

Grössenschätzung.

Häufig schon ist darauf hingewiesen, dass unsere Grössenschätzung, sobald sie durch den Gesichtssinn vermittelt wird, jederzeit ein Produkt zahlreicher Faktoren darstellt. Der Gesichtswinkel, also die Grösse des Netzhautbildes ist durchaus nicht allein entscheidend; es tritt vielmehr jedesmal das Bewusstsein des Abstandes vom Auge hinzu, psychologisch durch die Empfindung der Accomodation und der Augenkonvergenz, sowie durch Wahrnehmung zwischenliegender Gegenstände und frühere Erfahrungen repräsentiert, abgesehen von sekundären Momenten wie Farbennuance, Schatten, Wahrnehmbarkeit der Details u. s. w. Während bei den üblichen Augenmassversuchen die Entfernung vom Auge konstant bleibt, die Veränderung des Gesichtswinkels also allein in Frage kommt, hat Martius¹⁾ neuerdings, nach dem Vorgange Fechners, Augenmassvergleiche bei wechselnder Distanz ausgeführt, indem er objektiv wenig verschiedene oder gleiche Stäbe in zwei verschiedenen Entfernungen zur Vergleichung darbot und nach der Methode der minimalen Aenderungen den subjektiven Gleichheitspunkt bestimmte. Er kam zu dem Ergebnis, dass die Vergleichsgrösse, welche einer gegebenen Grösse bei verschiedenen Entfernungen gleich erscheint, mit der Entfernung stetig, aber sehr langsam wachse. Während die Netzhaut-

¹⁾ Martius, Die scheinbare Grösse der Gegenstände. Phil. Stud. Bd. 5. S. 601.

bildgrösse proportional der Entfernung sich vermindert, vermindert sich die scheinbare Grösse eines Stabes bei fünf-facher Entfernung so wenig, dass die Differenz für die verschiedenen Stabgrössen $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{20}$, in Einzelfällen noch weniger betrug, die entferntere Grösse also nicht $\frac{1}{5}$, sondern $\frac{9}{10}$ bis $\frac{19}{20}$ der näheren Grösse zu betragen schien. Auch v. Kries hat neuerdings in einer kleinen Studie¹⁾ sich mit der Thatsache beschäftigt, dass wir nur äusserst schwer bei der Grössenschätzung Sehwinkel und Entfernung voneinander trennen; auch er bestätigt, dass, wie schon Martius ausgeführt hat, im Gegensatz zu der relativ guten Schätzung absoluter Grössen, wir für Sehwinkel eine in höchstem Grade mangelhafte Schätzung besitzen.

Es schien mir nun von einigem Interesse, experimentell zu prüfen, ob dieselben Verhältnisse auch für den Tastsinn zutreffen, ob also auch unser Armmass bei der Durchmessung von Raumgrössen des betasteten Gegenstandes die Entfernung von dem Ansatzpunkt des Hebelsystems, von der Schulter, in Rücksicht nimmt. Wenn diejenigen Empfindungen, welche von der Bewegungsgrösse herkommen, und diejenigen, welche das Bewusstsein der Entfernung vermitteln, zu einer einheitlichen Vorstellung sich verbinden, so muss auch hier Grössenvergleichung bei wechselnder Entfernung möglich sein; wir müssten dann z. B. mit geschlossenen Augen imstande sein, auf einer frontal gestellten Wand eine Vertikallinie stets gleich lang zu ziehen, gleichviel ob wir von der Wand eine ganze, eine halbe oder nur eine viertel Armlänge entfernt stehen. Wenn dagegen unser Armmass keine absolute Grössenschätzung vermittelt, so müsste mit abnehmender Entfernung die Linie sich stetig verändern und tastende Grössenvergleichung wäre dann nur bei konstanter Entfernung möglich.

¹⁾ v. Kries, Beiträge zur Lehre vom Augenmass. In Beitr. z. Ps. u. Phys. d. Sinnesorg. (zu Helmholtz' 70. Geb.).

Es hätte am nächsten gelegen, zu diesem Zweck zwei Armbewegungen bei verschiedener Entfernung zwischen Schulter und Finger miteinander zu vergleichen; dagegen sprach folgendes. Erstens scheint es mir Grundbedingung solchen Versuches, dass wir uns möglichst naiv dem Grössenurteil hingeben und gar nicht versuchen, es in seine psychophysiologischen Komponenten zu zerlegen; das ist aber kaum möglich, wenn wir während des einzelnen Versuches beim Uebergang von der entfernteren zur näheren Grösse die Armkrümmung entsprechend verändern und dadurch die Aufmerksamkeit auf diesen veränderten Faktor hinlenken. Es ist dadurch sofort ein Anhaltspunkt für unbeabsichtigte Reflexion gegeben, und die unmittelbare Grössenschätzung aufgehoben. Zweitens aber ist bekanntlich eine wesentliche Stütze der Tastgrössenvergleichung in der Vergleichung der zum Durchmessen nötigen Zeit gegeben; die Versuche mussten natürlich so eingerichtet werden, dass dieses Hilfsmittel wegfiel. Beiden Anforderungen wird genügt, wenn wir nicht zwei Taststrecken miteinander vergleichen, sondern in wechselnder Entfernung eine Taststrecke einer in konstanter Entfernung gegebenen Linie im Gesichtsfeld gleich machen. Wenn beispielsweise in der Entfernung der ganzen Armlänge vertikale Punktdistanzen dem Auge geboten werden und die Aufgabe gestellt wird, bei ganzer, halber oder viertel Armlänge Entfernung die entsprechenden Distanzen dann bei geschlossenen Augen mit der Fingerspitze abzutasten, so muss sich klar ergeben, ob diese Vergleichsgrössen unabhängig von der Entfernung konstant bleiben. In sekundärer Weise wird dabei auch zugleich die Frage mit beantwortet, wie wir Raumgrössen aus dem Gesichtsraum in den Tastraum übertragen.

Solche Versuchsanordnung legt aber den Gedanken nahe, auf gleiche Weise noch einmal die Frage nach der absoluten Grössenschätzung mittels des Augenmasses aufzunehmen. In der That gilt auch von der Vergleichung zweier verschieden entfernter Gesichtsrössen, dass der Uebergang vom entfernten

zum nahen Objekt durch die Veränderung der Accomodation und Konvergenz die Aufmerksamkeit auf den einen Faktor der Grössenschätzung hinlenkt und somit unwillkürlich Reflexionsprodukte an Stelle naiver Grössenvorstellungen auslöst. Auch hier würde der Fehler wesentlich gemindert, wenn wir Gesichts- und Tastgrössen miteinander vergleichen, derart, dass jetzt die Entfernung des tastenden Fingers konstant bleibt, die Distanz der Augenmassgrösse aber wechselt, vielleicht verdoppelt oder vervierfacht wird. Dadurch dass bei dieser Versuchsordnung die Vergleichsgrösse aktive Armbewegung ist, bietet sich die Methode der mittleren Fehler als die natürlichste dar; sie hat in diesem Falle noch den besonderen Vorzug, dass sie sehr viel geringerer Reflexion bedarf als die von Martius benutzte Methode der minimalen Aenderungen oder der r. u. f. Fälle. Die Grössenvorstellung setzt sich unmittelbar in den Bewegungsimpuls um, und lässt somit eine die Resultate störend beeinflussende Reflexion in sehr viel geringerem Grade auftreten als wenn ein Urteil gefällt werden soll, ob eine der wahrgenommenen Grössen gleich, grösser oder kleiner als die andere ist. Da Martius schon bei seinen zwei Versuchspersonen zum Teil abweichende Resultate erhielt, so war unerlässlich, eine grössere Zahl von Versuchspersonen heranzuziehen. Es haben sich an der Arbeit, die wir im Sommer-Semester 1891 ausführten, 10 Versuchspersonen beteiligt; da aber nur 7 Personen sämtliche Versuchsreihen durchgeführt haben, so wird im folgenden nur von den Ergebnissen dieser sieben (Cl. G. H. Le. Li. Sch. Z.) die Rede sein.

Zur Herstellung der Augenmass- und Armmassgrössen benutzten wir zwei neue Apparate, bei deren Beschreibung auch einige im folgenden nicht zur Verwendung kommende Teile kurz mit erwähnt werden mögen. Der Augenmassapparat, welcher alle Bedürfnisse der Punktdistanzuntersuchung in sehr viel exakterer Weise befriedigt als die früher beschriebenen Apparate, hat als Hauptstück ein dickes Brett von 80 cm im

Quadrat, das auf Metallfüßen vertikal auf dem Tisch steht. Die Vorderseite des Brettes ist mit schwarzem Wollstoff überzogen und bietet so eine vollkommen gleichmässige, matte Ebene dar. Aehnlich wie Reissnägeln können weisse Elfenbeinplättchen von 2 mm im Quadrat, beliebig in dieser Stoffdecke befestigt werden. Ein solches weisses Plättchen ist nun auch an einem vertikal über die Fläche gespannten feinen, schwarzen Faden angebracht, der für das Auge bei Schattenstellung des Apparates vollkommen unsichtbar ist. Die weiteren Vorrichtungen ermöglichen es nun, dass dieser Faden von der Hinterseite des Brettes aus genau messbar, sowohl in der horizontalen wie in der vertikalen Richtung bewegt werden kann und somit das an ihm befestigte Plättchen in jeder beliebigen Richtung auf Bruchteile eines Millimeters genau verschoben werden kann, ohne dass die Versuchsperson an der vorderen Brettseite etwas anderes als die Bewegungen des Pünktchens auf der schwarzen Fläche wahrnimmt. Ist beispielsweise oben und unten ein festes weisses Plättchen angebracht, so kann nun von der Hinterseite der Faden mit dem beweglichen Plättchen so lange aufgerollt werden, bis der bewegliche Punkt die gesamte Punktdistanz zu halbieren scheint; ein Schieber zeigt dann auf der Hinterseite an einer Millimeterskala, auf welchem Punkt das Plättchen vorne steht. Zu diesem Zweck läuft der Faden ohne Ende über Rollen oben und unten um das ganze Brett, hinten aber über eine Schraube, deren Drehung den Faden in Bewegung setzt; ein schwarzer Schieber läuft dabei auf einer vertikalen Millimeterskala. Selbstverständlich muss der Schieber hinten so viel nach oben rücken als vorne das Plättchen nach unten geht. Dieses ganze System von Rollen, Schraube, Schieber und Skala ist nun nicht an dem Brette selbst angebracht, sondern an einer vertikalen Metallstange von der Länge des Brettes, die ihrerseits an einer horizontalen Schraubenspindel befestigt ist. Wird diese Spindel durch ein Rad gedreht, so läuft jene Stange mit dem Faden in horizontaler Richtung weiter, wobei ebenfalls ein Zeiger

auf einer horizontalen Millimeterskala die Grösse des zurückgelegten Weges angibt. Durch Kombination von Schrauben- und Raddrehung lässt sich so der bewegliche Punkt auf der Vorderseite in jedem Sinne innerhalb der durch das Brett gegebenen Ebene genau messbar bewegen. Der Apparat hat sich für die verschiedenartigsten Augenmassuntersuchungen vorzüglich bewährt; sein eventueller Nachteil liegt darin, dass er nicht, wie der in Heft 2 dieser Studien beschriebene, der Versuchsperson selbst die Bedienung des Apparates gestattet. Für unsere Untersuchung war nur ein fester und ein beweglicher Punkt in der Vertikalen nötig. Der eine Punkt wurde einen Decimeter über dem unteren Brettrand befestigt, der bewegliche Punkt konnte bis zum oberen Brettrand, also in einem Spielraum von 70 cm leicht auf- und abgeschoben werden.

Den zweiten Apparat hatte ich für die Untersuchung von Bewegungsempfindungen anfertigen lassen. Prof. Delabarre ¹⁾ hat ihn ausführlich beschrieben und abgebildet, sowie mannigfache Versuche an demselben mitgeteilt. Ein metallener Wagen läuft leicht auf fast meterlangen Schienen, die auf schwerem, ausschibbarem Stativ in jeder Lage von der horizontalen bis zur vertikalen befestigt werden können. Der Wagen trägt einen kleinen Cylinder, der das Endglied des Zeigefingers aufnimmt. Das Gewicht des Wagens kann bei jeder nicht-horizontalen Lage durch Gegenbelastung in Wagschalen aufgehoben werden; damit er auch bei Vertikalstellung den Schienen fest anliegt, greift ein kleines fünftes Rad unter eine höher gelegene Mittelschiene. Auf dieser Mittelschiene lassen sich Klammern verschieben und befestigen, durch welche der Wagen an jeder beliebigen Stelle festgehalten werden kann; ein Zeiger am Wagen gleitet über eine Halbcentimeterskala an der äusseren Schiene. Werden zwei solche Appa-

¹⁾ Delabarre, Ueber Bewegungsempfindungen. Inaug.-Diss. Freiburg 1891.

rate für rechte und linke Hand benutzt, so lässt sich durch die Möglichkeit der verschiedensten Lagen, Höhen, Belastungen, Begrenzungen u. s. w. eine überaus grosse Mannigfaltigkeit der Versuche über Bewegungsempfindungen erzielen. Auch die oben dargestellte Arbeit über das Gedächtnis für Bewegungsempfindungen ist an diesem Apparate ausgeführt. Für die vorliegende Untersuchung kam nur der Apparat für die rechte Hand zur Verwendung und zwar stets bei Vertikalstellung der Schienen, derart dass die sitzende Versuchsperson den Apparat in wechselnder Entfernung vor ihrer rechten Schulter stehen hatte. Das Gewicht des Wagens war vollständig kompensiert, so dass der Wagen mit überaus geringem Widerstand auf- und abgeführt werden konnte. Die untere Klammer gab dem Wagen einen konstanten Ruhepunkt; von hier aus konnte er dann bequem eine beliebige Strecke vertikal in die Höhe geführt werden mit nicht grösserem Widerstande, als wenn die Hand frei hinaufgeführt wird. Der Protokollant musste dann am Stand des Zeigers ablesen, welche Strecke der Wagen durchlaufen hatte.

Als Normalgrössen benutzten wir die Strecken 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 cm; in einer Serie von etwa vierzig Versuchen wurden diese acht Grössen in verschiedenster Reihenfolge als Punktdistanzen auf dem Augenmassapparat eingestellt, von der Versuchsperson fünf Sekunden betrachtet und dann mit geschlossenen Augen sofort auf dem Bewegungsapparat reproduziert, in dessen Cylinder schon vorher die Spitze des Zeigefingers gesteckt war. Um ein Wiedererkennen der einzelnen Strecken möglichst zu vermeiden, wurden häufig andere Normalgrössen zwischengeschoben; die entsprechenden Bewegungsgrössen wurden im Protokoll weggelassen, so dass nur diejenigen Bewegungen zur Berechnung kommen, welche jenen acht Normalgrössen korrespondieren. Zahlenvorstellungen wurden möglichst unterdrückt, so dass wirklich eine unmittelbare Uebertragung aus gewonnenen optischen Grössenvorstellungen in Arm- und Fingerbewegung stattfand.

Als Ausgangspunkt musste natürlich für Auge und Finger die gleiche Entfernung gewählt werden. Wir betrachteten als solche Einheit die Entfernung von der Schulter bis zur Zeigefingerspitze bei ausgestrecktem Arm; dieselbe betrug bei der kleinsten Versuchsperson 63 cm, bei der grössten 76 cm. Bei den Ausgangsversuchen stand also der Augenmassapparat vom Auge, der Armmassapparat von der Schulter um diese Strecke entfernt. Es galt nun einerseits den Einfluss der Entfernung auf das Armmass zu prüfen: zu diesem Zweck blieb bei einer zweiten Versuchsserie der Augenmassapparat stehen, der Armmassapparat aber wurde in die halbe Entfernung gebracht und bei einer dritten Versuchsserie in ein viertel der ursprünglichen Entfernung. Andererseits galt es, den Einfluss der Entfernung auf das Augenmass zu prüfen: es wurde deshalb in der vierten Versuchsserie der Armmassapparat in der Ausgangsstellung gelassen, der Augenmassapparat aber in die doppelte, in der fünften Versuchsserie in die vierfache Entfernung geschoben. Bei einer sechsten Versuchsserie schliesslich war der optische Apparat auf die doppelte, der Bewegungsapparat auf die halbe Entfernung gebracht. Bezeichnen wir jene Ausgangsentfernung, die natürlich für jede Versuchsperson je nach der Armlänge eine andere ist, mit 1, so verglichen wir also erstens Auge 1, Arm 1, zweitens Auge 1, Arm $\frac{1}{2}$, drittens Auge 1, Arm $\frac{1}{4}$, viertens Auge 2, Arm 1, fünftens Auge 4, Arm 1, sechstens Auge 2, Arm $\frac{1}{2}$. Uebungseinflüsse wurden möglichst durch Wiederholungen ausgeglichen.

Die gewonnenen Durchschnittszahlen sind bei wechselnder Entfernung des Bewegungsapparates und konstanter Entfernung des Augenmassapparates folgende:

Distanz	5	10	15	20	25	30	35	40
Armlänge	Cl.							
ganze	7,6	12,1	17,2	20,5	26,8	30,8	35,8	40,8
halbe	8,5	11,9	16,9	21,1	25,4	30,1	36,1	41,0
viertel	9,7	14,7	19,3	25,9	29,7	34,6	40,9	44,5

Distanz	5	10	15	20	25	30	35	40
Armlänge								
G.								
ganze	7,0	12,2	17,7	21,9	27,6	32,4	36,7	41,3
halbe	5,5	11,2	15,5	18,8	22,4	26,7	33,8	36,5
viertel	7,6	14,5	18,1	22,6	28,3	33,8	36,2	38,5
H.								
ganze	6,4	13,1	19,8	23,0	29,1	34,1	39,0	44,3
halbe	5,0	10,2	14,7	21,9	26,2	32,2	38,3	43,3
viertel	5,7	11,0	15,3	19,3	24,9	30,7	35,1	38,3
Le.								
ganze	7,0	12,9	16,7	21,4	27,1	31,4	37,2	41,5
halbe	8,0	13,0	18,5	22,0	30,7	33,3	38,0	43,2
viertel	6,2	10,5	15,5	21,1	28,6	34,2	38,3	43,3
Li.								
ganze	8,3	14,2	18,4	22,7	27,2	31,3	35,5	41,2
halbe	7,1	14,2	19,8	23,4	27,5	33,8	38,7	42,5
viertel	8,2	13,1	16,7	22,6	26,4	32,1	36,2	40,6
Sch.								
ganze	8,8	16,3	22,4	27,9	33,6	37,8	42,4	47,3
halbe	9,3	17,0	25,1	29,5	35,7	40,0	43,8	48,1
viertel	8,9	16,6	20,3	26,4	30,4	35,3	39,8	44,0
Z.								
ganze	9,2	14,0	18,6	22,7	26,3	31,8	37,0	42,1
halbe	7,9	11,9	15,9	19,5	24,3	28,8	33,6	38,1
viertel	5,1	9,2	14,1	18,2	22,5	27,7	32,3	37,8

Die vorliegenden Zahlen, welche zweifellos bei wesentlich umfangreicheren Versuchsreihen eine noch grössere Regelmässigkeit innerhalb der einzelnen Skala aufweisen würden, dürften auch so schon genügen, um die Frage, die wir ins Auge gefasst hatten, einer Antwort näher zu führen. Am auffallendsten ist zunächst, dass bei ganzer Armlänge, also bei gleicher Entfernung der Tast- und Gesichtsgrösse, die erstere bei sämtlichen Personen für sämtliche Strecken zu gross gemacht wird. Hieraus irgendwelche allgemeinen Schlüsse über das Verhältnis von Gesicht- und Tastraum zu ziehen, geht nicht an, da hier der optische Reiz stets Normal-

grösse, der taktile Reiz stets Vergleichsgrösse war, eine auf dieses Verhältnis gerichtete Untersuchung aber offenbar auch die entgegengesetzte Anordnung berücksichtigen müsste. Für uns kommt das bei ganzer Armlänge gewonnene Ergebnis mithin nur als Ausgangspunkt für die Vergleichung der anderen Reihen in Betracht. Berechnen wir für jede Versuchsperson, um wieviele Centimeter durchschnittlich sich jede der acht Grössen bei halber, resp. viertel Armlänge vermehrt oder vermindert hat und nehmen wir aus den so gefundenen acht Zahlen den Durchschnitt, so ergibt sich folgendes buntscheckige Bild. Die Veränderung gegenüber ganzer Armlänge beträgt für Cl. bei halber Armlänge durchschnittlich $+ 0,1$ cm, bei viertel Armlänge $+ 3,5$, für G. $- 3,3$ und $+ 0,4$, für H. $- 2,1$, und $- 3,4$, für Le. $+ 1,4$ und $+ 0,3$, für Li $+ 1,0$ und $- 0,4$, für Sch. $+ 1,5$ und $- 1,8$, für Z. $- 2,7$ und $- 4,4$. Das Ergebnis ist also für zwei Personen (H. und Z.) in beiden Fällen eine Verkleinerung, für zwei (Cl. und Le.) in beiden Fällen Vergrösserung, für zwei (Li. und Sch.) Vergrösserung bei halber, Verkleinerung bei viertel Armlänge, und bei einer (G.) das umgekehrte Verhältnis.

Die Winkelveränderungen sind beim Armmass offenbar wesentlich komplizierter als beim Augenmass, da einerseits die Beugungen und Streckungen in Schulter-, Ellbogen-, Hand- und Fingergelenk sich summieren, andererseits bei verkleinerter Entfernung der Hebel sich nicht verkürzt, sondern seitlich ausbiegt. Trotzdem müsste die Tastgrösse sich bei wachsender Entfernung stetig zu verkleinern scheinen, die gegebene Grösse bei halber oder viertel Armlänge also zu klein reproduziert werden, wenn sich das aus Muskel-, Haut- und Gelenkempfindungen zusammengesetzte Entfernungsbewusstsein nicht fest mit der Bewegungsempfindung verbinden würde. Thatsächlich zeigen die Versuche, dass von gesetzmässigem Eintreten solcher stetigen Verkleinerung durchaus nicht die Rede sein kann, da nur zwei von den sieben Versuchspersonen ein entsprechendes Ergebnis aufweisen, während bei fünf Personen

beidemale oder wenigstens einmal Vergrösserung erfolgte. Es scheint mir somit sichergestellt, dass auch beim Armmass die Grössenschätzung stets die Resultierende aus Bewegungsempfindung und Entfernungsempfindung ist, die in den Zahlen ausgesprochenen Veränderungen der Grössenschätzung bei veränderter Entfernung also nicht aus einer Vernachlässigung der Entfernungsempfindung erklärt werden können. Um diese individuell so verschiedenen Veränderungen dennoch zu erklären, bedarf es vielleicht nur einer Voraussetzung, die sich eng an die uns bezüglich der Grössenschätzung bekannten Thatsachen anlehnen würde. Wir sehen überall, dass eine Raumgrösse überschätzt wird, wenn ihre Durchmessung mühsamer, anstrengender und unbequemer als gewöhnlich ist. Es ist nun wahrscheinlich, dass das Minimum der Anstrengung für das Armmass bei verschiedenen Personen in verschiedener Entfernung vom Körper liegt. Energische kräftige Personen sind gewohnt, den Arm viel in nahezu gestreckter Stellung zu benutzen, bei schlaffen, schwachen Personen überwiegt die Beugstellung; überdies sind die entsprechenden Gewohnheiten in hohem Masse durch Kurzsichtigkeit und Weitsichtigkeit, Berufsthätigkeit u. a. beeinflusst. Derjenige also, der gewohnheitsmässig mit gestrecktem Arme tastet, wird die Bewegung mit halber oder viertel Armlänge als Unbequemlichkeit empfinden, die Grössen deshalb überschätzen und somit zu klein machen. Derjenige dagegen, der nach der Art des stark Kurzsichtigen den Arm auf viertel Länge zu krümmen gewöhnt ist, wird die Zunahme der Streckung als Anstrengung empfinden, die Strecken mit gestrecktem Arm somit überschätzen und kleiner machen. Liegt solches Optimum in der Mitte, so müsste das Anstrengungsgefühl sowohl für völlige Streckung wie völlige Beugung zunehmen. Die Wahrscheinlichkeit solcher Deutung tritt noch mehr hervor, wenn die Durchschnittszahlen nicht für sämtliche Grössen zusammen, sondern für kleinere und grössere Strecken gesondert berechnet werden.

Bei der zweiten Versuchsgruppe, welche den Einfluss der Entfernung auf die Augenmassschätzung prüfen sollte, blieb, wie geschildert, der Armmassapparat konstant in der Ausgangsstellung, also in der Entfernung der ganzen Armlänge, während der Augenmassapparat auf die doppelte und vierfache Armlänge entfernt wurde. Die gewonnenen Durchschnittszahlen sind folgende:

Distanz	5	10	15	20	25	30	35	40
Entfernung				Cl.				
einfache	7,6	12,1	17,2	20,5	26,8	30,8	35,8	40,8
doppelte	9,5	12,3	17,7	21,9	27,6	33,8	38,5	41,9
vierfache	10,0	14,7	19,2	24,7	28,6	36,4	42,0	46,9
				G.				
einfache	7,0	12,2	17,7	21,9	27,6	32,4	36,7	41,3
doppelte	7,3	12,3	18,1	23,8	27,8	32,7	36,4	41,5
vierfache	9,6	14,4	21,9	26,3	30,8	36,2	39,8	42,6
				H.				
einfache	6,4	13,1	19,8	23,0	29,1	34,1	39,0	44,3
doppelte	6,3	9,9	14,7	19,3	25,2	30,6	33,7	38,3
vierfache	6,1	13,2	16,0	21,2	26,4	30,6	34,6	39,8
				Le.				
einfache	7,0	12,9	16,7	21,4	27,1	31,4	37,2	41,5
doppelte	6,5	12,6	16,9	22,0	27,1	32,3	37,7	43,9
vierfache	6,9	13,1	19,4	23,8	28,2	35,8	40,0	47,8
				Li.				
einfache	8,3	14,2	18,4	22,7	27,2	31,3	35,5	41,2
doppelte	8,0	13,7	17,4	22,8	27,1	30,9	33,5	40,2
vierfache	9,4	14,2	17,0	22,5	24,3	27,9	30,0	33,0
				Sch.				
einfache	8,8	16,3	22,4	27,9	33,6	37,8	42,4	47,3
doppelte	7,2	15,3	22,2	26,4	31,0	35,5	40,2	46,1
vierfache	7,5	16,7	21,4	24,6	27,6	31,8	36,2	42,0
				Z.				
einfache	9,2	14,0	18,6	22,7	26,4	31,8	37,0	42,1
doppelte	9,6	16,9	20,0	24,4	28,7	33,3	38,4	42,5
vierfache	12,6	16,7	20,8	24,1	29,7	33,8	39,1	44,2

Auf den ersten Blick ist hier ersichtlich, dass die eingestellten Armmassgrössen mit der doppelten, resp. vierfachen Distanz der Augenmassgrösse bei den Versuchspersonen H., Li. und Sch. stetig abnehmen, bei Cl., G., Le. und Z. aber anwachsen, und zwar zum Teil sehr erheblich anwachsen. Bei keiner der sieben Versuchspersonen ist die Veränderung un-
stetig; wo die Grössen bei doppelter Entfernung verkleinert aufgefasst werden, ist die Verkleinerung bei vierfacher Entfernung noch stärker, und dasselbe gilt von der Vergrösserung. Würde, wie Martius annimmt, die Augenmassgrösse mit wachsender Entfernung langsam kleiner werden, so müsste bei sämtlichen Versuchspersonen die Grösse der Armmassstrecken abnehmen; der Umstand, dass bei mehr als der Hälfte der Versuchspersonen aufs deutlichste das gegenteilige Verhalten eintritt, die Strecken bei wachsender Entfernung immer grösser gemacht werden, beweist zwingend, dass die unmittelbare Grössenschätzung im Gesichtsfeld durch die Entfernung des Objektes vom Auge nicht beeinflusst wird, vorausgesetzt, dass wir diese Entfernung ungefähr richtig erkennen. Wäre ein solcher direkter Einfluss vorhanden, so müsste seine Einwirkung sich bei allen Versuchspersonen jedenfalls in derselben Richtung bemerkbar machen; das thatsächliche Verhalten beweist, dass die Veränderung vielmehr Produkt sekundärer Umstände ist, welche grossen individuellen Verschiedenheiten unterliegen, und welche bei einigen zur Verkleinerung, bei der Mehrzahl zur Vergrösserung führen. Vielleicht wird die ungewohnte grössere Entfernung durch Kontrast von einigen überschätzt, vielleicht nimmt mit der Distanz die Deutlichkeit der Grenzpunkte ab, so dass die Linie unbestimmt begrenzt und dadurch vergrössert erscheint: auf diese sekundären Momente, die sich doch nur vermutungsweise erschliessen lassen, kommt es ja wenig an. Wichtig ist nur die negative Thatsache, dass eine durch die wachsende Entfernung bedingte Verkleinerung nicht stattfindet; denn selbst diejenigen Fälle, bei denen Verkleinerung

eintrat, dürfen wir offenbar nicht unmittelbar auf die Distanzveränderung beziehen, da ihnen ja häufigere Fälle entgegengesetzter Art gegenüberstehen. Auch die Verkleinerung beruht auf sekundären Momenten, welche die naive unmittelbare Grössenschätzung stören, in erster Linie wohl auf unwillkürlicher Reflexion. Eine solche dürfte denn auch, wie schon berührt, bei den Martiusschen Versuchen mitgespielt haben, denen dadurch in keiner Weise das Verdienst eingeschränkt wird, die wichtige Frage zuerst systematisch experimentell geprüft zu haben.
