

# Über Kataraktlinsen des menschlichen Auges.

Von

**Erich Balling**<sup>1)</sup>.

---

(Aus dem mediz.-chem. Institut der Prager deutschen Universität.)

(Der Redaktion zugegangen am 15. September 1919.)

---

Die vorgelegten Untersuchungen sind als Beginn einer größeren Untersuchungsreihe gedacht, bei welcher ein möglichst großes Material an menschlichen Augenlinsen der chemischen Untersuchung nach verschiedensten Richtungen unterzogen werden soll. Es ist doch auffallend, daß nur wenige chemische Untersuchungen<sup>2)</sup> über die normale und die patho-

<sup>1)</sup> Anmerkung. Die hier mitgeteilte Studie ist im Jahre 1912 abgeschlossen worden, als der Autor Demonstrator am hiesigen deutschen mediz.-chem. Institute war. Die Untersuchungen sollten nach seinem Doktorate fortgesetzt werden. Dr. Balling ist aber im Alter von 24 Jahren, im August 1914, als Arzt auf dem serbischen Kriegsschauplatze schwer verwundet worden und kurz nachher in serbischer Gefangenschaft am 16. August 1914 gestorben.

Da aus äußeren Gründen die projektierte Fortsetzung dieser Arbeiten hier gegenwärtig nicht möglich ist, da ferner inzwischen auch von anderer Seite (W. Reis, Arch. f. Ophthalm. Bd. 80, S. 588; A. Jess, Zeitschr. f. Biol. Bd. 61, S. 93; Burdon-Cooper, JB. f. Tierchemie 323 (1914); M. Hoffmann, Münchn. Med. Wochenschr. Bd. 61, S. 584 (1914); M. Goldschmidt, ebenda Bd. 61, S. 657) chemische Studien über die pathologisch veränderte Augenlinse veröffentlicht worden sind, sei es gestattet, die Studie des zu einer schönen Zukunft berechtigt gewesenen Kriegsoffiziers kurz mitzuteilen.

Zeynek.

<sup>2)</sup> O. Jacobsen (Klin. Monatsblätter f. Augenheilk. Bd. XVII S. 307 (1879), Cholesterinbestimmungen von normalen und von kataraktösen

logisch veränderte Augenlinse vorliegen, wenn von den Studien serologischer Natur abgesehen wird.

Die grundlegenden, chemischen Untersuchungen über die Augenlinse sind von C. Th. Mörner<sup>1)</sup> an Rinderlinsen durchgeführt. Auf die Verschiedenheiten der Kristallinsen bei verschiedenen Tieren weist aber schon Berzelius<sup>2)</sup> hin.

Allerdings bieten die menschlichen Augenlinsen im Vergleich zu den Rinderlinsen wegen ihrer Kleinheit ein weniger günstiges Untersuchungsmaterial. Auch ist schon von Jacobsen (l. c. S. 309) darauf hingewiesen worden, daß bei der Untersuchung von pathologisch veränderten menschlichen Linsen, welche durch Extraktion erhalten worden sind, ein Fehler unterläuft, da „ausnahmslos eine gewisse, mitunter beträchtliche, mitunter freilich nur sehr geringe, Quantität corticaler Linsensubstanz abgestreift oder durch das Kammerwasser weggeschwemmt wird“, weshalb quantitative Bestimmungen keine genauen Werte ergeben können.

So berechtigt dieser Einwand ist, entschloß ich mich doch, ebenso wie Jacobsen trotzdem seine Daten mitgeteilt und rechnerisch benützt hat, eine Reihe von orientierenden quantitativen Untersuchungen an Kataraktlinsen auszuführen, in der Annahme, daß einerseits bei den vorliegenden Veränderungen beträchtliche Differenzen gegenüber normalen menschlichen Augenlinsen vorhanden sein müssen, und andererseits, da die pathologischen Veränderungen meist zuerst am Linsenkern auffällig werden. Daher glaube ich, daß die erhaltenen Daten doch einen Vergleichswert besitzen und daß einige Anhaltspunkte für ein weiteres Arbeiten gewonnen sind.

Die zur Untersuchung verwendeten Kataraktlinsen wurden

---

Linsen, ferner Bestimmung des durchschnittlichen Trockengewichts von einer größeren Zahl Augenlinsen verschiedenen Alters.

O. Gross, Arch. f. Augenheilk. Bd. 58, S. 40 (1907), Aschenbestimmungen von der Trockensubstanz einer größeren Zahl von menschlichen Linsen: 1,533 g Trockensubstanz gaben 0,047 g einer fast vollkommen wasserlöslichen Asche.

<sup>1)</sup> Diese Zeitschr. Bd. 18, S. 60 (1894).

<sup>2)</sup> Lehrbuch, deutsch von Woehler, 4. Aufl. Bd. 9, S. 526 (1840).

durch Lanzen- oder Lappenextraktion aus der Kapsel entbunden, möglichst rasch, soweit es die Rücksicht auf die Operation zuließ, in ein exsikkatortrockenes Wägegläschen mit eingeschliffenem Glasstöpsel gebracht und darin gewogen. Hierauf wurde die Linse in dem Wägegläschen bei  $110^{\circ}$  getrocknet, wobei ihre Farbe stets dunkler wurde. Nach der Wägung zum konstanten Gewicht wurde die Linse in einen gewogenen Platintiegel übertragen, was fast stets ohne Schwierigkeit gelang. In dem Platintiegel wurde die Linse vorsichtig verascht. Nur ein einziges Mal war nach der Veraschung die Form der Linse erhalten geblieben, in den andern Fällen fand sich die Asche als ein geringer weißlicher Belag am Boden des Tiegels vor.

Die Asche wurde mit heißem Wasser aufgenommen. Eine größere Menge solcher Aschenrückstände wurde vereinigt, ihre Analyse ergab das Vorhandensein von Chlor, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Natrium, Calcium, Magnesium, Eisen, sehr geringen Mengen von Kalium.

Zur Wägung der frischen Linse sei bemerkt, daß sich schon beim langsamen Wägen in einem offenen Gefäß eine Gewichtsabnahme bemerkbar macht. In einigen Fällen habe ich den Grad der Austrocknung bei Zimmertemperatur bestimmt. In 6 Stunden betrug der Wasserverlust bei Zimmertemperatur etwa 0,002 g, wesentliche Differenzen habe ich bei verschiedenartig veränderten Linsen nicht finden können.

Mit Rücksicht auf diese Empfindlichkeit der frischen Linsen habe ich nur solche Linsen in der mitzuteilenden tabellarischen Übersicht aufgenommen, deren Wassergehalt nicht während der Operation in irgend einer Weise, sei es durch längeres Verweilen auf dem sterilen Operationstuche, sei es durch Hinzutritt von Flüssigkeiten, verändert sein konnte. Von 55 untersuchten Linsen waren 34 sicher frei von solchen accessorischen Fehlern.

Die Konsistenz aller Linsen war eine weich-klebrige. Die Größe der einzelnen Linsen zeigte beträchtliche Schwankungen.

Die äußersten Differenzen in den erhaltenen Werten sind folgende:

Gewicht der frischen Linse:	Max. 0,2567,	Min. 0,0761,
„ „ trockenen „	„ 0,0915,	„ 0,0200,
„ „ Linsen-asche:	„ 0,0039,	„ 0,0006.

Auf Prozente berechnet ergeben sich folgende Grenzwerte:

Trockensubstanz, Max. 46,54%, Min. 19,29%,

Asche, bezogen auf die frische Linse, Max. 2,66%,  
Min. 0,77%.

Asche, bezogen auf den Trockenrückstand, Max. 8,77%,  
Min. 2,08%.

Es sind dies mächtige Schwankungen, welche die Annahme nahelegen, daß wesentliche Störungen der osmotischen Verhältnisse und des Stoffwechsels hier vorhanden sind.

Unter Beziehung auf die folgende tabellarische Übersicht sei das Folgende hervorgehoben.

Zwischen dem Alter des Patienten und den absoluten Gewichten der frischen, getrockneten und veraschten Kataraktlinsen, ebenso in den Relationen von Trockensubstanz und Asche, war keine wie immer geartete Beziehung zu ersehen. Ein abschließendes Urteil darüber wird jedoch erst möglich sein, wenn eine ausgedehntere Versuchsreihe mit normalen Augenlinsen von verschiedenem Alter aufgeklärt haben wird über die physiologischen Verhältnisse des Linsengewichts.

Auffallend ist, daß die quellenden, weißlichen (immaturen) Linsen relativ wenig Trockenrückstand und Asche aufweisen. Inzipiente Katarakten mit relativ viel klarer Rinde weisen hingegen sehr hohe Trockensubstanz- und Aschenwerte auf. Die peripher hellgelb durchsichtigen, zentral aber undurchsichtig braunen Linsen repräsentieren die mittleren Werte, so daß eine Zunahme des Wassergehalts bei Progredienz des Kataraktprozesses anzunehmen ist.

Bei fünf Linsen habe ich auf die Veraschung verzichtet und mit der Trockensubstanz zur eigenen Orientierung Stickstoffbestimmungen nach Kjeldahl ausgeführt. Wenn auch diese Werte in Anbetracht der geringen Substanzmenge nicht sonderlich genau sind, so erscheint es mir doch erwähnenswert, daß die Schwankungen um einen gefundenen Mittelwert von 16% Stickstoff, bezogen auf das Trockengewicht, recht geringe waren. Werden diese Werte (willkürlich, nur zur Orientierung) mit dem von

Mörner gefundenen Mittelwert des Linseneiweißstickstoffs vom Rind (16,62%) auf Eiweiß umgerechnet, so würde sich ergeben, daß keine beträchtlichen Mengen von stickstofffreien Substanzen außer den Aschenbestandteilen auch in den Kataraktlinsen vorhanden sind.

Eine qualitative Untersuchung verschiedener Kataraktlinsen ergab negative Reaktionen bei den Proben auf Harnstoff, Harnsäure und Zucker. Cholesterin war in geringen Mengen nachweisbar.

Auch in den Kataraktlinsen von zwei Diabetikern konnte ich weder direkt noch nach 2stündigem Kochen mit Normal-salzsäure in Kohlensäureatmosphäre Zucker nachweisen.

Herrn Prof. Dr. A. Elschnig und den Herren seiner Klinik bin ich für die Überlassung des Materials und für die Unterstützung zu besonderem Danke verpflichtet.

## Zusammenstellung der Ergebnisse.

Alter des Patienten	Ge- schlecht	Klinische Diagnose	Gewicht der Linse frisch	Gewicht ge- trock- net	Linsen- asche	Trocken- substanz in %	Asche in %	A-schen- gehalt in % der Trocken- substanz
21	männl.	Cat. traum. corp. alien. Dichte subcapsuläre Trübung in der Polgegend, tiefere Rinde und Kern klar. Konz. Schalentrübung der hinteren Corticalis	0,0945	0,0276	0,0016	29,21	1,69	5,8
38	männl.	Cat. compl., Iridocycl. peracta, Pigment auf Linsenkapsel, Kapselfalten, dicht getrübe Linse	0,1501	0,0308	0,0027	20,52	1,80	8,77
44	männl.	Cat. compl., Iridocycl. Pigment auf der Linsenkapsel, milchigweiße vord. Rinde mit Tropfen, Sektoren, gelbweißer Kern	0,1037	0,0200	0,0008	19,29	0,77	4,0
48	männl.	Cat. tot. tumescens. chron. Nephritis. Bläuliche, etwas geblähte Cat. Subcapsul. Speichen, großer, gelb-brauner Kern	0,1240	0,0279	0,0016	22,50	1,29	8,7
53	männl.	Cat. fere matura. Subcaps. Tropfen, große und kleine seidenglänzende Speichen in der vorderen Rinde, Kern gelbweiß	0,1004	0,0342	0,0010	34,07	1,00	2,9
53	weibl.	Cat. tumescens, subcaps. dichte Tropfen. Breite, seidenglänzende Speichen in der vorderen Rinde, gelb-weißer kleiner Kern	0,0761	0,0231	0,0006	30,86	0,79	2,6

(Fortsetzung)

Alter des Patienten	Geschlecht	Klinische Diagnose	Gewicht der Linse frisch	Gewicht der Linse getrocknet	Linienasche	Trockensubstanz in %	Asche in %	Aschengehalt in % der Trockensubstanz
55	weibl.	Cat. cort. post., Iridocycl. peracta. Vordere Rinde und Kern klar, hintere Rinde schalenförmig getrübt, periphere Speichen	0,1451	0,0536	0,0025	36,94	1,72	4,7
55	männl.	Cat. senilis fere tot. immat.	0,1351	0,0501	—	37,08	—	—
55	idem	Cat. senilis fere tot. immat.	0,1497	0,0526	—	35,14	—	—
57	männl.	Cat. cort. ant. et post. Diabetes. Subcaps. dichte, weiße, scharf abgegrenzte Trübung, Kern klar, hintere Rinde sternförmig getrübt	0,1070	0,0496	0,0019	46,54	1,82	3,8
60	weibl.	Cat. senilis immat.	0,2244	0,0549	0,0029	24,47	1,29	5,3
61	weibl.	Cat. mat. Dicht getrühte vordere Rinde, viel klare Rinde, dichter weißer Kern	0,1275	0,0308	—	24,16	—	—
62	weibl.	Cat. senilis, schleierförmig graue Trübung in der vorderen Rinde, gelbbrauner Kern	0,2437	0,0915	0,0024	37,81	0,96	2,6
62	weibl.	Cat. myopica, Iridocycl peracta, fast homogene graue Trübung in der vorderen Rinde, zarte Speichen, gelbbrauner Kern	0,1508	0,0615	0,0018	40,78	1,19	2,9
62	weibl.	Cat. fere tot., subcaps. Tropfen, streifenförmige, weiße Trübung in der vorderen Rinde, viel klare Rinde, gelbbrauner Kern	0,1458	0,0424	—	29,08	—	—

64	weibl.	Cat. senilis immat.	0,1961	0,0696	0,0027	35,49	1,38	3,9
64	weibl.	Cat. nucl., Myopia gravis, grünlicher, dichter Kern, peripher durchscheinend	0,1708	0,0572	0,0026	33,49	1,52	4,5
64	weibl.	Cat. praec. nucl.	0,2349	0,0887	0,0025	37,76	1,06	4,5
66	männl.	Cat. tot., subcaps. kleine Punkte, Sternfigur in der vorderen Rinde, sonst vordere Rinde klar, gelbweißer Kern, perlmutterglänzende Sektoren in der hinteren Rinde	0,1573	0,0544	0,0027	34,58	1,72	5,0
66	weibl.	Cat. subcaps. immat., leicht gebläht, bläulich, mäßig viel klare Rinde, großer, heller Kern	0,1197	0,0285	0,0015	23,81	1,25	5,3
66	weibl.	Cat. tot. immat., breite Speichen in der vorderen Rinde, grauweißer Kern, zarte Speichen und Tropfen in der hinteren Rinde	0,2567	0,0678	0,0025	26,41	0,97	3,8
67	männl.	Cat. matura, zartgraue, subcaps. Trübung mit Tropfen, gelbbrauner, dichter Kern	0,1490	0,0470	0,0016	31,54	1,07	3,4
67	idem	Cat. immatura, flockige Trübung, viel klare Rinde, weißgrauer, sklerot. Kern	0,1466	0,0557	0,0039	36,00	2,66	7,0
67	männl.	Cat. tot. immat., Linse stark gebläht, seidenglänzende Schollen, viel klare Rinde, gelbweißer Kern	0,0995	0,0232	0,0012	23,32	1,21	5,2

(Fortsetzung)

Alter des Patienten	Ge- schlecht	Klinische Diagnose	Gewicht der Linse		Linsen- asche	Trocken- Substanz in %	Asche in %	Aschen- gehalt in % der Trocken- substanz
			frisch	ge- trock- net				
68	männl.	Cat. tot., graue Pünktchen in der vorderen Rinde, zarte Sternfigur, grauweißer Kern, hintere Rinde schalenförmig getrübt	0,1508	0,0577	0,0012	38,26	0,80	2,1
68	idem		0,1238	0,0312	0,0025	25,20	2,02	8,0
68	männl.	Cat. mat., glänzende, unregelmäßige, starke Trübung der vorderen Rinde, braunroter Kern	0,1419	0,0301	0,0025	21,21	1,76	8,3
69	weibl.	Cat. mat., oberflächlich radiäre Trübung der vorderen Rinde, gelbbrauner Kern	0,1172	0,0339	0,0015	28,93	1,28	4,4
70	männl.	Cat. hypermat., punktförm. Kapselverdickungen, graue Trübung in der reduzierten vorderen Rinde, großer, gelbbrauner Kern	0,1412	0,0451	0,0019	31,94	1,35	4,2
70	idem		0,1592	0,0480	0,0019	30,15	1,19	4,0
72	weibl.	Cat. sen. incip.	0,1211	0,0370	--	30,55	--	--
74	weibl.	Cat. sen. immat., dichte Speichen der vorderen Rinde, wenig klare Rinde, kleiner, gelbbrauner Kern wie oben, nur mehr klare Rinde	0,1612	0,0582	0,0036	36,10	2,23	6,2
74	idem		0,1335	0,0402	0,0019	30,11	1,42	4,7
74	männl.	Cat. tot. immat., Diabetes, dicke Speichen in der vorderen und hinteren Rinde, außen zarte und grobe Tropfen, dichter, graubrauner Kern	0,1431	0,0468	0,0015	32,70	1,05	3,2