

## Katalyse durch Fermente.

Bemerkungen zu der gleichnamigen Arbeit von H. Euler.<sup>1)</sup>

Von

George Senter (London).

(Der Redaktion zugegangen am 4. Januar 1906.)

In seiner in dieser Zeitschrift unlängst publizierten Zusammenstellung der bis jetzt gewonnenen Resultate auf dem Gebiete der Enzymkatalyse hat H. Euler die Frage diskutiert, ob die beobachteten Reaktionsgeschwindigkeiten in homogener oder kolloidaler Lösung durch den Verlauf chemischer Reaktionen oder durch Diffusion bedingt sind, und hat die Meinung ausgesprochen, daß in diesen Fällen die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen gemessen wird. Insbesondere soll das für die Wirkung der Wasserstoffsuperoxyd zersetzenden Enzyme — der Katalasen — gelten; die von mir ausgesprochene, entgegengesetzte Ansicht<sup>2)</sup> wird als auffallend bezeichnet. Da ich den dafür erbrachten Beweis des Herrn Euler für nichts weniger als überzeugend halte, werde ich mir einige Bemerkungen dazu erlauben.

Was die meisten Enzymwirkungen betrifft, teile ich die Meinung von V. Henri und H. Euler, daß die Diffusionstheorie von Herzog<sup>3)</sup> nicht genügend begründet ist. In einer vor kurzem publizierten Arbeit<sup>4)</sup> habe ich die Methoden, die man zur Unterscheidung der beiden Arten von Reaktion anwenden kann, diskutiert und bin zu der Ansicht gelangt, daß die Enzymwirkungen meistens Beispiele von chemischen Reaktionsgeschwindigkeiten sind. Mit den Katalasen aber scheinen die Verhältnisse anders zu sein. Um die Sache klar zu machen, will ich zunächst die Beweisführung des Herrn Euler kurz besprechen und dann die Gründe anführen, die mich zur entgegengesetzten Ansicht gebracht haben.

Zur Begründung seiner Ansicht hat Herr Euler die zwei folgenden Punkte angeführt:

1. Der Ausgleich durch Diffusion erfolgt sehr schnell im Vergleich

<sup>1)</sup> Diese Zeitschrift, Bd. XLV, S. 420 (1905).

<sup>2)</sup> Proc. Roy. Soc., Bd. LXXIV, S. 201 (1904) und Zeitschrift für physik. Chemie, Bd. LI, S. 673 (1905).

<sup>3)</sup> Diese Zeitschrift, Bd. XLI, S. 416 (1904).

<sup>4)</sup> Journ. physical. Chemistry, Bd. IX, S. 311 (1905).

zur Reaktionsgeschwindigkeit, weil die meisten Enzymreaktionen so langsam verlaufen.

2. Im Falle der Katalasen ist die Annahme, daß hier ein heterogenes System vorliegt, einerseits nicht wahrscheinlich und andererseits unnötig, da sich ja die Vorgänge durch die allgemeinen Gesetze der Lösungen darstellen lassen.

Was nun den ersten Punkt betrifft, wird kein Vergleich zwischen den betreffenden Geschwindigkeiten ausgeführt, so daß die Behauptung des Herrn Euler eine bloße Annahme zu sein scheint. Übrigens hat es keinen Sinn, von einer schnell verlaufenden Enzymwirkung zu sprechen, da wir bis jetzt gar nichts von den anwesenden Enzymmengen wissen. Es mag ganz wohl sein, daß die «schnelle» Wirkung durch eine relativ große Enzymkonzentration bedingt wird.

Was den zweiten Punkt betrifft, so ist es ganz unstatthaft, aus der angenäherten Übereinstimmung mit dem Massenwirkungsgesetz auf eine chemische Reaktion zu schließen, weil es von Nernst und Brunner<sup>1)</sup> experimentell bewiesen worden ist, daß die Geschwindigkeit von verschiedenen, den Lösungsgesetzen gehorchenden Reaktionen unzweifelhaft durch Diffusion bedingt ist.

Ich bin zur anderen Ansicht geführt durch Vergleich der Wirkungsweise der Katalasen mit derjenigen des kolloidalen Platins<sup>2)</sup>. Es läßt sich namentlich zeigen, daß die Geschwindigkeit der Platinkatalyse des Wasserstoffsperoxyds aller Wahrscheinlichkeit nach durch Diffusion bedingt wird und die zwei Reaktionen — Katalyse durch Platin und durch Katalasen — stimmen so genau in jeder Beziehung überein, daß man die letzten auch als heterogene Reaktion ansehen darf. Unter Verweisung auf die ausführlichen Arbeiten werde ich den Gedankengang hier nur ganz kurz anführen.

Im Anschluß an eine Arbeit von Sand<sup>3)</sup> ist gezeigt worden,<sup>4)</sup> daß die Abweichungen von den einfachen Gesetzen bei der Platinkatalyse (Bredig und seine Schüler) wahrscheinlich von Convectionsströmen (Sauerstoffentwicklung usw.) herrühren, und diese können den Reaktionsverlauf nur dann beeinflussen, wenn der Ausgleich durch Diffusion im Verhältnis zur Reaktionsgeschwindigkeit langsam erfolgt. Zudem kommt noch, daß der Temperaturquotient für 10° nur 1.7 beträgt, während der für die meisten chemischen Reaktionen zwischen 2 und 3 liegt. Nun habe ich gefunden, daß die Katalyse des Wasserstoffsperoxyds durch Hämas<sup>5)</sup>

<sup>1)</sup> Zeitschrift für physik. Chemie, Bd. XLVII, S. 52 u. 56 (1904).

<sup>2)</sup> Proc. Roy. Soc., Bd. LXXIV, S. 566 (1905). Zeitschrift für physik. Chemie, Bd. LI, S. 737 (1905).

<sup>3)</sup> Proc. Roy. Soc., Bd. LXXIV, S. 356 (1905).

<sup>4)</sup> Senter l. c.

<sup>5)</sup> Zeitschrift für physik. Chemie, Bd. XLIV, S. 257 (1903), Bd. LI, S. 673 (1905).

— ein aus defibriertem Blut gewonnenes Enzym — in allen Punkten der Platinkatalyse entspricht. In beiden Fällen ist die Geschwindigkeit genau proportional der Katalysatorkonzentration in sehr verdünnter Lösung (für Platin ist dies von mir in einigen noch nicht publizierten Versuchen bewiesen worden), während mit größeren Katalysatormengen die Geschwindigkeit schneller als die Katalysatorkonzentration zunimmt. In stärkeren Wasserstoffsuperoxydlösungen nimmt die Geschwindigkeitskonstante mit steigender Superoxydkonzentration etwas ab. Der Temperaturquotient für 10° für Hämase ist 1,5. Die Übereinstimmung ist also eine sehr weitgehende und wenn man zugibt, daß die Platinkatalyse durch Diffusion geregelt wird, so muß das auch höchstwahrscheinlich für die Wirkung der Katalasen gelten.

Aus den oben angeführten Gründen muß ich daher bei meiner früheren Meinung bleiben, daß die Katalyse durch Katalasen eine heterogene Reaktion ist, deren Geschwindigkeit durch Diffusion bedingt wird.