

Ueber Activirung von Sauerstoff durch Wasserstoff im Entstehungsmomente.

Von

F. Hoppe-Seyler.

In einer vor Kurzem von W. Pfeffer publicirten Abhandlung über intramoleculare Athmung (Untersuchungen aus dem botanischen Institute in Tübingen Bd. I. S. 636 bis 685) findet sich auf Seite 678 unten der Satz: «Eine Activirung von Sauerstoff nimmt auch Hoppe-Seyler an, nach dessen Theorie nascirender Wasserstoff das Sauerstoffmolecül spaltet, indem er das eine Atom für sich beschlagnahmt, während das andere Atom energische Oxydationen bewirkt. Nach Traube spaltet aber nascirender Wasserstoff keine activen Sauerstoffatome ab und demgemäss fehlt dieser Theorie die chemische Basis.»

Dem Herrn Verfasser verdanke ich die Zusendung dieser Abhandlung, fühle mich ihm hierfür sehr zum Danke verpflichtet, sehe mich aber auch zugleich hierdurch gezwungen zu erklären, dass durch die Darstellung im citirten Satze und manchen andern Aeusserungen in dieser Abhandlung der wirkliche Sachverhalt ganz verkannt ist, ja geradezu auf den Kopf gestellt wird.

Ich lege auf meine Entdeckung der Activirung des Sauerstoffs durch nascirenden Wasserstoff als einer physiologisch höchst wichtigen Thatsache viel zu hohen Werth, als dass ich die bereits von mir entschieden zurückgewiesenen, lediglich hypothetischen Einwände von Traube jemals als

noch berechtigt anerkennen und eine Entstellung des wirklichen Sachverhaltes ohne Protest acceptiren könnte.

Es war zuerst von mir aus Beobachtungen an gährenden Flüssigkeiten geschlossen, dass dem nascirenden Wasserstoff die Fähigkeit zukommen müsse, sich bei Gegenwart von indifferentem Sauerstoff mit demselben zu verbinden und zugleich sehr kräftige weitere Oxydationen zu veranlassen¹⁾. Dies war eine Hypothese, deren Berechtigung in den gemachten Beobachtungen begründet war. Die Richtigkeit derselben ist dann von mir durch eine grosse Zahl von Versuchen bewiesen und die Uebereinstimmung der Einwirkung des nascirenden Wasserstoffs in dieser Richtung mit Phosphor und andern Stoffen, welche auch bereits fertiggebildet diese Fähigkeit besitzen, hervorgehoben²⁾. Hiermit ist meine Hypothese zur wohlbegründeten Thatsache geworden und wird es für alle Zeiten bleiben.

Von Traube wurde die Richtigkeit einiger meiner Angaben fälschlich bemängelt und die Hypothese aufgestellt, dass der nascirende Wasserstoff mit indifferentem Sauerstoff zunächst zu Wasserstoffhyperoxyd sich vereinige und die von mir beobachteten Oxydationen von diesem Wasserstoffhyperoxyd ausgeführt würden. Traube glaubte durch diese Verwendung meiner Versuche und Beobachtungen einen chemischen Boden für seine Theorie der Fermentwirkungen zu finden.

Die Hypothese oder, wenn man will, Theorie von Traube ist, wie ich nachgewiesen habe, unhaltbar, weil sie mit Thatsachen in Widerspruch steht, die ich hervorgehoben habe, von denen sich Jedermann, wenn er sich für diese Frage

1) Hoppe-Seyler, Physiologische Chemie 1877-81, S. 126. Pflüger's Archiv, Bd. 12, S. 1. 1876.

2) Hoppe-Seyler, Physiologische Chemie, S. 983. Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd. II, S. 22-28. Bericht der chemischen Gesellschaft, Bd. 12, S. 1551.

interessirt, sehr leicht überzeugen kann, die auch zum Theil lange bekannt aber vor meiner Entdeckung unerklärt geblieben waren.¹⁾

Wenn die Hypothese von Traube richtig war, musste es auch gelingen, mit Wasserstoffhyperoxyd dieselben Oxydationen hervorzubringen, welche durch Wasserstoff in stat. nasc. und indifferentem Sauerstoff geschehen. Dies ist, wie ich nachgewiesen habe, nicht der Fall, und weil der nascirende Wasserstoff mit indifferentem Sauerstoff stärkere Oxydationen ausführt als Wasserstoffhyperoxyd, hat sich Traube's Theorie als unzulänglich also als unrichtig erwiesen.

Sauerstoff in stat. nasc., mag man ihn nun im vorliegenden Falle sich vorstellen als ein Atom mit 2 freien Affinitäten, oder mit einer derselben angefügt an ein anderes Atom²⁾, muss stärkere Energie oxydablen Stoffen gegenüber haben als Wasserstoffhyperoxyd, in welchem alle Affinitäten gesättigt sind durch die Verbindung zweier Hydroxylgruppen.

Eins der einfachsten Beispiele zur Unterscheidung der Wirkung des Wasserstoffhyperoxyd von der des nascirenden Wasserstoffs ist die Indigosulfosäure in saurer Lösung. Durch Wasserstoffhyperoxyd wird sie nicht verändert, durch nascirenden Wasserstoff bei Anwesenheit von Sauerstoff zunächst gelb gefärbt, dann allmählig vollständig zersetzt. Die von Traube dem Palladium und Platin zugeschriebene sauerstoffspaltende Wirkung ist gar nicht vorhanden. Ich verweise im Uebrigen auf meine Mittheilungen in den chemischen Berichten, Bd. 16, S. 117 und 1917.

Wie sich aus dem Gesagten ergibt, ist der Sachverhalt gerade umgekehrt, als er von Pfeffer in der citirten Abhandlung geschildert wird. Ich habe keine Theorie aufgestellt, sondern durch zahlreiche einfache und unzweideutige Versuche erwiesen, dass durch Wasserstoff in stat. nasc. bei Anwesenheit von O_2 die kräftigsten Oxydationen organischer

¹⁾ Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, Bd. 16, S. 117 und S. 1917.

²⁾ Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd. II, S. 22.

und anorganischer Stoffe ausgeführt werden, und dabei die Entscheidung offen gelassen, ob man sich die oxydirende Wirkung von einem völlig freien oder einseitig gebundenen Sauerstoffatome ausgehend vorstellen will. Die Publikationen von Traube haben hierzu nichts Thatsächliches hinzugefügt und überhaupt nichts geändert.

Es ist eine Hypothese, die ich zuerst aufgestellt habe und vollständig festhalte, dass die Oxydationen nicht allein bei Gährvorgängen niederer Organismen, wo Wasserstoff wie durch Rhodium und ameisensaures Calcium nachweisbar entsteht, sondern auch in allen höhern Organismen auf dieselbe Weise verursacht werden wie durch Wasserstoff im stat. nasc. Ohne Zweifel ist durch diese meine Beobachtungen und Schlüsse zum ersten Male eine chemische Basis gegeben, wie man diese Oxydationen sich vorstellen kann. Dass ich an den Aufgaben, welche diese Hypothese stellt, weiter arbeite, habe ich durch die Mittheilungen bewiesen, welche ich seit dem Erscheinen meiner physiologischen Chemie veröffentlicht habe. Die Abhängigkeit des Umsatzes in Pflanzen und Thieren von der Reizung bei An- und Abwesenheit von Sauerstoff machte zunächst eine weitere Klarstellung von Fragen nöthig, welche bisher einer Untersuchung noch kaum unterzogen waren. Ich habe diese Fragen und das Summarische des vorliegenden Beobachtungsmaterials in meiner Rede zur Eröffnung des physiologisch-chemischen Instituts zu Strassburg¹⁾ besprochen. Die Beziehungen dieser Fragen und Beobachtungen zum Gegenstande der oben citirten interessanten und werthvollen Abhandlung von Pfeffer liegen auf der Hand.

Das Auftreten von Wasserstoffhyperoxyd in sauer reagirenden Pflanzenorganen (in den alkalischen thierischen Organen kann es nicht bestehen) spricht für die Wirkung

¹⁾ F. Hoppe-Seyler, Ueber die Entwicklung der physiologischen Chemie und ihre Bedeutung für die Medicin. Rede zur Feier der Eröffnung des neuen physiologisch-chemischen Instituts. Strassburg 1884, S. 18-25.

von Wasserstoff im stat. nasc., aber beweisend ist es nicht. Die Loew'sche sog. Aldehydreaction, deren Beziehung zum Wasserstoffhyperoxyd in den Organen meines Wissens zuerst von E. Baumann angedeutet ist, gelingt nur mit lebenden Pflanzentheilen gut, welche auch andere empfindliche Reactionen des Wasserstoffhyperoxyd geben. Die Bearbeitung obiger Fragen von dieser Seite her hat sich jedoch mir bis jetzt nicht fruchtbar erwiesen.