

## 16. S. Kostytschew: Studien über Photosynthese.

### IV. Die CO<sub>2</sub>-Assimilation der Leguminosen.

(Eingegangen am 5. Dezember 1921. Vorgetragen in der Januarsitzung 1922.)

In der vorliegenden Mitteilung beabsichtige ich einen Teil von meinen ausgedehnten Untersuchungen über die quantitative Seite der Photosynthese darzulegen. Es ist nicht möglich, an dieser Stelle die einschlägige Literatur eingehend zu besprechen, und möchte ich nur die notwendigsten Hinweise vorausschicken.

Vergleichende quantitative Bestimmungen der photosynthetischen Arbeit wurden meistens nach der SACHSschen Methode der „Blatthälften“ ausgeführt<sup>1)</sup>. Auch unter Berücksichtigung der neueren sorgfältigen Untersuchungen von THODAY<sup>2)</sup> schließe ich mich der Ansicht von BROWN und ESCOMBE<sup>3)</sup> an, der zufolge die Methode der Blatthälften anfechtbare Resultate liefert und also nur für annähernde Bestimmungen in Betracht kommt. Exakte Untersuchungen können nur mit Hilfe einer direkten Bestimmung des Gaswechsels bewerkstelligt werden; dazu sind sowohl gasometrische Versuche, als Versuche unter Durchleitung der atmosphärischen Luft brauchbar. Erstere geben allerdings nur über relative Leistungsfähigkeit der Chlorophyllapparate von verschiedenen Pflanzen Auskunft (BLACKMANS „coefficient of economie“), da hierbei die Gasmischung mit CO<sub>2</sub> angereichert und also der bei natürlichen Verhältnissen in erster Linie wirksame begrenzende Faktor (BLACKMANS „limiting factor“), namentlich der CO<sub>2</sub>-Mangel<sup>4)</sup>, beseitigt wird. Andererseits erläutern zwar Versuche im Luftstrom ohne CO<sub>2</sub>-Gabe den wahren Verlauf der

1) J. SACHS, Arb. d. bot. Inst. Würzburg. Bd. 3, S. 19 (1884); A. MÜLLER, Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 40, S. 443 (1904).

2) D. THODAY, *Proceed. of the Royal Soc.*, Bd. 82B, S. 1 und 421 (1910).

3) H. T. BROWN and F. ESCOMBE, *Proc. of the Royal Soc.*, Bd. 76B, S. 49 (1905).

4) F. F. BLACKMAN and G. L. C. MATTHAEI, *Proceed. of the Royal Soc.*, Bd. 76B, S. 449 (1905); F. F. BLACKMAN and A. M. SMITH, *Proceed. of the Royal Soc.*, Bd. 83B, S. 389 (1911); vgl. auch H. T. BROWN and F. ESCOMBE, *Proceed. of the Royal Soc.*, Bd. 70, S. 347 (1902); KREUSLER, *Landw. Jahrbüch.*, Bd. 14, S. 913 (1885); E. GODLEWSKI, Arb. d. bot. Inst. Würzburg, Bd. I, S. 343 (1873).

Photosynthese unter natürlichen Verhältnissen, doch vergleicht man dabei ganze Blätter und nicht lauter Chlorophyllapparate, da die bei erhöhtem  $\text{CO}_2$ -Gehalt kaum in Betracht kommende relative Ausbildung des Durchlüftungs- und Leitungssystems in der gewöhnlichen Luft wohl ins Gewicht fällt. Zu einer regelrechten Erforschung des Problems gehören also Versuche nach beiderlei Methoden.

Aus ihren Versuchen mit vier sehr ungleichartigen Pflanzen (*Tropaeolum*, *Bomarea*, *Aponogeton*, *Prunus*) ziehen BLACKMAN und MATTHAEI<sup>1)</sup> den Schluß, daß bei erhöhtem  $\text{CO}_2$ -Gehalt der Gas Mischung und sonstigen mittleren natürlichen Verhältnissen sämtliche Pflanzen eine und dieselbe photosynthetische Leistung aufweisen. Durch meine zahlreichen Versuche mit verschiedenartigsten Pflanzen habe ich zwar die Richtigkeit dieser Annahme im allgemeinen bestätigt, um so auffallender waren jedoch einige typische Ausnahmen: die wichtigste wird nachstehend erläutert.

In meinen Versuchen wurden Blätter oder Blatteile verschiedener Pflanzen in flachen, mit Quecksilber gesperrten Glasröhren am starken diffusen Sonnenlichte im Freien gleichzeitig exponiert und Gasanalysen vor und nach der Exposition ausgeführt<sup>2)</sup>. Das Gasvolumen war in je einem Versuchsrohr immer genau gleich 20 cc (mit einer kalibrierten Gasbürette beim atmosphärischen Druck abgemessen). Für Gasanalysen verwendete ich den Apparat von POLOWZOW - RICHTER<sup>3)</sup>. Die ausführlichen Analysendaten sind im analytischen Beleg zusammengestellt. Auf Grund der Ergebnisse von meiner ersten Mitteilung<sup>4)</sup> habe ich die Assimilationsenergie nach der Menge der verbrauchten Kohlensäure, nicht nach der Menge des abgeschiedenen Sauerstoffs, auf 1 Quadratdezimeter Blattfläche und 1 Stunde berechnet. Es ist selbstverständlich nicht statthaft, entsprechende Daten aus ver-

1) F. F. BLACKMAN and G. L. C. MATTHAEI, a. a. O., S. 444; vgl. auch F. F. BLACKMAN and A. M. SMITH, a. a. O., S. 393.

2) Nach meinen Erfahrungen nimmt man am besten gleiche ausgeschnittene Blattflächen (hinsichtlich der Methodik vgl. THODAY, Proceed. of the Royal Soc., Bd. 82 B, S. 39 [1910]). Ist es nicht möglich, gleiche Blattflächen zu verwenden, so berechnet man die photosynthetische Energie auf Einheit der Blattfläche, nicht auf Blattgewicht oder Blattvolumen, auch nicht auf die im Versuchsblatt enthaltene Chlorophyllmenge. Durch Zerschneiden wird die assimilatorische Leistungsfähigkeit des Blattes nicht beeinflußt (vgl. S. KOSTYTSCHEW, diese Berichte, Bd. 39 [1921]. II. Mitteilung).

3) W. PALLADIN und S. KOSTYTSCHEW, Handb. d. biochem. Arbeitsmeth. v. E. ABDERHALDEN, Bd. 3, S. 490 (1910).

4) S. KOSTYTSCHEW, diese Berichte, Bd. 39 (1921). I. Mitteilung.

schiedenen Versuchen direkt miteinander zu vergleichen. Eine nähere Besprechung der Methodik, erläutert durch grundlegende Orientierungsversuche, wird in einer später erscheinenden ausführlichen Abhandlung stattfinden; daselbst will ich auch die meisten Versuchsergebnisse darlegen.

Die Resultate meiner unter CO<sub>2</sub>-Gabe ausgeführten Versuche stehen, wie bereits oben angedeutet, mit denjenigen von BLACKMAN und MATTHAEI in bestem Einklange: es ergab sich, daß verschiedenartige Samenpflanzen und Farne bei erhöhtem CO<sub>2</sub>-Gehalt der Gasmischung eine und dieselbe Assimilationsenergie haben. Scharf ausgeprägte Ausnahmen von dieser allgemeinen Regel bilden jedoch Lebermoose einerseits und die Leguminosen andererseits. Auf unfruchtbarem Boden ist die assimilatorische Leistungsfähigkeit bei Lebermoosen bedeutend niedriger, bei Leguminosen aber bedeutend höher als bei allen anderen Pflanzen. Die weiter folgenden Versuche sollen die assimilatorische Leistungsfähigkeit der Leguminosen erläutern. Zugleich wird man aus den Analysendaten ersehen können, wie unbedeutend die betreffenden Unterschiede zwischen anderen Pflanzen aus verschiedenen Familien sind.

### Versuch 1.

7. Juli. Exposition 20' (11<sup>h</sup> 40'—12<sup>h</sup>). Temp. 20,2°. CO<sub>2</sub>-Gehalt der Gasmischung vor der Exposition 6,91 %.

1. *Ulmus montana*. Blattfläche 18 qcm. CO<sub>2</sub> nach d. Expos. 4,39 %.
2. *Acer platanoides*. „ 18 „ CO<sub>2</sub> „ „ „ 4,90 %.
3. *Caragana arborescens*. „ 18 „ CO<sub>2</sub> „ „ „ 0,43 %.

CO<sub>2</sub> assimiliert in 1 Stunde auf 1 qdm.

*Ulmus montanu* . . . 8,4 ccm.

*Acer platanoides* . . . 6,7 ccm.

*Caragana arborescens*. . . 21,6 ccm.

### Versuch 2.

25. Juli. Exposition 15' (11<sup>h</sup> 25'—11<sup>h</sup> 40'). Temp. 18,4°. CO<sub>2</sub>-Gehalt der Gasmischung vor der Exposition 6,52 %.

1. *Prunus padus*. Blattfläche 15,4 qcm. CO<sub>2</sub> nach d. Expos. 4,91 %.
2. *Syringa vulgaris*. „ 18,0 „ CO<sub>2</sub> „ „ „ 4,29 %.
3. *Caragana arborescens*. „ 16,3 „ CO<sub>2</sub> „ „ „ 1,94 %.

CO<sub>2</sub> assimiliert in 1 Stunde auf 1 qdm.

*Prunus padus* . . . 8,4 ccm.

*Syringa vulgaris* . . . 9,9 ccm.

*Caraganu arborescens*. . . 22,5 ccm.

**Versuch 3.**

10. Juli. Exposition 15' (11<sup>h</sup> 35'—11<sup>h</sup> 50'). Temp. 22,1°. CO<sub>2</sub>-Gehalt vor der Exposition 6,10 %.

- |                                |                       |                                |         |
|--------------------------------|-----------------------|--------------------------------|---------|
| 1. <i>Centaurea phrygia</i> .  | Blattfläche 16,4 qcm. | CO <sub>2</sub> nach d. Expos. | 3,09 %. |
| 2. <i>Geranium palustre</i> .  | „ 18,0 „              | CO <sub>2</sub> „ „ „          | 3,19 %. |
| 3. <i>Vicia cracca</i> .       | „ 17,5 „              | CO <sub>2</sub> „ „ „          | 1,43 %. |
| 4. <i>Trifolium pratense</i> . | „ 13,1 „              | CO <sub>2</sub> „ „ „          | 1,89 %. |

CO<sub>2</sub> assimiliert in 1 Stunde auf 1 qdm.

*Centaurea phrygia* . . . 14,7 ccm.

*Geranium palustre* . . . 12,9 ccm.

*Vicia cracca* . . . . . 21,3 ccm.

*Trifolium pratense* . . . 25,7 ccm.

**Versuch 4.**

12. Juli. Trübes Wetter. Exposition 15' (2<sup>h</sup> 35'—2<sup>h</sup> 50'). Temp. 21,8°. CO<sub>2</sub>-Gehalt vor der Exposition 12,33 %.

- |                              |                       |                                |          |
|------------------------------|-----------------------|--------------------------------|----------|
| 1. <i>Betula verrucosa</i> . | Blattfläche 15,8 qcm. | CO <sub>2</sub> nach d. Expos. | 11,20 %. |
| 2. <i>Fragaria elatior</i> . | „ 12,0 „              | CO <sub>2</sub> „ „ „          | 11,57 %. |
| 3. <i>Vicia sepium</i> .     | „ 14,6 „              | CO <sub>2</sub> „ „ „          | 10,62 %. |

CO<sub>2</sub> assimiliert in 1 Stunde auf 1 qdm.

*Betula verrucosa* . . . . . 5,7 ccm.

*Fragaria elatior* . . . . . 5,1 ccm.

*Vicia sepium* . . . . . 9,4 ccm.

**Versuch 5.**

17. Juli. Exposition 20' (11<sup>h</sup> 30'—11<sup>h</sup> 50'). Temp. 19,3°. CO<sub>2</sub>-Gehalt vor der Exposition 8,86 %.

- |                                   |                    |                                |               |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------------------|---------------|
| 1. <i>Veronica chamaedrys</i> .   | Blattfl. 14,1 qcm. | CO <sub>2</sub> nach d. Expos. | 4,74 %.       |
| 2. <i>Leucanthemum inodorum</i> . | „ 12,8 „           | CO <sub>2</sub> „ „ „          | { I. 4,30 %.  |
|                                   |                    |                                | { II. 4,29 %. |
| 3. <i>Trifolium repens</i> .      | „ 12,8 „           | CO <sub>2</sub> „ „ „          | 2,15 %.       |

CO<sub>2</sub> assimiliert in 1 Stunde auf 1 qdm.

*Veronica chamaedrys* . . . 17,5 ccm.

*Leucanthemum inodorum* 17,0 ccm.

*Trifolium repens* . . . . . 31,5 ccm.

**Versuch 6.**

17. Juli. Exposition 20' (10<sup>h</sup> 24'—10<sup>h</sup> 44'). Temp. 18,6°. CO<sub>2</sub>-Gehalt vor der Exposition derselbe wie im vorstehenden Versuche.

- |                                |                       |                                |         |
|--------------------------------|-----------------------|--------------------------------|---------|
| 1. <i>Plantago major</i> .     | Blattfläche 16,3 qcm. | CO <sub>2</sub> nach d. Expos. | 5,58 %. |
| 2. <i>Ranunculus acer</i> .    | „ 18,9 „              | CO <sub>2</sub> „ „ „          | 4,44 %. |
| 3. <i>Trifolium pratense</i> . | „ 9,3 „               | CO <sub>2</sub> „ „ „          | 5,18 %. |

CO<sub>2</sub> assimiliert in 1 Stunde auf 1 qdm.

<i>Plantago major</i> . . .	12,1 ccm.
<i>Ranunculus acer</i> . . .	14,0 ccm.
<i>Trifolium pratense</i> . . .	23,7 ccm.

### Versuch 7.

22. Juli. Exposition 15' (12<sup>h</sup> 3'—12<sup>h</sup> 18'). Temp. 21,4°. CO<sub>2</sub>-Gehalt vor der Exposition 7,55 ‰.

1. *Hypericum quadrangulum*. Blattfl. 15,4 qcm. CO<sub>2</sub> nach d. Exp. 5,23 ‰.
2. *Vicia cracca*. „ 9,4 „ CO<sub>2</sub> „ „ „ 3,92 ‰.
3. *Lathyrus pratensis*. „ 9,1 „ CO<sub>2</sub> „ „ „ 4,81 ‰.

CO<sub>2</sub> assimiliert in 1 Stunde auf 1 qdm.

<i>Hypericum quadrangulum</i>	12,0 ccm.
<i>Vicia cracca</i> . . . . .	30,9 ccm.
<i>Lathyrus pratensis</i> . . .	24,1 ccm.

Es ergab sich also, daß die CO<sub>2</sub> Assimilation der untersuchten Leguminosen etwa zweimal größer war, als diejenige der anderen Pflanzen. Bei sämtlichen Versuchspflanzen wurde die Zahl und Größe der Spaltöffnungen pro Einheit der Blattfläche ermittelt, doch verzichte ich auf eine Wiedergabe dieser Daten, da bei erhöhtem CO<sub>2</sub>-Gehalt kein bestimmtes Verhältnis zwischen Anzahl der Spaltöffnungen und Assimilationsenergie zu verzeichnen war.

Wie ist nun das erhaltene Resultat zu erklären? Es liegt die Annahme nahe, daß die photosynthetische Leistung der Pflanzen, denen molekularer Luftstickstoff nicht zur Verfügung stand, durch einen bisher nicht bekannten „begrenzenden Faktor“, namentlich Stickstoffmangel, beeinflusst war. Ich habe in der Tat sämtliche Versuchspflanzen von unfruchtbaren Böden abgehoben<sup>1)</sup>. Zur Prüfung obiger Voraussetzung habe ich folgenden Versuch ausgeführt.

### Versuch 8.

18. August. Zwei Blätter von *Galeopsis speciosa*. Das erste Blatt wurde einer auf gedüngtem Kulturboden gewachsenen Pflanze entnommen; in den Wurzeln dieser Pflanze habe ich Nitrate leicht nachweisen können. Das zweite Blatt gehörte einer anderen Pflanze, die zwar in unmittelbarer Nähe von der ersten, doch auf nicht kultiviertem Boden vegetierte und keine Spur von Nitraten enthielt. Exposition 15' (1<sup>h</sup> 50'—2<sup>h</sup> 5'). Temp. 18,1°. CO<sub>2</sub>-Gehalt vor der Exposition 8,51 ‰.

1) Für je einen Versuch verwendete ich immer Pflanzen von einem und demselben Standorte.

A. Pflanze auf Kulturboden: Blattfläche 10,3 qcm.  $\text{CO}_2$  nach der Exposition 5,89 %.

B. Pflanze auf unfruchtbarem Boden: Blattfläche 12,9 qcm.  $\text{CO}_2$  nach der Exposition 6,14 %.

$\text{CO}_2$  assimiliert in 1 Stunde auf 1 qdm.

Auf Kulturboden . . . 20,3 ccm.

Auf unfruchtbarem Boden 14,7 ccm.

Die Differenz zwischen beiden Zahlen ist viel größer, als sie sonst bei Blättern einer und derselben Pflanzenart unter gleichen Verhältnissen zu verzeichnen war. Es scheint also, daß Stickstoffmangel den Vorgang der Photosynthese stark beeinflusst. Dieser Einfluß ist wahrscheinlich ein indirekter; jedenfalls habe ich keine direkte Steigerung der Assimilationsenergie durch Nitratgabe an abgeschnittenen Baumzweigen erzielen können. Auch hypotonische Nitratlösungen bewirkten immer zunächst eine Hemmung der Photosynthese, wie es auch in älteren Versuchen von PANTANELLI<sup>1)</sup> der Fall war. Die nachfolgende „Erholung“ auf reinem Wasser hatte höchstens nur eine Wiederherstellung der ursprünglichen Assimilationsenergie zur Folge. So z. B. in folgenden Versuchen.

### Versuch 9.

Zwei Zweige von *Betula verrucosa*. A. 24 Stunden im Wasser. B. 4 Stunden in 0,1 n-Lösung von Ammoniumnitrat, dann 20 Stunden in Wasser belassen<sup>2)</sup>. Exposition 19. August 11<sup>h</sup> 45'—12<sup>h</sup> (Dauer 15'). Temp. 21,2°. Blattfläche je 15 qcm.  $\text{CO}_2$ -Gehalt vor der Exposition 7,99 %.

A. Ohne  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ :  $\text{CO}_2$  nach der Exposition 5,12 %.  $\text{CO}_2$  assimiliert in 1 Stunde auf 1 qdm 15,3 ccm.

B. Mit  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ :  $\text{CO}_2$  nach der Exposition 8,00 %.  $\text{CO}_2$  assimiliert in 1 Stunde auf 1 qdm 0 ccm.

Das Blatt B war nach der Exposition ganz schlaff und mit Wasser injiziert.

### Versuch 10.

Zwei Zweige von *Syringa vulgaris*. A wurde im Wasser, B in 0,02 n-Lösung von Kaliumnitrat 24 Stunden stehen gelassen. 12. August. Exposition 15' (10<sup>h</sup> 20'—10<sup>h</sup> 35'). Temp. 24°. Blattfläche je 15 qcm.  $\text{CO}_2$ -Gehalt vor der Exposition 10,76 %.

1) E. PANTANELLI, Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 39, S. 202 (1904).

2) Nach 4 Stunden war Nitrat in allen Blättern nachweisbar; nach 2 Stunden war es noch nicht der Fall.

A. Ohne  $\text{KNO}_3$ :  $\text{CO}_2$  nach der Exposition 6,21 %.  $\text{CO}_2$  assimiliert in 1 Stunde auf 1 qdm 24,3 ccm.

B. Mit  $\text{KNO}_3$ :  $\text{CO}_2$  nach der Exposition 9,16 %.  $\text{CO}_2$  assimiliert in 1 Stunde auf 1 qdm 8,5 ccm.

Beide Zweige wurden alsdann 24 Stunden im Wasser stehen gelassen. Zweite Exposition 13. August 15' (12<sup>h</sup> 32'—12<sup>h</sup> 47'). Temp. 22,8°. Blattfläche je 15 qcm.  $\text{CO}_2$ -Gehalt vor der Exposition 9,72 %.

A. Ohne  $\text{KNO}_3$ :  $\text{CO}_2$  nach der Exposition 7,30 %.  $\text{CO}_2$  assimiliert in 1 Stunde auf 1 qdm 12,9 ccm.

B. Mit  $\text{KNO}_3$ :  $\text{CO}_2$  nach der Exposition 7,54 %.  $\text{CO}_2$  assimiliert in 1 Stunde auf 1 qdm 11,6 ccm.

### Versuch 11.

Zwei Zweige von *Syringa vulgaris*. A wurde 48 Stunden im Wasser, B 4 Stunden in 0,005 n-Lösung von Ammoniumnitrat<sup>1)</sup>, dann 44 Stunden im Wasser stehen gelassen. Exposition 23. August 20' (10<sup>h</sup> 24'—10<sup>h</sup> 44'). Temp. 15,8°. Blattfläche je 15 qcm.  $\text{CO}_2$ -Gehalt vor der Exposition 6,60 %. Trübes Wetter.

A. Ohne  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ :  $\text{CO}_2$  nach der Exposition 5,33 %.  $\text{CO}_2$  assimiliert in 1 Stunde auf 1 qdm 6,3 ccm.

B. Mit  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ :  $\text{CO}_2$  nach der Exposition 5,41 %.  $\text{CO}_2$  assimiliert in 1 Stunde auf 1 qdm 6,0 ccm.

Zum Schluß will ich aus meinem Analysenmaterial einige die assimilatorische Leistungsfähigkeit von Erle erläuternde Daten wiedergeben. Wie bekannt, sind der genannten Pflanze, ebenso wie den Leguminosen, Wurzelknöllchen eigen. Der Raumersparnis wegen sollen hier nur Zahlen der Assimilationsenergie, nicht aber Analysendaten mitgeteilt werden.

$\text{CO}_2$  assimiliert in 1 Stunde auf 1 qdm.

A. *Betula pubescens* . . . 15,5 ccm.

*Alnus glutinosa* . . . 13,4 ccm.

B. *Solanum dulcamara* . . . 11,0 ccm.

*Alnus incana* . . . 11,2 ccm.

*Dactylis glomerata* . . . 12,6 ccm.

Die assimilatorische Leistungsfähigkeit von *Alnus*-Arten übersteigt also nicht diejenige der anderen Durchschnittspflanzen. Es darf nicht außer acht gelassen werden, daß keine bestimmten Angaben über den Zusammenhang der Wurzelknöllchen der Erle mit der Stickstoffbindung vorliegen.

1) Zweig B hat in 4 Stunden 15 ccm Lösung mit 6 mg Nitrat eingesogen.

### **Zusammenfassung der wichtigsten Resultate.**

1. In gasometrischen Versuchen (also bei erhöhtem  $\text{CO}_2$ -Gehalt) ist die  $\text{CO}_2$ -Assimilation bei Leguminosen bedeutend stärker als bei übrigen Pflanzen, welche überhaupt nur geringe Differenzen aufweisen.

2. Eine auf nitrathaltigem Boden vegetierende Pflanze assimiliert stärker als andere Exemplare von derselben Pflanzenart, die auf nitratfreiem Boden sich entwickelten.

3. Nitrate bewirken keine Steigerung der Assimilationsenergie in kurzdauernden Versuchen.

4. Trotz Anwesenheit von Wurzelknöllchen zeigen *Alnus*-Arten dieselbe Assimilationsenergie wie andere, freien Stickstoff nicht assimilierende Pflanzen.

## Analytischer Beleg.

Ablesungen am Meßrohr bei den Gasanalysen.

Nr. des Versuchs	Analysierte Gasprobe	Ursprüngliches Gasvolumen	Gasvolumen nach Bearbeitung mit KOH	CO <sub>2</sub> in %	Nr. des Versuchs	Analysierte Gasprobe	Ursprüngliches Gasvolumen	Gasvolumen nach Bearbeitung mit KOH	CO <sub>2</sub> in %
1.	<i>Ulmus montana</i> . . . . .	172,86	164,79	4,39	7	<i>Hypericum quadrangulum</i> . . . . .	172,26	163,24	5,28
	<i>Acer platanoides</i> . . . . .	173,86	165,34	4,90		<i>Vicia cracca</i> . . . . .	172,26	165,50	3,92
	<i>Caragana arborescens</i> . . . . .	173,01	172,26	0,43		<i>Lathyrus pratensis</i> . . . . .	172 C6	163,79	4,81
	Gas vor der Exposition . . . . .	171,11	159,28	6,91		Gas vor der Exposition . . . . .	171,96	158,98	7,55
2.	<i>Prunus padus</i> . . . . .	172,86	163,89	4,91	8.	<i>Galeopsis speciosa</i> a gedüngtem Boden . . . . .	176,81	166,40	5,89
	<i>Syringa vulgaris</i> . . . . .	171,61	164,24	4 29		<i>Galeopsis speciosa</i> auf nicht gedüngt. Boden . . . . .	176,96	166,10	6,14
	<i>Caragana arborescens</i> . . . . .	170,51	167,20	1,91		Gas vor der Exposition . . . . .	177,86	162,89	8,51
3.	<i>Gas vor der Exposition</i> . . . . .	169,75	158,68	6,52	9.	<i>Betula verrucosa</i> mit Salpeter . . . . .	178,31	164,04	8,00
	<i>Centaurea phrygia</i> . . . . .	170,26	165,60	3,09		<i>Betula verrucosa</i> ohne Salpeter . . . . .	180,56	171,31	5,12
	<i>Geranium palustre</i> . . . . .	172,46	166,95	3,19		Gas vor der Exposition . . . . .	177 41	163,24	7,99
	<i>Vicia cracca</i> . . . . .	174,96	172,46	1,43		10.	I. Exposition: <i>Syringa vulgaris</i> mit KNO <sub>3</sub> . . . . .	176,46	160,29
<i>Trifolium pratense</i> . . . . .	171,96	168,70	1,89	<i>Syringa vulgaris</i> ohne KNO <sub>3</sub> . . . . .	175,91		164,99	6,21	
Gas vor der Exposition . . . . .	171,61	161,14	6,10	Gas vor der Exposition . . . . .	176,91		157,88	10,76	
4.	<i>Betula verrucosa</i> . . . . .	170,56	151,46	11,20	II. Exposition: <i>Syringa vulgaris</i> mit KNO <sub>3</sub> . . . . .		177,81	164,39	7,54
	<i>Fragaria elatior</i> . . . . .	173,21	153,17	11,57	<i>Syringa vulgaris</i> ohne KNO <sub>3</sub> . . . . .	176,96	164,04	7,30	
	<i>Vicia sepium</i> . . . . .	171,31	153,12	10,62	Gas vor der Exposition . . . . .	176 71	159,53	9,72	
	Gas vor der Exposition . . . . .	172,81	151,51	12,33	11	<i>Syringa vulgaris</i> mit NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> . . . . .	177,61	168,00	5,41
5.	<i>Veronica chamaedrys</i> . . . . .	173,16	164,94	4,74		<i>Syringa vulgaris</i> ohne NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> . . . . .	179,51	169,95	5,33
	<i>Leucanthemum inodorum</i> I . . . . .	169,90	162,59	4,30		Gas vor der Exposition . . . . .	179,81	167,95	6,60
	i. d. Analyse II . . . . .	171,81	164,44	4,29		6.	<i>Plantago major</i> . . . . .	171 56	161,99
	<i>Trifolium repens</i> . . . . .	172,66	168,95	2,15	<i>Ranunculus acer</i> . . . . .		170,36	162,79	4,44
Gas vor der Exposition . . . . .	171,91	156,67	8,86	<i>Trifolium pratense</i> . . . . .	171,16		162,29	5,18	
6.	<i>Gas vor der Exposition</i> . . . . .	171,91	156,67	8,86	Gas vor der Exposition . . . . .		171,91	156,67	8,86

# 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: 1922

Band/Volume: [40](#)

Autor(en)/Author(s): Kostytschew S.

Artikel/Article: [Studien über Photosynthese. IV. Die CO<sub>2</sub>-Assimilation der Leguminosen. 112-120](#)