

Zeitschrift: Mémoires de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles.
Botanique = Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in
Freiburg. Botanik

Herausgeber: Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles

Band: 4 (1926-1947)

Heft: 2: Über den Einfluss einer partiellen Erwärmung des Stengels auf die
Wasserversorgung

Artikel: Über den Einfluss einer partiellen Erwärmung des Stengels auf die
Wasserversorgung

Autor: Koller, P. Joachim

Kapitel: V: Einfluss der partiellen Erwärmung auf die
Absorptionsgeschwindigkeit transpirierender Sprosse

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-306868>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

V. Einfluß der partiellen Erwärmung auf die Absorptions- geschwindigkeit transpirierender Sprosse

Die hier zu besprechenden Versuche unterscheiden sich von den vorhergehenden dadurch, daß die Blätter nicht unter Wasser getaucht werden, sondern in der Luft weiter transpirieren, und daß die Abtötung auf eine blattfreie Stengelpartie beschränkt ist.

a) Methode.

An Stelle des Steigrohres st (Fig. 1) mit den Kerzen k_1 und k_2 kommt die lebende Pflanze mit Wurzel und Blättern entweder aus einer Wasser- oder Topfkultur ; im letzteren Fall wurde das Versuchsexemplar sorgfältig in Wasser übertragen und erst nach Ausheilung der Wunden benützt. Der horizontal gelegte Stengel taucht zur partiellen Erwärmung in ein Heizbad. Dieses besteht aus einer parallelepipedischen Blechküvette mit dicht schließendem Deckel und abdichtbaren Öffnungen für den Ein- und Austritt des Stengels. Das Wasser wird auf elektrischem Wege erwärmt und die Temperatur mit einem Rührer gleichförmig verteilt. Der zwischen Wasseroberfläche und Küvettendeckel gebildete Dampf wird abgesaugt. Die Apparatur befindet sich in einem Zimmer mit annähernd konstanter Temperatur. Außerdem wurde gewöhnlich bei künstlichem Licht gearbeitet. Die Potometerflasche ist mit einem wirksamen Wärmeisolator umgeben, so daß Störungen durch Wärmeleitung und -strahlung das Versuchsergebnis nicht beeinflussen.

Von Bedeutung sind dagegen die Störungen durch Schwankungen des Sättigungsdefizites S_d (Abschnitt II, 4. S. 63), die sich nicht völlig vermeiden ließen.

Über ihren Einfluß orientieren Versuche mit einer bewurzelten, 18 Blätter tragenden *Maurandia scandens* Gray. Der beblätterte Sproß

gelangte in einen abgeschlossenen Raum, in welchem das Sättigungsdefizit Sd bei Temperaturkonstanz sukzessive von 3,7 auf 0,2 erniedrigt wurde.

Bei Abnahme des Sd		sank die Absorptionsgeschwindigkeit	
von	auf	von	auf
3,7	2,7	16,5	15,5
2,7	1,7	15,5	14,5
1,4	0,4	13,0	12,0

Bei allen Versuchen beginnt die in den Tabellen notierte Ablesung erst, nachdem die Absorption bei Zimmertemperatur annähernd konstant geworden ist.

b) Versuche.

Die Wasseraufnahme bei vorhandener Transpiration kann, gleich wie die Absorption bei fehlender Transpiration, auf physikalischen und physiologischen Faktoren beruhen. Während bei fehlender Transpiration sowohl der Unterdruck in den toten Leitbahnen als auch die positive Saugkraft der lebenden Zellen immer mehr reduziert werden und zuletzt verschwinden müssen, bleiben bei fortdauernder Transpiration beide Ursachen der Absorption bestehen.

1. *Sinapis alba* L.

2 Versuchspflanzen, 6 Versuchsreihen; alle Pflanzen mit Wurzel. Wiedergegeben sind die Versuche mit *Sinapis* I und von Exemplar II, Versuchsreihe 3.

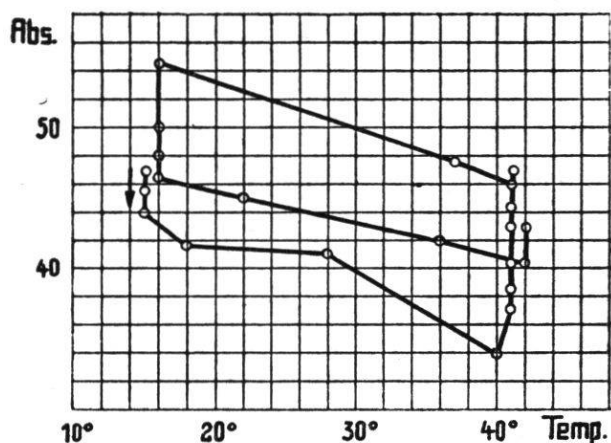
Sinapis alba L. II, Versuchsreihe 3; mit Wurzel, 2 Gabelsprosse von je 85 cm Länge mit zusammen 16 Blättern. 40 cm beider Stengel im Heizbad. In Versuchsreihe 1 wurde die Pflanze bis auf 33° und in Versuchsreihe 2 bis auf 42° erwärmt, scheinbar ohne die praemortale Grenze erreicht zu haben. Tab. 19; Kurve 11.

Tab. 19.

20. Okt. 14 Uhr.

Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd	Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd
47,0	15	0,8	41,0	28	0,8
45,5	15	0,8	34,0 b	40	0,8
44,5	15	0,8	37,0	41	0,8
44,0 a	15	0,8	38,5	41	0,8
41,5	18	0,8	40,5	41	0,8

Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd	Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd
43,0	41	0,8	50,0	16	0,6
44,5	41	0,8	48,5	16	0,6
45,5	41	0,6	46,5	16	0,6
47,0	41	0,6	45,0	22	0,6
46,0	41	0,6	42,0	36	0,6
46,0 c	41	0,6	40,5	42	0,6
47,5	37	0,6	43,0	42	0,6
54,5 d	16	0,8	42,5	42	0,6
48,0	16	0,6	42,5	42	0,6



Kurve 11.

Sinapis alba II, bewurzelt.

Aus Tab. 19 und Kurve 11
ersehen wir folgendes : unterhalb
der praemortalen Zone fällt die
Absorptionsgeschwindigkeit bei
Erwärmung (Tab. 19 : a-b), bei
Temperaturkonstanz (b-c) oder
Abkühlung (c-d) steigt die Ab-
sorptionsgeschwindigkeit. Dabei
handelt es sich offenbar (vgl.
Abschn. II *Abies*, S. 60-63) um
eine rein physikalische Reaktion,
die auf der Ausdehnung bzw.

Kontraktion des Volumens der Gefäßinhalte beruht und sich zu der
durch Transpiration bedingten Wasseraufnahme algebraisch addiert.
Der Rest von Tabelle und Kurve erklärt sich in gleicher Weise.

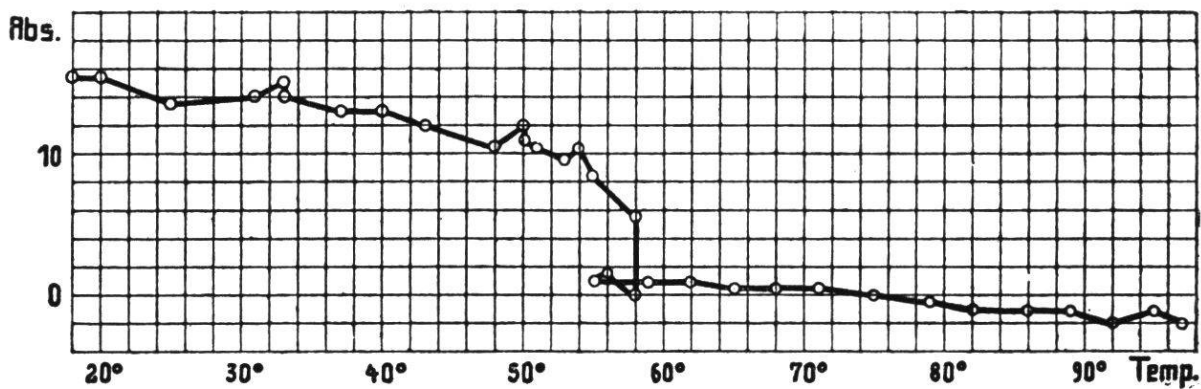
Sinapis alba L. I, mit Wurzel, Sproß 80 cm lang, 9 Blätter, 40 cm
des blattlosen Stengels im Heizbad. Tab. 20 ; Kurve 12.

Tab. 20.

18. Sept. 14 Uhr.

Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd	Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd
15,5 a	18	5,0	12,5	40	4,7
15,5	20	4,9	12,0	43	4,6
13,5	25	4,8	10,5	48	4,5
14,0	31	4,8	12,0	50	4,4
15,0	33	5,1	11,5	50	4,3
14,0	33	5,1	11,0	50	4,1
13,0	37	4,9	10,5	51	4,1
13,0	40	4,9	9,5	53	4,1

Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd	Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd
10,5	54	4,2	0,5	68	3,9
8,5 b	55	4,2	0,5	71	3,9
5,5	58	4,2	0	75	3,9
0	58	4,1	— 0,5	79	3,9
0	58	4,1	— 1,0	82	3,9
1,5	56	4,1	— 1,0	86	3,9
1,0	55	4,1	— 1,0	89	3,9
1,0	56	4,1	— 2,0	92	3,9
0,5	58	4,1	— 1,0	95	3,9
1,0	59	4,1	— 2,0	97	3,9
1,0	62	4,1	— 2,0	97	3,9
0,5	65	4,1			



Kurve 12.

Sinapis alba I, bewurzelt.

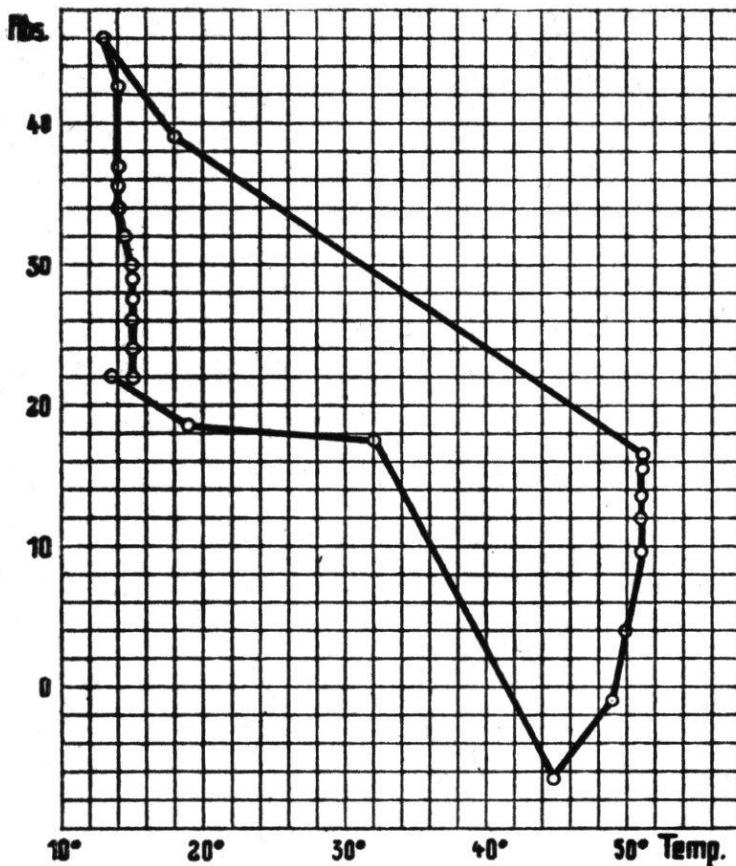
Hier ist die Erwärmung bis über die letale Grenze weitergeführt. Das Fallen der Kurve unterhalb der letalen Zone (Tab. 20 : a-b) deckt sich mit dem Sinken des Sättigungsdefizits und der Ausdehnung des Wassers in den Leitbahnen. Eine praemortale Reaktion ist nicht erkennbar, wohl weil sie rasch in die letale übergeht. Letztere besteht in starkem Sinken der Absorptionsgeschwindigkeit (vgl. Kurve) infolge Austrittes von Zellsaft. Hierauf stellt die Absorptionskurve die Resultante dar zwischen der Wasseraufnahme infolge fortdauernder Transpiration unter den neuen Leitungsbedingungen und der Wasserabgabe aus den toten Zellen mit noch nicht entspannter Wand, sowie der physikalischen Ausdehnung infolge weiterer Erwärmung.

2. *Impatiens Sultani* Hook f.

Eine einzige Versuchspflanze, mit Wurzel, Sproß 80 cm lang, 10 Blätter ; 40 cm des Stengels im Heizbad ; 6 Versuchsreihen. Wiedergegeben ist Versuchsreihe 5 in Tab. 21 und Kurve 13.

Tab. 21. — 27. Okt. 14 Uhr.

Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd	Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd
22,0	13,5	0,5	46,0	13	0,8
18,5	19	0,5	42,5	14	0,8
17,5	32	0,5	37,0	14	0,8
— 6,5	45	0,6	35,5	14	0,7
— 1,0	49	0,8	34,0	14	0,7
4,0	50	1,0	32,0	14,5	0,6
9,5	51	1,0	30,0	15	0,6
12,0	51	1,0	29,0	15	0,5
13,5	51	0,9	27,5	15	0,4
15,5	51	0,9	26,0	15	0,4
16,0	51	0,8	24,0	15	0,4
16,5	51	0,8	23,5	15	0,4
16,5	51	0,8	22,0	15	0,3
16,0	51	0,8	20,5	15	0,3
39,0	18	0,8	20,5	15	0,3



Kurve 13.

Impatiens Sultani, bewurzelt.

Rasche Temperatursteigerung von 13,5° auf 45° läßt die Absorptionsgeschwindigkeit fallen von +22 mm auf —6,5 mm. Langsame Erwärmung und darauffolgende Temperaturkonstanz erhöhen die Absorptionsgeschwindigkeit auf +16 mm. Durch die nun einsetzende Abkühlung auf 13° steigt die Absorptionsgeschwindigkeit bis zu +46 mm, um bei erneuter Temperaturkonstanz wieder auf den Anfangswert zu sinken. Offenbar erfolgten alle diese Temperaturänderungen unterhalb der praemortalen Zone.

Erwähnt seien noch einige Daten aus Versuchsreihe 6. Bei Zimmertemperatur wurden folgende Absorptionsgeschwindigkeiten gemessen :

Anfangsabsorption	bei Sd 0,7 = 13,5 mm
Nach partieller Abtötung Absorption	bei Sd 0,7 = 2,5 mm
3 Stunden später Absorption	bei Sd 0,6 = 2,5 mm

Die Absorptionsgeschwindigkeit ist also infolge der partiellen Abtötung auf den 5. Teil gesunken und trotz fortdauernder Transpiration bei gleichem Sd und intakt gebliebener Wurzel nicht mehr angestiegen.

3. *Phaseolus multiflorus* Lam.

5 Versuchspflanzen, 20 Versuchsreihen ; erwähnt sind von Versuchspflanze III Versuchsreihe 5 und von Versuchsexemplar IV Versuchsreihe 4.

Phaseolus multiflorus Lam. III, Sproß 2,1 m lang, 10 Blätter ; 50 cm des blattlosen Stengels im Heizbad. Dieselbe Pflanze dient zu 6 Versuchsreihen, die erste mit dem bewurzelten Exemplar, die 5 andern nach Entfernung der Wurzel. Wiedergegeben ist Versuchsreihe 5, ohne Wurzel.

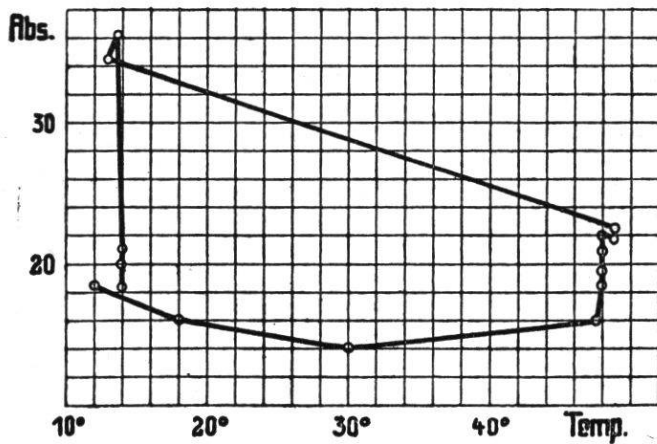
Tab. 22.
18. Nov. 8 Uhr.

Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd	Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd
18,5	12	2,2	20,0	48	2,2
19,0	12	2,2	21,0	48	2,2
18,5 a	12	2,2	21,5	48	2,2
16,0	18	2,2	21,5	49	2,1
14,0	30	2,2	22,0	49	2,1
16,0 b	47,5	2,3	22,5	49	2,1
18,5	48	2,3	22,5	49	2,1
18,5	48	2,3	34,5	13	2,1
19,5	48	2,3	36,5	13,5	2,1
20,0	48	2,3	21,0	14,0	2,1
20,0	48	2,2	20,0	14,0	2,1
19,5	48	2,2	18,5	14,0	2,0
22,0	48	2,2	18,5	14,0	2,0

Die Anfangsabsorptionsgeschwindigkeit steigt nach Entfernung des Wurzelwiderstandes stark an, von 36 mm auf 49 mm, sinkt aber nach dem Abschneiden von 5 Blättern auf 19 mm. Dies ist die anfängliche Absorptionsgeschwindigkeit in Versuchsreihe 5.

Aus Tab. 22 und Kurve 14 ergibt sich ein ähnliches Verhalten wie bei *Impatiens Sultani*. Bei Erwärmung unterhalb der praemortalen

Zone fällt die Absorptionsgeschwindigkeit (Tab. 22: a-b), aber nur wenig, wie überhaupt *Phaseolus* auf Temperaturänderung schwach reagiert. Bei Temperaturkonstanz steigt die Absorptionsgeschwindigkeit an; dieser Anstieg verstärkt sich bei Abkühlung (vgl. Kurve 14).



Kurve 14.

Phaseolus multiflorus III, ohne Wurzel.

Auch hier fassen wir die Reaktion während der Erwärmung und Abkühlung im wesentlichen als rein physikalische Prozesse auf. Bei Temperaturkonstanz strebt die Absorptionsgeschwindigkeit dem durch die Transpiration

bedingten Wert zu. Der Anstieg bei 48° dürfte zum Teil auch praemortal sein.

Phaseolus multiflorus Lam. IV, Sproß 2 m lang, 8 Blätter; 50 cm des blattfreien Stengels im Heizbad; Versuchsreihe 1 mit Wurzel, die übrigen ohne Wurzel. Angeführt wird Versuchsreihe 4 mit Tab. 23 und Kurve 15.

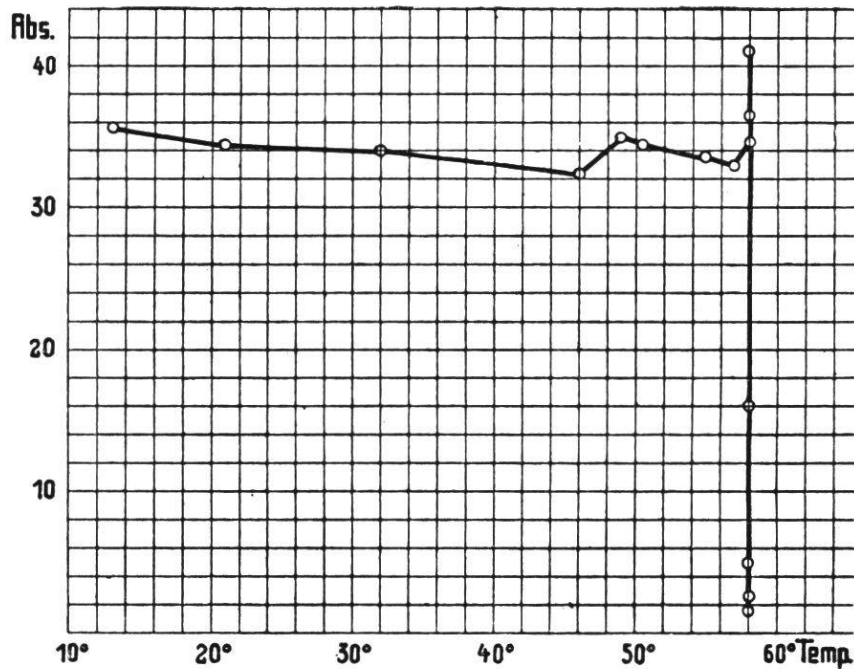
Tab. 23.

12. Nov. 8 Uhr.

Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd	Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd
35,5 a	13	1,0	34,5	58	1,1
34,5	21	1,0	41,0	58	1,1
34,0	32	1,0	36,5	58	1,1
32,5	46	1,1	16,0	58	1,1
35,0	49	1,1	5,0	58	1,1
35,0	49	1,1	2,5	58	1,1
34,5	50,5	1,1	1,5	58	1,1
33,5	55	1,1	1,5	58	1,1
33,0 b	57	1,1			

Durch Abschneiden der Wurzel steigt die Absorptionsgeschwindigkeit auf das Doppelte an. Nach Kurve 15 fällt die Absorption bei Erwärmung unterhalb der praemortalen Zone etwas ab (a-b). Bei 58° erfolgt ein praemortaler Anstieg, der aber nach wenigen Minuten in

letales Fallen übergeht. Offenbar sind die Zellen bei 58° noch kurze Zeit lebend, sterben dann aber ab, worauf die Absorptionskurve stark sinkt.



Kurve 15.

Phaseolus multiflorus IV, ohne Wurzel.

Eine ähnliche Erscheinung zeigt *Phaseolus multiflorus* V, Versuchsreihe 3, wo das Absterben bei 55° stattfindet.

4. *Vicia Faba* L.

3 Versuchspflanzen, 7 Versuchsreihen, alle Exemplare mit Wurzel. Erwähnt wird *Vicia Faba* II.

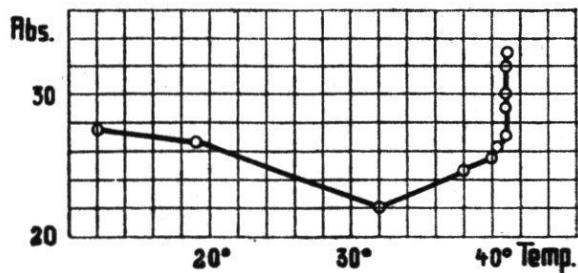
Vicia Faba L. II, mit Wurzel, Sproß 75 cm lang, 8 Blätter ; 35 cm des Stengel im Heizbad (Tab. 24, Kurve 16).

Tab. 24.

2. Dez. 9 Uhr.

Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd	Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd
27,5	12	2,5	27,0	41	2,4
27,5	12	2,5	29,0	41	2,3
27,5	12	2,5	29,0	41	2,3
26,5	19	2,5	30,0	41	2,3
22,0	32	2,5	32,0	41	2,3
24,5	38	2,5	33,0	41	2,2
25,5	40	2,4	33,5	40,5	2,2
26,5	40,5	2,4			

Wie gewohnt, sinkt bei rascher Temperaturerhöhung die Kurve, bei langsamer Erwärmung und bei Temperaturkonstanz steigt sie. Da



Kurve 16.

Vicia Faba II, bewurzelt.

die Zunahme der Absorptionsgeschwindigkeit über den Anfangswert hinaus geht, obschon Sd nicht zunimmt, dürfte es sich vielleicht zum Teil um praemortales Ansteigen handeln.

Nach Versuchspflanze III, Versuchsreihe 2, erfolgte das Abtöten des betreffenden Exemplares allerdings erst bei 57°. Wie bekannt, hängt jedoch das Absterben nicht nur von der Temperatur, sondern auch von der Art der Erwärmung ab und zeigt individuelle Verschiedenheiten.

5. *Maurandia scandens* Gray.

4 Versuchspflanzen, 10 Versuchsreihen. Angeführt werden Exemplar V, Versuchsreihe 2 ; Exemplar VI, Versuchsreihe 2 ; Exemplar VII, Versuchsreihe 3.

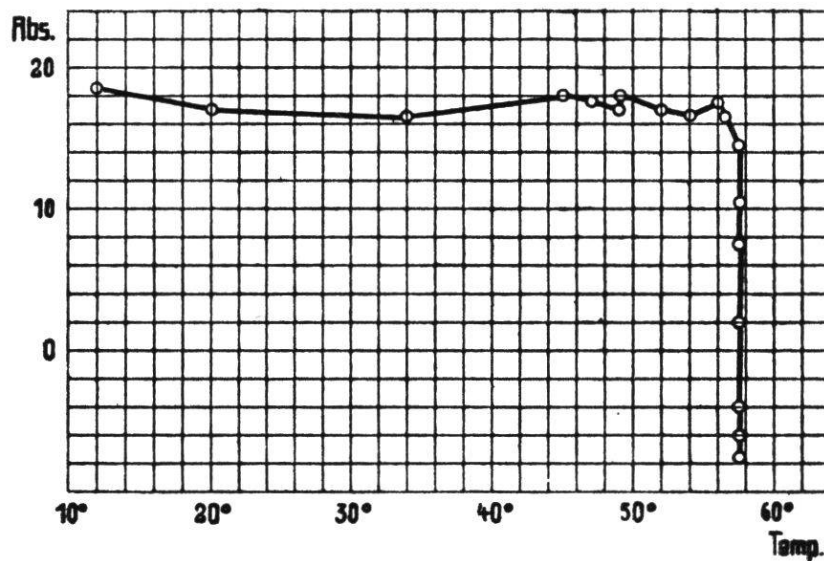
Maurandia scandens Gray V, mit Wurzel, Sproß 2 m lang, 30 Blätter; 20 cm des blattfreien Stengels im Heizbad (Tab. 25, Kurve 17).

Tab. 25.

12. Jan. 9 Uhr.

Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd	Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd
18,5	12	2,2	16,5	54	2,4
18,5	12	2,2	17,5	56	2,4
18,5	12	2,2	16,5	56,5	2,4
17,0	20	2,2	14,5	57,5	2,4
16,5	34	2,2	10,5	57,5	2,4
18,0	45	2,2	7,5	57,5	2,4
17,5	47	2,3	2,0	57,5	2,4
17,0	49	2,3	— 4,0	57,5	2,4
17,5	49	2,3	— 6,0	57,5	2,4
18,0	49	2,3	— 7,5	57,5	2,4
18,0	49	2,3	— 6,5	57,5	2,4
17,0	52	2,4	— 5,5	57,5	2,4

Die Erwärmung dieser nur 20 cm langen Partie ist unterhalb der kritischen Temperatur ohne großen Einfluß. Bei 56° fangen offenbar die Zellen an abzusterben, worauf die Kurve steil abfällt.



Kurve 17.

Maurandia scandens V, bewurzelt.

Maurandia scandens Gray VI, ohne Wurzel, Sproß 1,7 m lang, 25 Blätter; 50 cm des Stengels im Heizbad (Tab. 26, Kurve 18).

Tab. 26.

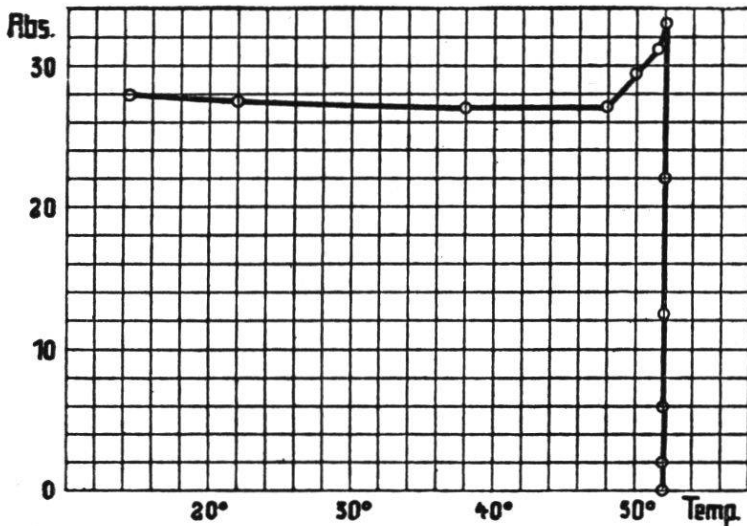
15. Jan. 15 Uhr.

Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd	Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd
28,0	14,5	1,9	2,0	52	1,7
28,5	14,5	1,9	0,5	52	1,6
27,5	22	1,9	0,5	52	1,6
27,0	38	1,8	0,5	52	1,6
27,0	48	1,8	0	52	1,6
29,5	50	1,7	0	52	1,6
31,0	51,5	1,7	0	52	1,6
32,5	52	1,7	0	52	1,6
33,0	52	1,7	0	52	1,6
22,0	52	1,7	0	52	1,6
12,5	52	1,7	0	52	1,6
6,0	52	1,7	0	52	1,6
2,5	52	1,7			

Auch hier ist die rasche Erwärmung bis zu 48° ohne wesentlichen Einfluß. Bei der nun folgenden langsamen Temperaturerhöhung steigt

die Absorptionsgeschwindigkeit an, was wohl zum Teil als praemortaler Vorgang zu deuten ist, weil das Absterben schon bei 52° beginnt. Hätte man, wie im vorigen Versuch, an der kritischen Grenze nicht haltgemacht, sondern weiter erwärmt, so hätte sich wohl

auch hier das letale Fallen noch weiter hinauschieben lassen.



Kurve 18.

Maurandia scandens VI, ohne Wurzel.

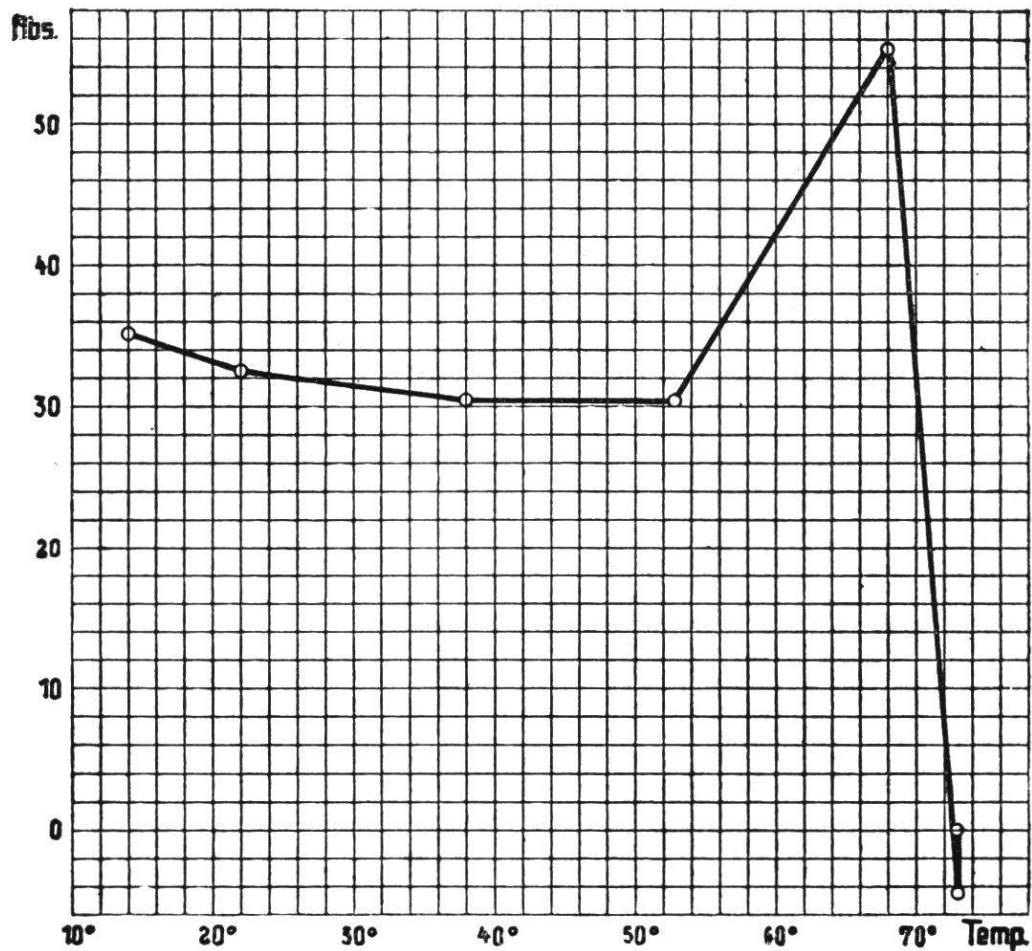
Maurandia scandens Gray VII, Sproß 1,7 m lang, 18 Blätter ; 50 cm des Stengels im Heizbad. 3 Versuchsreihen, die erste mit Wurzel, die beiden folg. nach Entfernung d. Wurzel. Vorgelegt wird Versuchsreihe 3, ohne Wurzel (T.27, Kurve19).

Tab. 27.

29. Jan. 14 Uhr.

Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd	Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd
34,5	14	2,6	0,5	73	2,4
35,0	14	2,6	0	73	2,2
32,5	22	2,6	0,5	73	2,1
30,5	38	2,5	0	73	2,1
30,5	53	2,4	0	73	2,1
55,5	68	2,4	0	73	2,1
— 4,5	73	2,4	0	73	2,1
0	73	2,6	0	73	2,1
0,5	73	2,6	0	73	2,1

Rasche Temperaturerhöhung führt wiederum zu schwachem Fallen der Absorptionskurve. Dann folgt praemortales starkes Ansteigen und letales Fallen. Da hier die Erwärmung in der kritischen Zone in großen Sprüngen stattfindet, ist die Begrenzung des praemortalen Stadiums und der Beginn des Absterbens nur ungefähr festzustellen. Das Verhalten ist trotzdem bemerkenswert, da der praemortale Anstieg besonders deutlich in Erscheinung tritt.



Kurve 19.

Maurandia scandens VII, ohne Wurzel.

6. *Fuchsia spec.*

2 Pflanzen, 4 Versuchsreihen. Beschrieben werden Exemplar V, Versuchsreihen 2 und 3, sowie Exemplar VI.

Fuchsia spec. V, Pflanze 1,3 m lang, 13 Blätter ; 50 cm des blattfreien Stengels im Heizbad. 2. und 3. Versuchsreihe ohne Wurzel und mit 10 Blättern (Tab. 28 und 29, Kurven 20 und 21).

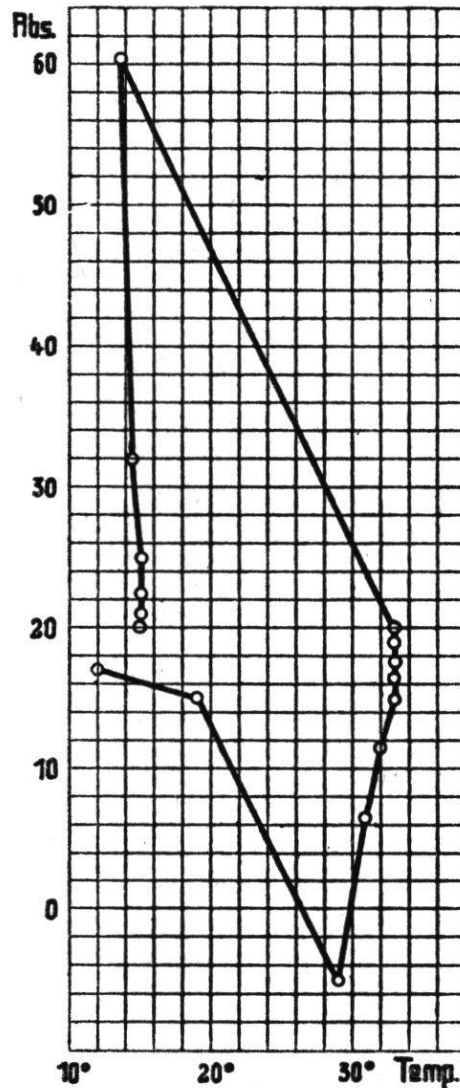
Versuchsreihe 2:

Erwärmung nur unterhalb der praemortalen Zone (Tab. 28, Kurve 20).

Tab. 28.

26. Jan. 8 Uhr.

Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd
16,5	12	2,7
16,5	12	2,7
17,0	12	2,8
15,0	19	2,8
— 5,0	29	2,8
6,5	31	2,8
11,5	32	2,8
15,0	33	2,7
16,5	33	2,7
17,5	33	2,7
19,0	33	2,7
19,0	33	2,7
19,0	33	2,7
18,5	33	2,7
19,0	33	2,7
20,0	33	2,7
20,5	33	2,7
20,0	33	2,7
60,5	13,5	2,7
32,0	14,5	2,7
25,0	15	2,7
22,5	15	2,7
21,0	15	2,7
20,0	15	2,7
20,0	15	2,7
19,5	15	2,7
20,0	15	2,7
19,5	15	2,7



Kurve 20.

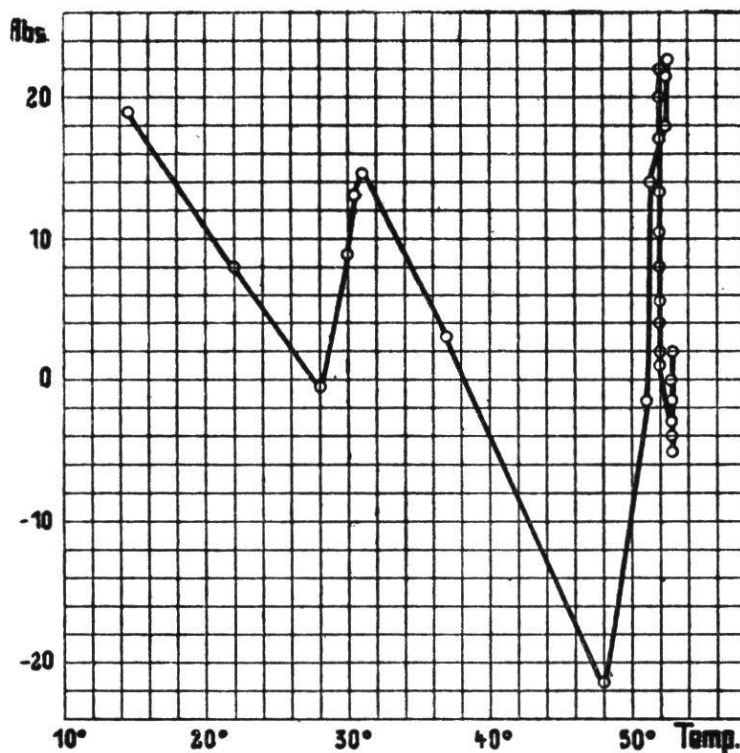
Fuchsia spec. V, ohne Wurzel.

Bei rascher Temperatursteigerung sinkt die Absorptionsgeschwindigkeit (Ausdehnung des Gefäßinhaltes) und wird sogar negativ (vgl. Kurve 20). Bei langsamer Erwärmung und Temperaturkonstanz überwiegt die Transpiration, so daß die Kurve ansteigt. Besonders stark ist der Anstieg bei Abkühlung (Kontraktion des Gefäßinhaltes). Erneute Temperaturkonstanz läßt die Kurve steil fallen und dem durch die Transpiration gegebenen Absorptionswert zustreben.

Versuchsreihe 3 (Tab. 29, Kurve 21).

Tab. 29. — 26. Jan. 14 Uhr.

Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd	Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd
19,0	14,5	2,6	5,5	52	2,0
19,0	14,5	2,6	4,0	52	2,0
18,5	14,5	2,5	3,5	52	2,0
8,0	22	2,5	2,0	52	2,0
— 0,5	28	2,4	1,0	52	1,9
9,0	30	2,3	1,0	52	1,9
13,0	30,5	2,2	1,0	52	1,9
14,5	31	2,2	1,0	52	1,9
3,0	37	2,2	— 3,0	53	1,9
— 21,5	48	2,3	— 5,0	53	1,9
— 1,5	51	2,2	— 4,0	53	1,9
14,0	51,5	2,2	— 3,0	53	1,9
18,0	52,5	2,1	— 1,5	53	1,9
21,5	52,5	2,1	— 1,5	53	1,9
22,5	52,5	2,1	— 0,5	53	1,9
22,0	52	2,0	— 1,5	53	1,9
22,0	52	2,0	0	53	1,9
20,0	52	2,0	0,5	53	1,9
20,0	52	2,0	0,5	53	1,9
17,0	52	2,0	0,5	53	1,9
13,5	52	2,0	2,0	53	1,9
10,5	52	2,0	1,5	53	1,9
8,0	52	2,0	2,0	53	1,9



Kurve 21. — *Fuchsia spec. V*, ohne Wurzel.

Rasche Temperaturzunahme (14°-28°, 31°-48°) läßt die Absorptionskurve fallen, langsame Erwärmung bringt sie zum Ansteigen (28°-31°, 48°-52,5°) ; bei 52° ist die letale Grenze erreicht, wie das starke Sinken bei Temperaturkonstanz anzeigt. Der letzte starke Anstieg wird vornehmlich als praemortal zu betrachten sein.

Fuchsia spec. VI, mit Wurzel. Sproß 1,6 m lang, 16 Blätter ; 50 cm des Stengels im Heizbad. Nach partieller Abtötung wird die Absorption noch 27 Tage weiter verfolgt (Tab. 30 und 31, Kurve 22).

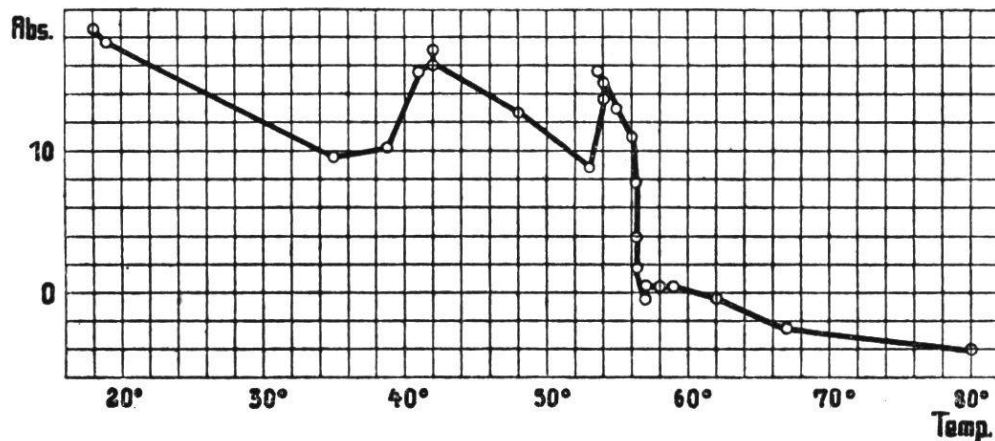
Tab. 30.

21. Mai 14 Uhr.

Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd	Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd
18,0	17,5	2,2	3,9	56,5	2,0
18,4	18	2,2	1,8	56,5	2,0
17,5	19	2,2	— 0,5	57	2,0
9,5	35	2,2	— 0,5	57	2,0
10,2	39	2,2	— 0,5	57	2,0
15,5	41	2,1	— 0,5	57	2,0
15,8	41,5	2,1	— 0,3	57	2,0
16,0	42	2,1	0	57	2,0
16,6	42	2,1	0,5	57	2,0
17,1	42	2,1	0,5	57	2,0
16,8	42	2,1	0,5	57	2,0
16,0	42	2,0	0,5	58	2,0
16,7	42	2,0	0,5	58	2,0
17,0	42	2,0	0,5	58	2,0
16,5	42	2,0	1,0	58	2,0
16,3	42	2,0	1,0	58	2,0
12,6	48	2,0	0,5	59	2,0
8,7	53	2,0	— 0,5	62	2,0
13,7	54	2,0	— 2,5	67	2,0
14,7	54	2,0	— 4,0	80	2,0
15,6	53,5	1,9	22. Mai 9 Uhr.		
15,0	54	1,9			
14,5	54	1,9			
13,0	55	1,9			
11,0	56	1,9			
7,8	56,5	1,9			
			1,9	18	2,2
			1,9	18	2,2
			1,9	18	2,2
			1,9	18	2,2

Auch hier fällt die Kurve bei rascher Temperaturzunahme (17,5°-35°, 42°-53°), und steigt bei langsamer Erwärmung oder Temperaturkonstanz (35°-42°, 53°-54°).

Bei 54° sterben die lebenden Zellen ab, worauf die Kurve steil abfällt und bei neuer Erwärmung noch tiefer sinkt, z. T. weil nach Auf-



Kurve 22.
Fuchsia spec. VI, bewurzelt.

hebung der Semipermeabilität Zellsaft ausgepreßt wird, bis die Wände entspannt sind, z. T. wegen der Ausdehnung des Gefäßinhaltes bei Temperatursteigerung.

Die weitere Verfolgung der Absorption geschah bei Zimmertemperatur und möglichst günstiger Belichtung.

Tab. 31.

Datum	Tageszeit	Durchschnittliche Absorption pro 5 Min.	Sd	Zahl der Blätter
21. Mai	14	18,0 ¹	2,2	16
22. Mai	9	1,9 ²	2,2	16
25. Mai	10	10,4	4,5	10 ³
26. Mai	10	8,0 ⁴	4,4	9
28. Mai	10	8,8	4,3	6 ⁵
31. Mai	10	5,1	4,2	6 ⁶
2. Juni	9	4,3	4,2	6
4. Juni	9	3,5	4,2	6 ⁷
7. Juni	16	2,1	3,9	6 ⁸
10. Juni	16	1,8	3,8	
17. Juni	16	1,2	3,3	
18. Juni	16	1,4	3,2	

¹ Nach der Messung partiell abgetötet.

² Nach der Messung Potometerwasser gewechselt und Beleuchtung verbessert. 6 Blätter abgefallen, davon waren 2 welk.

³ 1 Blatt welk, fiel bei leichtem Schütteln ab.

⁴ Nach der Messung Potometerwasser durchlüftet, dabei 3 welke Blätter abgefallen. ⁵ 2 Blätter welk.

⁶ Alle Blätter welk und gelblich, Rand dürr.

⁷ Unterhalb der toten Zone bilden sich 3 kleine Seitenzweige.

⁸ Oberhalb der abgetöteten Zone alle Blätter dürr.

Am 22. Mai, 16 Stunden nach partieller Abtötung, ist die Absorption von 18 mm auf 1,9 mm zurückgegangen bei gleichen Außenbedingungen. Sehr auffallend ist das starke Wiederansteigen der Absorption am 25. Mai auf 10,4 mm, obwohl die Blattzahl von 16 auf 10 reduziert war. Soweit die Aufzeichnungen gehen, ist dieses Verhalten zurückzuführen auf Erhöhung des Sättigungsdefizits *Sd* und Verbesserung der Beleuchtung. Gleichzeitig wurde auch das Potometerwasser gewechselt; doch dürfte dies kaum von wesentlichem Einfluß gewesen sein, da das Potometerwasser am 22. Mai weniger lang im Potometer gewesen war als am 25. Mai.

Jedenfalls beweist das am 22. Mai einsetzende Welken, daß die Wasserzufuhr zu den Blättern ungenügend geworden ist, um den Verbrauch zu decken. Die Ursache ist in der ungenügenden Leitung zu suchen, da unterhalb der toten Zone 3 Knospen sich entwickelten, die zu turgeszenten Seitensprossen auszutreiben begannen.

2 später mitzuteilende Filtrationsversuche mit *Fuchsia* berechtigen ferner zum Schluß, daß nicht Verstopfungen das Welken bewirkten.

7. *Pseudotsuga Douglasii* Carr.

Berindeter Ast, 2 m lang; 80 cm weit die Seitenzweige entfernt und die Schnittflächen verschlossen; 50 cm im Heizbad. 1 Versuchsaast, 2 Versuchsreihen. Besprochen wird Versuchsreihe 2 (Tab. 32, Kurve 23).

Tab. 32.
3. Sept. 9 Uhr.

Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	<i>Sd</i>	Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	<i>Sd</i>
42,5	20	2,3	39,5	53	2,1
42,5	20	2,3	39,5	53	2,1
40,5	25	2,2	39,0	53	2,1
39,0	30	2,2	39,0	53	2,1
37,5	37	2,1	37,0	55	2,1
35,5	44	2,1	34,5	58	2,1
36,0	50	2,1	34,5	59	2,0
36,5	53	2,1	32,0	59	2,0
37,0	53	2,1	31,5	59	2,0
38,0	53	2,1	25,0	60	2,0
38,5	53	2,1	21,5	60	2,0
39,5	53	2,1	23,5	60	2,0
39,5	53	2,1	22,5	60	2,0

Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd	Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd
22,5	60	2,0	— 2,0	87	1,8
22,0	60	2,0	0	87	1,8
19,5	62	2,0	2,5	87	1,8
13,0	71	1,9	7,5	87	1,8
4,5	72	1,9	9,0	87	1,8
6,0	73	1,9			
8,5	74	1,9			
9,5	75	1,9			
9,5	77	1,8			
9,5	78	1,8			
5,5	82	1,8			

4. Sept. 9 Uhr.

34,0	19	2,1
34,0	19	2,1
34,0	19	2,1



Kurve 23.

Pseudotsuga Douglasii, berindeter Ast.

Rasche Erwärmung hat schwaches Fallen der Absorptionsgeschwindigkeit zur Folge. Bei Temperaturkonstanz (53°) steigt die Kurve der fort dauernden Transpiration zufolge wieder etwas an. Bald sterben aber die lebenden Zellen ab und scheiden wie gewohnt Saft aus, der die Kurve zum Sinken bringt, das bei weiterer Erwärmung durch die physikalische Ausdehnung des Tracheideninhaltes noch verstärkt wird. Absorpt.geschw. am 3. Sept. (Sd 2,3) bei 20° = 42,5 mm, darauf part. Abtöt. Absorpt.geschw. am 4. Sept. (Sd 2,1) bei 19° = 34,0 mm.

Inwieweit dieser Rückgang auf Verstopfung der Schnittfläche zurückzuführen ist, inwieweit auf das partielle Abtöten, wurde nicht

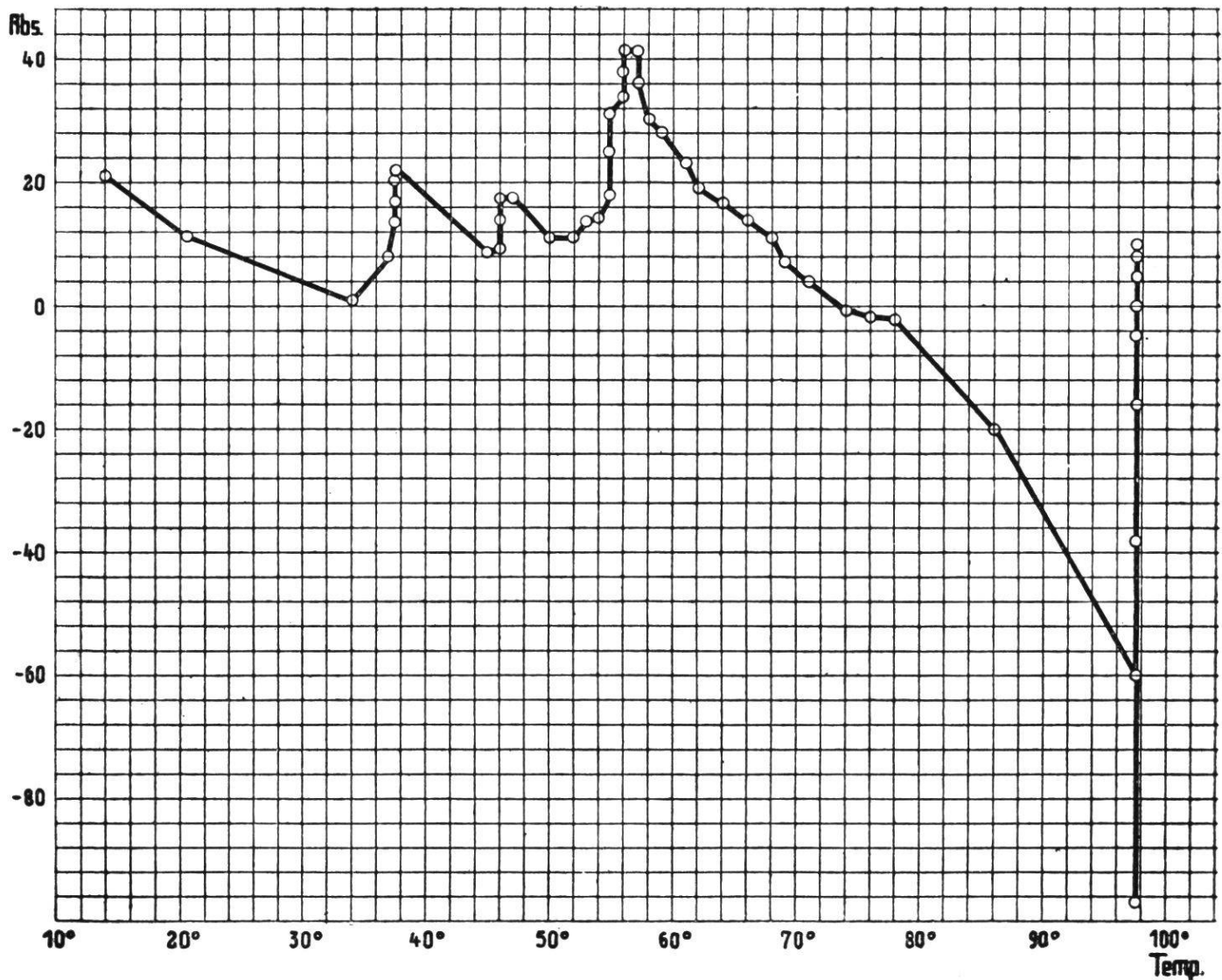
untersucht. Mit einem entrindeten Zweig wurde nicht experimentiert, so daß noch festzustellen bleibt, ob der Wasseraustritt hauptsächlich aus den Markstrahlen oder der Rinde erfolgte.

8. *Abies alba* Mill. V.

Berindeter, 1,1 m langer Ast ; 50 cm im Heizbad. Alle Nadeln tragenden Zweige befinden sich außerhalb des Bades (Tab. 33, Kurve 24).

Tab. 33.
12. Nov. 14 Uhr.

Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd	Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd
21,0	14	1,9	30,0	58	2,4
21,0	14	1,9	28,0	59	2,4
11,5	20,5	1,9	23,5	61	2,5
1,0	34	1,9	19,5	62	2,5
8,0	37	1,9	17,0	64	2,5
13,5	37,5	1,9	14,0	66	2,6
17,0	37,5	1,9	11,0	68	2,6
20,5	37,5	1,9	7,0	69	2,7
19,5	37,5	1,9	4,0	71	2,7
20,5	37,5	1,9	— 0,5	74	2,7
22,0	37,5	1,9	— 1,5	76	2,7
22,0	37,5	1,9	— 2,0	78	2,7
22,0	37,5	1,9	— 20,0	86	2,7
9,0	45	1,9	— 60,0	97,5	2,8
9,5	46	1,9	— 97,0	97,5	2,8
14,0	46	1,9	— 38,0	97,5	2,7
17,5	46	2,0	— 16,0	97,5	2,5
17,5	47	2,0	— 5,0	97,5	2,3
11,0	50	2,0	0	97,5	2,2
11,0	52	2,1	5,0	97,5	1,9
13,5	53	2,1	5,5	97,5	1,6
14,5	54	2,1	8,0	97,5	1,4
18,0	55	2,1	9,5	97,5	1,2
25,0	55	2,1	9,0	97,5	1,0
31,0	55	2,1	9,5	97,5	0,9
34,0	56	2,1	13. Nov. 9 Uhr.		
38,0	56	2,1			
41,5	56	2,2	10,5	15,0	2,1
41,0	57	2,2	10,5	15,0	2,1
41,0	57	2,2	10,5	15,0	2,1
36,0	57	2,4	10,5	15,0	2,1



Kurve 24.

Abies alba V, berindeter Ast.

Rasche Temperaturerhöhung (14°-34°, 37°-45°) unterhalb der praemortalen Zone läßt die Absorptionskurve sinken, langsame Erwärmung und Temperaturkonstanz (34°-37°, 46°) bringen die Kurve zum Steigen. Bei ca. 55° setzt ein starker, zum Teil praemortaler Anstieg ein, der mit dem bald beginnenden Absterben der lebenden Zellen in Fallen übergeht, bis die Wände entspannt sind und die Temperatur nicht mehr zunimmt. Dann strebt die Absorption dem durch die Transpiration bedingten Wert entgegen.

Absorpt.geschw. am 12. Nov. (Sd 1,9) bei 14° = 21,0 mm, darauf part. Abtöt.
Absorpt.geschw. am 13. Nov. (Sd 2,1) bei 15° = 10,0 mm.

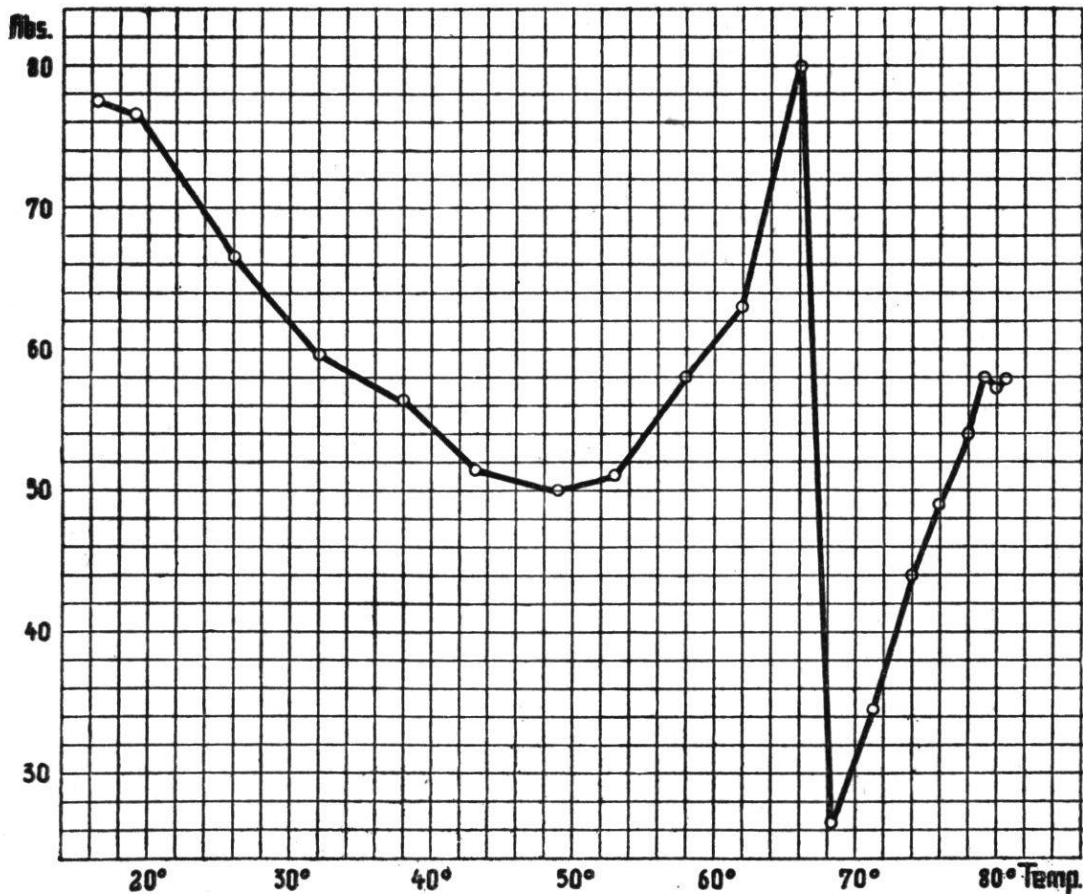
Inwieweit dieser Rückgang der Absorptionsgeschwindigkeit bis zur Hälfte auf Verstopfung der Schnittfläche beruht, inwieweit auf dem partiellen Abtöten, wurde nicht untersucht.

9. *Abies alba* Mill. VI.

1,2 m langes Aststück mit ca. 2500 Nadeln. 63 cm lange apikale Partie des Hauptastes mit Seitensprossen außerhalb des Heizbades. Von der basalen Partie befinden sich 17 cm außerhalb des Bades, davon 6 cm im Potometer. 40 cm der Hauptachse mit Rinde, umgeben von einem Gummischlauch, tauchen ins Heizbad. Durchmesser am basalen Ende ohne Rinde 7 mm.

Tab. 34.
25. Sept. 11 Uhr.

Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C
155,0	16,5	51,5	43	44,0	74
2 ½ Stunden Pause.					
		50,0	49	49,0	76
77,5	16,5	51,0	53	54,0	78
76,5	19	58,0	58	58,0	79
66,5	26	63,0	62	57,0	80
59,5	32	80,0	66	58,0	80,5
56,5	38	26,5	68,5		
		34,5	71,5		



Kurve 25.

Abies alba VI, berindeter Ast.

Sofort nach Versuchseinstellung beträgt die Absorption pro 5 Min. 155 mm bei Zimmertemperatur. 2 ½ Stunden später ist sie auf die Hälfte gesunken, wohl infolge Verstopfung der Schnittfläche und zunehmender Wassersättigung der lebenden Zellen.

Bei Erwärmung bis ca. 50° sinkt die Absorptionskurve entsprechend der physikalischen Ausdehnung des Wassers und der Gasblasen in den Tracheiden der erwärmten Zone. Von 53°-66° steigt die Kurve steil an in praemortaler Absorptionszunahme, um nach dem Absterben der lebenden Zellen rasch zu fallen bei 66°. Daraufhin nimmt die Absorptionsgeschwindigkeit wieder zu und führt zu den durch Transpiration und Leitung bedingten Werten.

10. *Abies alba* Mill. VII.

1,33 m langes Aststück mit ca. 1250 Nadeln. 16 cm der basalen, entrindeten Partie befinden sich außerhalb des Heizbades, davon 7 cm im Potometer. 42 cm der Hauptachse, entrindet und in Gummischlauch gehüllt, tauchen ins Heizbad. 75 cm der apikalen Partie mit Rinde, Nadeln und Seitenzweigen ragen aus dem Heizbad heraus und sind gegen Erwärmung isoliert. Durchmesser am basalen Ende ohne Rinde 7 mm. Beginn der Messung sofort nach Einstellung des Versuches.

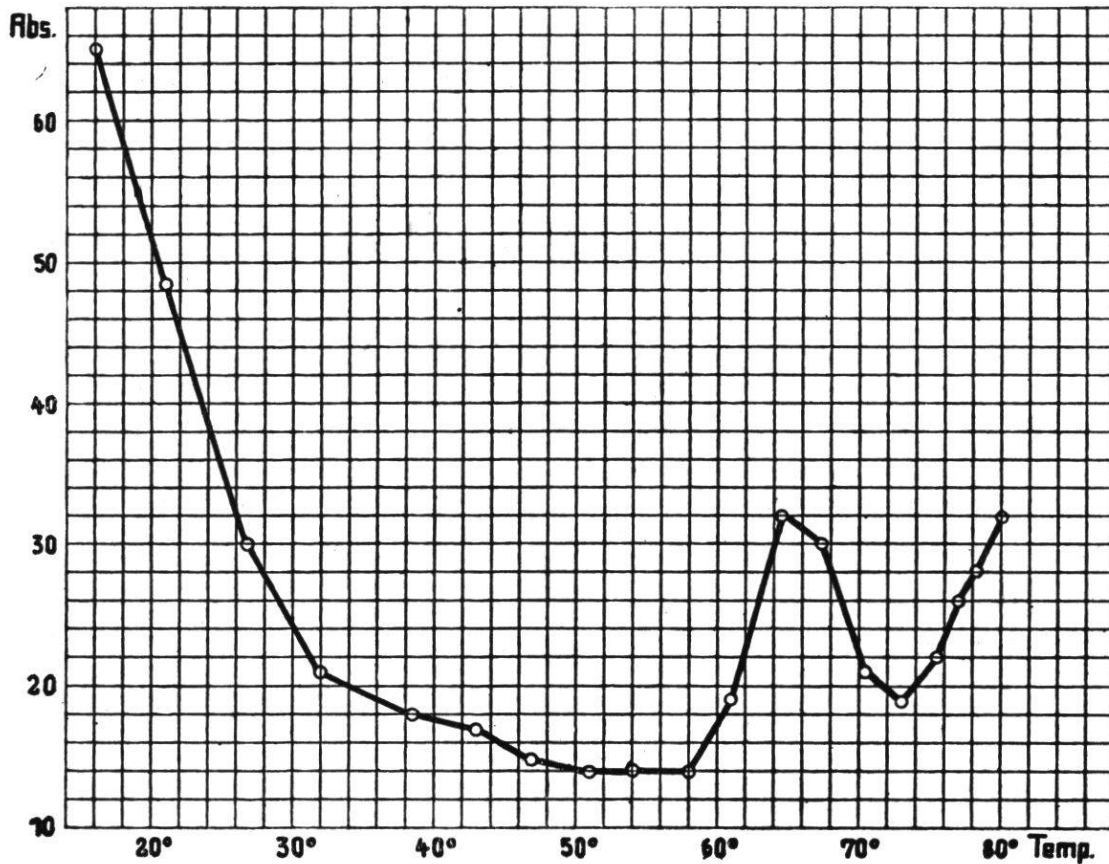
Tab. 35.
25. Sept. 16 Uhr.

Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C
65,0	16	14,0	51	19,0	73
48,5	21	14,0	54	22,0	75,5
30,0	27	14,0	58	26,0	77
21,0	32	19,0	61	28,0	78,5
18,0	38,5	32,0	64,5	32,0	80
17,0	43	30,0	67,5		
15,0	47	21,0	70,5		

Die Reaktionen entsprechen im Prinzip denjenigen des berindeten Zweiges *Abies* VI. Praemortal- wie Letalstadium treten deutlich auf. Warum der praemortale Anstieg bei *Abies* VII später einsetzt und etwas schwächer ist, müßte durch weitere Versuche geklärt werden. Daß der letale Abfall weniger steil ist wie bei *Abies* VI, kann damit zusammenhängen, daß der Saftaustritt aus den abgetöteten Zellen sich

nicht nur im Potometer auswirkte, sondern zum Teil auch seitlich zwischen Zweig und Gummischlauch erfolgte.

Das ähnliche Verhalten des berindeten und des entrindeten *Abies*-zweiges bei partieller Abtötung scheint (vgl. S. 84) den Schluß zu recht-



Kurve 26.

Abies alba VII, die erwärmte Partie der Hauptachse entrindet.

fertigen, daß der praemortale Anstieg und das letale Fallen den Markstrahlen allein, unter Ausschluß der Rindenzellen, zuzuschreiben sind.

Partielle Abtötungen an *Abies*ästen, die am intakten Baume inseriert blieben, sind früher von URSPRUNG (1907) vorgenommen worden. Wurden 1 m lange Äste auf 10 cm mit Wasserdampf abgetötet, so begannen die Nadeln nach 1 Monat abzusterben, während an gleichzeitig abgeschnittenen Ästen die Nadeln schon nach 12 Tagen sich abstreifen ließen. Über die tote Strecke wird also wohl noch Wasser befördert, doch sind die lebenden Astzellen offenbar zu einem ausreichenden Wassertransport nötig. Als lebende Zellen kommen in Betracht die Markstrahlen des Holzes und die lebenden Zellen der Rinde.

Über die Bedeutung der Rinde gaben Rindenringelungen einigen Aufschluß. Etwa 1 m lange Äste auf 90 cm geringelt, ließen nach drei

Wochen die jungen Triebe welken, auch wenn der entblößte Holzkörper mit Baumwachs bedeckt war. Die Rinde ist somit ebenfalls notwendig für eine genügende Wasserleitung. Versuche mit anderen Koniferen: *Larix decidua*, *Picea excelsa*, *Pinus silvestris*, *Pinus Strobus* hatten prinzipiell dieselben Resultate ergeben wie *Abies*.

Die Beteiligung der Rinde beim Saftsteigen läßt zwei Möglichkeiten zu: entweder erfolgt die Wasserleitung ausschließlich im Holz, und die Rinde hat nur die Aufgabe, das Holz leitfähig zu erhalten; oder auch die Rinde ist irgendwie an der Wasserleitung direkt beteiligt. Einige Anhaltspunkte ergaben Rindenringelungen von URSPRUNG bei *Larix* (1907). Je länger die geringelte Strecke war, um so rascher starben die Nadeln ab. Bei nur 1 cm langer Rindenringelung ließ sich eine Schädigung nicht erkennen. Bei einer 10 cm langen Ringelung, die sich aber nur auf $\frac{3}{4}$ des Umfanges erstreckte, so daß eine Rindenbrücke übrig blieb, war die Schädigung am kleinsten, wenn die Rindenbrücke mit dem Holz verwachsen war; die Schädigung war größer, wenn man die Brücke beließ, aber vom Holz loslöste; die Schädigung war am größten, wenn man die Brücke ganz entfernte.

Die Schädigung nach Ersetzung der Rinde durch Baumwachs ist kein Beweis, daß die Rinde auch zur Wasserleitung dient; denn, wenn hier der seitliche Wasserverlust auch verhindert sein mag, so bleibt doch die Schädigung der peripheren Markstrahlenden des Holzes. Dasselbe gilt für die Schädigung bei Vorhandensein der Rindenbrücke durch deren Loslösung vom Holz. Ebenso lassen sich meine partiellen Abtötungsversuche berindeter und entrindeter Zweige mit der Schutzfunktion der Rinde in Einklang bringen.

11. *Cyperus alternifolius* L. I.

Mit Wurzeln. Von den anfänglich vorhandenen 12 Stengeln wurden 10 abgeschnitten und die Wunden verschlossen. Die beiden verbleibenden Halme sind 75 bzw. 65 cm lang; 50 cm des längeren und 40 cm des kürzeren befinden sich im Heizbad. Dieselbe Pflanze dient zu 5 Versuchsreihen, von denen die 3., 4. und 5. erwähnt werden (Tab. 36, 37 und 38; Kurven 27, 28 und 29).

Versuchsreihe 3 (Tab. 36, Kurve 27).

Tab. 36.

1. Juli 15 Uhr.

Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd	Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd
20,5	19	2,2	24,0	35	2,4
20,5	19	2,2	50,0	21	2,3
— 3,5	25	2,2	16,0	22	2,3
— 5,0	30	2,2	18,5	22	2,3
11,0	32	2,2	21,0	22	2,3
29,0	34	2,3	21,0	22	2,3
26,5	35	2,3	21,0	22	2,3
25,0	35	2,3			

Bei der Erwärmung von 19° auf 30° sinkt die Absorptionsgeschwindigkeit, bei der folgenden langsamen Temperaturzunahme bis auf 34° überwiegt die Transpiration die physikalische Ausdehnung, und die Kurve steigt; weitere Erwärmung läßt sie wieder etwas fallen und dann bei Abkühlung (35°-ca. 21°) stark ansteigen. Bei Temperaturkonstanz nähert sie sich der durch die Transpiration gegebenen Absorptionsgeschwindigkeit.

Versuchsreihe 4 (Tab. 37, Kurve 28).

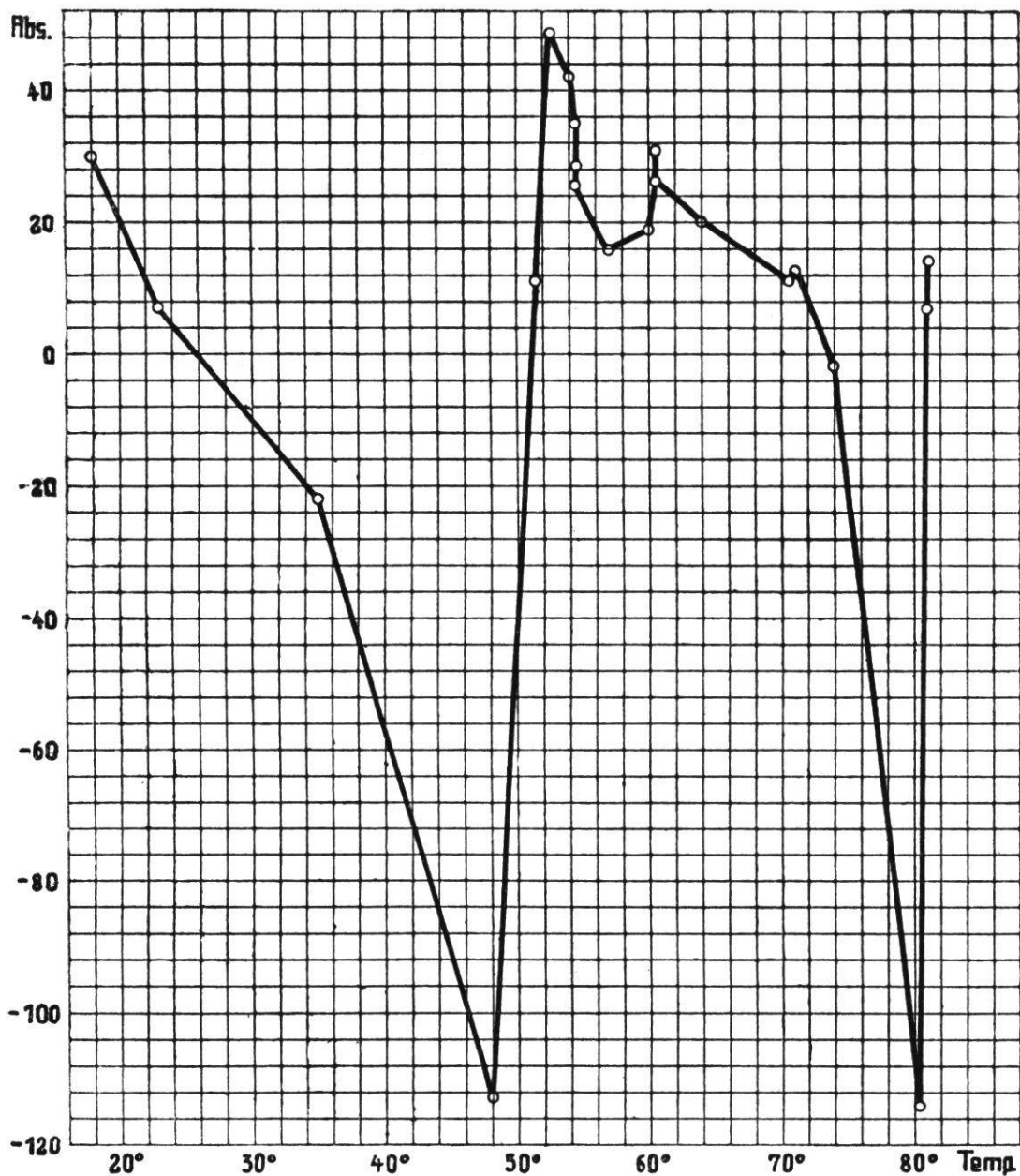
Tab. 37.

2. Juli 9 Uhr.

Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd	Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd
29,5	18	2,7	16,0	57	2,4
30,0	18	2,7	19,0	60	2,3
7,0	23	2,6	26,5	60,5	2,2
— 22,0	35	2,6	31,0	60,5	2,2
— 112,5	48	2,5	27,0	60,5	2,2
11,0	51,5	2,5	20,0	64	2,2
49,0	52,5	2,5	11,0	70,5	2,2
42,0	54	2,5	12,5	71	2,3
35,0	54,5	2,5	— 2,0	74	2,3
28,5	54,5	2,5	— 114,0	80,5	2,3
25,5	54,5	2,5	7,0	81	2,3
26,0	54,5	2,5	14,5	81	2,3
26,0	54,5	2,5			

Bei der Erwärmung von 18° auf 48° sinkt die Absorptionsgeschwindigkeit und wird stark negativ. Bei der weiteren Temperaturzunahme auf 52,5° erfolgt steiles Ansteigen, das vielleicht z. T. als

praemortal zu bezeichnen ist. Jedenfalls ist die letale Grenze erreicht worden, denn es setzt nun deutliches Fallen ein, solange der Saftaustritt aus den abgetöteten Zellen in die toten Leitbahnen stärker ist als der



Kurve 28.

Cyperus alternifolius I, bewurzelt.

Wasserverlust aus diesen Bahnen durch Transpiration. Sind die Wände entspannt, so strebt die Absorptionsgeschwindigkeit dem Werte zu, welcher der Transpiration, der Leitfähigkeit und der Viskosität entspricht.

Versuchsreihe 5.

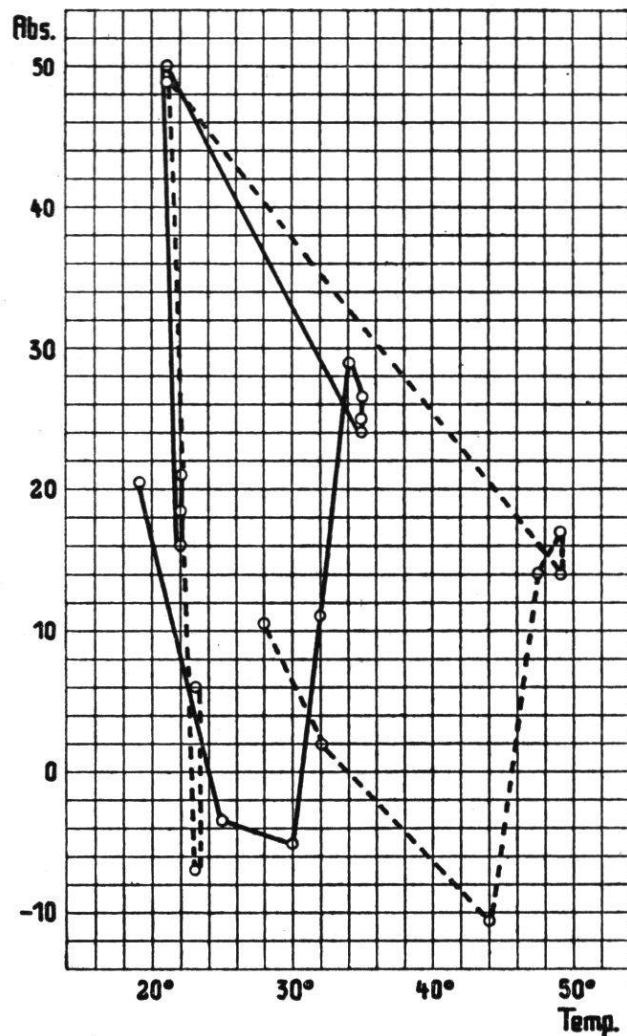
Dieselbe Versuchspflanze wie in Versuchsreihe 3 und 4 wird nochmals, ca. 4 Stunden nach der partiellen Abtötung (Versuchsreihe 4), partiell erwärmt (Tab. 38 und 39; Kurve 29).

Tab. 38.
2. Juli 15 Uhr.

Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd
10,5	28	2,9
10,5	28	2,9
2,0	32	2,9
— 10,5	44	2,8
14,0	47,5	2,7
17,0	49	2,6
14,0	49	2,6
13,5	49	2,6
49,0	21	2,6
— 7,0	23	2,6
6,0	23	2,6

Ein Vergleich der Kurven 27 und 29 zeigt einen ähnlichen Verlauf. Da es sich bei Kurve 29 wahrscheinlich um eine rein physikalische Reaktion handelt, bestätigt sich unsere Auffassung, die im Fallen bei starker und rascher Temperaturerhöhung und im Steigen bei schwacher und langsamer Erwärmung unterhalb der praemortalen Zone, ebenso im Ansteigen bei Abkühlung einen einfachen physikalischen Prozeß erblickt. Noch deutlicher ist der Parallelismus bei einem Vergleich der Temperatur- und Absorptionsänderung pro Minute.

Nach partieller Abtötung wird die Absorption noch 8 Tage weiter verfolgt, bis alle Blätter verdorrt sind. Die Angaben vom 30. Juni und 1. Juli sind den nicht ausführlich wiedergegebenen Versuchsreihen 1 und 2 entnommen.



— Kurve 27 : *Cyperus alternifolius* I,
vor part. Abtöten.

--- Kurve 29 : *Cyperus alternifolius* I,
nach part. Abtöten.

Tab. 39.

Datum	Tages- zeit	Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd
30. Juni	15	20,0	18,5	2,3
1. Juli	8 ½	39,0	19,5	3,4
1. Juli	15	20,5	19	2,2
2. Juli	9	30,0 ¹	18	2,7
2. Juli	15	10,5	28	2,9
3. Juli	14	10,0	18	3,4
am 5. Juli Potometerwasser erneuert				
6. Juli	11	11,0	18	3,4
7. Juli	14	9,0	18	3,4 ²
8. Juli	14	8,5	18	3,4
10. Juli	11	8,0	18	3,4 ³

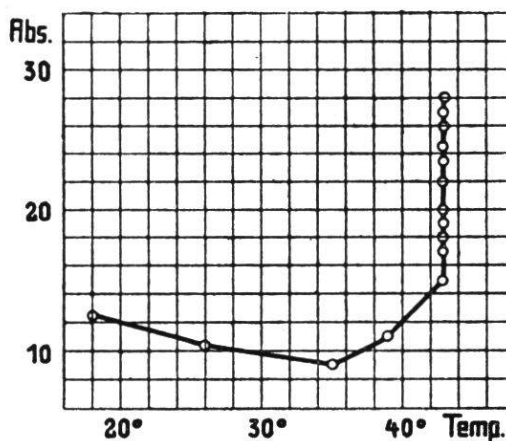
Vor dem part. Abtöten ist bei Sd 3,4 die Absorpt.geschw. = 39 mm
Nach d. part. Abtöten ist bei Sd 3,4 die Absorpt.geschw. = 10-8 mm

Die Absorptionsgeschwindigkeit sinkt also durch das partielle Abtöten auf $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{5}$ des Anfangswertes.

12. *Secale cereale* L.

8 Versuchspflanzen, 18 Versuchsreihen. Pflanzen z. T. mit und z. T. ohne Wurzeln. Beschrieben werden *Secale cereale* I und II.

Secale cereale L. I, Versuchsreihe 1. Ohne Wurzel, Halm 1,4 m lang; 2 Blätter wurden abgeschnitten und die Wunde verschlossen, es bleibt 1 Blatt außerhalb des Heizbades. Es werden 50 cm des Halmes erhitzt (Tab. 40, Kurve 30).



Kurve 30.

Secale cereale I, ohne Wurzel.

¹ Nach der Messung partielle Abtötung.

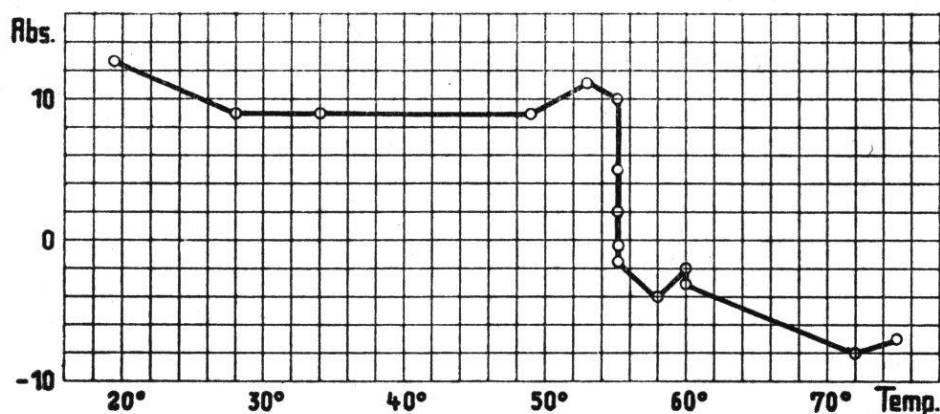
² Blätter vertrocknend.

³ Alle Blätter dürr.

Tab. 40.
13. Juli 9 Uhr.

Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd	Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd
12,5	18	1,3	24,5	43	1,2
12,5	18	1,3	23,5	43	1,2
10,5	26	1,2	23,5	43	1,2
9,0	35	1,2	24,0	43	1,2
11,0	39	1,2	25,5	43	1,2
14,7	43	1,2	26,0	43	1,2
17,0	43	1,2	26,5	43	1,2
18,0	43	1,2	27,0	43	1,2
18,5	43	1,2	27,0	43	1,2
19,0	43	1,2	28,0	43	1,2
19,0	43	1,2	27,0	43	1,2
19,0	43	1,2	27,0	43	1,2
20,0	43	1,2	27,0	43	1,2
22,0	43	1,2			

Wie gewohnt, sinkt anfänglich bei rascherer Erhitzung die Absorptionsgeschwindigkeit ab und steigt an bei langsamerer Erwärmung; besonders aber erfolgt bei Temperaturkonstanz von 43° und bei konstantem Sd ein langes anhaltendes Ansteigen der Absorptionsgeschwindigkeit. Dieselbe Erscheinung zeigt bei der gleichen Temperatur auch *Secale cereale II* in Versuchsreihe 1. Da das Absterben erst über 50° eintritt, ist das Ansteigen bei 43° kaum als praemortal aufzufassen, umso weniger, als alle übrigen Versuchsexemplare von *Secale cereale* diese Eigentümlichkeit nicht zeigen. Offenbar ist die Ursache in der besondern Art der Erwärmung zu suchen, die durch neue Versuche klarzulegen ist.



Kurve 31.

Secale cereale I, ohne Wurzel.

Secale cereale L. I, Versuchsreihe 3 zeigt, daß das letale Fallen der Kurve bei 53°-55° einsetzt. Dasselbe trifft auch zu bei *Secale cereale* II, *Sec. cer.* III und *Sec. cer.* IV (Tab. 41, Kurve 31).

Tab. 41.

14. Juli 15 Uhr.

Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd	Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd
12,5	19,5	2,1	— 1,0	55	2,2
12,5	19,5	2,1	— 4,0	58	2,2
9,0	28	2,1	— 2,0	60	2,2
9,0	34	2,1	— 1,5	60	2,2
9,0	49	2,2	— 2,0	60	2,2
11,0	53	2,2	— 3,0	60	2,2
10,0	55	2,2	— 8,0	72	2,2
5,0	55	2,2	— 7,0	75	2,2
2,0	55	2,2	15. Juli 8 Uhr.		
— 0,5	55	2,2			
— 1,5	55	2,2			
— 1,5	55	2,2			
— 1,5	55	2,2			
— 1,5	55	2,2			
			7,0	20	2,7
			7,0	20	2,7
			7,0	20	2,7

Der horizontale Verlauf der Kurve von 28°-49° zeigt, daß die algebraische Summe der hemmenden (physikalische Ausdehnung des Gefäßinhaltes) und fördernden (Transpiration, Viskosität) Kräfte gleich geblieben ist.

Secale cereale L. II, Versuchsreihen 1 und 3. Ohne Wurzel, Halm 1,2 m lang ; 2 Blätter, davon eines im Heizbad, das andere außerhalb ; 50 cm erwärmt. *Secale cereale* I und II befinden sich gleichzeitig im gleichen Heizbad, sind aber an verschiedene Potometer angeschlossen (Tab. 42 und 43.)

Versuchsreihe 1.

Tab. 42.

13. Juli 9 Uhr.

Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd
8,0	18	1,3
8,0	18	1,3
7,0	26	1,2
6,0	35	1,2
7,5	39	1,2
7,5	43	1,2
10,0	43	1,2
11,0	43	1,2
12,0	43	1,2
13,5	43	1,2
15,5	43	1,2
16,0	43	1,2
16,0	43	1,2
17,0	43	1,2
17,0	43	1,2
17,5	43	1,2
18,0	43	1,2
18,5	43	1,2
18,5	43	1,2
19,0	43	1,2
19,5	43	1,2
20,0	43	1,2
20,0	43	1,2
21,0	43	1,2
21,0	43	1,2
21,5	43	1,2
22,0	43	1,2

Versuchsreihe 3.

Tab. 43.

14. Juli 15 Uhr.

Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd
9,5	19,5	2,1
10,0	19,5	2,1
9,0	28	2,1
9,0	34	2,1
8,0	49	2,2
6,0	53	2,2
5,0	55	2,2
5,5	55	2,2
5,0	55	2,2
5,0	55	2,2
5,0	55	2,2
3,0	55	2,2
2,0	55	2,2
1,5	55	2,2
1,5	55	2,2
1,0	58	2,2
0,5	60	2,2
— 0,5	60	2,2
— 1,0	60	2,2
— 1,5	60	2,2
— 14,5	72	2,2
— 17,5	75	2,2

15. Juli 8 Uhr.

2,5	20	2,7
2,5	20	2,7
2,5	20	2,7

Secale cereale II zeigt in Versuchsreihe 1 (Tab. 42), wie schon oben erwähnt wurde, das gleiche Verhalten wie *Secale cereale I*.

In Versuchsreihe 3 (Tab. 43) beginnt das starke letale Fallen bei 55°, entsprechend wie bei *Secale cereale I*.

Secale cereale I und *II* wurden auch nach dem partiellen Abtöten noch mehrere Tage weiter verfolgt (Tab. 44). Die in der nachstehenden Tab. 44 angeführten Messungen vom 13. und 14. Juli sind die Anfangswerte der Versuchsreihen 1, 2 und 3.

Tab. 44.

Datum	Tages- zeit	Absorption pro 5 Min. Secale cereale		Temperatur des Heizbades	Sd
		I	II		
13. Juli	9	12,5	8,0	18	1,3
14. Juli	9	19,0	12,5	20	2,4
14. Juli	15	12,5 ¹	9,5 ¹	19,5	2,1
15. Juli	8	7,0 ²	2,5 ²	20,0	2,7
16. Juli	9	17,0	10,5	17	4,3 ³
16. Juli	14	13,5	8,5	17	4,3
17. Juli	9	10,0	9,0	17	4,3
19. Juli	9	6,5	10,0	17	4,3 ⁴

Die Erhöhung der Absorptionsgeschwindigkeit am 14. Juli beruht offenbar auf dem Ansteigen des Sättigungsdefizits Sd. Das Fallen derselben am 15. Juli kann mit dem partiellen Abtöten und der Verstopfung der Schnittflächen zusammenhängen. Die gesteigerte Absorptionsgeschwindigkeit am 16. Juli mag bedingt sein durch das höhere Sättigungsdefizit Sd und die Erneuerung der Schnittflächen. Bei beiden Pflanzen beweist das Dürrwerden der Partie oberhalb der abgetöteten Zone, daß die Wasserzufuhr über der abgetöteten Strecke ungenügend war. Worauf aber das verschiedene Verhalten der beiden Exemplare gegen den Schluß des Versuches zurückzuführen ist, läßt sich aus den Protokollen nicht entnehmen.

13. *Avena sativa* L. und *Triticum vulgare* Vill.

Avena sativa L., mit Wurzel, Halm 1,0 m lang mit 2 Blättern, davon eines im Bad ; 50 cm im Heizbad. Eine Versuchsreihe (Tab. 45).

Triticum vulgare Vill., mit Wurzel, Halm 1,2 m lang mit 2 Blättern ; 50 cm im Heizbad. 2 Halme an der Basis abgeschnitten und die Wunde verschlossen. Eine Versuchsreihe (Tab. 46).

Beide Versuchspflanzen befinden sich im gleichen Heizbad, sind aber an verschiedene Potometer angeschlossen.

¹ Nach der Messung partielle Abtötung.

² Nach der Messung Schnittflächen und Potometerwasser erneuert.

³ Blattspitzen dürr.

⁴ Beide Exemplare oberhalb der toten Partie dürr.

Avena sativa L.

Tab. 45.

19. Juli 14 Uhr.

Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd
11,0	20	1,3
11,0	20	1,3
11,0	20	1,3
9,5	28	1,2
11,5	31	1,2
12,0	31,5	1,2
11,5	32	1,2
11,0	32	1,2
11,5	32	1,2
10,5	32	1,2
10,5	32	1,2
11,0	32	1,2
10,5	32	1,2
10,5	32	1,2
11,0	32	1,2
10,5	32	1,2
10,5	32	1,2
10,5	32	1,2
10,5	32	1,2
10,5	32	1,2
10,5	32	1,2
10,0	32	1,2
10,5	25	1,2
12,0	23	1,2
10,5	23	1,2
10,5	23	1,2
10,5	23	1,2
10,5	23	1,2
8,2	33	1,2
10,0	49	1,2
11,0	52	1,2
11,0	56	1,2
4,5	57	1,2
— 3,0	58	1,2
— 3,5	59	1,2
— 3,0	60	1,2
— 1,5	60	1,1
— 1,0	60	1,1
— 1,0	60	1,1
— 2,0	66	1,1
— 1,0	80	1,1
— 1,0	85	1,1

Triticum vulgare Vill.

Tab. 46.

19. Juli 14 Uhr.

Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd
7,0	20	1,3
7,0	20	1,3
7,0	20	1,3
5,5	28	1,2
6,0	31	1,2
6,0	31,5	1,2
6,0	32	1,2
6,0	32	1,2
6,5	32	1,2
6,0	32	1,2
6,5	32	1,2
6,0	32	1,2
6,5	32	1,2
6,0	32	1,2
6,0	32	1,2
6,0	32	1,2
6,0	32	1,2
6,0	32	1,2
6,0	32	1,2
6,0	32	1,2
6,0	32	1,2
8,0	25	1,2
7,5	23	1,2
7,5	23	1,2
7,0	23	1,2
7,0	23	1,2
7,0	23	1,2
5,5	33	1,2
5,0	49	1,2
4,0	52	1,2
5,0	56	1,2
6,5	57	1,2
4,0	58	1,2
1,5	59	1,2
0,5	60	1,2
0,5	60	1,1
0	60	1,1
0	60	1,1
— 1,0	66	1,1
— 1,0	80	1,1
— 1,0	85	1,1

Das Verhalten von *Avena sativa* und *Triticum vulgare* ist ähnlich wie bei *Secale cereale* I, Versuchsreihe 3 (Tab. 44). Das letale Sinken beginnt bei beiden Exemplaren bei 57°-58°.

14. *Triticum turgidum* L.

2 Versuchspflanzen, 2 Versuchsreihen.

Triticum turgidum L, I, mit Wurzel ; 3 gelbliche Blätter, 2 davon im Heizbad. Halm 1,2 m lang, 50 cm werden erwärmt (Tab. 47).

Tab. 47.
20. Juli 14 Uhr.

Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd	Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	Sd
4,0	20	0,9	3,5	34	1,0
4,0	20	0,9	3,0	34	1,0
4,0	22	0,9	3,0	38	1,1
4,0	30	0,9	2,5	48	1,1
3,5	33	0,9	3,5	53	1,2
3,5	34	0,9	3,0	54	1,4
3,5	34	0,9	3,0	54	1,5
4,0	34	0,9	3,0	55	1,6
3,5	34	0,9	3,5	57	1,7
4,0	34	0,9	3,0	62	1,9
3,5	34	0,9	1,5	64	2,0
3,5	34	0,9	1,0	64	2,2
3,5	34	0,9	0	64	2,3
3,5	34	1,0	0	64	2,5
3,5	34	1,0	0	64	2,6
3,0	34	1,0			

Die Reaktion dieser Pflanze ist schwach. Bei Erhitzung von 20° auf 80° variiert die Absorptionsgeschwindigkeit zwischen 4,0 und 0.

Die Beobachtung wurde nach der partiellen Abtötung weiter geführt.

Datum	Tages- zeit	Absorption pro 5 Min.	Temperatur des Heizbades	Sd
20. Juli	14	4,0 ¹	20	0,9
21. Juli	9	1,5	20	1,1
22. Juli	9	3,0	18	3,4 ²

¹ Nach der Messung partielle Abtötung.

² Blatt dürr.

Das Ansteigen der Absorption am 22. Juli ist offenbar auf die Erhöhung des Sättigungsdefizits S_d zurückzuführen. Das Fallen der Absorption am 21. Juli ist nicht dem Sättigungsdefizit, sondern dem partiellen Abtöten zuzuschreiben. Da die Pflanze bewurzelt war, kommt Verstopfung der Schnittfläche nicht in Betracht. Die Frage, ob für das Sinken der Absorptionsgeschwindigkeit am 21. Juli Verstopfungen an der Grenze der toten Zone oder der Ausfall von Hebungskräften verantwortlich sei, wurde nicht untersucht. Jedenfalls kann bei ausreichender Hebungskraft die Absorption stark gesteigert werden, wie der Erfolg des Sättigungsdefizitanstieges zeigt.

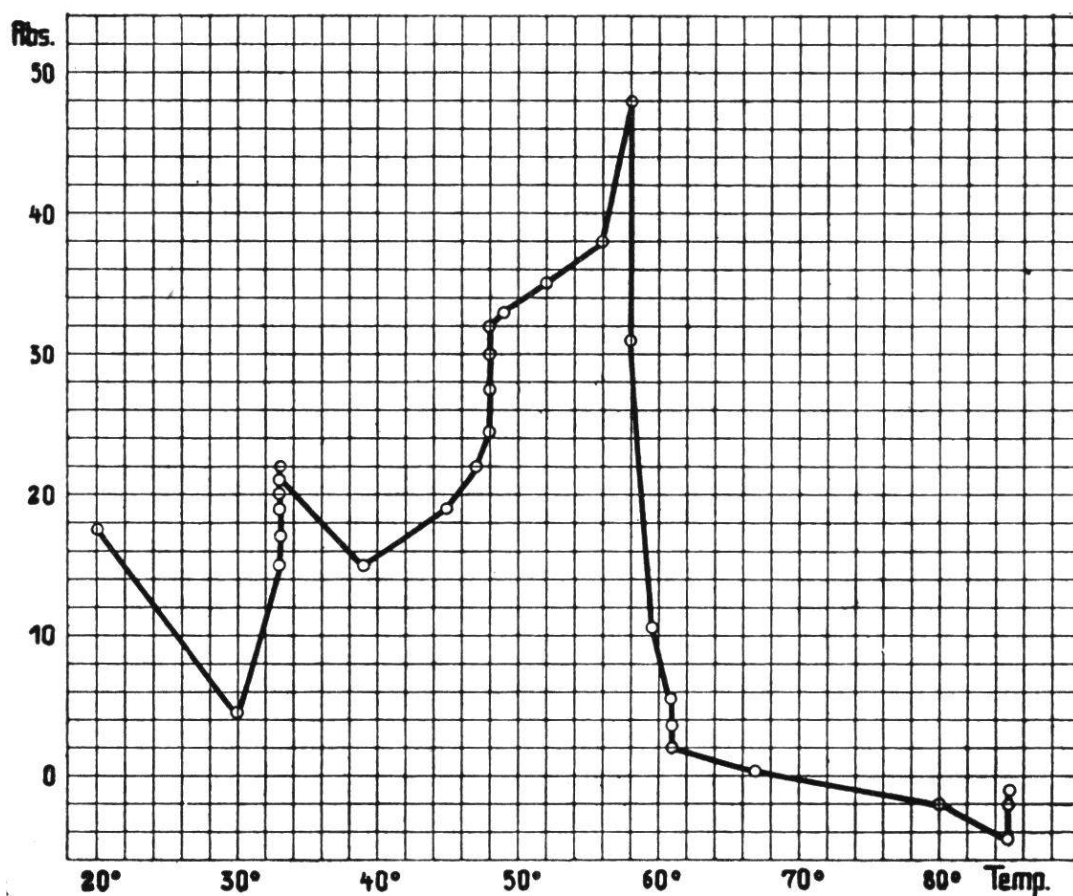
Triticum turgidum L. II, ohne Wurzel, Halm 1,1 m lang, 50 cm im Heizbad. 3 Blätter, davon eines in Luft, die beiden andern im Heizbad (Tab. 48, Kurve 32).

Tab. 48.
21. Juli 14 Uhr.

Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	S_d	Absorption pro 5 Min. in mm	Temperatur des Heizbades in °C	S_d
17,5	20	0,8	19,0	45	0,8
17,5	20	0,8	22,0	47	0,8
4,5	30	0,8	24,5	48	0,8
15,0	33	0,8	27,5	48	0,8
17,0	33	0,8	30,0	48	0,8
19,0	33	0,8	32,0	48	0,8
19,5	33	0,8	33,0	49	0,8
20,0	33	0,8	35,0	52	0,8
20,5	33	0,8	38,0	56	0,8
21,0	33	0,8	48,0	58	0,8
22,0	33	0,8	31,0	58	0,8
21,5	33	0,8	10,5	59,5	0,9
21,0	33	0,8	5,5	61	0,9
21,5	33	0,8	3,5	61	0,9
21,5	33	0,8	2,5	61	0,9
22,0	33	0,8	2,0	61	0,9
21,5	33	0,8	2,0	61	0,9
21,5	33	0,8	0,5	67	0,9
21,0	33	0,8	— 2,0	80	0,9
21,0	33	0,8	— 4,5	85	0,9
21,0	33	0,8	— 2,0	85	0,9
21,0	33	0,8	— 1,0	85	0,9
15,0	39	0,8			

Wiederum fällt die Absorptionskurve bei rascher Temperaturzunahme (20°-30°, 33°-39°) und steigt bei langsamer Erwärmung oder

Temperaturkonstanz (33°, 39° - ca. 48°). Das starke weitere Ansteigen bis 58° dürfte als praemortal zu betrachten sein und auf der Permeabilitätserhöhung der lebenden Zellen für Wasser beruhen. Nach dem bei 58° beginnenden Absterben wird Zellsaft durch die gedehnten Wände



Kurve 32.

Triticum turgidum II, ohne Wurzel.

ausgepreßt, und die Absorptionskurve fällt steil ab. Die weitere Erwärmung bedingt nochmaliges Fallen, bis zuletzt nach Entspannung der Wände bei konstanter Temperatur die Absorption dem Wert zustrebt, welcher der Transpiration, dem Leitungswiderstand und der Viskosität entspricht.

Die Absorption wurde noch 2 Tage nach dem partiellen Abtöten weiter verfolgt.

Datum	Tageszeit	Absorption pro 5 Min.	Temperatur des Heizbades	Sd
21. Juli	14	17,5 ¹	20°	0,8
22. Juli	8	4,0	20°	1,0
23. Juli	8	2,5	19°	1,3 ²

¹ Nach Messung partielle Abtötung.

² Blattspitze dürr.

Auffallend ist der starke Rückgang der Absorption nach dem partiellen Abtöten. Er beruht zum Teil auf der Ausschaltung der Wasseraufnahme durch die lebenden Zellen in der Abtötungszone, auf eventueller Verstopfung der Schnittfläche und der Enden der toten Strecke, sowie auf dem Ausfall eventueller Hebungskräfte in der Versuchspartie. Welche Rolle die einzelnen Faktoren spielen, läßt sich aus den vorliegenden Protokollen nicht entnehmen.

Zusammenfassung.

1. Deutlicher Einfluß des Sättigungsdefizites S_d auf die Absorption. Bei Zimmertemperatur zeigte sich folgendes Verhalten :

<i>Maurandia scand.</i> (S. 99)	$S_d = 3,7$;	Absorptionsgeschw. =	16,5
» »	$S_d = 2,7$;	»	= 15,5
» »	$S_d = 1,7$;	»	= 14,5
» »	$S_d = 1,4$;	»	= 13,0
» »	$S_d = 0,4$;	»	= 12,0
<i>Secale cereale I</i>	$S_d = 1,3$;	»	= 12,5
» »	$S_d = 2,4$;	»	= 19,0
<i>Secale cereale II</i>	$S_d = 1,3$;	»	= 8,0
» »	$S_d = 2,4$;	»	= 12,5
<i>Triticum turg. I</i>	$S_d = 1,1$;	»	= 1,5
» »	$S_d = 3,4$;	»	= 3,0
<i>Cyperus alternifol. I</i>	$S_d = 2,2$;	»	= 20,5
» »	$S_d = 2,7$;	»	= 29,5

2. Deutliche Reaktion bei Erwärmung der blattlosen Sproßpartie. Diese in Abschnitt IV (Zusammenfassung 3, S. 87) festgestellte Tatsache findet sich bestätigt, wie ein Blick auf die Kurven zeigt.

3. Die Reaktion einer Pflanze mit Wurzel ist schwächer als ohne Wurzel, in Übereinstimmung mit früheren Befunden (Abschnitt II, S. 59/60 ; Abschnitt IV, S. 87).

<i>Phaseolus IV</i>	bei Zimmertemp.,	S_d 1,2,	Absorpt. mit Wurzel =	20,5
»	»	S_d 1,0,	» ohne »	= 35,5
<i>Maurandia VII</i>	»	S_d 2,7,	» mit »	= 9,5
»	»	S_d 2,6,	» ohne »	= 34,5

4. Unterhalb der praemortalen Zone bedingt rasche, starke Erwärmung Fallen der Absorptionsgeschwindigkeit infolge physikalischer Ausdehnung der Gefäßinhalte, ähnlich wie in Abschnitt II (S. 57, 64) und Abschnitt IV (S. 87). Mit eintretender Temperaturkonstanz steigt die Absorptionsgeschwindigkeit wieder gegen den Anfangswert an, da nun die Störung wegfällt. Zufolge der Viskositätsverminderung wird auch eine eventuelle Erhöhung der Absorptionsgeschwindigkeit über den Anfangswert verständlich (Abschnitt II, S. 58, 64). Langsamer und schwacher Temperaturanstieg bewirkt eine Mittelstellung zwischen den beiden vorhin genannten Einwirkungen. Bei Abkühlung wächst die Absorptionsgeschwindigkeit aus physikalischen Gründen an, was ebenfalls in allen untersuchten Fällen mehr oder weniger scharf erkennbar ist. Daß es sich dabei um rein physikalische Prozesse handelt, zeigt *Cyperus alternifolius* (Kurven 27 und 29), der vor und nach partieller Abtötung in prinzipiell gleicher Weise auf Erwärmung und Abkühlung reagiert. Diese Reaktionen wurden bei allen Versuchspflanzen (*Sinapis*, *Impatiens*, *Phaseolus*, *Vicia*, *Maurandia*, *Fuchsia*, *Pseudotsuga*, *Abies*, *Cyperus*, *Secale*, *Triticum turg.*) mehr oder weniger deutlich beobachtet. Die quantitativen Verschiedenheiten bedürfen näherer Untersuchung.

5. Vor dem Absterben wurde in Abschnitt IV und V ein Ansteigen der Absorptionskurve konstatiert, das wir als « praemortal » bezeichneten, weil es sich kurz vor dem Absterben einstellte, und weil ein ähnlicher Kurvenverlauf bei entsprechenden Temperaturen an toten Sprossen nicht gefunden worden war (Abschnitt IV, S. 88). Zur Zeit ist der von URSPRUNG 1918 gegebene Erklärungsversuch durch die inzwischen ausgeführten Saugkraft-Messungen noch wahrscheinlicher geworden. Das praemortale Ansteigen wäre darnach zurückzuführen auf Zunahme der Wasserpermeabilität des noch semipermeablen Plasmas. Diese praemortale Reaktion wurde mehr oder weniger deutlich konstatiert bei *Phaseolus*, *Maurandia*, *Abies*, *Cyperus*, *Secale*, *Triticum turgidum*. Warum einige Versuchsspezies die Erscheinung nicht zeigten, warum bei derselben Spezies das eine Exemplar eindeutig reagierte und das andere nicht, dürfte zusammenhängen mit dem Vorhandensein oder Fehlen der Wurzel und mit der Art der Erwärmung. Wird nämlich die praemortale Temperaturzone zu rasch überschritten, so sterben die Zellen ab, bevor sie Zeit hatten zu reagieren. Auch dieses Verhalten bedarf übrigens noch genauer Untersuchung.

6. Das letale Fallen der Absorptionsgeschwindigkeit war bei allen Versuchspflanzen zu beobachten, die genügend hoch erwärmt wurden.

Nach Aufhebung der Semipermeabilität muß natürlich Zellsaft aus den bisher lebenden Zellen ausgepreßt werden, bis die Wände soweit entspannt sind, daß der Widerstand nicht mehr überwunden werden kann. Dann aber strebt im Gegensatz zu Abschnitt IV die Absorption nicht dem Nullwert zu, sondern wird wieder zu einem positiven Wert ansteigen, dessen Höhe abhängt von der Transpiration, der Saugkraft der noch lebenden Stengelzellen, der Viskosität, eventuellen Verstopfungen an der Schnittfläche oder an den Grenzen der toten Zone und anderen Veränderungen der Leitung.

7. Der Absorptionsverlauf bei Zimmertemperatur nach partieller Abtötung hängt von den eben unter 6 genannten Faktoren ab. Die Absorption vor und nach partieller Abtötung wurde bei Zimmertemperatur verglichen bei *Fuchsia V* und *VI*, *Pseudotsuga*, *Abies III*, *Cyperus I*, *Secale I* und *II*, *Triticum vulgare*, *Triticum turgidum I* und *II* (Tab. 49).

Tab. 49.

	Zeit nach part. Abtötung	Absorption pro 5 Min.	Ände- rung in %	Sd	Blattzahl
<i>Impatiens</i> , mit Wurzel	vor Abtötung	13,5		0,7	10
	3 Std. nach Abtötung	2,5	— 81	0,6	10
<i>Fuchsia V</i> , ohne Wurzel	vor Abtötung	19,0		2,6	10
	15 Std. nach Abtötung	0,8	— 96	2,4	10 ¹
<i>Fuchsia VI</i> , mit Wurzel	vor Abtötung	18,0		2,2	16
	16 Std. nach Abtötung	1,9 ²	— 89	2,2	16
	4 Tg. nach Abtötung	10,4	— 42	4,5	10
	5 Tg. nach Abtötung	8,0 ³	— 56	4,4	9
	7 Tg. nach Abtötung	8,8	— 51	4,3	6
	10 Tg. nach Abtötung	5,1	— 72	4,2	6 ⁴
	12 Tg. nach Abtötung	4,3	— 76	4,2	6
	14 Tg. nach Abtötung	3,5	— 81	4,2	6 ⁵
	17 Tg. nach Abtötung	2,1	— 88	3,9	6 ⁶
	20 Tg. nach Abtötung	1,8	— 90	3,8	6
	27 Tg. nach Abtötung	1,2	— 93	3,3	6
	28 Tg. nach Abtötung	1,4	— 92	3,2	6

¹ Blatt welk.

² Nach Messung Potometerwasser gewechselt.

³ Potometerwasser durchlüftet.

⁴ Alle Blätter welk.

⁵ Unterhalb der toten Zone bilden sich 3 kleine Seitenzweige.

⁶ Alle Blätter oberhalb der toten Zone dürr.

	Zeit nach part. Abtötung	Absorption pro 5 Min.	Ände- rung in %	Sd	Blattzahl
<i>Pseudotsuga</i> , ohne Wurzel	vor Abtötung 1 Tg. nach Abtötung	42,5 34,0	— 20	2,3 2,1	
<i>Abies III</i> , ohne Wurzel	vor Abtötung 16 Std. nach Abtötung	21,0 10,0	— 52	1,9 2,1	
<i>Cyperus I</i> , mit Wurzel	vor Abtötung 4 Std. nach Abtötung 1 Tg. nach Abtötung 4 Tg. nach Abtötung 5 Tg. nach Abtötung 6 Tg. nach Abtötung 8 Tg. nach Abtötung	30,0 10,5 10,0 11,0 9,0 8,5 8,0	— 65 — 67 — 63 — 70 — 72 — 73	2,7 2,9 3,4 ⁷ 3,4 3,4 3,4 3,4 ⁸	
<i>Secale I</i> , ohne Wurzel	vor Abtötung 16 Std. nach Abtötung 2 Tg. nach Abtötung 3 Tg. nach Abtötung 5 Tg. nach Abtötung	12,5 7,0 ⁹ 13,5 10,0 6,5	— 44 + 8 — 20 — 48	2,1 2,7 4,3 4,3 4,3 ¹⁰	
<i>Secale II</i> , ohne Wurzel	vor Abtötung 16 Std. nach Abtötung 2 Tg. nach Abtötung 3 Tg. nach Abtötung 5 Tg. nach Abtötung	9,5 2,5 ¹² 8,5 9,0 10,0	— 74 — 11 — 5 + 5	2,1 2,7 4,3 4,3 4,3 ¹³	2 ¹¹
<i>Tritic. vul.</i> , mit Wurzel	vor Abtötung 1 Tg. nach Abtötung 2 Tg. nach Abtötung	7,0 1,0 3,0	— 86 — 57	1,3 1,3 3,4	
<i>Tritic. turg. I</i> , mit Wurzel	vor Abtötung 1 Tg. nach Abtötung 2 Tg. nach Abtötung	4,0 1,5 3,0	— 62 — 25	0,9 1,1 3,4	3 3 ¹⁴ 3 ¹⁵
<i>Tritic. turg. II</i> , ohne Wurzel	vor Abtötung 1 Tg. nach Abtötung 2 Tg. nach Abtötung	17,5 4,0 2,5	— 77 — 86	0,8 1,0 1,3	3 3 3 ¹⁶

⁷ Am 3. Tag Potometerwasser erneuert. ⁸ Alle Blätter dürr.

⁹ Nach Messung Schnittfläche und Potometerwasser erneuert.

¹⁰ Halm und Blätter dürr oberhalb der toten Zone.

¹¹ 1 Blatt abgetötet.

¹² Nach Messung Potometerwasser und Schnittfläche erneuert.

¹³ Halm und Blatt oberhalb der toten Zone dürr.

¹⁴ 2 Blätter abgetötet.

¹⁵ Alle Blätter dürr.

¹⁶ Blattspitzen dürr.

Bei allen Versuchspflanzen fällt nach dem partiellen Abtöten die Absorptionsgeschwindigkeit deutlich bis stark ab. Woher die quantitativen Verschiedenheiten kommen, muß näher untersucht werden, wie denn überhaupt die Ursache der Absorptionsabnahme aufzuklären bleibt. A priori fallen in Betracht: Abnahme der Transpiration, Erschwerung der Wurzeltätigkeit (infolge Sauerstoffarmut usw.), bei fehlender Wurzel Verstopfung der Schnittfläche, eventuelle Verstopfungen an den Grenzen der abgetöteten Zone oder andere Erhöhung des Leitungswiderstandes, Verschwinden von Transportkräften. Ein Einfluß der Transpiration ist — soweit er sich aus dem Sättigungsdefizit S_d beurteilen läßt — nicht zu erkennen; doch soll im folgenden Abschnitt die Transpiration gemessen werden. Gegen die Erschwerung der Wurzeltätigkeit spricht bei *Fuchsia VI* das Austreiben von Seitensprossen unterhalb der toten Zone und vor allem das Verhalten der Versuchspflanzen von URSPRUNG und ROSHARDT.

Verstopfungen an den Grenzen der toten Zone hätten sich einigermaßen beurteilen lassen aus dem Verhalten der Absorption bei Zimmertemperatur sofort nach dem partiellen Abtöten und nach bestimmten Zeitabschnitten. Denn diese Verstopfungen durch Gummi und Thyllen werden zu ihrer Ausbildung Zeit benötigen. Leider wurde nie sofort nach dem Abtöten bei Zimmertemperatur untersucht. Von Filtrationsversuchen wird später die Rede sein.

8. Koniferen, Monokotylen und Dikotylen zeigen im Prinzip dasselbe Verhalten.

9. Blattlose Stengelpartien transpirierender Sprosse wie abgeschnittene, unbeblätterte Stengelstücke zeigen während der Erwärmung und Abkühlung ähnliche Reaktionen wie beblätterte, untergetauchte Zweige.

10. Nach Versuchen mit *Abies* kommt die Rinde für die Wasserleitung wohl nur als Schutzorgan des Holzkörpers in Betracht.

An dieser Stelle sei auch an die Folgen der Erwärmung oder Abkühlung des Wurzelsystems erinnert und auf einige diesbezügliche Arbeiten hingewiesen.

Im allgemeinen hat Abnahme der Wurzeltemperatur von 20° auf 0° eine Hemmung der Wurzelsaugung zur Folge, die aber individuell verschieden ist und z. B. bei Hochmoorpflanzen nur geringe Bedeutung hat, während sie in anderen Fällen bis zu 80 % der Anfangswerte ausmachen kann (FIRBAS 1931, S. 457; DÖRING 1934/35, S. 305; ROUSCHAL 1935, S. 313; NITSCHKE 1937). Bei Wasserkulturen von Baumwollpflanzen

beobachtete ARNDT (1937, S. 703) Welken, wenn die Wurzeltemperatur auf 10°-18° sank.

Bei Erwärmung der Wurzel von *Phaseolus vulgaris* von 0° auf 30° C fand TAGAWA (1937, S. 271) eine Zunahme der Wasserabsorption. In einer späteren Publikation (1938, S. 1) stellte derselbe Autor fest, daß der Sproß allein, nach Abschneiden der Wurzel, in gleicher Weise reagierte.

Ebenfalls sei auf BREWIG hingewiesen (1939, S. 341 ; 1937, S. 481), der aus Mikropotometerversuchen schloß, daß durch eine am Wurzelstumpf ausgeübte Saugung die Wasserdurchlässigkeit der Wurzel 10 bis 20 mal größer wird. Durch das Dekapitieren, also durch Eliminierung der Sproßsaugung, soll der Wurzelwiderstand entsprechend erhöht werden.