

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles = Bulletin der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg

**Herausgeber:** Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles

**Band:** 53 (1963)

**Artikel:** Beeinflussung der Absorption durch Temperatur und einige chemische Körper : Kupfersulfat, Pikrinsäure, Methylsäure, Äthylalkohol und Gesafid

**Autor:** Wicki, Joseph

**Kapitel:** I: Methodisches

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-308412>

### 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:** 30.01.2026

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

für die vielen Ratschläge und das mir während meiner Studienzeit stets bewiesene Interesse und Wohlwollen herzlich danken. Ebenfalls bin ich Herrn Prof. Dr. *G. Blum* für wertvolle Anregungen zu aufrichtigem Dank verpflichtet.

## I. Methodisches

### A. Untersuchungsmethode

Für meine Absorptionsversuche, die ich mit Gewebestückchen ausführte, wählte ich hauptsächlich die Hebelmethode (*Ursprung* und *Blum*, 1930, S. 306, *Ursprung*, 1937, S. 1387). Diese besitzt z. B. der Wägemethode (*Stiles and Jørgensen*, 1917a, S. 415, *Brauner* und Mitarbeiter, 1940, S. 270, *Reinders*, 1942, S. 5 ff.) gegenüber den Vorteil, das Objekt während der gesamten Versuchsdauer beobachten zu können. Zudem wird ein rascheres Arbeiten ermöglicht, indem man das Gewebestückchen für die ganze Untersuchungszeit in der Flüssigkeit belassen kann, wogegen beim Experimentieren mit der Wägemethode dieses für jede Wägung aus der Lösung genommen und sorgfältig getrocknet werden muß. Was öfters auch vorteilhaft sein kann, ist der Umstand, daß für Untersuchungen mit der Hebelmethode bedeutend kleinere Objekte genügen, als sie etwa für die Wägemethode erforderlich sind.

Die Versuche mit der Hebelmethode wurden so angestellt, daß von vergleichbaren Objekten das eine in Wasser und eines oder mehrere andere in die entsprechende Lösung, deren Einwirkungen auf die Pflanze ich feststellen wollte, gebracht wurden. Das Verhalten in Wasser diente somit als Vergleichsbasis.

Es erübrigt sich, mich weiter über den Hebelapparat auszulassen, da er bereits von *Ursprung* und *Blum* (1930, S. 306) und *Ursprung* (1937, S. 1387) beschrieben worden ist. Die Vergrößerung wählte ich so, daß ein Teilstreich des Messokularen einer Hebung, bzw. Senkung des Tasters von 0,6-0,8  $\mu$  entsprach. Zu Vergleichszwecken wurden auch andere Methoden angewandt, die an den betreffenden Stellen beschrieben sind.

## B. Versuchsmaterial

Für meine Untersuchungen mit der Hebelmethode scheinen von vornehmerein homogene Gewebestücke am geeignetsten. Saugkraftdifferenzen im Untersuchungsobjekt lassen sich so weitgehend vermeiden, womit auch Krümmungerscheinungen nach Möglichkeit ausgeschlossen werden.

Daher wählte ich unter anderem das Rindengewebe der Karotte (**Daucus Carota L.**). Verwendet wurden zwei Formen : « Pfälzer », eine gelbe, lange, abgestumpfte Sorte (vgl. *Becker-Dillingen*, 1928, S. 214) und eine rote, zylinderförmige Karotte, vermutlich Sorte Nantes (vgl. *Becker-Dillingen*, 1938, S. 620). Ich experimentierte vorwiegend mit letzterer.

Nach *Havis* (1939, S. 560) ist an der Bildung der eßbaren Partie der Karotte neben der Wurzel auch das Hypokotyl beteiligt : « The edible portion of the carrot is largely hypocotyl and varying amounts of the upper taproot, the relative amount of taproot depending somewhat on the horticultural variety. Thus, with the exception of the few millimeters of transition zone at the upper part of the hypocotyl, the enlarged edible portion of the mature carrot is anatomically of root structure. » Weiter schreibt derselbe Autor über den Bau der reifen Möhre unter anderem folgendes (S. 562) : « The mature enlarged or fleshy root and hypocotyl of **Daucus carota** is composed largely of parenchyma. If one examines a cross section of a mature carrot (enlarged part) with the unaided eye a pithlike center is noted. This is relatively large at the upper part of the hypocotyl and is smaller as a lower region is reached. With the exception of the few millimeters of transition zone in the upper hypocotyl, this pithlike zone consists largely of thin-walled xylem parenchyma and not true pith. » Wirkliches Mark findet sich nur in der kurzen Übergangszone (vgl. S. 562) : « In the short transition zone there is a true pith composed of thin-walled parenchyma which is surrounded by the primary xylem in the younger plant. » Weiter bemerkt *Havis* (S. 561) zur kambialen Tätigkeit : « Eventually the cambium opposite the protoxylem points lays down tracheae, tracheids, and considerable parenchyma in the xylem and a relatively small number of sieve tubes, companion cells, and parenchyma in the phloem. » Über den Bau von Kambium und Rinde sagt er folgendes (S. 562) : « The primary cambium remains active as

the edible carrot reaches maturity. The cambial region is composed of four to six rows of thin-walled, compact, rectangular cells, as seen in transverse sections. The phloem of the mature structure consists of a relatively large amount of parenchyma, although there are also sieve tubes, companion cells, and a few fibers. » *Havis* (S. 562) stellte auch Ölgänge fest: « Oil ducts are also present near the periphery of the phloem. » Die nächsten, nach außen gelegenen Schichten bezeichnet er als Perizykel (S. 562): « The pericycle makes up about a third as much of the region outside of the cambium as the phloem. » Darauf fährt der genannte Autor fort (S. 562 und 563): « The pericycle remains meristematic throughout the growing season; both radial and tangential division of cells takes place. Oil ducts are present near the periphery of the pericycle. » Den Abschluß nach außen bildet ein Periderm (S. 563): « The periderm, formed from pericyclic cells, is five to eight cells in width. The phellogen forms cork cells on the outside and phelloderm cells inside. The number of cork cells formed is much greater than the number of phelloderm cells, since the cork cells are constantly sloughed off and replaced. » (Zur Anatomie der Karotte vgl. auch: *de Bary*, 1877, S. 531, *Solereder*, 1899, S. 479 ff., *Fruwirth*, 1904, S. 118, *Haberlandt*, 1918, S. 651, *Becker-Dillingen*, 1938, S. 611 ff. *Metcalfe and Chalk*, 1950, S. 719). Ich verwendete für meine Untersuchungen diejenige Partie der Karotte, die zwischen dem Kambium und den von *Havis* als Perizykel bezeichneten Schichten liegt, das « Phloem », das im folgenden als Wurzelrinde angeführt ist. Die Beschreibung von *Havis* und auch eigene Befunde ließen jedenfalls dieses Rindengewebe als weitgehend homogen und damit für meine Untersuchungen als geeignet erscheinen. Gröbere Störungen verursachen einzig abzweigende Seitenwürzelchen, was aber makroskopisch sichtbar ist, sodaß Objekte, die solches Gewebe enthalten, leicht vermieden werden können.

Weiter experimentierte ich mit Kartoffelknollen (***Solanum tuberosum* L.**). Zur Untersuchung gelangte das parenchymatische Speicher-gewebe, das zwischen dem peripher gelegenen Bündelring und dem verhältnismäßig kleinen Markkörper liegt. Nach *Artschwager* (1924, S. 815) sind diese Schichten ziemlich homogen. Sie bestehen zur Hauptsache aus großen Parenchymzellen, zwischen welche kleine Phloemgruppen eingelagert sind. Er schreibt dazu: « In their entirety the tissues so far discussed – namely, cortex, pith, and vascular ring – form

only a small part of the tuber. By far the larger bulk of tuber tissue lying between cortex and pith and divided into two unequal parts by the narrow vascular ring consists of large polyhedral parenchyma cells in which small islets of phloem are embedded. » Jedenfalls dürfen auch nach eigener Erfahrung Objekte aus der verwendeten Knollenpartie als anatomisch ziemlich einheitlich bezeichnet werden. (Zur Anatomie vgl. ferner : *de Vries*, 1918, S. 204 ff., *Tschirch* und *Oesterle*, 1900, S. 233, *Becker-Dillingen*, 1928, S. 249, *Reinders*, 1942, S. 6.)

### C. Präparation des Untersuchungsmaterials

Als erstes war zu erwägen, ob eine Präparation des Untersuchungsmaterials in Luft zulässig sei. Zur Beurteilung der Größe dieser Fehlerquelle schnitt ich aus einer frischen Karotte parallelepipedische Objekte von 1,2 mm Dicke und einer Grundfläche von 6 mm<sup>2</sup> (2 × 3 mm) heraus und brachte sie von Luft umgeben zwischen Taster und Glästischchen.

*Tabelle 1*

#### **Daucus Carota**

Wurzelrinde, in Luft präpariert und in Luft gemessen. Wo für **Daucus** nichts weiteres vermerkt ist, wurde die Dickenänderung parallel zur Längsachse gemessen.

Versuch	Dickenänderung nach Minuten												
	-1	-3	-4	-5	-6	-7	-9	-14	-18	-23	-34 <sup>1</sup>		
1	1	2	3	4	5	8	15	20	25	30	40 <sup>2</sup>		
2	-5	-7	-9	-11	-13	-15	-17	-22	-28	-41	-52		
	1	2	3	4	6	7	9	15	20	30	40		
3	-5	-9	-13	-16	-18	-20	-28	-34	-41	-48	-66		
	1	2	4	6	8	10	15	20	25	30	40		

<sup>1</sup> Die Dickenänderung ist in Teilstrichen des Okularmikrometers wiedergegeben. Die Anzahl der Teilstriche ist in jedem Zeitpunkt als Gesamtdickenänderung von Versuchsbeginn weg zu verstehen. Dies gilt für alle Untersuchungen mit der Hebelmethode.

<sup>2</sup> Zeit in Minuten nach Versuchsbeginn ; gilt ebenfalls für alle folgenden Versuche mit der Hebelmethode.

Versuch	Dickenänderung nach Minuten											
	- 9	- 12	- 16	- 21	- 24	- 28	- 38	- 48	- 58	- 70	- 95	
4	1	2	4	6	8	10	15	20	25	30	40	
5	- 3	- 6	- 8	- 10	- 12	- 14	- 22	- 31	- 42	- 54	- 81	
6	1	3	5	6	8	10	15	20	25	30	40	
7	- 3	- 5	- 7	- 9	- 11	- 13	- 15	- 20	- 30	- 39	- 71	
7	1	3	4	6	8	10	15	20	25	30	40	
8	- 3	- 6	- 10	- 17	- 28	- 54						
8	1	15	20	25	30	40						
9	- 2	- 5	- 9	- 12	- 16	- 19	- 21	- 29	- 37	- 57	- 79	
9	1	2	4	6	8	9	10	15	20	30	40	
10	- 4	- 7	- 9	- 11	- 15	- 17	- 18	- 23	- 33	- 42	- 69	
10	1	2	3	4	7	8	10	15	25	30	40	

Diese 10 Versuche zeigen, daß die Zusammenziehungen des Gewebes in der ersten Minute 1-9 Teilstriche betragen. Für Saugkraftmessungen ist nach Vergleich von Tab. 1 mit Tab. 5,6 und 7 ein Arbeiten in Luft zulässig, da die ganze Präparation vom Schneiden bis zur ersten Ablesung bei einiger Übung kaum eine Minute Zeit in Anspruch nimmt (vgl. *Malin*, 1932, S. 365). Um die Gewebespannungen zu studieren, die einerseits durch das Schneiden selber und anderseits durch das Isolieren eines Gewebestückes aus der ganzen Wurzel entstehen, wurde das Verhalten von Karotten- und Kartoffelstückchen in Paraffinöl untersucht. Das Schneiden erfolgte ausschließlich mit Rasierklingen.

**Daucus Carota** weist in den ersten 30 Minuten Kontraktionen von 3 - 14, das Gewebe der Kartoffelknolle von 4 - 20 Teilstrichen auf. Während der dritten halben Stunde betragen die Dickenänderungen bei **Daucus** noch - 2 bis + 1, bei der Kartoffelknolle in der zweiten Stunde noch + 1 bis - 5 Teilstriche. Somit dürften nach einstündigem Verbleiben der Objekte in Paraffinöl die Spannungsdifferenzen einigermaßen ausgeglichen sein. Noch größer werden diese, wenn das Untersuchungsgewebe mit einem Korkbohrer herausgestochen wird. Zur Veranschaulichung seien folgende Versuche angeführt (vgl. Tab. 4).

*Tabelle 2*

**Daucus Carota**

Wurzelrinde, in Paraffinöl präpariert und in Paraffinöl untersucht. Objektgröße wie bei Tab. 1.

Versuch	Dickenänderung nach Minuten											
	- 2	- 1	- 3	- 5	- 8	- 14	- 19	- 20	- 20	- 19	- 19	
1	1	2	3	5	9	30	60	90	120	300	360	
2	- 1	- 2	- 3	- 4	- 3	- 2	- 1	0	0	+ 1	+ 1	
	1	5	6	8	25	30	40	50	60	90	360	
3	- 1	- 3	- 3	- 4	- 5	- 6	- 8	+ 4	+ 19			
	1	9	20	30	40	60	90	360	25 <sup>h</sup>			
4	- 1	- 2	- 3	- 4	- 3	- 3	+ 1	+ 2	+ 5	+ 3	- 3	- 9
	2	6	7	10	15	30	60	90	270	18 <sup>h</sup>	49 <sup>h</sup>	90 <sup>h</sup>

*Tabelle 3*

**Solanum tuberosum**

Knollengewebe in Paraffinöl präpariert und in Paraffinöl gemessen. Parallelepipedische Objekte von 1,2 mm Dicke und 6 mm<sup>2</sup> Grundfläche (2 × 3 mm)<sup>1</sup>.

Versuch	Dickenänderung nach Minuten											
	0	- 1	- 2	- 3	- 4	- 5	- 4	+ 4				
1	1	4	6	20	30	60	120	360				
2	- 1	- 4	- 5	- 6	- 10	- 15	- 20	- 25	- 25	- 20		
	1	4	7	10	20	30	60	120	180	360		
3	- 1	- 2	- 3	- 3	- 10	- 13	- 12					
	1	3	5	10	60	120	180					
4	- 4	- 6	- 8	- 9	- 10	- 14	- 20	- 23	- 21	- 19	- 14	
	1	2	3	4	5	10	30	60	120	180	360	

<sup>1</sup> Diese Objektgröße gilt für alle Versuche mit **Solanum tuberosum**, sofern nichts anderes bemerkt ist.

*Tabelle 4*

**Daucus Carota**

Wurzelrinde in Luft präpariert und in Luft gemessen.

Zylinderförmige Objekte mit einem Durchmesser von 4 mm und einer Dicke von 1,2 mm (Präparation mit Korkbohrer).

Versuch	Dickenänderung nach Minuten							
	+ 6	+ 9	+ 11	+ 15	+ 25	+ 18	- 8	- 19
1	1	2	3	5	9	10	15	20
2	- 2	- 5	- 7	- 11	- 18	- 21	- 28	- 30
3	1	2	3	4	6	7	9	10
	+ 1	+ 3	+ 10	+ 16	+ 25	+ 32	+ 31	+ 23
	1	2	4	5	7	23	24	30
								- 3
								50

In zwei von drei Fällen sind während der ersten Minuten sogar positive Werte zu verzeichnen, die aus der Dickenzunahme durch den Ausgleich der Gewebespannungen minus der Abnahme durch die Verdunstung resultieren.

Es scheint am ehesten möglich, in einer Versuchsreihe wirklich vergleichbare Objekte zu haben, wenn diese einer möglichst eng begrenzten Stelle von weitgehend einheitlicher Gewebeart und ein und derselben Karotte entnommen werden. Tatsächlich zeigt die folgende Tabelle, daß jedenfalls Karotten, die den Winter über im Keller lagen, Saugkraftunterschiede aufweisen können.

Aus Tab. 5 geht hervor, daß zu Vergleichszwecken nicht zwei Objekte aus zwei verschiedenen Karotten genommen werden dürfen, da die Wasserabsorption infolge verschiedener Saugkräfte natürlich auch nicht dieselbe sein würde.

Ich hatte noch die Frage zu prüfen, ob es zu Vergleichszwecken zulässig sei, Gewebestückchen aus verschiedenen Stellen ein und derselben Karotte zu verwenden. Um dies abzuklären, untersuchte ich die Saugkraftverteilung. (Tab. 6 und 7)

*Tabelle 5*

**Daucus Carota**

Saugkraftmessungen an zwei verschiedenen Karotten.

Untersuchungsmaterial: Im Keller überwinternde Karotten (Sorte Nantes).

Rindenschichten (« Perizykel ») der Basis der Karotte.

Rohrzucker- konzentra- tion in Mol	Dickenänderung nach Minuten					Mittlere Saugkraft in Atm.
	1. Karotte (Nantes)					
0,45	+ 10 4	+ 10 12	+ 10 16	+ 10 21	+ 10 30	> 12,8
0,50	0 2	+ 1 5	+ 2 9	+ 3 14	+ 3 19	+ 4 30
0,55	0 1	- 4 6	- 12 10	- 21 18	- 34 25	- 39 30
0,60	- 4 2	- 9 6	- 12 11	- 20 21	- 30 30	< 16,2
						< 18,0
	2. Karotte (Nantes)					
0,50	+ 6 1	+ 12 2	+ 43 8	+ 65 15	+ 78 23	+ 87 30
0,55	+ 4 1	+ 6 6	+ 9 13	+ 12 20	+ 17 30	> 14,5
0,60	+ 1 1	+ 2 5	- 3 11	- 5 16	- 8 23	- 13 30
0,65	- 4 1	- 16 4	- 25 18	- 30 23	- 35 30	< 16,2
						< 18,0
						< 19,8

Zur Feststellung der Saugkraftverteilung auf dem Querschnitt der Karotte wurden Messungen an fünf verschiedenen Stellen vorgenommen. Die erste bezieht sich auf die äußern Rindenschichten (« Perizykel »), die zweite auf die nächsten, nach innen gelegenen Rindenschichten (« Phloem »), die dritte auf die Umgebung des Kambiums, die vierte und fünfte beziehen sich auf den Holzkörper.

Zur Saugkraftbestimmung an einer bestimmten Stelle des Querschnittes wurden jeweils 4-6 senkrecht übereinanderliegende Objekte verwendet.

*Tabelle 6*

**Daucus Carota**

Saugkraftverteilung in der Längsrichtung der peripheren Rindenschichten („Perizykel“). Untersuchungsmaterial: Im Keller überwinternte Karotten (Sorte Nantes).

Rohrzucker- konzentra- tion in Mol	Dickenänderung nach Minuten						Mittlere Saugkraft in Atm.
	<i>Basis der Karotte</i>						
0,45	+ 10 4	+ 10 12	+ 10 16	+ 10 21	+ 10 30		> 12,8
0,50	0 2	+ 1 5	+ 2 9	+ 3 14	+ 3 19	+ 4 30	> 14,5
0,55	0 1	- 4 6	- 12 10	- 21 18	- 34 25	- 39 30	< 16,2
0,60	- 4 2	- 9 6	- 12 11	- 20 21	- 30 30		< 18,0
<i>Mitte der Karotte</i>							
0,45	+ 3 1	+ 12 6	+ 18 16	+ 22 25	+ 24 30		> 12,8
0,50	+ 2 1	+ 3 6	+ 3 11	+ 3 17	+ 3 20	+ 2 30	> 14,5
0,55	- 2 1	- 3 4	- 4 9	- 10 23	- 14 30		< 16,2
<i>Spitze der Karotte</i>							
0,40	+ 8 1	+ 16 9	+ 19 12	+ 29 20	+ 37 25	+ 45 30	> 11,2
0,45	+ 2 1	+ 11 8	+ 13 11	+ 19 19	+ 22 24	+ 24 30	> 12,8
0,50	+ 2 2	+ 3 5	+ 3 9	+ 5 16	+ 6 22	+ 7 30	> 14,5
0,55	- 4 1	- 20 4	- 48 13	- 53 15	- 70 25	- 77 30	< 16,2

Tabelle 7

**Daucus Carota**

Verteilung der Saugkraft auf dem Querschnitt. Untersuchungsmaterial: Im Keller überwinternte Karotten (Sorte Nantes).

Rohrzucker- konzentra- tion in Mol	Dickenänderung nach Minuten						Mittlere Saugkraft in Atm.
<i>Außere Rindenschichten (« Perizykel »)</i>							
0,50	+ 6 1	+ 12 2	+ 43 8	+ 65 15	+ 78 23	+ 87 30	> 14,5
0,55	+ 4 1	+ 6 6	+ 9 13	+ 12 20	+ 17 30		> 16,2
0,60	+ 1 1	+ 2 5	- 3 11	- 5 16	- 8 23	- 13 30	< 18,0
0,65	- 4 1	- 16 4	- 25 18	- 30 23	- 35 30		< 19,8
<i>Nächste, nach innen gelegene Rindenschichten (« Phloem »)</i>							
0,40	+ 17 2	+ 25 5	+ 30 8	+ 43 16	+ 50 23	+ 58 30	> 11,2
0,45	+ 4 1	+ 10 6	+ 15 12	+ 18 21	+ 21 28	+ 22 30	> 12,8
0,50	+ 1 1	+ 1 8	+ 2 16	+ 4 23	+ 8 30		> 14,5
0,55	- 4 3	- 10 9	- 15 20	- 16 28	- 16 30		< 16,2
<i>Umgebung des Kambiums</i>							
0,40	+ 1 1	+ 2 3	+ 3 14	+ 3 20	+ 3 30		> 11,2
0,45	+ 1 1	+ 2 3	+ 2 12	+ 2 18	+ 2 30		> 12,8
0,50	- 2 1	- 10 6	- 14 11	- 15 26	- 15 30		< 14,5
0,55	- 2 1	- 5 3	- 28 21	- 30 30			< 16,2

Rohrzucker- konzentra- tion in Mol	Dickenänderung nach Minuten					Mittlere Saugkraft in Atm.
<i>Außere Holzschichten</i>						
0,40	+ 4	+ 12	+ 13	+ 14	+ 15	> 11,2
	1	7	12	22	30	
0,45	0	+ 3	+ 4	+ 5	+ 5	> 12,8
	1	5	9	19	30	
0,50	- 1	- 6	- 8	- 10	- 12	< 14,5
	1	10	16	23	30	
0,55	- 2	- 5	- 10	- 20	- 26	< 16,2
	1	4	8	17	23	
<i>Innere Holzschichten</i>						
0,40	+ 5	+ 8	+ 8	+ 8	+ 8	> 11,2
	1	8	18	24	30	
0,45	+ 1	+ 3	+ 4	+ 4	+ 4	> 12,8
	1	5	16	21	30	
0,50	- 2	- 5	- 13	- 13	- 14	< 14,5
	1	4	14	19	30	

In der Rinde wurden in gleicher Entfernung von der Korkschicht in der Längsrichtung keine wesentlichen Saugkraftunterschiede konstatiert. Die mittlere Saugkraft von Objekten aus der Basis, der Mitte und der Spitze der Karotte lag zwischen 14,5 und 16,2 Atm (durch Interpolation : Basis 14,5 Atm, Mitte 14,8 Atm und Spitze 14,5 Atm). Von außen nach innen ist dagegen eine Abnahme zu verzeichnen, indem in der äußersten Schicht eine mittlere Saugkraft zwischen 16,2 und 18,0 Atm (durch Interpolation : 17,2 Atm), in der innersten zwischen 12,8 und 14,5 Atm (durch Interpolation : 13,1 Atm) zu finden ist, was sich bei diesen im Keller überwinternten Karotten mit der Transpiration der peripheren Partien erklären läßt.

Somit mußten die zu vergleichenden Objekte mindestens aus gleicher Entfernung vom Kork entnommen werden. Gewebestückchen, deren Verhalten gegenüber verschiedenen Flüssigkeiten verglichen werden sollten, untersuchte ich mit ein und demselben Hebelapparat, um allfällige Unterschiede zu vermeiden, die auf eine verschieden starke Vergrößerung zurückgeführt werden könnten. Die Präparation

hatte somit in Paraffinöl zu erfolgen, worin das Versuchsmaterial bis zur Untersuchung zu belassen war.

Aus der Notwendigkeit, die Präparation in Paraffinöl vornehmen zu müssen, ergab sich eine weitere Frage : Beeinflußt das verschieden lange Verweilen der Objekte in Paraffinöl die Wasserabsorption in irgend einer Weise?

Zum vornehmerein durfte erwartet werden, daß während der notwendigen Wartezeit in Paraffinöl bezüglich der Absorption kaum eine wesentliche Veränderung eintritt ; denn nach *Segmüller* (1948, S.142 ff.) wurde gerade bei der Kartoffel mit der Hebelmethode für die fragliche Zeit weder eine Saugkraftänderung noch eine Verlangsamung der Dickenänderungen von Bedeutung gefunden.

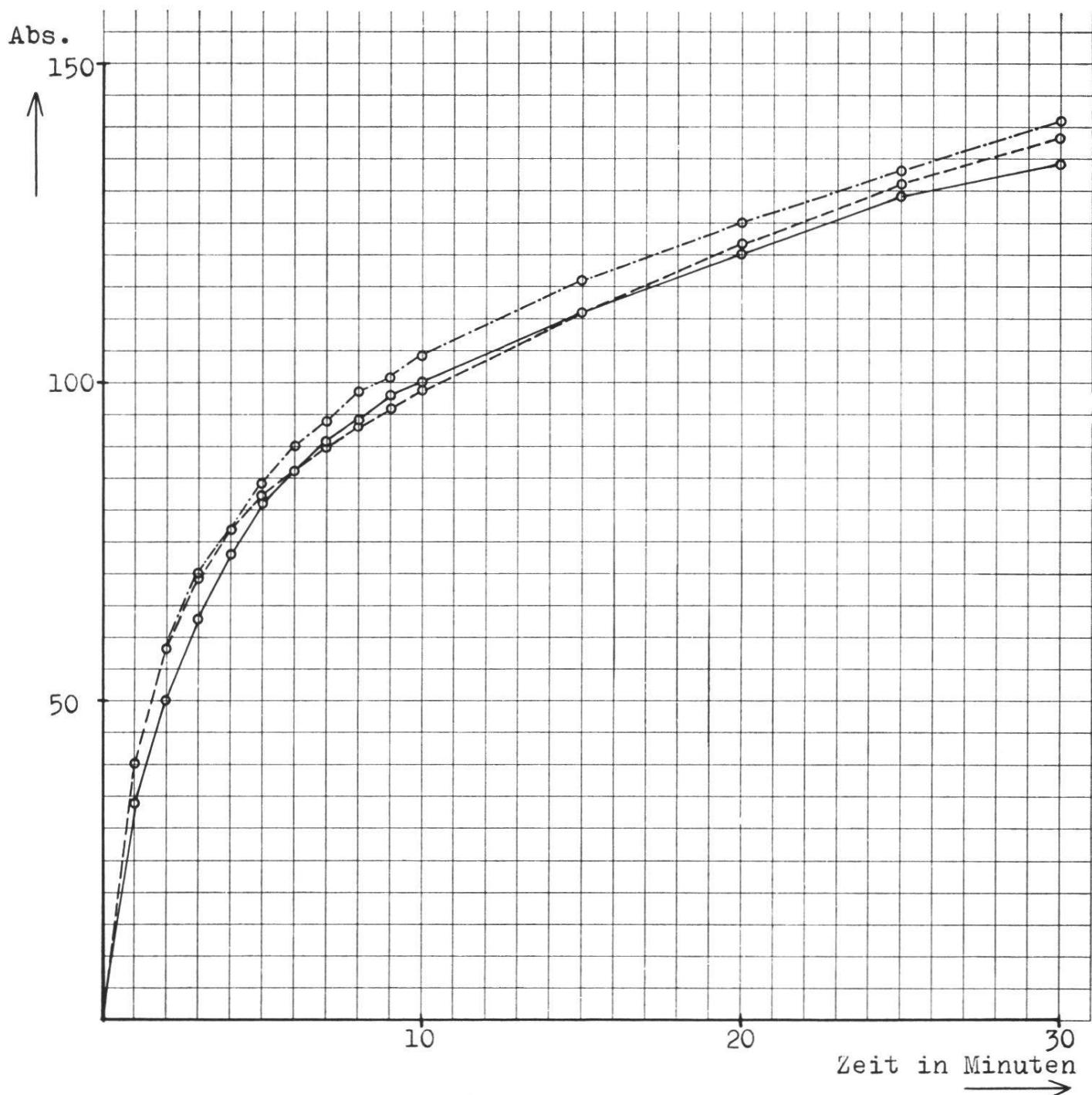
Zur Beantwortung dieser Frage schnitt ich aus einer Kartoffelknolle drei vergleichbare Gewebestückchen heraus und untersuchte das erste nach einstündigem Verweilen in Paraffinöl, das zweite nach zwei und das dritte nach drei Stunden. 15 Mal führte ich diese drei Vergleichsmessungen aus und berechnete die Mittelwerte. Letztere habe ich auf ganze Zahlen aufgerundet.

*Tabelle 8*

*Solanum tuberosum*

Wasserabsorption durch Objekte, die vor der Untersuchung verschieden lang in Paraffinöl lagen. (Mittel von 15 Versuchen.)

Dauer der Paraffinölein- lage in Stunden		Dickenänderung nach Minuten						
		+ 34	+ 50	+ 63	+ 73	+ 81	+ 86	+ 91
1	1	1	2	3	4	5	6	7
	+ 94	+ 98	+ 100	+ 111	+ 120	+ 129	+ 134	
	8	9	10	15	20	25	30	
	+ 40	+ 58	+ 69	+ 77	+ 82	+ 86	+ 90	
2	1	2	3	4	5	6	7	
	+ 93	+ 96	+ 99	+ 111	+ 122	+ 131	+ 138	
	8	9	10	15	20	25	30	
	+ 40	+ 58	+ 70	+ 77	+ 84	+ 90	+ 94	
3	1	2	3	4	5	6	7	
	+ 98	+ 101	+ 104	+ 116	+ 125	+ 133	+ 141	
	8	9	10	15	20	25	30	



Kurve zu Tab. 8

***Solanum tuberosum***

Einfluß von Paraffinöl auf die Wasserabsorption

— 1-stündige Paraffinöleinlage

- - - 2-stündige Paraffinöleinlage

- - - - 3-stündige Paraffinöleinlage

Abs. bedeutet die Dickenzunahme in Teilstichen des Okularmikrometers

#### **D. Fehlerquellen**

Auf Fehlerquellen, die bei Messungen mit der Hebelmethode möglich sind, haben schon *Ursprung* und *Blum* (1930, S. 309 ff.) hingewiesen.

Beim Eintauchen des in Luft liegenden Gewebestückchens in die Flüssigkeit zeigt der Taster fast immer eine mehr oder weniger große Bewegung. Diese röhrt zunächst her vom kapillaren Eindringen der Flüssigkeit zwischen Objekt und Glastischchen (vgl. *Ursprung* und *Blum*, 1930, S. 309 ff.) und von allfälligen Erschütterungen (*Malin*, 1932, S. 369). Störungen durch kapillares Eindringen zwischen Objekt und Glastischchen können vermieden werden, indem das Gewebe in einen Tropfen der Versuchslösung gebracht wird.

Zuweilen kann es vorkommen, daß das Objekt durch den Taster nicht genügend beschwert ist, sodaß es beim Eintauchen etwas gehoben wird und nicht mehr genau in die ursprüngliche Lage zurückfällt. Dies ist besonders der Fall bei schwer benetzbaren Geweben. Entsprechende Versuche habe ich mit fettigen Deckglassplittern gemacht. Jedenfalls kann die erste zuverlässige Ablesung erst nach dem Eintauchen in die Flüssigkeit erfolgen. Krümmungerscheinungen ließen sich bei meinem Untersuchungsmaterial keine beobachten, sofern eine bestimmte Objektgröße nicht überschritten wurde. Geeignet schienen mir Parallelepipede von 1-1,5 mm Dicke, 3 mm Länge und 2 mm Breite. Die konstante Dicke konnte dadurch erreicht werden, daß ich mit zwei parallel gerichteten Rasierklingen Doppelschnitte ausführte.

Falsche Resultate entstehen, wenn das Untersuchungsgewebe Luft aus den Interzellularen zwischen das Objekt und das Glastischchen abgibt, was meist schon makroskopisch oder mit Hilfe einer Lupe festgestellt werden kann. Zudem ist das nur der Fall bei rasch eindringenden Flüssigkeiten, wie Alkohol oder bei Temperatursteigerung.