

ZB MED - Informationszentrum Lebenswissenschaften

Histochemie der Haut

Unna, Paul Gerson

Leipzig [u.a.], 1928

ZB MED - Informationszentrum Lebenswissenschaften

Shelf Mark: Ui VI 1849

I. Katalase. — Farbenindex fehlt.

[urn:nbn:de:hbz:38m:1-125247](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:38m:1-125247)

künstlich durch reduzierende Mittel ihres Sauerstoffs berauben. Dann gibt es überhaupt keine O-Orte mehr, aber selbstverständlich sind die Säureorte in keiner Weise angegriffen, oder mit anderen Worten: RW. gibt dann unter solchen Umständen nur negative Resultate, Methylenblau dagegen positive wie bei den normalen Schnitten.

Eine solche Sauerstoffberaubung (Erstickung) der Gefrierschnitte ohne sonstige Beeinflussung kann man schon durch länger dauernden, z. B. einstündigen, Kontakt mit Alkohol oder Formalin erreichen.

Die sich in diesen Versuchen dokumentierende Empfindlichkeit der Sauerstofforte gegen alle Sauerstoff entziehenden Mittel tritt jedoch am krassesten zutage beim Vergleich der überlebenden Gefrierschnitte mit den sicher völlig abgetöteten Schnitten nach der Alkohol—Zelloidin- oder Paraffineinbettung. Die Betrachtung des Unterschiedes zwischen jener Lebendfärbung mittels RW. und dieser Totfärbung mittels blauen Polychroms oder der Pappenheim-Unna-Färbung führt uns mehr als irgend eine andere Untersuchung in das lebendige Geschehen innerhalb des Gewebes ein. Wir erkennen dadurch, wie sich die einzelnen Zellbestandteile zur Sauerstoffversorgung der Zelle verhalten, welche Bedingungen (Eiweiße) vorhanden sein müssen, daß jene dieses lebenswichtige Gas entweder nur aufspeichern oder auch aktivieren und wieder abgeben können, und welche es durch starke Reduktion vernichten. Kurz, wir erhalten einen lehrreichen Überblick der Beziehungen aller Zellen zum Sauerstoff.

* * *

Dieser Überblick wäre aber unvollständig und daher in vielen Beziehungen noch unklar, wenn wir außer den Eiweißbausteinen nicht auch noch der Sauerstofffermente gedächten, welche an jeder Zelle haften, der Katalase und Peroxydase.

E. Darstellung der Sauerstofffermente.

I. Katalase. — Farbenindex fehlt.

Je mehr wir in die Tiefe der biologischen Probleme eindringen und auf Schritt und Tritt die immer geschickte und meistens überraschend einfache Handhabung der natürlichen Vorgänge im Zellenleben zu verfolgen imstande sind, um so öfter treffen wir auf jenes Hilfsmittel, welches die Natur verwendet, um mit geringen Energiemengen, die überall zu Gebote stehen, schwierige und komplizierte Veränderungen zu bewirken. Der zwischen den Sauerstofforten und Reduktionsorten hin- und herflutende Sauerstoffstrom bedarf zu seiner glatten Abwicklung zweier Fermente ganz verschiedener Art, welche diesen chemisch verschiedenen Polen der Zelle genau angepaßt sind, etwa wie der Schlüssel dem Schloß nach dem Worte von Emil Fischer. Die Schwierigkeit der hier vorliegenden Aufgabe begreift man, wenn man bedenkt, daß der tierische Körper mit seinem Riesenaufbau von schwefel- und stickstoffreichen, also der Hauptsache nach reduzierenden Eiweißmassen einem kolossalen Labyrinth

mit tausend und aber tausend Kämmerchen gleicht, in die die Lebensluft des Sauerstoffs nur schwierig eindringen kann, zumal da die Kämmerchen, nämlich die einzelnen Zellen, meist voneinander getrennt und abgeschlossen sind und das reiche luftführende Kanalsystem fehlt, das die Pflanzen mit ihren Zellulosewänden durchzieht. Wie ist es möglich, daß da der Sauerstoff in alle abgeschlossenen Kämmerchen eindringt? Und er muß es doch — bei allen höheren Tieren wenigstens —, da sonst in wenigen Minuten der stolze Bau dem Tode verfallen ist. Zahllose Schlüsselchen, so scheint es, muß die Natur in Bewegung setzen, um dieses wichtigste Problem aller biologischen Probleme, die Durchflutung des tierischen Körpers mit dem lebensnotwendigen Sauerstoff ins Werk zu setzen. So scheint es zu sein. Wir werden aber sehen, daß die Natur in diesem Falle mit nur zwei Schlüsseln, mit zwei Oxydationsfermenten, auskommt.

Die Suche nach dem Mechanismus dieser lebenspendenden Oxydationsfermente ist seit Schönbein, dem ersten Entdecker auf diesem Felde, bereits eine recht große, reich an Ideen, aber auch an Widersprüchen und Rätseln. Erst der Schweizer Gelehrte Bach und der deutsche Chemiker Engler brachten eine größere Klarheit in dieses Problem, indem sie, unabhängig voneinander, dieselbe Theorie der Peroxyde aufstellten, die für alle Arten langsamer Verbrennung Geltung haben sollte und sich auch in der Tat für das Verständnis der Sauerstoffversorgung tierischer Zellen sehr nützlich erwiesen hat. Diese Peroxydtheorie beruht, wie die meisten Oxydationstheorien, auf der Zweitwertigkeit des Sauerstoffs, welche uns die Möglichkeit gibt, zwischen starken und schwachen Bindungen des Sauerstoffs zu unterscheiden. Eine starke Bindung stellt die Form des molekularen Sauerstoffs dar. Hier sind die zwei Wertigkeiten jedes Sauerstoffatoms vollständig gesättigt $O=O \rightarrow O=O$. Das entstehende Produkt heißt molekularer oder inaktiver Sauerstoff, da er für weitere Oxydationen nicht brauchbar ist. In dieser Form atmen wir ihn ohne jede Schädigung ein. Hängen dagegen beide O-Atome nur mit einer Bindung zusammen ($-O-O-$), so bleibt jedem noch eine freie Bindung übrig, die imstande ist, weitere Oxydationen auszuführen.

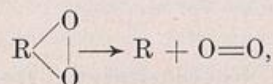
Die Peroxydtheorie von Bach und Engler besagt nun, daß bei jeder „langsamen“ Verbrennung — und zu diesen gehören alle im Körper vor sich gehenden Oxydationen — die Oxydation damit beginnt, daß sich das ganze, ungespaltene O-Molekül an die sauerstoffbegierige Substanz anlagert. Bezeichnen wir diese reduzierende Substanz mit R, so entsteht also nicht gleich durch den vom Blute aus eindringenden Sauerstoff die feste, einfache Verbindung

RO, sondern zunächst die hochoxydierte, aber lockere Verbindung $R \begin{smallmatrix} O \\ | \\ O \end{smallmatrix}$, ein Peroxyd, das den Ausgangspunkt zu allen weiteren Sauerstoffveränderungen und -wanderungen bildet.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß sich das Peroxyd unter Umständen allmählich in die einfache, niedere, aber feste Oxydationsstufe von R (RO) umwandeln kann, und es geschieht das offenbar dann am leichtesten, wenn die Sauerstoffgier von R groß ist. Wir haben dann den Vorgang, den wir Verbrennung der organischen Substanz nennen und dessen Produkte:

CO_2 , H_2O , H_2SO_4 usf. durch Lymphe und Harn aus dem Körper als unbrauchbare Schlacken entfernt werden.

Ist die Reduktionskraft von R aber geringer und das Gewebe daher nicht imstande, allen ihr gebotenen Sauerstoff zur Verbrennung mit Abstoßung der Verbrennungsprodukte zu verwerten, so bleibt die lockere Bindung des Peroxyds so lange bestehen, bis mit Hilfe der nun in Wirksamkeit tretenden „Sauerstoffenzyme“ eine Lösung des Peroxyds erfolgt. Diese geht dann vonstatten, ohne daß zugleich eine Lockerung und Abstoßung weiterer Atome oder Atomgruppen (C, H, SO_2) aus den Gewebselementen dadurch bewirkt wird. Es handelt sich mithin nur um eine Abstoßung von Sauerstoff allein. Aber dieses kann doch noch in verschiedener Art, gleichsam „mit verschiedenen Schlüsseln“, vor sich gehen. Wir kennen bisher mit Sicherheit zwei verschiedene solcher Sauerstoffschlüssel, die in allen Zellen vorhanden sind: die Katalase und die Hyper- oder Peroxydase. Beiden gemeinsam sind die Eigenschaften aller Fermente, daß sie in geringer Menge imstande sind, unverhältnismäßig große Mengen chemischer Verbindungen zu lösen oder zu knüpfen, ohne daß hierbei ihre eigene Menge merklich abnimmt, und daß sie ferner die betreffenden Umsetzungen in hohem Grade zu beschleunigen vermögen. Diese zwei Eigenschaften lassen sich in sehr einfacher Weise bei der Katalase nachweisen. Diese arbeitet nach der Formel



d. h. sie spaltet aus dem Peroxyd wieder molekularen Sauerstoff ab, und zwar so rasch, daß — wie man berechnet hat — 1 Gramm rein gewonnener Katalase in 10 Minuten 4 Kilogramm H_2O_2 zersetzen kann. Die Katalase macht also nur die Entstehung des Peroxyds wieder rückgängig, und wir finden als Resultat das reduzierende Substrat und gewöhnlichen, molekularen Luftsauerstoff.

Dieses Resultat war für manche Autoren unbefriedigend, und aus diesem Gefühl heraus entstand die Theorie, die Katalase habe nur den Zweck, ein für das Gewebe giftiges „Übermaß von Peroxyd“ zu vernichten. Diese Theorie erscheint aber unbefriedigender als die Tatsache, daß die Katalase Peroxyde rückverwandelt. Zwei Tatsachen hat man dabei übersehen, welche beide zeigen, daß die Katalase noch viel mehr und Wichtigeres vermag: 1. daß dieselbe eine Ortsveränderung des naszierenden Sauerstoffs bewirkt und 2. daß nur ein Teil des Gewebes, nämlich die „Reduktionsorte“, Katalase besitzen, das Produkt ihrer Tätigkeit aber andere Orte, nämlich die „O-Orte“, erreicht und hier reaktiviert wird. Dadurch bewirkt die Katalase erst die Nutzbarmachung der größeren Hälfte des Gewebes für den Zweck der O-Aktivierung. Würde die Katalase nicht existieren und wäre der Luftsauerstoff allein auf die O-Orte angewiesen, so würde der größte Teil des Gewebes gar nicht von aktivem Sauerstoff erreicht und die Durchlüftung des ganzen Gewebes vereitelt. Man kann das auch kurz so ausdrücken: Der Sauerstoffstrom des Gewebes erfordert die Katalase.

Will man die Katalase in einem Gewebe nachweisen, so braucht man nur ein Stückchen desselben, z. B. irgend ein Stückchen Lunge, Haut usw., mit

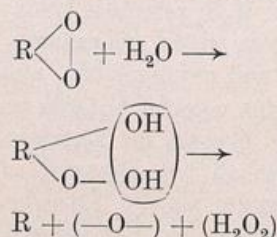
Hydroperoxyd (H_2O_2) zusammenzubringen, dasselbe damit zu übergießen oder es in die Flüssigkeit zu versenken, um sofort eine mehr oder minder stürmische Entwicklung von Sauerstoffbläschen zu erzeugen. Dieselben bilden auf dem Gewebe einen Schaum, indem sie sich sehr rasch vergrößern und zusammenfließen, wobei es unmöglich ist, weder mit freiem Auge noch mit dem Mikroskop die Herkunft der einzelnen Bläschen aus einzelnen Zellen oder sonstigen Teilen zu verfolgen. Die Katalasereaktion ist daher eine rein makroskopische. Man kann aber durch Messung und Vergleichung der Volumina des freiwerdenden und aufsteigenden Sauerstoffs einen Schluß ziehen auf die Menge der in einem Gewebe befindlichen Katalase und darnach die verschiedenen Gewebe in eine Reihenfolge ordnen.

Da hat sich nun eine nahe Beziehung der Katalase zu den Reduktionsorten der Gewebe ergeben, indem die größte Menge von Katalase von den protoplasmareichen und stark reduzierenden Geweben: der Leber, Niere, dem Herzmuskel und dem Blut geliefert wird, während ein protoplasmaarmes, aber sauerstoffreiches Gewebe, wie der Knorpel, die Sehne des Muskels, nur wenig Katalase liefern. Die Katalase ist also an die Reduktionsorte gebunden.

Die dritte Eigenschaft der Fermente, auf ganz bestimmte, einzelne Substanzen eingestellt zu sein, läßt sich mithin bei der Katalase nur indirekt durch vergleichende Messungen erschließen; die Reaktion hat nur eine makroskopische, keine mikroskopische Verwendung.

II. Peroxydase. Farbenindex: Benzidin + H_2O_2 .

Ganz anders steht es mit der Peroxydase. Dieses Sauerstoffferment arbeitet nur in Verbindung mit dem Wasser des Gewebes, nach der Formel:



und scheidet den Sauerstoff des Peroxyds, nicht wie die Katalase in molekularer, sondern in aktiver Form ($-\text{O}-$) ab und daneben Hydroperoxyd (H_2O_2).

Hier kann man die stark oxydierende Wirkung des entstehenden $-\text{O}-$ benutzen, um gleichzeitig an einem mit hinzugegebenen Indikator einen Farbumschlag zu erzielen. Gehört der bei dieser Oxydation erzeugte Farbkörper zu den gewebefärbenden Substanzen, so gelingt es gleichzeitig, den peroxydasehaltigen und sich nun färbenden Bestandteil als Herkunftsort der Peroxydase zu erkennen. Die Peroxydasereaktion ist daher eine mikroskopische Reaktion. Wir können nach stattgehabter Reaktion mit Muße die Gewebe nach gefärbten Teilen durchmustern und genau bestimmen, wo die Peroxydase im Gewebe gesessen hat, welche die einzelnen Farbumschläge bewirkte. Wir gewinnen bei der Peroxydase nicht bloß eine ungefähre Schätzung des Fermentreichtums, wie bei der Katalase, durch die Messung der freiwerdenden O-Volu-