernung des Sehobjektes fehlen, und zweitens aus der Unschärfe bzw. Unbestimmtheit der Objektkonturen, durch die die Akkommodationsreize gegenüber natürlichen Sehobjekten erheblich herabgesetzt würden. Ob ein gewisser Dunkelaffekt die Messungen mitbeeinflusst haben könnte, läßt sich von hier aus nicht beurteilen, da uns die Leuchtdichtewerte des Gerätes nicht vorliegen.

Siebeck führte Messungen zur Feststellung des hypothetischen Akk.-Ruhepunktes mit Hilfe des Scheinerverfahrens durch, da ihm die Festlegung der Refraktion nach dem Merkmal der größten Schärfe bei sehr geringer Leuchtdichte, wie in den Versuchen von Küh l, zu unsicher schien.

Im Scheinerverfahren wird bekanntlich dem zu prüfenden Auge eine Blende mit zwei im Pupillenbereich liegenden sehr engen Öffnungen vorgesetzt (bei Siebeck: Lochabstand 3 mm, Lochdurchmesser je 0,3 mm). Durch beide Blendenöffnungen wird dem Auge, unabhängig von seinem refraktiven Zustand, je eine scharfe Netzhautabbildung eines in praktisch unendlichem Abstand (bei Siebeck = 9 m) angebrachten Objektes vermittelt. Siebeck benutzte als Objekt einen 40 cm langen und 3 mm breiten leuchtenden Spalt. Bei emmetroper Feineinstellung des Auges liegen die beiden Bilder sich deckend auf der Netzhaut, bei allen anderen Einstellungen decken sie sich dagegen entweder vor oder hinter der Netzhaut, so daß dann auf der Netzhaut zwei Bilder nebeneinander liegen und auch wahrgenommen werden. Diese Bilder werden — wegen der geringen Durchmesser der abbildenden Bündel — auch bei größeren Refraktions- oder Einstellfehlern niemals merklich unscharf; infolgedessen kann ein Unschärfen-Akkommodationsreiz nicht ausgelöst werden. Die Einstellrefraktion des Auges ist jeweils gleich der Wirkung desjenigen Glases vor oder hinter der Scheinblendende, mit dem die nebeneinanderliegenden Netzhautbilder zur Deckung gebracht werden. Diese Koinzidenz aber ist ohne Frage ein genaueres Einstellmerkmal als die nur schlecht beurteilbare größte Schärfe irgendwelcher Objekte bei Vollmondblendungsstärke.

Siebeck ermittelte mit dieser Anordnung an 10 Versuchspersonen im Alter zwischen 25 und 35 Jahren eine durchschnittliche Naheinstellung gegenüber der individuellen Fernpunktrefraktion um 0,68 dpt (n. Mütze 1). Dieser Wert ist als akkommodativ verursacht anzunehmen, da Siebeck die anderen Komponenten der Nachtmyopie rechnerisch eliminierte. Es wird angenommen, daß auch diese Messungen — wegen des Fehlens von Reizen zur akkommodativen Scharfeinstellung — in der wahren Akk.-Ruhelage erfolgten. Daß außerdem auch die Lichtreizstärken auf der Netzhaut in dieser Scheiner-Anordnung sehr gering sind, ist offensichtlich, wird aber bisher für nicht kritisch gehalten.

e) Die hypothetische Akkommodations-Ruhelage

Aus allen diesen Versuchen, die unter so verschiedenen Bedingungen abliefen und die zwar nicht gleiche, aber doch ähnliche Ergebnisse zeigten, glaubt man allgemein folgern zu sollen, daß beim Emmetropen der Einstellpunkt bei wirklicher Akkommodationsruhe gar nicht im Unendlichen liege, sondern nach etwas summarischer älterer Ansicht in etwa 0,5 — 2 m Entfernung vor den Augen, während Küh l, Lau und Mütze einleuchtenderweise eine von der individuellen Akk.-Breite und damit vom Alter abhängige Lage dieses Punktes annehmen; die beiden letzteren glauben auch, seine individuelle Lage mit Hilfe des Dioptriometers recht zuverlässig und unter Ausschaltung der übrigen Faktoren der Nachtmyopie gemessen zu haben. Wie bereits erwähnt, liegen die Dioptriometerwerte jeweils ziemlich genau in der Mitte zwischen der Fern- und Nahpunktrefraktion.

Es wird von allen Autoren ungefähr übereinstimmend angenommen, daß der Übergang in diese Ruheeinstellung immer dann erfolge, wenn die äußeren Umstände keinen gelinden Zwang zur akkommodativen Einstellung auf die normale Fernpunktweite ausüben, z. B. also, wenn infolge von geringer Kontraste kein ausreichender Reiz zur Auslösung eines negativen Akkommodationsimpulses vorhanden sei, wie er von der näheren Ruheeinstellung aus zur Einstellung auf die Fernpunktweite notwendig wäre. Man meint, solche wirkungsmäßig gleich unzureichenden Reizverhältnisse lägen einerseits vor bei ungünstigen Helligkeitsbedingungen, andererseits aber auch bei der Darbietung unscharf umrissener Objekte wie im Dioptriometer und unter den scheinbar völlig akkommodationsreizfreien Prüfbedingungen des Scheinerverfahrens. Leider ist aus der Literatur nirgends ganz klar ersichtlich, welche Kräfte im Akkommodationsystem man für noch vorhanden bzw. für im Gleichgewicht befindlich hält, wenn sich die Ruhelage eingestellt hat. Es scheint — nach einer kurzen Bemerkung von Mütze (2), — als halte man alle Impulse für ausgeschaltet, den Ziliarkörper also für praktisch innervationsfrei und das ganze Akkommodationsystem nur noch dem Spiel mechanischer Elastizitätskräfte überlassen (Linse, Kapsel, Zonulafasern, Ziliarmuskel usw.).

Wenn man diese Annahmen für richtig hält, ergibt sich zwangsläufig, daß die Einstellung auf die Fernpunktweite bereits eine gewisse Anstrengung bedeuten muß. Schon A. v. Graefe hat sich zu dieser Ansicht bekannt. Man meint auch, dieser Umstand komme der Tatsache entgegen, daß die meisten Schauf-

gaben für den Menschen gar nicht im Unendlichen, sondern in etwa 1—2 m Entfernung vor ihm liegen. Zusätzlich stellte Schöber fest, daß von Fernrohrbenutzern im Durchschnitt das Okular unwillkürlich um etwa 1,5 dpt negativer eingestellt wird, als es für die individuelle Fernpunktrefraktion richtig wäre (Instrumentenmyopie), und er meint, auch dies sei ein Beweis für das bequemere Sehen in der Nähe des Akk.-Ruhepunktes neuerer Definition.

l) Kritische Gedanken

Es ist kaum zu bestreiten, daß durch den Nachweis eines nur helligkeitsbedingten Muskelreflexes und einer Hell- und Dunkelruhelage im Vergenzsystem auch die Hypothesen über die Akkommodationsruhelage einer erneuten gedanklichen und experimentellen Überprüfung unter entsprechend modifizierten Bedingungen bedürfen werden. Einige eigene Beobachtungen lassen auch so schon die bisherigen Ansichten als nur bedingt haltbar erscheinen.

Nehmen wir an, wir hätten an einer einwandfreien Fernprobe, die mit mindestens 100 Lux beleuchtet ist, in einem ebenfalls hell ausgeleuchteten Prüfraum nach einer der üblichen subjektiven Methoden die genaue Fernpunktrefraktion eines Auges ermittelt, dasjenige stärkste Plus- oder schwächste Minusglas also, mit dem der höchste Visus erreicht wurde. Unterstellen wir weiterhin, wie es die Ruhelagenhypothese will, dies sei uns nur gelungen, indem wir unter Ausnutzung der kräftigen Akkommodationsreize unserer Fernprobe eine „gewisse“, nur noch nicht „merklich“ anstrengende negative Akkommodation gegenüber der eigentlichen Akk.-Ruhelage auslösten. Dann dürfte der Prüfling jetzt — beim monokularen Blick auf die gleiche Fernprobe — einen Zusatz von sph — 0,5 bis etwa -1,5 dpt, bei großer Akkommodationsbreite sogar noch höhere Zusätze, keinesfalls als unangenehm und anstrengend empfinden, sondern das Sehen mit diesen Zusätzen dürfte eigentlich sogar angenehmer und etwas, wenn auch nicht sehr „merklich“, weniger anstrengend sein als mit der Vollkorrektur. Das Gegenteil aber ist der Fall, wie jeder Praktiker weiß, und wie es sich auch dem Verlässler bei bewußt aufmerksamer Überprüfung an sehr vielen Fällen verschiedensten Alters ausnahmslos bestätigte. Also kann diese Akkommodations-Ruheinstellung neuerer Definition gar keine echte Ruhelage sein, wenn man die wohl selbstverständliche Voraussetzung anerkennt, daß Ruheeinstellung gleichbedeutend sein muß mit auch subjektiv anstrengungsfreier Einstellung.

Wir wollen hiermit nicht etwa die Möglichkeit, negativ zu akkommodieren, überhaupt bestreiten. Negative Akkommodation gibt es zweifellos, und es geht uns hier zunächst nur um eine genauere Klärung zweier Dinge: erstens des Begriffes Ruheeinstellung an sich, und zweitens, in Zusammenhang hiermit, der Lage und Beschaffenheit des positiven und des negativen Akkommodationsgebietes. Wir wollen auch nicht bestreiten, daß unter gewissen Voraussetzungen das menschliche Auge sich akkommodativ, sozusagen freiwillig, auf einen näher gelegenen Punkt als den Fernpunkt einstellt, halten es aber aus den oben angeführten Gründen für notwendig, genauer zu klären, wodurch im Einzelfall diese Umstellung ausgelöst wird — ob wesentlich durch das Fehlen von Akkommodationsreizen oder wesentlich durch andere Faktoren.

Der Bereich wirklich negativer Akkommodation beginnt nach unserem Eindruck erst jenseits des Fernpunktes klassischer Definition und ist sehr deutlich gegenüber dem positiven Akkommodationsbereich abgegrenzt insofern, als es normalerweise nur mit Hilfe ganz besonderer Maßnahmen gelingt, ihn in Anspruch zu nehmen. Ein Zusatz von sph + 0,25 dpt zur Fernpunktrefraktion setzt zwar kaum schon die Sehschärfe an der Sehprobe herab, verringert aber die Bildkontraste im Sinne einer leichten Nebelung. Verabfolgt man eine solche Korrektur für den täglichen Gebrauch, so macht sich beim Blick auf größere Entfernungen als 5—6 m eine geringe, aber doch auffallende Unschärfe an kleineren, besonders aber an bewegten und kontrastarmen Objekten bemerkbar. Diese Unschärfe wird bei Ermüdung bisweilen schon ausgesprochen störend und drängt sich bei niedrigem Leuchtdichtenniveau geradezu unangenehm auf, wenn nicht die Lichtquellen stark rotverschobene Spektren aufweisen (normale Glühlampenbeleuchtung). Diese Feststellungen gehen zurück auf monatelange Selbstversuche des Verfassers und einer weiteren Versuchsperson mit Fernkorrekturen, die auf die eben beschriebene Weise an einer 6-m-Fernprobe um sph + 0,25 dpt oberhalb der Fernpunktrefraktion lagen. Besonders auffallend und auch mit noch so großer Willensanstrengung nicht abstellbar war die Verunschärfung entfernterer Objekte in Räumen, die mit Leuchtstoffröhren „tagelichtweiß“ (HNT) nur unzureichend erhellt waren, wie etwa auf den Bahsteigen des S-Bahnhofes Potsdamer Platz in Berlin. Bemerkenswert ist, daß sich diese Effekte auch nach monatelangem ständigen Tragen der Korrekturen nicht verringerten, und daß sie dann durch Verabfolgung einer um nur 0,25 dpt schwächeren Korrektur (also der genauen Fernpunktrefraktion) sofort und bleibend abgestellt

wurden. Im Prüfraum, also auch unter günstigsten Kontrastverhältnissen, gelingt der Ausgleich positiver Überkorrekturen durch echte negative Akkommodation nur mit bewußter und erheblicher Willensanstrengung, oft sogar nur mit Hilfe zusätzlicher Provokationsmaßnahmen — etwa monokular durch vorübergehende noch stärkere Nebelung an größeren Optotypen oder besser noch binokular durch Nebelung und gleichzeitige Verabfolgung abduzierender Prismen —, und hiermit ist immer ein deutliches Anstrengungsgefühl verbunden.

Eine gewisse Ausnahme bilden nach unseren bisherigen Feststellungen nur Myopie, die bisher gar nicht oder unterkorrigiert waren, und auch stark positiv überkorrigierte andere Fehlsichtige, wie sie uns als Opfer an sich antiquierter „Behandlungsmethoden“ nach Bates und anderen Mystikern der Ophthalmologie auch heute noch manchmal in die Hände geraten. In diesen Fällen pflegt sich die Bereitschaft und Fähigkeit zu negativer Akkommodation über den Fernpunkt hinaus im Interesse eines wenigstens ungefähren Deutlichsehens überdurchschnittlich entwickelt zu haben, aber eine Anstrengung, oft unzumutbaren Ausmaßes, ist auch bei ihnen mit der negativen Akkommodation verbunden, wie wir immer wieder feststellen konnten. Häufig stellt sich bei erfolgreich provozierter negativer Akkommodation zusätzlich ein vorher nicht nachweisbarer Astigmatismus ein, wie durch Untersuchungen von Le Grand (Schober 4) und Lienberger nachgewiesen wurde.

Alle diese Beobachtungen beweisen erstens, daß sich das Akkommodationsgebiet klassischer Definition sehr deutlich vom weiter negativen Akkommodationsgebiet abhebt. Der Fernpunkt markiert die Grenze zwischen den beiden Gebieten sogar sicherer, eindeutiger und auch stabiler, als sich mit dem Nahpunkt die entgegengesetzte Grenze des Akkommodationsgebietes festlegen läßt, das ist keineswegs neu und wird kaum bestritten werden. Zweitens aber scheint uns die Fernpunkteinstellung, solange nur im recht weiten Sinn „natürliche“ Sehbedingungen vorliegen, auch das nach unserer Meinung entscheidende Merkmal einer echten Ruheeinstellung zu besitzen, nämlich das der geringsten Anstrengung.

Wie soll man dann aber die unbestreitbare Neigung des Akkommodations-Mechanismus erklären, sich unter gewissen Bedingungen freiwillig auf einen näheren Punkt einzustellen, zumal auch diese sehr weit begrenzt zu sein scheinen?

Bei der Instrumentenmyopie scheint uns zweifelhaft, ob die Okulareinstellung auf einen Wert, der gegenüber der Fernpunktsrefraktion um durchschnittlich etwa 1.5 dpt „myop“ ist, wirklich gewählt wird, weil sie, wie bisher angenommen wird, anstrengungsfreier ist als die Fernpunkteinstellung; sie könnte ebenso gut provoziert werden durch das Gefühl, mit ihr zwar etwas kleiner, aber schärfer zu sehen, und ein psychischer Akkommodationsreiz Infolge der kurzen Baulänge des Instrumentes könnte unterstützend wirken. Es mag hinzukommen, daß nach vielfachen Beobachtungen in der Regel Männer dazu neigen, alle Arten von Vorrichtungen, die einen Einstellspielraum lassen, etwa auf die Mitte dieses Spielraumes einzustellen, nachdem sie ihn von beiden Seiten her eingegabelt haben; Frauen dagegen pflegen sich im Durchschnitt dem Einstellgebiet von einer Seite her nur soweit zu nähern, bis die Einstellung gut genug ist. Jedenfalls berichtete ein erfahrener, leider inzwischen verstorbener Mikroskopfachmann (Dr. Böhm) dem Verfasser mündlich, auch er neige dazu, Mikroskope zunächst „myop“ einzustellen, habe aber die Erfahrung gemacht, daß dies nach einiger Zeit intensiven Arbeitens zu starken Überanstrengungserscheldungen führe; deshalb lege er bei längerem Mikroskopieren einen Planspiegel so neben das Instrument, daß er in ihm mit dem freien Auge weit entfernte Objekte beobachten und mit ihrer Hilfe das Instrument wirklich auf „Unendlich“ einstellen könne, und so halte er das Mikroskopieren viel länger aus.

Ein psychischer Akkommodationsreiz könnte auch die Messungen am Diopriometer nach Lau und Mütze beeinflussen haben, denn selbstverständlich ist das Bewußtsein der Nähe sehr stark, wenn man Objekte in einem kurzen kastenförmigen Instrument darbietet, das nur eine Okularöffnung hat, durch das man also nicht einmal hindurchsehen kann wie durch ein Fernrohr oder Mikroskop. Mütze (1,2) gibt an, daß die einzelnen Einstellungen durch die gleiche Person umso stärker gestreut hätten, je größer die Akk.-Breite gewesen sei, und diese Beobachtung könnte unsere Vermutung unterstützen, es ist kaum anzunehmen, daß bei Jugendlichen das Gleichgewicht zwischen den mechanischen Spannungskräften der Linse und des implemetierten Ziliarkörpers labiler ist als bei älteren Personen. Ferner ist über die Leuchtdichte-Verhältnisse im Diopriometer nichts Näheres bekannt, so daß man u. U. einen gewissen Dunkelereffekt mit in Rechnung stellen müßte. Aber selbst wenn, wie wir an sich annehmen, ein Dunkelereffekt nicht in Frage kommt, würden die anderen Umstände der Diopriometer-Messungen eine Reizlageneinstellung (im Gegensatz zur Ruhelageeinstellung) zum mindesten nicht ausschließen.

Alle anderen Versuche zur Bestimmung der Akkommodationsruhelage wurden unter geringer Feldleuchtdichte vorgenommen, und zwar sowohl die von Ottero, Duran, Kühl und Schober als auch die Untersuchungen, die Siebeck mit der Scheinerschen Anordnung durchführte (Mütze 1).

Nachdem erwiesen ist, daß das Vergenzsystem auf Änderungen in der Feldleuchtdichte sehr kräftig reagieren kann, sollte man folgern können, daß sie möglicherweise in allen diesen Versuchen auch die Ursache für die akkommodativen Veränderungen gewesen sind. Es wird schwer sein, dies zu überprüfen, denn es würde ein Meßverfahren dazu gehören, das alle Akkommodationsreize ausschließt — auch psychische —, und das trotzdem eine zuverlässige Bestimmung der jeweiligen Refraktion unter in weiten Grenzen veränderten Leuchtdichte-Verhältnissen zuläßt; außerdem müßte man die Messungen von Änderungen der Pupillenweite unabhängig halten, um Einflüsse der mit der Pupillenweite sich ändernden sphärischen Aberration des Auges von vornherein auszuschließen. Man könnte sich vielleicht der Scheinerschen Anordnung bedienen, die auch Siebeck benutzte, wenn man sie zweckmäßig abwandelt. Erstens müßte man für beide Öffnungen der Scheinerblende verschieden geformte Testobjekte wählen, deren akkommodationsabhängige Stellung zueinander gut zu beurteilen ist, das wäre mit Hilfe unseres Pola-Kreuztestes und entsprechenden Polafiltern hinter oder vor der Scheinerblende leicht zu lösen. Trotz fehlender Reize zu akkommodativer Scharfeinstellung kann nämlich im Scheinerverfahren, wie sich experimentell leicht nachweisen läßt, auch die Erscheinung eines monokularen Doppelbildes mit zueinander beweglichen Teilen als recht kräftiger Akkommodationsreiz wirken und eine wirkliche Ruheeinstellung der Akkommodation verhindern. Zweitens aber wäre dafür zu sorgen, daß auf das zu prüfende Auge wahlweise große oder sehr kleine Reizintensitäten einwirken können. Von der Objektelebene her ausreichend hohe Strahlungsintensitäten durch die engen Blendenöffnungen hindurchzubringen, wird aber unmöglich sein, und deshalb müßte man zur Refraktionsermittlung unter Heißbedingungen am besten wohl die Scheinerblende aus durchscheinendem Material anfertigen und von der Objektelebene her durchleuchten. Es bleibt abzuwarten, ob man mit solchen oder ähnlichen, auf jeden Fall akkommodativ völlig neutralen Versuchsanordnungen nicht auch für das Akkommodationsystem eine Heil- und Dunkelruhelage nachweisen kann.

(Fortsetzung folgt)