

Betrachtungen über die Myodiotrie Flieringas und van der Hoeves.

Von

Dr. C. Otto Roelofs,
Augenarzt in Amsterdam.

Mit 3 Textabbildungen.

(Aus der Universitäts-Augenklinik in Amsterdam.)

Vor ungefähr 2 Jahren veröffentlichte *Flieringa* in einer Dissertation seine Untersuchungen auf dem Gebiete der relativen Akkommodationsbreite. Eine deutsche Bearbeitung dieser Untersuchungen erschien voriges Jahr in *v. Graefes Archiv für Ophthalmologie* (Bd. 114, Heft 1) und zwar gemeinschaftlich von *Flieringa* und *van der Hoeve*.

Obwohl nach meiner Ansicht diese Untersuchung viel Wertvolles bringt, enthält sie doch andererseits auch manches, das mich nicht befriedigt, und ich erhielt unwillkürlich den Eindruck, daß die Autoren allzuleicht annehmen, was sie als wahrscheinlich erachten, und daß sie glauben, bewiesen zu haben, was noch nicht bewiesen ist, höchstens durch die Ergebnisse der Untersuchung nicht widerlegt wird. Obwohl es gewöhnlich lohnender ist, mit der Veröffentlichung von Einwänden zu warten, bis neue Daten die Gedanken in die eine oder die andere Richtung lenken, glaube ich, daß in diesem Falle die Wichtigkeit des Gegenstandes erfordert, hiermit jetzt nicht zu warten, um so mehr, da die genannte Publikation einen neuen Begriff, und zwar die „Myodiotrie“ auf suggestive Weise einführt, so daß die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, daß in kurzem die Bezeichnung Myodiotrie in der Augenheilkunde allgemein gebraucht werden wird. Es ist gewiß nicht unmöglich, daß die Autoren intuitiv vermuten, was sich später als vollkommen richtig erweisen wird; aber auch das Gegenteil ist möglich, und dann würde es sehr schwer sein, die Myodiotrie wieder fallen zu lassen, wenn sich auch zeigte, daß sie keine Existenzberechtigung hätte.

Unter Myodiotrie wird diejenige Zunahme an Kraft der Ciliarmuskelkontraktion verstanden, welche erforderlich ist, die Akkommodation um *eine* Dioptrie zu verstärken. Unter der Kraft einer Kontraktion versteht man nicht den Widerstand, der überwunden wird; dies würde ein sehr schlechtes Maß sein, da bei gleichbleibendem Widerstand

für eine stärkere Verkürzung eine kräftigere Kontraktion nötig ist als für eine geringere Verkürzung. Man setzt denn auch gewöhnlich die Kraft einer Muskelkontraktion dem Widerstand gleich, der gerade noch imstande ist, eine Verkürzung zu verhindern. Eigentlich ist von *Flieringa* und *van der Hoeve* die Definition desjenigen, was man unter Ciliarmuskelkontraktion zu verstehen hat, nicht so scharf gegeben. Für ein richtiges Verstehen der Bedeutung der Myodiotrie ist eine absolut scharfe Definition indessen unerlässlich. Diese Myodiotrie soll für jedes Individuum nicht nur bei verschieden starker Akkommodation einen nahezu konstanten Wert haben, sondern diesen auch während des ganzen ferneren Lebens behalten.

Falls dieser konstante Wert der Myodiotrie bewiesen wäre, würde dies wohl eine sehr merkwürdige Tatsache bedeuten. Denn der Zusammenhang zwischen Ciliarmuskelkontraktion und Akkommodation ist ein ziemlich komplizierter, so daß man sich a priori sehr schwer vorstellen kann, daß für die Zunahme der Akkommodation um *eine* Diotrie stets und in jedem Alter ungefähr dieselbe Zunahme an Kraft der Ciliarmuskelkontraktion nötig sein sollte. Verfolgen wir nun einmal, wie die Akkommodation zustandekommt, dann treffen wir zunächst auf den Innervationsimpuls, der die Ciliarmuskelkontraktion auslösen muß. Diese Kontraktion wird in den meisten Fällen mit einer Verkürzung der Muskelzellen verbunden sein, welche Verkürzung außerdem von den Widerständen, die zu überwinden sind und den elastischen Spannungen, die in der Richtung der Muskelverkürzung wirken, abhängig ist. Die Verkürzung der Muskelzellen bietet der Linse Gelegenheit zur Formveränderung, welche letztere mit der physischen Zusammensetzung der Linsensubstanz zusammenhängt. Die Formveränderung der Linse bewirkt ihrerseits eine zunehmende Brechung, die von den Krümmungsveränderungen und den Brechungsindices der Linsenschichten abhängig ist, während schließlich die Brechungszunahme der Linse mit einer Brechungszunahme des ganzen Auges verbunden sein wird, aber nicht derselben gleich zu sein braucht. Und sollte dies alles immer und in jedem Alter gleich bleiben, oder sollten stattfindende Veränderungen stets in einer solchen Kombination auftreten, daß immer wieder eine gleiche Zunahme der Ciliarmuskelkontraktion eine gleiche Zunahme der Akkommodation zur Folge hat? Dies ist fast undenkbar, und es ist unsere Pflicht, mit der nötigen Kritik bewaffnet, die Wege zu verfolgen, längs denen *Flieringa* und *van der Hoeve* zu ihren Auffassungen gelangten. Wir werden also dieselben Wege einschlagen und mit dem Stellen derselben Fragen beginnen, die wir in der deutschen Publikation antreffen. Diese lauten:

a) Wie kann man eine ganz geringe Parese des Ciliarmuskels konstatieren?

b) Ist für maximale Akkommodation maximale Ciliarmuskelkontraktion nötig?

c) Ist die Myodiotrie ein konstanter Wert für jede Ciliarmuskelkontraktion, welche eine Dioptrie Refraktionserhöhung ergibt?

d) Wie groß ist die maximale Kraft des Ciliarmuskels, ausgedrückt in Myodiotrien?

e) Bleibt die Kraft des Ciliarmuskels während des Lebens ungeändert?

f) Ist es möglich, vom Einfluß der Stoffe, welche den Ciliarmuskel lähmen, eine Kurve zu machen, auch im latenten Kontraktionsgebiete?

g) Wie verlaufen die Linien der relativen Nahe- und Fernpunkte im latenten Ciliarmuskelgebiet?

a) *Wie kann man eine ganz geringe Parese des Ciliarmuskels konstatieren?*

Zu diesem Zwecke werden zunächst die relativen Nahepunkte bei einigen bestimmten Konvergenzzuständen der Augen gemessen. Die maximale Akkommodation, die sich bei einem bestimmten Konvergenzzustand erreichen läßt, ist von einem sehr bestimmten Impuls zur Ciliarmuskelkontraktion abhängig. Tritt auch nur eine geringe Parese des Ciliarmuskels auf, so wird bei demselben Konvergenzzustand der maximale Impuls zur Ciliarmuskelkontraktion nicht verändert sein; die Kontraktion indessen wird infolge der Parese wohl geringer sein und also auch die Akkommodation, die mit derselben parallel geht. Auf diese Weise sind wir imstande, den lähmenden Einfluß verschiedener Stoffe auf den Ciliarmuskel zu untersuchen. Es ist das unbestreitbare Verdienst *Flieringas* und *van der Hoeves*, diese Methode eingeführt zu haben, deren Brauchbarkeit schon durch die von ihnen angestellte Untersuchung über den Einfluß des Cocains bewiesen ist. Indessen, wir müssen nicht blind sein gegenüber den Schwierigkeiten, die mit einer solchen Untersuchung verbunden sind, und wir dürfen nicht übersehen, daß es nur dann möglich ist, eine Parese festzustellen, wenn vorher die Untersuchung bei normalem Zustand ausgeführt wurde. Und diese vorhergehende Untersuchung ist wahrlich nicht leicht, da man laut eigener Angabe der Autoren Wochen und Monate üben muß, um richtige Wahrnehmungen zu ermöglichen. Aber dies beeinträchtigt das Verdienst der Untersucher nicht. Jedoch ist, was die Technik der Untersuchung betrifft, wohl noch eine Bemerkung zu machen. Bei der Untersuchung wird das Haploskop *Herings* benutzt, in welchem dem rechten Auge eine leuchtende rote Linie, dem linken Auge ein weißer leuchtender Punkt gezeigt wird. Diese Objekte werden in einer bestimmten Entfernung vom Auge placiert, und bei fixierter Akkommodation wird die relative Konvergenz gemessen. Es ist möglich, daß die auf diese Weise gefundene relative Konvergenz und relative Akkommodation sehr brauchbare Resultate ergeben für die Untersuchung über Ciliarmuskelparese.

Nur muß man nicht glauben, auf diesem Wege die minimale Konvergenz bei verschiedenen Akkommodationszuständen oder, was dasselbe ist, die maximale Akkommodation bei verschiedenen Konvergenzzuständen, finden zu können. Will man dies erreichen, dann muß man die Fusionsneigung aufs kräftigste zu Hilfe rufen, und dies geschieht gewiß nicht, wenn sowohl die Farbe als die Form der beiden Netzhautbilder voneinander abweichen. Man kann also wohl *eine* relative Akkommodation bei einer bestimmten Konvergenz finden; aber daß man *die* relative Akkommodation, d. h. die maximale Akkommodation bei dieser Konvergenz findet, ist nach meiner Erfahrung ausgeschlossen.

b) Ist für maximale Akkommodation maximale Ciliarmuskelkontraktion nötig?

Es ist schon vor langer Zeit von *v. Heß* ziemlich überzeugend nachgewiesen und wird, wie ich glaube, auch ziemlich allgemein angenommen, daß die Akkommodation schon ihr Maximum erreicht hat, ehe der Ciliarmuskel zu maximaler Kontraktion gekommen ist. Der Anlaß zum Stellen obiger Frage muß somit bei *Flieringa* und *van der Hoeve* wohl darin zu suchen sein, daß sie meinen, neue, außerordentlich kräftige Argumente anführen zu können, die *v. Heß*'sche Auffassung zu stützen, wenn nicht gar zu beweisen und obenstehende Frage in verneinendem Sinne zu beantworten. Ihre Beweisführung beruht darauf, daß eine fortschreitende Ciliarmuskelparese mit Hilfe der relativen Akkommodation schon lange nachweisbar ist, ehe sich von einer Verminderung der absoluten Akkommodationsbreite etwas zeigt. Daß derartige Beobachtungen das Bestehen einer gewissen latenten Ciliarmuskelkontraktion wahrscheinlich machen, läßt sich nicht leugnen; daß sie jedoch den Beweis liefern, daß diese latente Ciliarmuskelkontraktion bedeutend sein muß, ist falsch. Dies würde nur dann richtig sein, wenn es feststände, daß der schwächste Reiz zu maximaler Kontraktion eines paretischen Muskels gleichzeitig der schwächste Reiz zu maximaler Kontraktion des normalen Muskels wäre. Wir sind nämlich gewohnt, in der Muskelphysiologie zu unterscheiden: unwirksame, minimale, wirksame, maximale und hypermaximale Reize. Die maximalen Reize lösen schon eine maximale Muskelkontraktion aus, während die hypermaximalen Reize keine Zunahme der Stärke dieser Kontraktion mehr bewirken. Wie schon gesagt, liegt in der Beweisführung *Flieringas* und *van der Hoeves* enthalten, daß nach ihrer Meinung der maximale Reiz für den paretischen Muskel gleichzeitig der maximale Reiz für den normalen Muskel ist. Wäre es indessen nicht sehr gut möglich, daß der maximale Reiz für den paretischen Muskel ein hypermaximaler Reiz für den normalen Muskel ist? Diese Möglichkeit ist doch wirklich nicht so phantastisch. Eine Muskelparese kann auf verschiedene Weisen entstehen. Ist z. B.

die Hälfte der Muskelzellen infolge Durchschneidung außer Funktion gestellt, während die andere Hälfte noch vollkommen normal ist, dann kann man sagen, daß der Muskel zur Hälfte gelähmt ist, und der maximale Reiz für diesen gelähmten Muskel wird höchstwahrscheinlich derselbe sein, wie er für den normalen Muskel war. Gewöhnlich jedoch kommt eine Lähmung anders zustande, und oft handelt es sich um Leitungsstörungen. In derartigen Fällen kann man sich denken, daß die contractile Substanz des Muskels nahezu unversehrt ist, und daß sich mit einem stärkeren Reiz doch noch eine fast normale maximale Muskelkontraktion erreichen läßt. Übertragen wir dies auf den Ciliarmuskel, dann würde bei einer solchen Parese wohl die relative maximale Akkom-

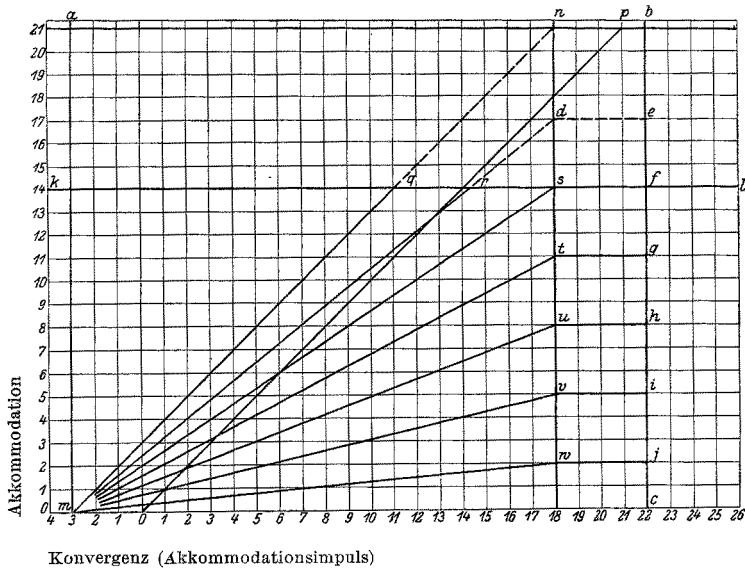


Abb. 1.

modation vermindert sein, aber noch nicht sofort die absolute maximale Akkommodation. Die Bedeutung dieser Erwägungen läßt sich vielleicht am besten an Hand einiger graphischen Darstellungen erläutern, wodurch zugleich ein Weg gezeigt wird, bezüglich dieses Punktes größere Sicherheit zu erlangen. Abb. 1 gibt einen Fall mit absoluter und relativer Orthophorie und einer gleichbleibenden positiven relativen Akkommodation von 3 Dioptrien wieder. Die Linien der positiven relativen Akkommodation bei 6 verschiedenen starken Paresen des Ciliarmuskels sind hier laut dem Ideal *Flieringas* und *van der Hoeves* eingezeichnet. Das absolute Maximum von Konvergenz beträgt 22 Meterwinkel. Das absolute Maximum der Akkommodation beträgt 14 Dioptrien und wird bei der Linie *kl* erreicht. Die Punkte *r*, *s*, *t*, *u*, *v* und *w* geben das ab-

solutes Akkommodationsmaximum bei den 6 verschiedenen starken Paresen an. Nehmen wir nun an, daß der maximale Reiz für den Ciliarmuskel immer bei demselben Akkommodationsimpuls verabfolgt wird, dann wird dieser maximale Reiz auch bei derselben Konvergenz erreicht werden, und die Punkte *s, t, u, v* und *w* (welche im manifesten Akkommodationsgebiet gelegen sind) müssen senkrecht übereinander liegen. Bei noch stärkerem Akkommodationsimpuls haben wir mit hypermaximalen Reizen für den Ziliarmuskel zu tun und wir sehen die Strecken *s f, t g, u h, v i* und *w j* wagerecht verlaufen. Finden wir nun bei unserer Untersuchung die Punkte *s, t, u, v* und *w* in der Tat senkrecht übereinander, ohne daß der Akkommodationsimpuls noch sein Maximum erreicht hat,

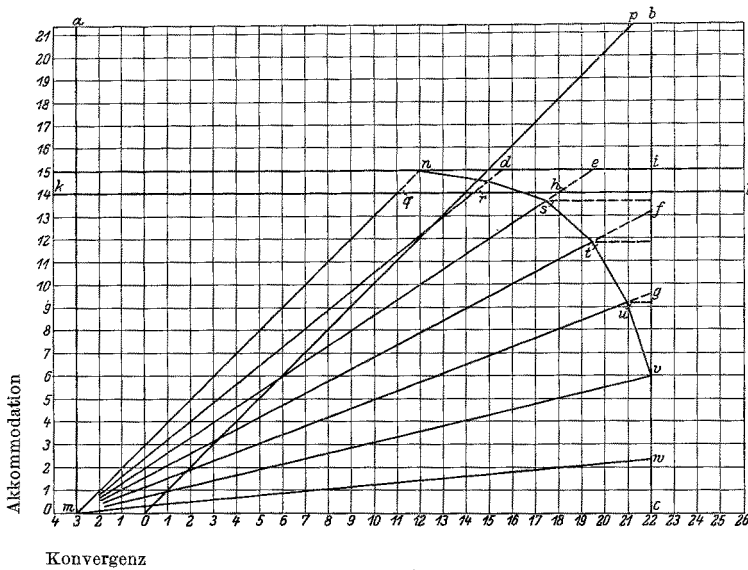


Abb. 2.

dann ist hieraus zu folgern, daß der maximale Reiz bei jedem paretischen Zustand derselbe bleibt, und wir würden in diesem Falle die Linien *m q* und *m r* im Gebiet der latenten Ciliarmuskelkontraktion bis *n* und *d* verlängern dürfen, so daß bei dem normalen Muskel hier die maximale Ciliarmuskelkontraktion einer Akkommodation von 21 Dioptrien entsprechen würde, und wir könnten von einer latenten Akkommodation von 7 Dioptrien sprechen. Abb. 2 dagegen ergibt 2 andere Möglichkeiten. In dem einen Falle wird das absolute Akkommodationsmaximum bei den 6 verschiedenen starken Paresen wieder durch die Punkte *r, s, t, u, v* und *w* angegeben. Nun ist indessen angenommen, daß diese Punkte nicht senkrecht übereinander liegen, und daß der maximale Reiz bei einer stärkeren Paresen sich als ein hypermaximaler Reiz bei einer schwä-

chere Parese erweist. Wir können dann über das latente Gebiet der Ciliarmuskelkontraktion nur sehr wenig sagen; dies kann sogar sehr klein sein, wie die Abbildung zeigt, wo die latente Akkommodation nur eine Dioptrie betragt. In dem anderen Falle wird das absolute Akkommodationsmaximum durch die Punkte r, h, f, g, v und w angegeben. Die Punkte f, g, v und w liegen hier zwar senkrecht übereinander; aber nicht, weil der maximale Reiz für alle paretischen Zustände gleich bleibt, sondern weil bei der Konvergenz von 22 Meterwinkeln der Akkommodationsimpuls sein Maximum erreicht hat. Die Linien der positiven relativen Akkommodation werden in diesem letzteren Falle entweder durch die Linie der maximalen Konvergenz (bc) oder durch die Linie der maximalen Akkommodation (kl) und in dem latenten Gebiet durch die Linie der maximalen Ciliarmuskelkontraktion begrenzt, über die wir auch hier nichts wissen, und welche in der Abbildung durch $n d e i$ dargestellt ist.

Der Zweck dieser Darlegungen war, nachzuweisen, daß das soviel spätere Auftreten einer Abnahme der absoluten Akkommodationsbreite bei Ciliarmuskelparese an sich kein Beweis ist für das Bestehen eines sehr bedeutenden latenten Ciliarmuskelkontraktionsgebietes.

c) *Ist die Myodiotrie ein konstanter Wert für jede Ciliarmuskelkontraktion, welche eine Dioptrie Refraktionserhöhung ergibt?*

Flieringa und *van der Hoeve* haben diese Frage in bejahendem Sinne beantwortet auf Grund des Umstandes, daß sie bei einer Parese für jeden Konvergenzzustand eine verhältnismäßig gleich starke Abnahme der maximalen Ciliarmuskelkontraktion glaubten feststellen zu können. Nehmen wir für einen Augenblick an, daß die Myodiotrie in der Tat einen konstanten Wert hat, und finden wir bei einer Konvergenz von 2 Meterwinkeln eine maximale Akkommodation von 5 Dioptrien und bei einer Konvergenz von 6 Meterwinkeln eine maximale Akkommodation von 9 Dioptrien, dann wird bei einer Lähmung, welche die Akkommodation von 5 Dioptrien auf $2\frac{1}{2}$ Dioptrie zurückbringt, die Akkommodation von 9 Dioptrien gleichzeitig bis zu $4\frac{1}{2}$ Dioptrie vermindert sein. Diesem Gedankengange liegt die Hypothese zugrunde, daß bei einer Muskelparese sowohl bei schwachen als starken Impulsen die Kraft stets um denselben Bruch vermindert sein wird. Aber wenn wir dies auch annehmen, und wenn auch *Flieringa* und *van der Hoeve* vollkommen das finden, was sie erwartet hatten, dann berechtigt dies noch nicht zur Umkehrung obigen Gedankenganges. Finden wir bei einer Ciliarmuskelparese immer denselben Teil der ursprünglichen Akkommodation wieder, dann dürfen wir, angenommen, daß vorgenannte Hypothese richtig ist, nur den Schluß ziehen, daß die Akkommodation, falls die Kraft der Ciliarmuskelkontraktion y mal geringer geworden ist (z. B. infolge einer Parese), stets z mal geringer sein wird. Wird umgekehrt die Kraft der Kontraktion y mal

größer, dann muß die Akkommodation z mal größer werden. Ist also die Kraft der Ciliarmuskelkontraktion y^z , dann entspricht dieser eine Akkommodation von z^z . Hieraus ergibt sich, daß der Logarithmus der Kraft der Kontraktion geteilt durch den Logarithmus der Akkommodation eine konstante Zahl ist, die wir C nennen werden.

Nehmen wir nun als Akkommodationseinheit die Dioptrie und als Einheit für die Ciliarmuskelkontraktion die Kraft, welche erforderlich ist, die Akkommodation von 0 bis zu 1 Dioptrie zu erhöhen, so ist es klar, daß *Flieringa* und *van der Hoeve* nur die eine Möglichkeit, daß $C = 1$ ist, als Wahrheit angenommen haben. Nur in diesem besonderen Falle würde die Myodiotrie einen konstanten Wert haben. Vorläufig können wir den konstanten Wert der Myodiotrie noch nicht als bewiesen erachten, und zwar aus folgenden Gründen:

1. Ist es sehr willkürlich, obengenannte Konstante C gleich 1 zu stellen,
2. muß es noch bewiesen werden, daß sowohl bei schwächeren als stärkeren Impulsen die Kraft der Ciliarmuskelkontraktion infolge einer Parese stets um denselben Bruch vermindert ist;
3. verschaffen die Ergebnisse der Untersuchung noch keine genügende Sicherheit, daß bei einer Parese die Akkommodation bei jedem Impuls stets um denselben Bruch vermindert ist.

Dieser letztere Punkt ist von *Schoute* in „Het Nederlandsch Tijdschrift voor Geneeskunde“ hinreichend erläutert. Über das sub 2 Gesagte sei jetzt noch ein kurzes Wort hinzugefügt. Falls diese Hypothese in jeder Hinsicht vollkommen richtig wäre, dann würde bei fortschreitender Parese in dem Augenblick, wo ein schwacher Reiz unwirksam wird, auch der stärkste Reiz unwirksam werden müssen. Dies ist einigermaßen schwer anzunehmen. Andererseits wird, falls sich bei fortgesetzter Untersuchung mit Sicherheit zeigt, daß bei einer Parese die Akkommodation für jeden Impuls um einen und denselben Bruch vermindert ist, es doch wohl wahrscheinlich, daß auch die Ciliarmuskelkontraktion für jeden Impuls um denselben Bruch vermindert ist. Ich erachte daher diese Hypothese wohl als wahrscheinlich, aber nicht bewiesen und für Grenzfälle vielleicht nicht mehr gültig.

Die Auffassung, daß die Myodiotrie einen konstanten Wert haben soll, ist auch bereits von *v. Heß* verteidigt. Über die Möglichkeit, daß bei zunehmender Akkommodation die Myodiotrie in Wert steigen würde, äußert er sich folgendermaßen:

„Die Anschauung ist verbreitet, daß der Akkommodationsmuskel, der sich seiner Kontraktionsgrenze nähert, um einen gleichen Effekt zu erzielen, eine stärkere Anstrengung würde ausführen müssen, als wenn er aus dem Zustande der Ruhe eben erst in jenen der Zusammenziehung übergeht (*Mauthner*), daß der Apparat also in der Gegend des Nahepunktes gewissermaßen schwerer arbeite als in der Gegend des Fernpunktes. Wenn diese Annahme zuträfe, so müßten, wie ersichtlich, die fraglichen Beziehungen zwischen Konvergenz und Ciliarmuskel-

kontraktion ausgedrückt sein durch 2 nach oben hin von der Konvergenzlinie beiderseits gleichmäßig divergierende (gerade oder krumme) Linien. Danach müßte angenommen werden, daß wir mit steigender Konvergenz imstande wären, in immer wachsendem Maße die Ciliarmuskelkontraktion von der zugehörigen Konvergenz zu lösen. Diese Zunahme müßte ferner gerade in solchem Umfange stattfinden, daß die durch sie bedingte Veränderung der Linsenwölbung an jedem Punkte des manifesten Abschnittes stets zu der gleichen objektiven Refraktionsänderung führte. Eine solche Annahme dürfte sehr viel weniger Wahrscheinlichkeit haben als diejenige, daß gleichen Kontraktionszuwüchsen angenähert gleiche Refraktionszuwüchse entsprächen.“

Dasjenige, was am meisten wahrscheinlich ist, ist noch nicht immer das Richtige; außerdem halte ich die Argumentation *v. Heß'* nicht für sehr kräftig. Zunächst läßt sich durch Übung und Gewohnheit der Zusammenhang zwischen Akkommodation und Konvergenz erheblich ändern. Die Konvergenz kommt in den verschiedenen Blickrichtungen nicht gleich leicht zustande; für die eine Blickrichtung ist ein stärkerer Konvergenzimpuls erforderlich als für die andere. Eine relative Akkommodationsbreite ist also ein Erfordernis für das binokulare einfache und scharfe Sehen in den verschiedenen Blickrichtungen. Wäre es nun nicht sehr gut möglich, daß das Bedürfnis und die Erfahrung es so regeln, daß wir bei jeder Konvergenz eine sehr bestimmte Akkommodationsbreite und nicht eine sehr bestimmte Ciliarmuskelkontraktionsbreite erhalten? Zweitens halte ich es durchaus nicht für verwunderlich, a priori sogar für wahrscheinlich, daß bei gleichbleibender Konvergenz eine stärkere Ciliarmuskelkontraktion leichter noch etwas erhöht werden kann als eine schwächere. Z. B. gehört zu einer Konvergenz von 2 Meterwinkeln eine Ciliarmuskelkontraktion von 2 Kontraktionseinheiten und bei einer Konvergenz von 12 Meterwinkeln eine Ciliarmuskelkontraktion von 12 Kontraktionseinheiten, dann glaube ich, daß der Assoziation zwischen Akkommodation und Konvergenz mehr Zwang angetan wird, wenn man die Kontraktion von 2 Einheiten auf 6 Einheiten erhöht (d. h. 3 mal verstärkt), als diejenige von 12 Einheiten bis zu 16 Einheiten erhöht (d. h. $1\frac{1}{3}$ mal verstärkt).

Die Schlußsumme meiner Betrachtungen ist die, daß der konstante Wert der Myodiotrie in keiner Weise bewiesen oder auch nur wahrscheinlich gemacht ist.

d) Wie groß ist die maximale Kraft des Ciliarmuskels, ausgedrückt in Myodiotrien?

Für die Berechnung der maximalen Kraft des Ciliarmuskels warten *Flieringa* und *van der Hoeve*, bis die Parese so weit fortgeschritten ist, daß auch das absolute Akkommodationsmaximum nachweisbar gesunken ist. Aus dem Sinken der relativen Akkommodationsmaxima glauben sie folgern zu können, zu einem wie großen Teile der Muskel gelähmt ist.

Sind die relativen Maxima bei der Parese nur $1/p$ von den relativen Maxima beim normalen Muskel, dann wird angenommen, daß bei jedem Impuls die Kraft der Ciliarmuskelkontraktion nur $1/p$ von derjenigen beim normalen Muskel ist. Nimmt man ferner an, daß die Myodioptrie einen konstanten Wert hat, dann braucht man das übriggebliebene absolute Akkommodationsmaximum nur mit p zu multiplizieren, um die maximale Kraft des Ciliarmuskels, ausgedrückt in Myodioptrien, zu erhalten.

Aus dem Vorstehenden ist leicht zu folgern, daß ich gegen diese Berechnung einige Bedenken habe, und daß ich es einstweilen nicht als möglich erachte, die maximale Kraft des Ciliarmuskels zu berechnen. Die Anzahl Hypothesen, auf denen diese Berechnung beruht, ist mir zu groß; diese Hypothesen sind:

1. Daß infolge einer Parese die Kraft der Kontraktion sowohl bei starkem als schwachem Impuls um denselben Bruch vermindert ist;
2. daß die Myodioptrie einen konstanten Wert hat;
3. daß der maximale Reiz für den paretischen Muskel gleich dem maximalen Reiz für den normalen Muskel ist;
4. daß wir stets zu derart starken Akkommodationsimpulsen imstande sind, daß wir den Ciliarmuskel zu maximaler Kontraktion bringen können. Wir wissen z. B., daß bei der Konvergenz dieses Verhältnis nicht vorliegt; der kräftigste Konvergenzimpuls ist nicht imstande, die MM. recti interni zu maximaler Kontraktion zu bringen.

Und doch, unbeschadet all dieser Einwände, halte ich die von *Flieringa* und *van der Hoeve* ausgeführten Berechnungen nicht für ganz wertlos. Die von ihnen bestimmte sogenannte latente Akkommodation ist keine latente Akkommodation in bezug auf die Ciliarmuskelkontraktion, aber wohl in bezug auf den Akkommodationsimpuls. Sie glauben nachgewiesen zu haben, daß infolge einer Parese bei gleichbleibendem Akkommodationsimpuls die Akkommodation stets um denselben Bruch vermindert ist. Könnte bei zunehmendem Akkommodationsimpuls die Akkommodation selbst auch immer in derselben Weise zunehmen, dann würde bei dem kräftigsten Akkommodationsimpuls, der bei der Parese das absolute Maximum von Akkommodation ergibt, ebenfalls die letztere um denselben Bruch vermindert sein, und eine einfache Multiplikation würde das absolute Akkommodationsmaximum bei dem normalen Muskel ergeben. Da dieses Maximum infolge anatomischer und physiologischer Verhältnisse in Wirklichkeit niemals erreicht werden kann, können wir von einem latenten Akkommodationsgebiet in bezug auf den Akkommodationsimpuls sprechen. Die Berechnung *Flieringas* und *van der Hoeves* gibt uns also eine Vorstellung von der Stärke des Akkommodationsimpulses, die erforderlich ist, bei dem paretischen Muskel das absolute Akkommodationsmaximum zu erreichen. Es wäre interessant, bei fort-

gesetzter Untersuchung zu verfolgen, ob wir bei verschiedenen starken Paresen stets ein nahezu gleiches Resultat erhalten würden. Die Untersuchungsergebnisse in der Veröffentlichung *Flieringas* und *van der Hoeves* geben in dieser Hinsicht keinen Aufschluß, weil immer bei einem ungefähr gleichen Grade von Lähmung untersucht wurde. An zweiter Stelle würde es auch interessant sein, zu ermitteln, ob die erhaltenen Resultate mit dem maximalen Akkommodationsimpuls zusammenfallen. Es scheint mir wohl möglich, diesem bis zu einem gewissen Grade näherzukommen. Die maximale Konvergenz ist nicht durch die maximale Kraft der Konvergenzmuskeln begrenzt, sondern durch das Maximum des Konvergenzimpulses. Falls eine Assoziation zwischen Akkommodation und Konvergenz besteht, ist dies eine Assoziation von Innervationsimpulsen, und es läßt sich nicht gut denken, daß der maximale Akkommodationsimpuls viel früher oder viel später kommen würde als der maximale Konvergenzimpuls, d. h. daß höchstwahrscheinlich die maximale latente Akkommodation bei der maximalen Konvergenz erreicht wird. Es ist nun leicht einzusehen, daß in diesem Fall das Maximum der latenten Akkommodation, ausgedrückt in Dioptrien, dem Konvergenzmaximum, ausgedrückt in Meterwinkeln, gleich ist, letzteres vielleicht vermehrt um die positive relative Akkommodation. Die Daten in der Publikation *Flieringas* und *van der Hoeves* weisen wohl in diese Richtung. Bei F. beträgt die maximale latente Akkommodation etwa 24,3 Dioptrien, die maximale Konvergenz 20 Meterwinkel; bei M. ist die maximale latente Akkommodation zirka 20 Dioptrien, die maximale Konvergenz 20,5 Meterwinkel.

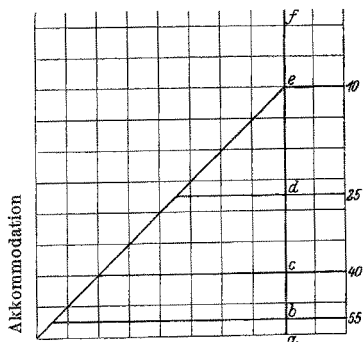
Bei fortgesetzter Untersuchung kann sich also zeigen, daß diese Berechnungen fraglos Wert haben, wenn man berücksichtigt, daß wir vorläufig nur imstande sind, eine latente Akkommodation in bezug auf den Akkommodationsimpuls und nicht in bezug auf die Ciliarmuskelkontraktion zu finden.

e) *Bleibt die Kraft des Ciliarmuskels während des Lebens ungeändert?*

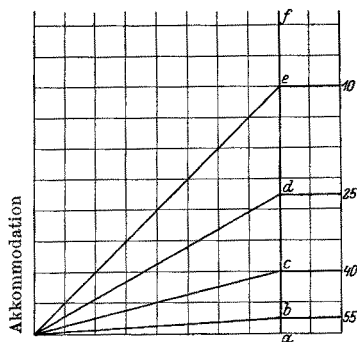
Diese Frage würde man nach *Flieringa* und *van der Hoeve* beantworten können, wenn man bei verschiedenen Personen sehr verschiedenen Alters die maximale Ciliarmuskelkontraktion in Myodioptrien bestimmt. Findet man ungefähr gleiche Werte bei all diesen Menschen, dann soll obenstehende Frage in bejahendem Sinne beantwortet sein. Ich habe bereits darauf hingewiesen, daß es vorläufig noch nicht möglich ist, die maximale Ciliarmuskelkontraktion in Myodioptrien zu bestimmen; daß wir nicht einmal imstande sind, die latente Akkommodation in bezug auf die Ciliarmuskelkontraktion zu messen; daß es uns höchstens gelingen kann, die latente Akkommodation in bezug auf den Innervationsimpuls zu finden. Aber gesetzt den Fall, daß es uns wohl gelänge, die maximale

Kraft der Ciliarmuskelkontraktion in Myodiotrien in verschiedenem Alter zu finden, würde man daraus dann auf ein Konstant- oder Nichtkonstantbleiben der Kraft des Ciliarmuskels sowie auf das Konstant- oder Nichtkonstantbleiben der Myodiotrie schließen dürfen? Das wäre das Auflösen zweier Unbekannten aus *einer* Gleichung. Ein Beispiel kann dies vielleicht am besten erläutern. Gesetzt, man findet in 12jährigem Alter eine maximale Ciliarmuskelkontraktion von durchschnittlich 24 Myodiotrien und in 36jährigem Alter eine solche von durchschnittlich 18 Myodiotrien. Ist nun die maximale Ciliarmuskelkontraktion vermindert und die Myodiotrie konstant geblieben, oder ist die erstere konstant geblieben und die andere in Wert erhöht, oder ist keine von beiden konstant geblieben? Man wird mir zustimmen müssen, daß auf diesem Wege keine Lösung zu finden ist. In der Dissertation *Flieringas* werden noch verschiedene Argumente angeführt, die das Konstantbleiben der maximalen Ciliarmuskelkontraktion und der Myodiotrie während des Lebens wahrscheinlich machen müssen. Wir wollen den Wert dieser Argumente einmal kurz beleuchten. Zunächst wird eine Bemerkung *v. Heß'* angeführt, nämlich daß die Tatsache, daß der Ciliarmuskel in späterem Alter eher atrophisch als hypertrophisch wird, sehr gegen die Vorstellung spricht, daß in höherem Alter für dieselbe Refraktionserhöhung des Auges eine viel größere Muskelanstrengung erforderlich wäre als in junglichem Alter. Diese Bemerkung scheint mir wohl etwas vage; wie alt und aus welchem Milieu waren die Menschen, bei denen der Ciliarmuskel atrophisch zu sein schien, und wie wurde die Atrophie beurteilt? Solange diese Fragen nicht beantwortet sind, kann ich obige Bemerkung schwerlich als ein brauchbares Argument akzeptieren, besonders auch, wenn man noch in Betracht zieht, daß sogar bei den Hypermetropen, die sowohl für das Fern- als das Nahesehen akkommodieren müssen, nicht einmal immer eine Hypertrophie des Ciliarmuskels nachweisbar sein soll. Ferner führt *Flieringa* gegen die Auffassung, daß in höherem Alter die Akkommodation eine größere Muskelanstrengung erfordert, an, daß dann die Neigung zu Strabismus convergens in höherem Alter zunehmen müßte, was nicht der Fall ist, und daß die Presbyopie fast immer mit Asthenopie verbunden sein müßte, was ebenfalls im Widerspruch zu der Erfahrung stehen würde. In der Tat nimmt die Neigung zu Strabismus convergens in höherem Alter nicht zu; aber ist es nicht sehr gut möglich, daß die Assoziation zwischen Akkommodation und Konvergenz sich während des Lebens ändert? Das unnötige Tragen einer Prismabrinne ist gewiß sehr unangenehm; aber auch hieran kann man sich gewöhnen, und das Älterwerden würde nur eine sehr allmähliche Veränderung der Assoziation erfordern. Außerdem zeigen viele unserer Patienten mit Brechungsabweichungen, wie leicht diese Assoziation zwischen Akkommodation

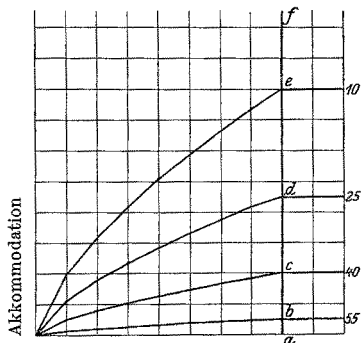
und Konvergenz sich umformen läßt. Die Meinung, daß bei Presbyopie keine asthenopischen Beschwerden auftreten, ist wohl sehr anfechtbar. Gerade die Beschwerden der beginnenden Presbyopie weisen vielmehr darauf hin, daß die Akkommodation in höherem Alter schwerer fällt als eine gleiche in jugendlichem Alter. Sehr oft wenden sich Patienten mit guter Sehschärfe, die gewiß noch über 4 Dioptrien Akkommodation ver-



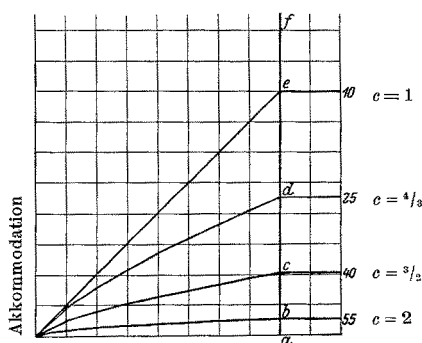
Ciliarmuskelkontraktion
Abb. 3A. $c = 1$. Mydioptrie konstant.



Ciliarmuskelkontraktion
Abb. 3B. $c = 1$. Mydioptrie nicht konstant während des Lebens.



Ciliarmuskelkontraktion
Abb. 3C. $c = \frac{3}{2}$. Mydioptrie nicht konstant.



Ciliarmuskelkontraktion
Abb. 3D. Mydioptrie nicht konstant.

fügen, an uns wegen einer Lesebrille. Wozu wäre dies nötig, wenn in ihrem Alter die Akkommodation dieser 4 Dioptrien ebensowenig Anstrengung kosten würde wie in einem Alter von z. B. 10 Jahren?

Das wichtigste Argument ist aber der Umstand, daß eine Akkommodationsparese bei älteren Menschen erst viel später durch eine Verminderung des absoluten Akkommodationsmaximums nachweisbar sein soll als bei jüngeren Personen. Bei diesem Argument will ich etwas länger verweilen, und an der Hand von Abb. 3 werde ich zeigen, daß auch

dieses Argument noch keine Beweiskraft hat. In den Abb. 3 A, 3 B, 3 C und 3 D ist auf der Abszisse die Ciliarmuskelkontraktion und auf den Ordinaten die hierzugehörige Akkommodation abgetragen worden. Abb. 3 A gibt eine graphische Darstellung der Akkommodation in 4 verschiedenen Lebensaltern, ganz so, wie *Flieringa* und *van der Hoeve* sich dies denken. Der Punkt *e* auf der Linie *a f* gibt das absolute Akkommodationsmaximum im Alter von 10 Jahren an. Kann infolge einer Parese der Punkt *a* nicht mehr erreicht werden, dann ist es deutlich, daß eine Abnahme des absoluten Akkommodationsmaximums zuerst bei dem 10jährigen Patienten nachweisbar sein wird. Abb. 3 B gibt eine graphische Darstellung des Falles, daß in jedem Alter das absolute Akkommodationsmaximum eine gleich kräftige Ciliarmuskelkontraktion erfordert, so daß alle absolute Maxima auf der Linie *a f* liegen. Kann infolge einer Parese der Punkt *e* nicht mehr erreicht werden, dann wird bei allen Patienten das absolute Akkommodationsmaximum gleichzeitig anfangen zu sinken, jedoch bei dem 10jährigen Patienten zuerst nachweisbar sein, weil die Neigung der Akkommodationslinie hier am stärksten ist. In beiden vorhergehenden Fällen ist die mehrfach genannte Konstante gleich 1 gestellt. Abb. 3 C gibt den Fall wieder, daß diese Konstante größer ist als 1, und zwar $\frac{3}{2}$; die absoluten Akkommodationsmaxima werden wieder bei derselben Ciliarmuskelkontraktion erreicht. Die Neigung der Kurve wird am Ende der Akkommodationslinie jedoch immer geringer, woraus zu schließen ist, daß bei höherem Wert der Konstante das Sinken des absoluten Akkommodationsmaximums immer schwerer nachweisbar sein wird. Wir sahen schon, daß sich auch, wenn die Konstante in verschiedenen Lebensaltern gleich bleibt, eine Akkommodationsparese in höherem Alter weniger schnell offenbart. Nimmt die Konstante möglicherweise mit zunehmendem Alter noch zu, wie dies in Abb. 3 D dargestellt ist, dann wäre dies ein zweiter Faktor, warum in höherem Alter ein Sinken des absoluten Akkommodationsmaximums erst später nachweisbar ist. Es ist also voreilig, aus dem späteren Auftreten einer Verminderung des absoluten Akkommodationsmaximums auf den konstanten Wert der Myodiotrie für die verschiedenen Lebensalter zu schließen. Auch diese Hypothese erachte ich noch in keinerlei Weise bewiesen oder auch nur wahrscheinlich gemacht.

f) *Ist es möglich, vom Einfluß der Stoffe, welche den Ciliarmuskel lähmen, eine Kurve zu machen, auch im latenten Kontraktionsgebiete?*

Bei der beginnenden Parese benutzen *Flieringa* und *van der Hoeve* das Sinken des relativen Akkommodationsmaximums und später, wenn das absolute Akkommodationsmaximum kleiner geworden ist, auch dieses, um zu berechnen, zu welchem Teile der Ciliarmuskel gelähmt ist. Ich erachte es als ihr großes Verdienst, daß sie nachgewiesen haben, wie

man mit Hilfe des relativen Akkommodationsmaximums bereits eine sehr leichte Parese feststellen kann. Dieses Verdienst kann und will ich keineswegs verringern. Aber wäre es nicht besser gewesen, falls sie sich strikt an die von ihnen festgestellten Tatsachen gehalten hätten und nicht von der Akkommodation, mit der die Parese gemessen wurde, zu der Ciliarmuskelkontraktion hinübergeschritten wären, die nur einen bisher unbekanntem Verband mit der Akkommodation hat? Es wird nämlich von *Flieringa* und *van der Hoeve* erst in der früher beschriebenen Weise mit Hilfe einer Parese und, gestützt auf den konstanten Wert der Mydioptrie, die maximale Kraft des normalen Ciliarmuskels in Mydioptrien ausgedrückt; darauf wird mit Hilfe der relativen Akkommodation verfolgt, zu welchem Teile (aber dann doch nur in bezug auf die Akkommodation) der Muskel gelähmt ist, und nun berechnet, inwieweit die maximale Kraft des Ciliarmuskels vermindert ist. Dieser Berechnung liegt wieder der unbewiesene Satz zugrunde, daß $1/p$ Verminderung in Akkommodation von $1/p$ Verminderung an Kraft der Ciliarmuskelkontraktion abhängig sein muß. Wäre man bei der Akkommodation geblieben, dann wäre der Verlauf der Kurve vollkommen derselbe gewesen, ohne daß man auf einen Irrweg geraten konnte. Wie leicht dies letztere nämlich möglich ist, erhellt wohl daraus, daß die Autoren glauben, aus den Resultaten einen neuen Beweis für den konstanten Wert der Mydioptrie erbringen zu können, ohne zu bemerken, in welchem einfachen kreisförmigen Gedankengange sie sich bewegen. Die Weise, in welcher die maximale Kraft des normalen Ciliarmuskels berechnet ist, muß notwendig zur Folge haben, daß der Teil, um den das relative Akkommodationsmaximum vermindert ist, gleich demjenigen Teile ist, um den das absolute Maximum der berechneten Ciliarmuskelkraft vermindert ist. Der ganzen Berechnung liegt der konstante Wert der Mydioptrie zugrunde; einen Beweis für diesen konstanten Wert darf man nun aber in den Resultaten einer solchen Berechnung niemals sehen.

g) *Wie verlaufen die Linien der relativen Nahe- und Fernpunkte im latenten Ciliarmuskelgebiet?*

Sollte sich bei fortgesetzter Untersuchung mit hinreichender Sicherheit herausstellen, daß bei einer Ziliarmuskelparese sowohl für schwache als starke Impulse die Akkommodation stets zu einem gleichen Teile vermindert ist, dann ist gegen die Weise, in welcher die Nahe- und Fernpunkte in das latente Gebiet extrapoliert sind, wenig einzuwenden. Es ist jedoch schon von *Schoute* darauf hingewiesen, daß man mit diesem Extrapolieren wohl sehr vorsichtig sein muß. Jedenfalls hat man zu bedenken, daß man die latente Akkommodation in bezug auf den Akkommodationsimpuls bestimmt und nicht in bezug auf die Ciliarmuskelkontraktion. Denn es ist ja nicht ausgeschlossen, daß die Ciliar-

muskelkontraktion schon ihr Maximum erreicht hat (siehe Abb. 2), ehe der Akkommodationsimpuls zu seinem Maximum gelangt ist. Man mißt also nur den Akkommodationsimpuls, ausgedrückt in Dioptrien, ohne zu wissen, ob diese für den Impuls konstante Größen bezeichnen oder nicht.

Der unleugbare Wert der Arbeit *Flieringas* und *van der Hoeves* war Veranlassung, daß ich etwas tiefer auf dasjenige eingegangen bin, was ich in derselben für nicht einwandfrei hielt. Insbesondere habe ich darauf hinweisen wollen, daß der konstante Wert der Myodiotrie weder für verschieden starke Akkommodation noch für verschiedene Lebensalter bewiesen ist. Die Gründe, weshalb ich ihre m. E. voreiligen Folgerungen nicht akzeptieren kann, glaube ich in folgender Weise zusammenfassen zu können:

1. Der maximale Reiz beim paretischen Muskel braucht nicht zugleich der maximale Reiz für den normalen Muskel zu sein. Es ist sehr gut denkbar, daß der maximale Reiz für den paretischen Muskel ein hypermaximaler Reiz für den normalen Muskel ist.

2. Es ist nicht notwendig, daß, wenn die Ciliarmuskelparese in bezug auf die Akkommodation $1/p$ beträgt, die Ziliarmuskelparese auch in bezug auf ihre Kraft $1/p$ beträgt. Zwar ist es wahrscheinlich, obwohl nicht bewiesen, daß bei einer Parese von $1/p$ in bezug auf die Akkommodation eine Parese von $1/q$ in bezug auf ihre Kontraktionskraft bestehen wird; hieraus folgt, daß der Logarithmus der Kraft, geteilt durch den Logarithmus der Akkommodation, eine konstante Zahl ist. Diese Konstante wurde ohne irgendeinen Beweis von *Flieringa* und *van der Hoeve* gleich 1 gesetzt.

3. Der latente Akkommodationsimpuls, ausgedrückt in Dioptrien, braucht der latenten Ciliarmuskelkontraktion, ausgedrückt in Dioptrien, nicht gleich zu sein, obwohl man in beiden Fällen von latenter Akkommodation sprechen könnte.

4. Aus der Berechnung der maximalen Ciliarmuskelkontraktion in Myodiotrien in verschiedenen Lebensaltern kann man weder auf Gleich- oder Nichtgleichbleiben der maximalen Ciliarmuskelkontraktion noch auf Konstantbleiben der Myodiotrie schließen. Dies würde das Auflösen zweier Unbekannten aus *einer* Gleichung sein.

5. Es ist nicht richtig, den konstanten Wert der Myodiotrien als Basis für das Berechnen der maximalen Ciliarmuskelkontraktion zu benutzen und bei einer Parese hieraus wieder den konstanten Wert der Myodiotrie beweisen zu wollen.

6. Beim Extrapolieren der Zahlen wurde, wie von *Schoute* auseinandergesetzt ist, nicht mit hinlänglicher Vorsicht verfahren, um denselben Beweiskraft entleihen zu können.

Zweifellos haben *Flieringa* und *van der Hoeve* einen Schritt in der guten Richtung unternommen; aber das Endziel wurde noch nicht er-

reicht; dies hoffe ich nachgewiesen zu haben. Zugleich aber hoffe ich, daß es mir gelungen ist, einige Wege angedeutet zu haben, längs denen etwas weiter in dieser schwierigen Materie durchgedrungen werden kann. An erster Stelle scheint es mir von Bedeutung, zu ermitteln, ob bei verschieden starken Paresen das absolute Akkommodationsmaximum immer bei demselben Akkommodationsimpuls erreicht wird; ich nannte dieses bei der Besprechung von Abb. 2. An zweiter Stelle wird ein scharfes Auseinanderhalten von Ciliarmuskelkontraktion und Akkommodationsimpuls vielleicht die Möglichkeit verschaffen, über das Verhalten des Akkommodationsimpulses Anhaltspunkte zu sammeln, wo die Untersuchung der Ciliarmuskelkontraktion im Stich ließ. Die von mir geübte Kritik bezweckt denn auch nicht, abzubrechen und niederzureißen, sondern eher zu ermutigen, auf dem eingeschlagenen Wege weiterzugehen, aber dann mit größerer Vorsicht. Das schwierige Terrain, das beide Untersucher betreten, erfordert die größte Hingabe; doch die unerschütterliche Überzeugung, auf dem richtigen Wege zu sein, wird gerade sie vielleicht dazu befähigen, die vielen Schwierigkeiten zu überwinden, vor denen ein anderer zurückschreckt.
