

## 29. W. Palladin: Ueber Eiweisszeretzung in den Pflanzen bei Abwesenheit von freiem Sauerstoff.

Eingegangen am 1. Juli 1888.

Die Untersuchungen von TH. HARTIG, PFEFFER, BORODIN, E. SCHULZE und dessen Schüler haben gezeigt, dass in den Samenpflanzen in freier Luft immer ein Zersetzungs- und ein Neubildungsprocess von Eiweissstoffen neben einander vor sich geht. Ueber die Frage aber, wie verhalten sich die Eiweissstoffe der Samenpflanzen bei Abwesenheit von freiem Sauerstoff sind uns bis jetzt keine direkten experimentellen Untersuchungen bekannt und ist diese Frage bloss theoretisch betrachtet worden. DETMER äussert darüber, dass „der normalen, sowie der inneren Athmung der Pflanzenzellen stets eine Dissociation der physiologischen Elemente des Plasmas vorangeht“<sup>1)</sup>. Andere, wie DIAKONOW, glauben, dass „die Kohlensäure bei Abwesenheit von freiem Sauerstoff nicht von der Spaltung der Eiweissmoleküle her stammt“<sup>2)</sup>. Um diese Widersprüche zu beseitigen, unternahm ich die unten beschriebenen Versuche.

Die Versuchspflanzen wurden in einem hölzernen mit Erde gefüllten Kästchen im Zimmer gezogen. Sobald die Pflanzen das nöthige Alter erreicht hatten, wurden die oberen Theile nahe bei der Erdoberfläche abgeschnitten und zum Versuche verwendet. Die Ernte wurde in vier Portionen getheilt und jede Portion gewogen. Zwei dieser Portionen wurden sogleich nach der Entnahme vom Boden zur Eiweissquantitätsbestimmung nach der Methode von STUTZER<sup>3)</sup> gebraucht. Die zerkleinerten Pflanzen wurden also mit Wasser übergossen, bis zum Sieden erwärmt, dann breiförmiges Kupferoxydhydrat hinzugefügt, der Niederschlag abfiltrirt und mit heissem Wasser ausgewaschen, durch Behandlung mit absolutem Alkohol und darauf folgendes Austrocknen bei 100° von der Feuchtigkeit befreit und sodann zur Stickstoffbestimmung verwendet. Der Stickstoffgehalt des Niederschlages wurde nach KJELDAHL's<sup>4)</sup> Methode bestimmt. Wie bekannt,

1) W. DETMER, Vergleichende Physiologie des Keimungsprocesses der Samen. 1880, S. 241.

2) N. W. DIAKONOW, Diese Berichte 1886, S. 6.

3) A. STUTZER, Journal für Landwirthschaft. XXVIII, 1881, S. 103.

4) KJELDAHL, Zeitschrift für analyt. Chem. 22, S. 366. Auch FRESSENIUS' quantitative Analyse, II. Band, 6. Auflage, 1887, S. 726.

wird nach KJELDAHL der Stickstoff der organischen Substanz in Ammoniak übergeführt, wenn man die Substanz zwei Stunden hindurch mit einer reichlichen Menge von Schwefelsäure, — welcher zweckmässig etwas rauchende Schwefelsäure oder etwas Phosphorsäureanhydrid zugesetzt ist —, bis auf eine dem Siedepunkte der Säure nahe liegende Temperatur erhitzt und die klare Lösung mit trockenem übermangansaurem Kali oxydirt. Da im Laufe der Operation Schwefelsäuredämpfe und schweflige Säure reichlich entweichen, ist das Erhitzen unter einem guten Dunstabzuge vorzunehmen. Um die abgekühlte saure Lösung mit Wasser zu verdünnen, wird sie in ein das nöthige Wasser enthaltendes Destillationsgefäss gegossen und mit Wasser gut nachgespült. Nach Uebersättigung mit Natronlauge wird das entstandene Ammoniak abdestillirt. Man verbindet die schräg aufwärts gerichtete Abzugsröhre des Destillationskolbens mit einem Kühlapparat mit Spiralkühlröhre, dessen Ausgangsröhre unten zum Absorptionskolben führt.

Als solcher diene mir ein 250 *ccm* fassender ERLÉNMEYER'scher Kolben. In die Absorptionsflasche wurden 15 *ccm* verdünnter titrirter Schwefelsäure gebracht und der Destillationskolben bis zum vollen Uebergange des Ammoniaks in die Schwefelsäure erhitzt. Zum Titriren des Säureüberschusses empfehle ich Barytlauge (Titer der Barytlauge: 1 *ccm* = 0,001653 *g* N. Titer der Schwefelsäure: 15 *ccm* = 54,5 *ccm* Barytlauge) und als Indicator das SCRLÖSING'sche Lacmuspräparat<sup>5)</sup>. Nach der Menge des gefundenen Ammoniaks wird auf die Menge der in den Pflanzen vorhandenen Eiweissstoffe geschlossen.

Die letzten zwei von den oben genannten vier Portionen der Versuchspflanzen wurden in gläserne, von unten mit Quecksilber abgesperrte Cylinder eingesetzt. In den abgesperrten Raum wurde dann mittelst einer gebogenen Pipette concentrirte Kalilauge und Pyrogallussäure eingeführt, um den vorhandenen Sauerstoff zu absorbiren.

Auf solche Weise waren die Pflanzen in eine Atmosphäre von reinem Stickstoffe versetzt. Zugleich wurden die Cylinder in einen dunklen Raum versetzt.

Die Versuchspflanzen dieser Portionen wurden nach Beendigung des Versuches auf Stickstoff- resp. Eiweissgehalt analysirt.

Ausserdem wurden bei einigen Versuchen besondere Portionen der Pflanzen in einen dunkeln Raum in freie Luft gesetzt und später auch hier die Quantität der Eiweissstoffe bestimmt.

Versuch 1. Vier Portionen der grünen jungen (13 tägigen) Pflanzen von *Triticum vulgare* wurden in frischem Zustand abgewogen. Temperatur während des Wachstums war 13—16° C.

a) Bei zweien dieser Portionen ergab die unmittelbar nach der

5) GRANDEAU. Traité d'analyse des matières agricoles. 1883, S. 547.

Entnahme vom Boden und nach obiger Methode ausgeführte Bestimmung des Stickstoffs, welcher in Form von Eiweissstoffen vorhanden war, folgendes Resultat:

1. 13,710 *g* frischer Substanz gaben 0,0598386 *g* N. in Ammoniakform (= 36,2 *ccm* Barytlauge). Also auf 100 *g* frischer Substanz 0,4364 *g* N.

2. 12,701 *g* gaben 0,0530613 *g* N. (= 32,1 *ccm* Barytlauge).

Also auf 100 *g* 0,4177 *g* N.

0,4364 }  
0,4177 } Mittel 0,4266 *g* N.

b) Zwei andere Portionen wurden während 24 Stunden in einem sauerstoffleeren Raume versetzt. Die nach dem Versuche vorgenommene Eiweiss-Stickstoffbestimmung ergab:

3. 11,967 *g* gaben 0,0479370 *g* N. (= 29,0 *ccm* Barytlauge).

Also auf 100 *g* 0,4008 *g* N.

4. 13,006 *g* gaben 0,0553755 *g* N. (= 33,5 *ccm* Barytlauge).

Also auf 100 *g* 0,4257 *g* N.

0,4008 }  
0,4257 } Mittel 0,4128 *g* N.

0,4266 - 0,4128 = 0,0138 *g*. Also Verlust 3,2 pCt.

Versuch 2. Junger, 14-tägiger, grüner Weizen. Temperatur 16 bis 19° C.

a) Unmittelbar nach Entnahme vom Boden wurde der Eiweiss-Stickstoff bestimmt.

1. 14,010 *g* gaben 0,0457881 *g* N. (= 27,7 *ccm* Barytlauge).

Also auf 100 *g* 0,3268 *g* N.

2. 11,675 *g* gaben 0,0373578 *g* N. (= 22,6 *ccm* Barytlauge).

Also auf 100 *g* 0,3200 *g* N.

0,3268 }  
0,3200 } Mittel 0,3234 *g* N.

b) 22 Stunden in sauerstoffleerem Raume, dann Eiweiss-Stickstoff bestimmt.

3. 14,111 *g* gaben 0,0457881 *g* N. (= 27,7 *ccm* Barytlauge).

Also auf 100 *g* 0,3244 *g* N.

4. 11,519 *g* gaben 0,0360354 *g* N. (= 21,8 *ccm* Barytlauge).

Also auf 100 *g* 0,3128 *g* N.

0,3244 }  
0,3128 } Mittel 0,3186 *g* N.

0,3234 - 0,3186 = 0,0048 *g* N. Also Verlust 1,1 pCt.

c) Die Pflanzen wurden in freier Luft während 24 Stunden in einen dunklen Raum gesetzt, dann Eiweiss-Stickstoff bestimmt.

5. 12,625 *g* gaben 0,0381843 *g* N. (= 23,1 *ccm* Barytlauge).

Also auf 100 *g* 0,3024 *g* N.

6. 13,250 *g* gaben 0,0388365 *g* N. (= 23,5 *ccm* Barytlauge).

Also auf 100 g 0,2931 g N.

0,3024 }  
0,2931 } Mittel 0,2977 g N.

0,3234 - 0,2977 = 0,0257 g N. Also Verlust 7,9 pCt.

Versuch 3. Junger, 14tägiger, grüner Weizen. Temperatur 15 bis 20° C. Vier Portionen wurden in frischem Zustand abgewogen, dann 2 Tage in freier Luft in einem dunkeln Raume in Wasser cultivirt.

a) Unmittelbar nach der Entnahme aus dem dunkeln Raume Eiweiss-Stickstoff bestimmt.

1. 12,881 g gaben 0,039672 g N. (= 24,0 ccm Barytlauge).

Also auf 100 g 0,3079 g N.

2. 13,629 g gaben 0,0423168 g N. (= 25,6 ccm Barytlauge).

Also auf 100 g 0,3104 g N.

0,3079 }  
0,3104 } Mittel 0,3091 g N.

b) Zwei andere Portionen wurden nach der Entnahme aus dem dunkeln Raume, während 23 Stunden in einem sauerstoffleeren Raume gesetzt; dann Eiweiss-Stickstoff bestimmt.

3. 13,495 g gaben 0,0355395 g N. (= 21,5 ccm Barytlauge).

Also auf 100 g 0,2633 g N.

4. 13,065 g gaben 0,034713 g N. (= 21,0 ccm Barytlauge).

Also auf 100 g 0,2656 g N.

0,2633 }  
0,2656 } Mittel 0,2644 g N.

0,3091 - 0,2644 = 0,0447 g N. Also Verlust 14,4 pCt.

5. Die fünfte Portion, welche denselben Bedingungen, wie die letzten zwei ausgesetzt war, wurde nach Entnahme aus dem sauerstoffleeren Raume in Wasser dem Einflusse des Sonnenlichtes ausgesetzt und blieb dabei eine Zeit lang noch lebendig.

Versuch 4. Junger, 13tägiger, grüner Weizen. Temperatur 14 bis 17° C. Vier Portionen wurden in frischem Zustande abgewogen, dann 2 Tage auf freier Luft in einem dunkeln Raume in Wasser cultivirt.

a) Unmittelbar nach der Entnahme aus dem dunkeln Raume Eiweiss-Stickstoff bestimmt.

1. 13,810 g gaben 0,0467799 g N. (= 28,3 ccm Barytlauge).

Also auf 100 g 0,3387 g N.

2. 11,547 g gaben 0,0386802 g N. (= 23,4 ccm Barytlauge).

Also auf 100 g 0,3349 g N.

0,3387 }  
0,3349 } Mittel 0,3368 g N.

b) Zwei andere Portionen wurden nach der Entnahme aus dem dunkeln Raume, während 23 Stunden in einem sauerstoffleeren Raume gesetzt, dann Eiweiss-Stickstoff bestimmt.

3. 12,025 g gaben 0,0355395 g N. (= 21,5 ccm Barytlauge).

Also auf 100 g 0,2955 g N.

4. 13,380 g gaben 0,0404985 g N. (= 24,5 ccm Barytlauge).

Also auf 100 g 0,3026 g N.

0,2955 }  
0,3026 } Mittel 0,2990 g N.

0,3368 - 0,2990 = 0,0278 g N. Also Verlust 8,2 pCt.

Der Verlust ist kleiner als im vorhergehenden Versuche, weil die Temperatur niedriger war.

Versuch 5. Junger 14 tägiger, grüner Weizen, Temperatur 15—19° C.

a) Unmittelbar nach der Entnahme vom Boden Eiweiss-Stickstoff bestimmt.

1. 12,055 g gaben 0,0378537 g N. (= 22,9 ccm Barytlauge).

Also auf 100 g 0,3140 g N.

2. 16,175 g gaben 0,0509124 g N. (= 30,8 ccm Barytlauge).

Also auf 100 g 0,3147 g N.

b) Eine Portion wurde während 2 Tage in einem sauerstoffleeren Raum gesetzt, dann Eiweissstickstoff bestimmt.

3. 11,875 g gaben 0,0315723 g N. (= 19,1 ccm Barytlauge).

Also auf 100 g 0,2658 g N.

0,3143 - 0,2658 = 0,0485 g N. Also Verlust 15,4 pCt.

c) Die Pflanzen wurden auf freier Luft während 2 Tage in einem dunkeln Raume gesetzt, dann Eiweiss-Stickstoff bestimmt.

4. 13,451 g gaben 0,0348783 g N. (= 21,1 ccm Barytlauge).

Also auf 100 g 0,2592 g N.

5. 12,465 g gaben 0,0325641 g N. (= 19,7 ccm Barytlauge).

Also auf 100 g 0,2612 g N.

0,2592 }  
0,2612 } Mittel 0,2602 g N.

0,3143 - 0,2602 = 0,0541 g N. Also Verlust 17,2 pCt.

d) Die Pflanzen wurden in freier Luft während 7 Tage in einem dunkeln Raume gesetzt, dann Eiweiss-Stickstoff bestimmt.

6. 13,350 g geben 0,0190095 g N. (= 11,5 ccm Barytlauge).

Also auf 100 g 0,1423 g N.

7. 11,181 g gaben 0,0161994 g N. (= 9,8 ccm Barytlauge).

Also auf 100 g 0,1448 g N.

0,1423 }  
0,1448 } Mittel 0,1435 g N.

0,3143 - 0,1435 = 0,1708 g N. Also Verlust 54,3 pCt.

Versuch 6. Junger, 15 tägiger, etiolirter Weizen. Temperatur 15—18° C.

a) Unmittelbar nach der Entnahme vom Boden Eiweiss-Stickstoff bestimmt.

1. 13,475 g geben 0,0274398 g N. (= 16,6 ccm Barytlauge).

Also auf 100 g 0,2036 g N.

2. 15,481 g gaben 0,0315723 g N (= 19,1 ccm Barytlauge).  
Also auf 100 g 0,2039 g N.

0,2036 }  
0,2039 } Mittel 0,2037 g N.

b) 2 Tage in einem sauerstoffleeren Raume, dann Eiweiss-Stickstoff bestimmt.

3. 14,455 g gaben 0,026448 g N. (= 16,0 ccm Barytlauge).  
Also auf 100 g 0,1829 g N.

4. 15,261 g gaben 0,0269439 g N. (= 16,3 ccm Barytlauge).  
Also auf 100 g 0,1765 g N.

0,1829 }  
0,1765 } Mittel 0,1797 g N.

0,2037 - 0,1797 = 0,0240 g N. Also Verlust 11,7 pCt.

Versuch 7. Junger, 14-tägiger, etiolirter Weizen. Temperatur 14—15° C.

a) Unmittelbar nach der Entnahme vom Boden Eiweiss-Stickstoff bestimmt.

1. 12,601 g gaben 0,0262827 g N. (= 15,9 ccm Barytlauge).  
Also auf 100 g 0,2085 g N.

2. 12,649 g gaben 0,0262827 g N. (= 15,9 ccm Barytlauge).  
Also auf 100 g 0,2076 g N.

0,2085 }  
0,2076 } Mittel 0,2080 g N.

b) 2 Tage in einem sauerstoffleeren Raume, dann Eiweiss-Stickstoff bestimmt.

3. 12,640 g gaben 0,024795 g N. (= 15,0 ccm Barytlauge).  
Also auf 100 g 0,1961 g N.

0,2080 - 0,1961 = 0,0119 g N. Also Verlust 5,7 pCt.

Der Verlust ist kleiner als im vorhergehenden Versuche, weil die Temperatur niedriger war.

Versuch 8. Junger, 13-tägiger, grüner Weizen. Temperatur 15—18° C.

a) Unmittelbar nach der Entnahme vom Boden Eiweiss-Stickstoff bestimmt.

1. 12,029 g gaben 0,0404985 g N. (= 24,5 ccm Barytlauge).  
Also auf 100 g 0,3366 g N.

2. 11,675 g gaben 0,0386802 g N. (= 23,4 ccm Barytlauge).  
Also auf 100 g 0,3313 g N.

0,3366 }  
0,3313 } Mittel 0,3339 g N.

b) 3 Tage in einem sauerstoffleeren Raume, dann Eiweiss-Stickstoff bestimmt.

3. 12,495 g gaben 0,0312417 g N. (= 18,9 ccm Barytlauge).  
Also auf 100 g 0,2500 g N.

4. 11,519 g gaben 0,028001 g N. (= 17,0 ccm Barytlauge).

Also auf 100 g 0,2430 g N.

0,2500 }  
0,2430 } Mittel 0,2465 g N.

0,3339 -- 0,2465 = 0,0874 g N. Also Verlust 26,1 pCt.

Versuch 9. Junger, 14tägiger, grüner Weizen. Temperatur 14—15° C.

a) Unmittelbar nach der Entnahme vom Boden Eiweiss-Stickstoff bestimmt.

1. 11,388 g gaben 0,0433086 g N. (= 26,2 ccm Barytlauge).

Also auf 100 g 0,3803 g N.

2. 12,209 g gaben 0,0472758 g N. (= 28,6 ccm Barytlauge).

Also auf 100 g 0,3872 g N.

0,3803 }  
0,3872 } Mittel 0,3837 g N.

b) 8 Tage in einem sauerstoffleeren Raume, dann Eiweiss-Stickstoff bestimmt.

3. 11,390 g gaben 0,0229767 g N. (= 13,9 ccm Barytlauge).

Also auf 100 g 0,2017 g N.

4. 12,842 g gaben 0,026448 g N. (= 16,0 ccm Barytlauge)

Also auf 100 g 0,2059 g N.

0,2017 }  
0,2059 } Mittel 0,2038 g N.

0,3837 -- 0,2038 = 0,1799 g N. Also Verlust 46,8 pCt.

Versuch 10. Obere gekrümmte Theile der jungen, 13tägigen, etiolirten Stengel von *Vicia Faba*. Temperatur 15—18° C.

a) Unmittelbar nach der Entnahme vom Boden Eiweiss-Stickstoff bestimmt.

1. 16,740 g (50 Stücke) gaben 0,1259586 g N. (= 76,2 ccm Barytlauge).

Also auf 100 g 0,7524 g N.

b) 3 Tage in einem sauerstoffleeren Raume, dann Eiweiss-Stickstoff bestimmt.

2. 8,392 g (25 Stück) gaben 0,054031 g N. (= 32,7 ccm Barytlauge).

Also auf 100 g 0,6441 g N.

3. 8,255 g (25 Stück) gaben 0,0538878 g N. (= 32,6 ccm Barytlauge).

Also auf 100 g 0,6527 g N.

0,6441 }  
0,6527 } Mittel 0,6484 g N.

0,7524 -- 0,6484 = 0,1040 g N. Also Verlust 13,8 pCt.

Aus den hier mitgetheilten Versuchen kann man folgende Schlüsse ziehen:

1. Wenn grüne Pflanzen, in welchen stickstofffreie Substanzen in genügender Menge vorhanden sind, in einen sauerstoffleeren Raum versetzt werden, wo sie nicht länger als 20 Stunden verbleiben, findet kein Eiweissverlust statt.
2. Wenn die Pflanzen, durch vorläufiges Verweilen in einem dunklen Zimmer, ihrer stickstofffreien Substanzen zum grössten Theile beraubt werden, dann verlieren sie auch in den ersten 20 Stunden ihres Stehens in einem sauerstoffleeren Raume einen Theil ihrer Eiweissstoffe.
3. Die Eiweisszersetzung in einem sauerstoffleeren Raume kann das Leben der Pflanzen einige Zeit unterhalten.
4. Die Eiweisszersetzung in den Pflanzen ist eine vom atmosphärischen Sauerstoffe unabhängige Erscheinung.
5. Die Eiweisszersetzung, welche in den Pflanzen in einem sauerstoffleeren Raume während des vierten, fünften u. s. w. Tages stattfindet, ist eine nach dem Tode der Pflanzen fortgesetzte Erscheinung.
6. In Uebereinstimmung mit den Untersuchungen von BORODIN und E. SCHULZE zeigte sich in den beschriebenen Versuchen, dass bei den ins Dunkle gesetzten Pflanzen aber bei normaler Luft eine starke Eiweisszersetzung vor sich geht. Diese Erscheinung beginnt schon während der ersten 24 Stunden.

Soweit die factische Seite. Wenn wir nun versuchen, die geschilderten Thatsachen zu erklären, so müssen wir eine von den beiden Hypothesen annehmen, welche BORODIN<sup>1)</sup> für die Eiweisszersetzung bei freiem Luftzutritt aufstellte. Entweder muss man annehmen, dass, so lange stickstofffreie Substanzen in genügender Menge vorhanden sind, der Zersetzungsprocess auf dieselbe beschränkt ist, während die Eiweissstoffe davon gänzlich verschont bleiben und nur aus Mangel an Kohlehydraten die Zersetzung auch Proteinstoffe in Anspruch nimmt. Oder man kann annehmen, dass nicht die Kohlehydrate, sondern gerade die Eiweissstoffe zersetzt werden; sind aber in den ersten Stunden des Versuches Kohlehydrate noch in genügender Menge vorhanden, so werden die stickstoffhaltigen Zersetzungsprodukte zu Eiweiss regenerirt. Betreffend die Eiweisszersetzung bei freiem Luftzutritt nimmt man jetzt mit vollem Recht die zweite Alternative an. Welche von diesen Alternativen aber betreffend der Eiweisszersetzung in sauerstoffleerem Raume anzunehmen ist, müssen weitere Untersuchungen uns erst lehren.

---

1) BORODIN, Bot. Zeitung, 1878, S. 826.



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1888

Band/Volume: [6](#)

Autor(en)/Author(s): Palladin Wladimir Iwanowitsch

Artikel/Article: [Ueber Eiweisszersetzung in den Pflanzen bei Abwesenheit von freiem Sauerstoff 205-212](#)