©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Das Kirschgummi und die krystallinischen Micelle

von

Prof. V. v. Ebner in Wien,
c. M. k. Akad.

(Vorgelegt in der Sitzung am 10. October 1889.)

Die Behauptung, dass Kirsch- und Traganthgummi im beschränkt gequollenen Zustande auf Druck, Zug und Biegung optisch gerade entgegengesetzt reagiren, wie Glas und die meisten anderen darauf untersuchten Substanzen, findet in S. Schwendener einen hartnäckigen Gegner. Nachdem ich den Versuch, die optisch anomale Reaction des Traganth- und Kirschgummis auf Lageveränderungen doppelbrechender Schichtencomplexe zurückzuführen,[1] zurückgewiesen habe,[2] wird nun von Schwendener neuerdings, auf Grund der Micellartheorie, die Erklärung gegeben, dass im beschränkt gequollenen Kirschgummi doppelbrechende Micelle vorhanden seien, die sich durch Druck und Zug in bestimmter Weise orientiren.[3] In dieser Erklärungsweise hat Schwendener Unterstützung gefunden. H. Ambronn[4] sucht dieselbe durch eine Reihe von Thatsachen wahrscheinlich zu machen, welche die Orientirung krystallinischer Massen unter dem Einflusse von Druck und Zug beweisen. Ambronn und Schwendener heben insbesondere hervor, dass man durch Ausstreichen dünner, krystallinischer Schichten von Wachs, Paraffin, Stearin etc. homogene, doppelbrechende Streifen mit nach der Strichrichtung orientirter Elasticitätsellipse erhalten könne. Ferner wird betont, dass homogen aussehende, cuticularisirte

---

[1] Schwendener, Sitzungsber. d. k. preuss. Akad. d. Wissensch. 1887, XXXIV, S. 691.

[2] Diese Berichte, Bd. XCVII, Abth. IIa, Jänner 1888, S. 39.

[3] Sitzungsber. d. k. preuss. Akad. d. Wissensch. 1889, XVIII, S. 233.

[4] Berichte der deutschen botanischen Ges. 1889, Bd. VII, H. 2, S. 103.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Zellhäute krystallinische Wachseinlagerungen enthalten, welche die Doppelbrechung bedingen, da letztere beim Erwärmen verschwinde, um beim Erkalten wieder aufzutreten. Ambronn weist ferner auf seine schönen Versuche über den Pleochroismus gefärbter Membranen hin, welche dafür sprechen, dass Jod und andere Farbstoffe krystallinisch orientirt in die Membranen eingelagert werden. Dies Alles hat jedoch, wie die Verfasser zugeben, nur eine indirecte Beziehung zur Frage vom optisch anomalen Verhalten des Kirschgummis. Sieht man sich nach den directen Beweisen um, welche die Verfasser für die Existenz krystallinischer, doppelbrechender Micelle im Kirschgummi vorbringen, so erscheinen dieselben keineswegs überzeugend.

Das wichtigste Argument scheint mir die Behauptung zu sein, dass bei Druck und Zug das beschränkt gequollene Kirschgummi im ersten Momente, bei rascher Einwirkung, wie Glas sich verhalte, also durch Druck optisch negativ, bei Zug aber optisch positiv werde. Erst nach einiger Zeit, nach einigen Sekunden[1] soll dann die der normalen Reaction entsprechende Interferenzfarbe in die entgegengesetzte übergehen. Diese Beobachtung soll nach Schwendener[2] leicht und sicher in den verschiedenen Stadien der Austrocknung des Kirschgummis zu wiederholen sein. Diese Angaben widersprechen meinen Beobachtungen ganz direct. Denn ich bemerkte ausdrücklich, dass die neutrale Farbe einer beschränkt gequollenen Kirschgummi-Membran sich „sofort" in negativem Sinne ändert, wenn man sie dehnt.[3] Ich habe nun nicht unterlassen, nach den verblüffenden Mittheilungen von Schwendener und Ambronn, diesen Punkt neuerdings zu prüfen. Nehme ich ein etwas dickeres Stück optisch neutral wirkenden, in Dreiviertel-Alkohol gequollenen Kirschgummis und presse es leise mit der Pincette, so tritt momentan die positive Färbung auf und verschwindet sofort beim Nachlassen des Druckes. Der Versuch liess sich beliebig oft wiederholen, so lange die Deformation die Elasticitätsgrenze nicht merklich überschritt. Bei starker Pressung tritt dann freilich bleibende, in Bezug auf die Druckrichtung

---

[1] Ambronn l. c. S. 105.
[2] l. c. 1889, S. 236.
[3] l. c. S. 40 und 41.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

positive Doppelbrechung auf. Auch den Versuch mit Dehnung, in Dreiviertel-Alkohol gequollener Kirschgummimembranen, habe ich mit demselben Erfolge, wie früher, angestellt. Bei Dehnung, welche die Elasticitätsgrenze nicht überschreitet, steigt die Farbe momentan in negativem Sinne und verschwindet sofort bei Nachlassen des Zuges. Erst bei Überdehnung stellt sich bleibende negative Doppelbrechung ein. Ganz dasselbe gilt für Traganthmembranen, bei welchen allerdings der Versuch deswegen nicht so klar und überzeugend ist, weil dieselben niemals eine gleichmässige, glatte Farbe zeigen. Doch wird dieser Übelstand theilweise durch die viel stärkere optische Reaction ausgeglichen. Es ist mir völlig unbegreiflich, wie Ambronn und Schwendener zu ganz anderen Resultaten kommen konnten und die anomale optische Reaction als eine sekundäre Erscheinung hinstellen können, welcher die normale Reaction vorausgehen soll. Auch das muss ich in Abrede stellen, dass beim Nachlassen des Zuges, beziehungsweise Druckes, die Farbe erst in erhöhtem Masse im anomalen Sinne steige.[1] Dies tritt nur ein, wenn man die Membran trocknen läst; dann ist allerdings, wie ich bereits früher hervorhob,[2] ein weiteres Steigen der Farbe deutlich zu bemerken. Dies bleibt aber aus, wenn man für die gehörige Durchfeuchtung der Membran mit Dreiviertel-Alkohol sorgt. Wären die hier widersprochenen Angaben von Ambronn und Schwendener richtig, dann läge allerdings die Vorstellung nahe, dass Druck und Zug auch auf beschränkt gequollenes Kirschgummi optisch normal wirken und die optisch anomale Erscheinung nur auf der sekundären Orientirung krystallinischer Theilchen beruhe. Aus diesem Grunde habe ich es nothwendig befunden, die Versuche nochmals zu wiederholen und sorgfältig darauf zu achten, ob ich mich nicht eines Übersehens schuldig machte. Ich musste aber immer und immer wieder zur Überzeugung kommen, dass meine ursprünglichen Angaben richtig seien und dass Ambronn und Schwendener durch mir nicht bekannte Zufälligkeiten bei ihren Versuchen getäuscht worden sind. Was nun die anderen Argumente Ambronn's und Schwendener's betrifft, so sind sie

---

[1] Ambronn l. c. S. 105 und 106.

[2] l. c. S. 44.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

jedenfalls nicht geeignet, die Existenz doppelbrechender Micelle im Kirschgummi wahrscheinlich zu machen. Dass Kirschgummischleim in der Ruhe vollständig optisch unwirksam ist, wollen Ambronn und Schwendener dadurch erklären, dass die doppelbrechenden Theilchen ohne Ordnung durcheinander liegen, so, dass alle Richtungen gleichmässig vertreten sind. Schwendener gibt sich gar nicht die Mühe zu erklären, wie es komme, dass die Schleimmasse dann nicht depolarisirend wirkt, was bekanntlich bei doppelbrechenden, krystallinischen Massen der Fall ist, in welchen die Kryställchen in allen möglichen Richtungen liegen. Ambronn meint, die anisotropen Micelle seien „so klein, dass sie selbst in ihrer Gesammtheit nicht als depolarisirende Schicht wirken können.“ [1] Das hiesse aber offenbar nichts anderes, als dass es sich um optisch unwirksame Krystalle handle, die den Gang der Lichtstrahlen in keiner Weise beeinflussen, und es ist dann nicht einzusehen, wie die Krystalle auf einmal wirksam werden sollen, wenn sie parallel orientirt sind.

Den Versuch Schwendener's, die zu den Experimenten benützten, in Dreiviertel-Alkohol gequollenen Kirschgummistücke und Membranen als nicht zu den festen Körpern gehörig auszugeben, halte ich für sehr gewagt.[2] Eine Substanz, die man in parallelopipedische Stücke schneiden kann, deren Ecken und Kanten tage- und wochenlang im Dreiviertel-Alkohol erhalten bleiben, ist jedenfalls von der flüssigen Aggregatform weit entfernt.

Ferner spricht Schwendener als einen Beweis für die Existenz fester, krystallinischer, doppelbrechender Theile im Kirschgummi die Thatsache an, dass „flüssige“ Kirschgummifäden in der Ruhe doppelbrechend sind.[3] Mir bleibt aber unbegreiflich, wie ein „flüssiger“ Faden es anstellt, freibewegliche Micelle dauernd in einer bestimmten Richtung orientirt zu erhalten.

Die wichtigste Thatsache, welche die ganze Hypothese der krystallinischen Micelle für kolloidale Massen, wie Leimgallerte, Gummiarten etc. vollständig unhaltbar macht, wird aber weder von Ambronn, noch von Schwendener erwähnt. Es ist

---

[1] l. c. S. 106.

[2] l. c. 1889, S. 235.

[3] l. c. S. 236.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

die Thatsache, dass man Leim und Gummiarten je nach der Einwirkung wirklich optisch positiv oder optisch negativ machen kann. Die krystallinischen Micelle können nur entweder optisch positiv oder optisch negativ sein, es ist aber offenbar undenkbar, dass positive Micelle in negative, oder umgekehrt, durch mechanische Einwirkung umgewandelt werden. Nun ist aber gezogener Leim wirklich positiv in Bezug auf die Zugaxe und wirklich negativ in Bezug auf die Druckaxe. Das Umgekehrte gilt vom Traganth- und Kirschgummi, wie ich nachgewiesen habe.[1] Das passt absolut nicht für die Micellarhypothese und lässt sich nur nach der Spannungshypothese erklären.

Schliesslich möchte ich mich aber noch gegen die, nach meiner Meinung gänzlich missverständliche Auffassung des Zusammenhanges zwischen optischer Reaction und mechanischer Dilatation wenden, welche Schwendener vertritt. Schwendener glaubt, „es dürfte von vorne herein Jedermann einleuchten, dass ein mechanischer Zug in beliebigen Objecten den Durchmesser der wirklichen Elasticitätsellipse, welcher in die Zugrichtung fällt, nur vergrössern, niemals verkleinern kann.“[2]

Nun ist aber dies nichts weniger, als einleuchtend. Schwendener drückt sich in einer Weise aus, als ob die Elasticitätellipse eine Realität, ein Stück eines wirklich existirenden Ellipsoides wäre, an dessen Polen man, wie an einem Ellipsoid von Kautschuk, drücken und ziehen kann und vergisst dabei ganz, dass das optische Elasticitätsellipsoid eine geometrische Abstraction ist. Die Ermittlung der Abhängigkeit der Brechungsquotienten einer Substanz von mechanischen Einwirkungen ist vorläufig eine reine Erfahrungssache, in welcher von vorneherein gar nichts einleuchtet. Man weiss durch die Erfahrung, dass einige Substanzen sehr stark, andere sehr schwach auf solche mechanische Einwirkungen reagiren, die meisten so, dass sie durch Druck optisch negativ in Bezug auf die Druckaxe und durch Zug optisch positiv in Bezug auf die Zugaxe werden. Es wäre aber ein voreiliger und falscher Inductionsschluss, daraus zu folgern, dass alle Substanzen sich so verhalten müssen. Das wäre eben so

---

[1] l. c. S. 45.

[2] L. c. 1887 S. 690.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

wenig gerechtfertigt, als aus der Thatsache, dass in der Regel die Wärme die Körper ausdehnt, zu schliessen, dass immer und unter allen Umständen dies der Fall sei. Gerade dieses Beispiel bietet eine gute Analogie für die Kirschgummifrage noch nach anderer Richtuug. Es gibt einen charakteristischen Punkt der Temperatur, bei welchem eine Substanz ihre grösste Dichte erreicht.

Wasser hat diese grösste Dichte bei circa 4° C., bis zu dieser Temperatur zieht sich das Wasser zusammen; von dieser Temperatur nach aufwärts dehnt es sich aber aus. Vielleicht gibt es auch solche charakteristische Punkte für die optische Reaction fester Körper. Trockenes Kirschgummi verhält sich optisch normal; imbibirtes optisch anomal. Es wäre ja möglich, dass auch andere Substanzen unter verschiedenartigen Umständen analoge Erscheinungen zeigen. Das ist noch gar nicht untersucht und von einem aprioristischen Wissen kann in solchen Dingen keine Rede sein. Fast erhält man den Eindruck, dass die Hartnäckigkeit, mit welcher Schwendener die unzweideutigen Versuche mit Kirschgummi bekrittelt, hauptsächlich auf dem eben besprochenen theoretischen Vorurtheile beruhe.

Dieser Eindruck wird verstärkt durch die merkwürdige Art, in der die Neumann'schen Gleichungen über die Beziehungen von Dilatation und Doppelbrechung von Schwendener behandelt werden. Schwendener gibt zu, dass die Neumann'schen Gleichungen auch die mathematische Möglichkeit enthalten, dass eine Substanz durch Zug negativ und durch Druck positiv doppelbrechend werde. Daraus folge aber noch nicht, „dass diese Möglichkeit in der Natur verwirklicht sei, oder auch nur verwirklicht werden könne.“ [1]

Nach der Darstellung Schwendener's könnte man daher glauben, dass ich mir zuerst die Neumann'schen Gleichungen angesehen, aus denselben die Möglichkeit der Existenz optisch anomaler Substanzen herausgelesen und nun nach solchen gesucht habe. Der Fall liegt aber gerade umgekehrt. Ich fand im imbibirten Kirschgummi und Traganthe auf Dilatation anomal reagirende Substanzen, war von dieser Thatsache überrascht und

[1] L. c. 1887 S. 693.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

fand dann erst in den Neumann'schen Gleichungen und in analogen Erfahrungen Mach's[1], die mir bis dahin unbekannt waren, dass in der Theorie dieser anomale Fall bereits mit enthalten sei.

Nicht aus der Theorie folgt also die Existenz von Substanzen, die sich wie imbibirtes Kirschgummi verhalten; es folgt vielmehr umgekehrt aus der Erfahrung, dass die mathematische Theorie auch Fälle einschliesst, die zur Zeit der Aufstellung derselben nicht bekannt waren und die der Regel widersprechen.

Die Micellartheorie von Schwendener bedarf nun noch nach einer anderen Seite einer Beleuchtung. Bekanntlich hat Nägeli seiner Zeit die Hypothese der doppelbrechenden Micelle vorzüglich auf die angebliche Thatsache gestützt, dass organisirte, doppelbrechende Substanzen bezüglich ihrer optischen Constanten durch Druck und Zug nicht beeinflusst werden. Wenn auch Schwendener in dieser Allgemeinheit den Satz nicht mehr aufrecht erhält, so findet er doch „dass die vielbestrittene Angabe Nägeli's, die optische Unempfindlichkeit der Membranen gegen Zug und Druck betreffend, zwar einer Einschränkung bedarf, jedoch gerade bezüglich der typischen Stereiden (mit normaler Dehnbarkeit) durchaus zutreffend ist.“[2] Sucht man nach der Begründung dieses auch im Originale gesperrt gedruckten Satzes, so findet man Versuche mit der Oberhaut von Palmblättern und exotischer Orchideen, welche durch bastfaserähnliche Stereiden verstärkt sind, sowie mit subepidermidalen Bastzellen verschiedener Koniferenblätter, welche sämmtlich bei Dehnungsversuchen „auffallender Weise keine Spur einer Farbenänderung“ zeigten. Ich glaubte nun vollständig zu der Annahme berechtigt zu sein, Schwendener schliesse aus dem Ausbleiben einer Farbenänderung bei der Dehnung auf die Unveränderlichkeit der optischen Constanten, beziehungsweise des Masses der Doppelbrechung der Bastfasern. Nun hatte ich schon früher[3] darauf hingewiesen,

---

[1] Optisch akustische Versuche. Prag 1873.

[2] L. c. 1887. S. 690.

[3] Untersuchungen über die Ursachen der Anisotropie etc. Leipzig 1882, S. 211 u. f.

© Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

dass bei so stark doppelbrechenden Gebilden, wie es die Bastfasern sind, Dehnungsversuche sich nicht leicht ausführen lassen. Da aber diese Bemerkungen für den beabsichtigten Erfolg offenbar nicht genügten, so glaubte ich gut zu thun, an einem Beispiele anschaulich zu machen, wie bei steigender Doppelbrechung schliesslich ein Moment kommen müsse, in welchem die bei der Dehnung eintretende Verdünnung der Substanz, die Erhöhung der Farbe, welche durch die Verstärkung der Doppelbrechung eintreten würde, gerade compensirt.

Wenn also — meinte ich — Schwendener constatirt hat, dass die Interferenzfarbe sich auch bei der stärksten Dehnung nicht ändert, so muss die Doppelbrechung der Bastfasern sehr bedeutend gestiegen sein, da ja eine stark doppelbrechende Substanz bei geringer Verdünnung ein Sinken der Farbe zeigen müsste. Ich zeigte durch eine beiläufige Rechnung, dass bei unveränderter Interferenzfarbe, in Folge der bei der Dehnung auftretenden Verdünnung der Faser, die Differenz der Brechungsquotienten beträchtlich gestiegen sein muss, und zwar bei einer Verdünnung um 1% von 0·0500 auf 0·0505. Was antwortet nun Schwendener? Ich sei vollständig im Irrthum, wenn ich glaube, dass bei einer Leinenfaser die angenommene Verdünnung um 1% einen merklichen Einfluss auf die Interferenzfarbe üben könne.

Durch Versuche mit Gypsplättchen zeigt Schwendener, dass selbst eine Verdünnung um 10% das Roth I, welches der Berechnung zu Grunde gelegt wurde, kaum merklich ändere, da käufliche Gypsplättchen Roth I in der Dicke nicht selten um 4—5 μ differiren, während eine einprocentige Verdünnung nur etwa einem halben Mikromillimeter Gyps entsprechen würde. Es sei daher die von mir in Rechnung gezogene Verdünnung der Substanz um 1% für die Interferenzfarbe ohne bemerkbaren Einfluss. Diese Erörterungen verschieben aber die Frage. Nicht darum handelt es sich, ob ich eine Grösse in Rechnung zog, die — nach der von Schwendener angewendeten Methode — der Beobachtung entgehen müsste, sondern darum, ob die unveränderte Interferenzfarbe als Beweis für die optische Unempfindlichkeit der Bastfasern bei der Dehnung gelten kann. Das ist eben ganz und gar nicht der Fall. Wenn schon eine der Beobachtung entgehende Farbenänderung, welche der Verdünnung

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

einer Bastfaser um 1% entspricht, eine Änderung der Differenz der Brechungsquotienten um 0.0005 bedeuten kann, was soll dann erst ein so ungenauer Versuch beweisen, wie der mit den Gypsplättchen ausgeführte, bei welchem erst eine 10% übersteigende Dickenänderung vollkommen sicher bemerkt wird? Auf die Bastfaserfrage übertragen heisst das nichts anderes, als dass man nach der von Schwendener angewendeten Beobachtungsmethode erst eine Änderung der Interferenzfarbe bemerken würde, wenn die Änderung der Differenz der Brechungsquotienten den enormen Betrag von 0·0055 erreicht.[1] Ein Versuch aber, der erst eine so ausserordentlich grosse Änderung der Doppelbrechung aufzudecken im Stande ist, kann offenbar ganz und gar nicht als Beweis dafür dienen, dass Bastfasern und ähnlich stark doppelbrechende Objecte gegen mechanische Einwirkungen optisch unempfindlich sind. Dieses bemerkenswerthe Ergebnis der Rechnung hängt einzig und allein von der starken Doppelbrechung der Bastfasern ab. Für schwach doppelbrechende Objecte sind geringe Änderungen der Interferenzfarbe weit weniger bedeutungsvoll. Denn nehmen wir z. B. eine Substanz, welche bei 1 Millimeter Dicke Roth I zeigt, so bedeutet ein Übersehen einer Farbenänderung entsprechend 1% der Dicke der Substanz nur eine Änderung der Differenz der Brechungsquotienten um 0·000005 und ein Übersehen entsprechend einer Dickenänderung von 10% nur eine Änderung der Differenz der Brechungsquotienten um 0·000055, also in beiden Fällen Grössen, die hundertmal kleiner sind, als die entsprechenden bei den Bastfasern. Aus alldem ergibt sich, dass die von Schwendener constatirte Unveränderlichkeit der Interferenzfarbe typischer Stereiden für die stärksten Dehnungen durchaus kein Beweis für die optische Unempfindlichkeit derselben ist, da sich bei der angewendeten, ungenauen Beobachtungsmethode, trotz der anscheinend ungeänderten Interferenzfarbe, die Differenz der Brechungsquotienten möglicher Weise um den enormen Betrag von mehreren Einheiten der dritten Decimalstelle geändert haben kann.

---

[1] Über die Art der Berechnung vergl. diese Ber. l. c. S. 47.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

So wird es wohl — nach wie vor — das Beste sein, die Dehnungsversuche mit Bastfasern bei der Frage nach den krystallinischen Micellen bei Seite zu lassen, bis endlich eine hinreichend genaue Untersuchungsmethode angewendet sein wird, welche Änderungen der Differenz der Brechungsquotienten in der dritten und vierten Decimale zu erkennen gestattet. Dem stehen allerdings grosse Schwierigkeiten entgegen. Ob dieselben überwunden werden können, soll hier nicht erörtert werden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1889

Band/Volume: 98_2a

Autor(en)/Author(s): Ebner V. v.

Artikel/Article: Das Kirschgummi und die krystallinischen Micelle. 1280-1289