

# Zur Frage der Bedeutung des Eisens für die tierischen Oxydationen.

Von  
**Ernst Masing.**

(Aus der Zoologischen Station in Neapel und der Medizinischen Klinik in Heidelberg.)  
(Der Redaktion zugegangen am 8. Mai 1910.)

Es ist mehrfach die Ansicht vertreten worden, daß die Oxydationsprozesse der tierischen Zelle durch einen eisenhaltigen Komplex vermittelt werden. Als Analogon konnte dabei auf das Hämoglobin hingewiesen werden, dessen eisenhaltiger Kern doch wahrscheinlich die Hauptrolle bei der Sauerstoffübertragung im Blute spielt. Auch die Beobachtungen von Manchot<sup>1)</sup> über die Autoxydation des Ferrosulfats dürften dafür sprechen.

Spitzer<sup>2)</sup> ließ Zellen und Organextrakte, die Nucleoproteide enthielten, auf  $H_2O_2$  einwirken und fand stets eine starke Zersetzung von  $H_2O_2$ ; daraus schließt er auf die Fähigkeit seiner Präparate, Sauerstoff zu übertragen. Am wirksamsten waren aus der Leber extrahierte Nucleoproteide. In allen wirksamen Präparaten ließ sich Eisen nachweisen; wurde ein Nucleoproteid gespalten, so hatte nur das eisenhaltige Spaltungsprodukt die Fähigkeit zu katalysieren (S. 651, 652).

Diese Befunde von Spitzer sind nun die Hauptstütze der Hypothese von der Bedeutung des Eisens für die Oxydationen geworden. — Die Voraussetzung ihrer Allgemeingültigkeit ist natürlich, daß das Eisen konstant in der tierischen Zelle vorkommt; das ist denn auch von verschiedenen Seiten behauptet worden, und zwar soll besonders der Zellkern Eisen führen.

So will Macallum<sup>3)</sup> auf mikrochemischem Wege durch Behandlung mit Schwefelammon und Glycerin maskiertes Eisen in allen Zellkernen nachgewiesen haben; er kommt zum Schluß, daß das Chromatin der Histologen stets Eisen enthalte. Ähnlich

<sup>1)</sup> Zeitschrift für anorg. Chemie, Bd. XXVII, S. 420. Zitiert nach Loeb, «Dynamik der Lebenserscheinungen», S. 34.

<sup>2)</sup> «Die Bedeutung gewisser Nucleoproteide für die oxydative Leistung der Zelle», Pflügers Archiv, Bd. LXVII, S. 615.

<sup>3)</sup> «Das Eisen in Geweben und Zellen», Asher-Spiros Fortschritte der Physiologie, 7. Jahrg., 1908, S. 565.

urteilt Hammarsten,<sup>1)</sup> wenn er in seinem Lehrbuche sagt: «Die Nucleine enthalten Eisen in verhältnismäßig reichlicher Menge». Bei seinen Untersuchungen über die Lachsmilch war schon früher Miescher<sup>2)</sup> auf einen Körper, den er «Karyogen» nannte, gestoßen; freilich stellte es sich entgegen Mieschers ursprünglicher Ansicht später heraus, daß das «Karyogen» eisenfrei ist.<sup>3)</sup> Auch Sauerland<sup>4)</sup> hat in einer kürzlich erschienenen Arbeit in mehreren Nucleinsäurepräparaten und in den Köpfen von Heringssperma Eisen vermißt. Immerhin läßt dieses an Zellbestandteilen gewonnene negative Ergebnis durchaus die Möglichkeit offen, daß die ganzen Zellen doch Eisen enthielten.

Daher erlaube ich mir, einige im Laufe des Jahres 1909 an nicht vorbehandelten ganzen Zellen ausgeführte Eisenbestimmungen kurz mitzuteilen. Bei der Wahl des Materials waren drei Bedingungen zu erfüllen: Die Zellen mußten frei von störenden Verunreinigungen (z. B. Hämoglobin) sein: sie mußten reichlich Kernstoffe enthalten, da das Eisen ja in den Kernen sitzen soll: endlich war es wünschenswert, daß sie einen lebhaften Sauerstoffverbrauch hatten, da quantitative Beziehungen zwischen Eisengehalt und Sauerstoffübertragung denkbar waren. Die Geschlechtsprodukte niederer Tiere erschienen daher am geeignetsten.

A. Es wurden dicke Suspensionen von Seeigelsperma (*Arbacia pustulosa*) in etwas Seewasser hergestellt, die 10 bis 50 Millionen Spermatozoen<sup>5)</sup> in 1 qmm enthielten. 10 bis 20 Milliarden hatten einen nach Winkler<sup>6)</sup> bestimmten Sauerstoffverbrauch von etwa 0,4—0,5 mg O<sub>2</sub> pro Stunde<sup>7)</sup> (5 bis 6 ccm <sup>n</sup>/<sub>100</sub>-Thiosulfatlösung).

<sup>1)</sup> Lehrbuch der physiol. Chemie, Wiesbaden 1904, S. 126.

<sup>2)</sup> Die physiolog. u. histochemischen Arbeiten von F. Miescher, Leipzig 1897, S. 112 u. a. O.

<sup>3)</sup> Den Hinweis hierauf verdanke ich der Freundlichkeit von Herrn Prof. Schmiedeberg; vgl. Miescher-Schmiedeberg, Arch. f. experiment. Pathol. u. Pharmak., Bd. XXXVII, S. 142, und Schmiedeberg, ibidem, Bd. LVII, S. 316.

<sup>4)</sup> «Über den Eisengehalt der echten Nucleinsäure», Diese Zeitschrift, Bd. LXVI, S. 16.

<sup>5)</sup> In der Thoma-Zeißschen Zählkammer abgeschätzt.

<sup>6)</sup> cf. Treadwell, Analyt. Chemie, Bd. II, S. 565.

<sup>7)</sup> Diese Werte entsprechen annähernd den von Warburg (Diese Zeitschrift, Bd. LVII, S. 10) gefundenen.

1. 20 ccm Sperma nach Neumann<sup>1)</sup> verascht und weiterbehandelt ergaben nur unmeßbare Spuren Fe.

2. 40 ccm Sperma, ebenso behandelt, ergaben etwas deutlichere Spuren.

Da die Reagenzien nicht ganz eisenfrei zu erhalten waren, sind diese Angaben jedenfalls noch zu hoch.

3. 20 ccm Sperma und 20 ccm Seewasser mit dem Neumannschen Säuregemisch verascht gaben beide (nach mäßiger Verdünnung mit Wasser) Spuren von Rotfärbung mit Rhodankali, vielleicht die Spermaasche ein wenig mehr als das Seewasser.

B. 60 ccm Seeigeleier in dicker Suspension verascht gaben eine ganz geringe Rotfärbung mit Rhodankali, die ebenso stark ist wie die des verwandten Säuregemisches.

C. 15 ccm Lachssperma (1 ccm enthält 18,9 mg N) — durch Streichen aus dem Hoden ausgedrückt — wurden nach Neumann verascht. Die auf 60 ccm verdünnte Aschenlösung gab sehr schwache Rosafärbung mit Rhodankali. Eine mit  $H_2SO_4$  stark angesäuerte Standardlösung von 0,03 mg Fe in 100 ccm  $H_2O$  gab stärkere Rhodanreaktion. Also sind in 15 ccm Sperma jedenfalls weniger als 0,02 mg Fe enthalten.<sup>2)</sup>

In den untersuchten Objekten waren also nur Spuren von Eisen vorhanden; wahrscheinlich sind diese Spuren als Verunreinigungen aufzufassen, denn in Versuch A 3 und B gaben Seewasser und das Veraschungsgemisch fast die gleiche Rhodanfärbung wie die Aschenlösung. Ganz sicher läßt sich das vollständige Fehlen von Eisen ja nicht behaupten. Immerhin fehlt aber nach diesen Ergebnissen der Ansicht, daß das Chromatin der Zelle stets Eisen enthalte und daß die Oxydationsprozesse an die Gegenwart von Eisen gebunden seien, der reale Boden.

---

<sup>1)</sup> Diese Zeitschrift, Bd. XXXVII; Archiv f. Physiol., 1900, S. 159, und 1902, S. 362.

<sup>2)</sup> Hieraus ergibt sich, daß auch Sperma hämoglobinführender Tiere sich in bezug auf den Fe-Gehalt ebenso verhält wie Seeigelsperma.

---