

# Über die Möglichkeit der Assimilation von Kohlensäure in tierischen Zellen.

Von

Dr. W. Loele, Dresden.

(Eingegangen am 30. April 1932.)

Betrachtet man die Naphthol-Oxydasereaktion der eosinophilen Granula menschlicher Leukocyten als eine Aminosäure-Aldehyd-Eisenreaktion und den Aldehyd als einen zur Bildung notwendigen Bestandteil, so liegt die Frage nach der Quelle des Aldehyds nahe. Im Zwischenstoffwechsel aus Aminin und Aminosäuren abgespaltener Aldehyd wird meist schnell oxydiert, als weitere Quelle kommt nur Kohlensäure in Betracht.

Es ist somit zu untersuchen, in welcher Weise sich Kohlensäure und die in der Zelle vorhandenen Systeme gegenseitig beeinflussen.

Die Analyse der Zelle ergibt, daß mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit in einem bestimmten Zeitpunkte im Zwischenstoffwechsel folgende Faktoren zusammentreffen:

OH,  $H_2O_2$ , Aldehyd, Aminosäure, Eisen, Farbstoffbildner.

Die alkalische Reaktion ergibt sich aus der Tatsache, daß ein tryptischer Kernabbau vor sich geht, auf die Anwesenheit von  $H_2O_2$  läßt das Vorhandensein von Oxonen und Katalase schließen<sup>1</sup>.

Es wurde in Lösungen, welche diese Faktoren einzeln oder gemischt enthielten, Kohlensäure eingeleitet (10 Min.) und das Destillat auf Aldehyd untersucht. Um die durch das Kochen bedingten Fehlerquellen auszuschließen, wurde weiter das in den Lösungen vorhandene  $H_2O_2$  durch Hinzufügen von Braunsteinpulver entfernt und die Aldehydreaktion unmittelbar angesetzt nach Entfernung des Mangan.

Der Nachweis des Aldehyds erfolgte auf zweierlei Weise:

- |    |                                      |         |
|----|--------------------------------------|---------|
| 1. | Alkalische Naphthollösung . . . . .  | 0,5 cem |
|    | Glykokollösung 2% . . . . .          | 0,5 cem |
|    | Destillat . . . . .                  | 1,0 cem |
|    | Eisenchloridlösung 1 : 100 . . . . . | 0,1 cem |

Es bedeutet in der Zusammenstellung ++++ blauviolette Verfärbung, +++ bräunlich-schwärzliche Verfärbung, ++ bräunliche, + leichte Dunkelfärbung und ± Andeutung.

<sup>1</sup> Nachtrag:  $H_2O_2$  darf fehlen, wenn im System bereits Aldehyd vorhanden ist.

2. Aldehyd-Milchreaktion nach *Friese*.

5 ccm Destillat wurden mit 5 ccm aldehydfreier Milch in gut verschließbaren, möglichst schmalen Standgefäßen gemischt und 20,0 ccm konzentrierte Salzsäure mit einer Spur von Salpetersäure (auf 40,0 reine Salzsäure (spez. Gew. 1,19) ein Tropfen Salpetersäure vom spezifischen Gewicht 1,2) hinzugefügt. Das Gefäß wurde geschlossen, geschüttelt und das Eintreten einer violetten bis satt veilchenblauen Verfärbung beobachtet, die nach *Friese* innerhalb 10 Min. eintreten soll. Die beiden Reaktionen entsprechen sich in der Stärke des Ausfalles, doch ist bei geringer Aldehydmenge die Reaktion nach *Friese* sinnfälliger.

Lösung.	Destillation.	Aldehydreaktion				
		1	2	3	4	5
1-5 $H_2O_2$ 3%	40,0 2,5 1,0					
Aldehyd 2%	Glykokoll 2% Eisenchlorid 1:100 ( $\alpha$ -Naphthol 0,5:100 1% KOH)					
I. $H_2O_2 + CO_2$ . . . . .		—	—	+	+	+
II. $H_2O_2 + \text{Aminosäure}$ . . . . .		—	+	+	+	—
III. $H_2O_2 + \text{Aminosäure} + CO_2$ . . . . .		—	+	++	++	++
IV. $H_2O_2 + \text{Aldehyd}$ . . . . .		++	±	—	—	—
V. $H_2O_2 + \text{Aldehyd} + CO_2$ . . . . .		++	±	+++(+)	+++(+)	+++(+)
VI. $H_2O_2 + \text{Aldehyd} + \text{Aminosäure}$ . . . . .		++	±	+	+	+
VII. $H_2O_2 + \text{Aldehyd} + \text{Aminosäure} + CO_2$ . . . . .		++	++	+++	+++	+++
VIII. $H_2O_2 + \text{Aldehyd} + \text{Eisen} + CO_2$ . . . . .				++++		
IX. $H_2O_2 + \text{Aldehyd} + \text{Aminosäure} + \text{Eisen} + CO_2$ . . . . .				++++		+
X. $H_2O_2 + \text{Aldehyd} + \text{Aminosäure} + \text{Eisen} + \text{Naphthol} + CO_2$ . . . . .				+		—
XI. Aldehyd . . . . .						++++

Lösung vor der Destillation nach Zusatz von Braunstein	Aldehydreaktion
KOH + Aldehyd + $H_2O_2$ . . . . .	—
KOH + Aldehyd + $H_2O_2 + CO_2$ . . . . .	++++
Natriumcarbonat + Aldehyd + $H_2O_2$ . . . . .	—
$Na_2(CO_3)$ + Aldehyd + $H_2O_2 + CO_2$ . . . . .	++++
KOH + Glykokoll + $H_2O_2$ . . . . .	—
KOH + Glykokoll + $H_2O_2 + CO_2$ . . . . .	++
$Na_2(CO_3)$ + Glykokoll + $H_2O_2$ . . . . .	—
$Na_2(CO_3)$ + Glykokoll + $H_2O_2 + CO_2$ . . . . .	++

Aus den Versuchen ergeben sich die folgenden wichtigen Tatsachen:

1. Wasserstoffsuperoxyd zerstört in alkalischer Lösung Aldehyd völlig. Der Aldehyd bleibt erhalten, wenn Kohlensäure *sofort* eingeleitet wird. Versuch XI/5, IV/5 und V/5, Versuch V/4 und IV/4.

2. In einer alkalischen  $H_2O_2$ -Lösung entsteht nach Einleiten von  $CO_2$  etwas Aldehyd, wie bereits seinerzeit *Kleinstück* festgestellt hatte. Bei

Gegenwart von Aminosäure ist die Aldehydmenge reichlicher. Versuch I, II und III.

3. Das System:  $\text{OH} + \text{Aminosäure} + \text{Aldehyd} + \text{CO}_2$  ist unter gewissen Bedingungen ein reduktives System in bezug auf  $\text{CO}_2$  und verhindert die Oxydation von Aldehyd.

4. Durch Hinzutreten von Chromogen und Eisen wird das reduktive System wieder zum oxydativen System. Versuch X.

Überträgt man das Ergebnis der Reagensglasversuche auf die Zelle, so heißt das: Wo Aldehyde zum Aufbau verwendet werden (Granulabildung), ist Assimilation von Kohlensäure in der tierischen Zelle möglich, und zwar sind es die Zellen mit positiver Naphtholreaktion, in denen die entsprechenden Systeme sich intermediär bilden können. Bei Gegenwart von Eisen und Chromogenen hört die Reduktion auf.

Die gleichen Faktoren beteiligen sich an den oxydativen wie reduktiven Systemen. Die folgende gelegentliche Beobachtung zeigt, daß sie auch andere Vorgänge beeinflussen. Aus Arginin-, Aldehyd-, Resorcin-, Calciumchlorid gebildete Granula lieferten bei langsamer Lösung in Natriumsulfit Krystalle von salzsaurem Harnstoff. Das System wirkte somit wie eine Arginase.

Da die gleichen Systeme sich auch in Pflanzenzellen mit positiver Naphtholreaktion bilden können, ist auch hier die Kohlensäureassimilation auf die gleiche Weise möglich. Es wird so verständlich, warum gerade die Schließzellen und ihre Umgebung häufig Naphtholreaktion geben, wo zuerst die Kohlensäure der Luft eintritt.

---