

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

**Herausgeber:** Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles

**Band:** 3 (1908-1925)

**Heft:** 3: Zur Kenntnis des osmotischen Wertes der Alpenpflanzen

**Artikel:** Zur Kenntnis des osmotischen Wertes der Alpenpflanzen

**Autor:** Meier, Josef

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-306813>

#### 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>**

Vol. III. Fasc. 3.

BOTANIQUE

Band III. Heft 3.

---

# **Zur Kenntnis des osmotischen Wertes der Alpenpflanzen**

vorgelegt von

**Dr. Josef Meier**





## EINLEITUNG.

---

Seit den grundlegenden Arbeiten von *De Vries* und *Pfeffer* und den sich anschliessenden Untersuchungen wissen wir, dass der osmotische Wert in Pflanzenzellen ganz bedeutende Höhen erreichen kann, und dass seine absolute Grösse in verschiedenen Zellen und unter verschiedenen Bedingungen sehr variabel ist. Spätere Beobachtungen bestätigten und erweiterten diese Angaben und besonders die letzten Jahre haben uns ein ziemlich umfangreiches Tatsachenmaterial gebracht, das nach verschiedenen Methoden gewonnen wurde. Ich erinnere speziell an die Arbeiten von *Cavara* 1901 und 1905, *Lidforss* 1907, *Dixon* 1907, *Drabble* 1907, *Trinchieri* 1910, *Nicolosi-Roncati* 1910, *Dixon* und *Atkins* 1910—1912, *Fitting* 1911, *Hannig* 1912, Trotzdem sind unsere Kenntnisse auch heute noch sehr lückenhaft.

Die Möglichkeit, mich längere Zeit in den Freiburger Bergen aufzuhalten zu können, veranlasste mich, den osmotischen Wert der Alpenpflanzen zu ermitteln und mit dem in der Ebene zu vergleichen. Dabei berücksichtigte ich möglichst extreme Standorte, wodurch eventuelle Besonderheiten deutlich zum Ausdruck kommen mussten. Um ein möglichst getreues Bild von dem osmotischen Wert geben zu können, untersuchte ich die Pflanzen an ihrem Standort. Unter diesen Umständen war auch die plasmolytische Methode die einzige, die für mich in Betracht fallen konnte.

Diese Arbeit wurde in den Jahren 1911, 1912 und 1913 im Botanischen Institut der Universität *Freiburg* (Schweiz) bzw. in den Gastlosen ausgeführt. Ich erlaube mir, an dieser Stelle Herrn Professor *Ursprung*, auf dessen

Anregung hin ich dieselbe unternommen habe, für die wertvollen Ratschläge meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

### Geologische und meteorologische Orientierung.

Die *Gastlosen* gehören zu jenem grossen Kalkhöhenzug, der sich vom Thunersee, durch die Kantone Bern, Freiburg und Waadt bis zum Genfersee in N.-O.—S.-W. Richtung erstreckt und auch den Namen der Freiburger Praealpen führt. Sie stellen speziell jenes Gebiet dar, das sich vom Jaunbach bis zum Uebergang beim Wolfsort ausdehnt, und zwischen dem Sattelbach und Abläntschen gelegen ist.

Die *Gastlosen* bilden eine gewaltige, zerklüftete Mauer, die nur an wenigen Orten zu überschreiten ist und deren höchste Erhebung 2130 m. über Meer erreicht. Die Auszackungen sind so gewaltig, dass man nicht von einer Spitze zur andern gelangen kann, ohne wieder bedeutend herunter zu steigen. Breite, wilde „Kehlen“ trennen die hohen Gipfel von einander. Auf der östlichen Seite finden wir häufig Rasenbänder, die sich an den Felsen hinziehen und dem ganzen Gebirge Leben und Farbe verleihen. Gegen Westen haben wir die abgebrochene Seite der Falte, die aus steilen Wänden besteht, an deren Fuss sich grosse Schutthalden ausbreiten.

Die Mauer der *Gastlosen* ruht auf der Freiburger Seite auf einem Untergrund von Trias, der reich an Bitumen ist. Hieran schliesst sich ein eckiges Konglomerat, das die *Gastlosen* mit aller Wahrscheinlichkeit als eine Insel inmitten des grossen alten Meeres erscheinen lässt. Die Hauptmasse der Wand aber besteht aus hellem Ober-Jura-Kalk. Dieser liegt in bis 250 m. hohen Spitzen der Unterlage auf.

Ueber die Niederschläge orientieren die Angaben der Regenmesstation Jaun, die ich Herrn Lehrer *Buchs* zu verdanken habe. Sie sind allerdings nicht vollständig massgebend, da Jaun bedeutend tiefer liegt, nämlich 1030 m. über Meer, während das Untersuchungsgebiet von 1560—

2000 m. über Meer sich erhebt. Auch hatte man auf der Nordwestseite öfters Niederschläge, während auf der andern Seite des Gebirges der Himmel kaum bewölkt war. Ich füge daher noch meine eigenen Aufzeichnungen bei, die sich direkt auf mein Arbeitsgebiet beziehen (vgl. p. 65).

#### Angaben der Regenmesstation Jaun.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahres- summe
1906	75	103	132	71	143	90	130	74	46	46	63	181	1154
1909	73	18	121	82	83	228	229	143	97	190	62	225	1551
1912	80	89	153	78	182	290	183	276	89	254	99	96	1869

Vom Tal bis etwa 1700 m. über Meer finden wir Alpweiden, von denen die obersten im Juli und August bewirtschaftet werden. Von 1700 m. an beginnen die Felsen, unterbrochen von Geröllhalden und kleinern bis grössern Wiesenflecken, die während des Sommers den Schafen und Ziegen Nahrung bieten. Wenn daher die Flora auch nicht so reichlich war, wie wir es eigentlich wünschten, so bot uns das Gebiet im Uebrigen doch alle jene Abwechslung, die wir für unsere Untersuchungen nötig hatten.

#### Methode.

Die Messung des osmotischen Wertes führte ich in der üblichen Weise durch Plasmolyse mit Kalisalpeter- oder Rohrzuckerlösung aus. Den Rohrzucker gebrauchte ich jedoch nur zur Kontrolle. Die Lösungen wurden in Konzentrationsstufen verwendet, die um 0,05 Mol auseinanderlagen. Als Mass des osmotischen Wertes diente die Konzentration derjenigen Lösung, in der die Abhebung des Plasmashlauches von der Zellwand bei der Mehrzahl der betr. Zellen gerade begann (Plasmolytische Grenzlösung). Eventuelle Dimensionsveränderungen durch Entspannung der Zellwände wurden stets mit dem Okularmikrometer kontrolliert. In der Regel kamen nur solche Zellen zur Verwendung, die sich bei der Plasmolyse möglichst wenig verkleinerten. Abweichende Fälle sind später im Text angeführt. Die Schnitte blieben jeweilen 20-30 Minuten in der Lösung.

Die Normallösungen wurden jede Woche frisch hergestellt und in Liter-Flaschen mit eingeschliffenem Glasstöpsel aufbewahrt. Die verschiedenen Konzentrationsstufen, in welche die Schnitte zu liegen kamen, erneuerte ich je nach Gebrauch, doch mindestens 2 mal pro Tag. Sie befanden sich in kleinen Fläschen von 20 ccm Inhalt mit eingeschliffenem Glasstöpsel, die je 10 ccm Lösung enthielten.

Da es bei meiner Arbeit hauptsächlich darauf ankam, eine allgemeine Orientierung über den osmotischen Wert der Alpenpflanzen zu gewinnen, so habe ich möglichst zahlreiche Species in den Bereich meiner Untersuchungen einbezogen. Aus diesem Grunde beschränkte ich mich zuerst auf die Ermittlung des osmotischen Wertes der Blattepidermis, und zwar speziell der untern Epidermis ausgewachsener Blätter. Um individuelle Unterschiede auszugleichen, verwendete ich zu jeder osmotischen Messung die Blätter mehrerer an dem gleichen Standort wachsender Pflanzen. Die Schnitte wurden mit dem Rasiermesser möglichst den gleichen Stellen, in einem bestimmten Abstand von Mittelnerv und Blattspitze entnommen und sofort in die Lösung gebracht. Hin und wieder untersuchte ich auch die Epidermis der Blattoberseite, die Epidermis der Nerven u.s.w.

Bei vielen Pflanzen war es mir unmöglich, die Wurzeln und Wurzelfasern aus den Felsen und dem Geröll herauszugraben. Deshalb konnte ich die Messungen an den Wurzeln nicht überall durchführen. Zur Untersuchung dienten Epidermiszellen, die ich mittelst Flächenschnitten erhielt. Diese wurden stets in einem gewissen Abstand hinter der Wurzelspitze entnommen. In allen Fällen habe ich an der gleichen Pflanze und am gleichen Standort mehrere Messungen vorgenommen. Einige Pflanzen wurden sogar während der ganzen Versuchszeit alle 3 oder 4 Tage untersucht. Vom 12. Juni bis 1. September 1912 war ich ohne Unterbrechung in den Gastlosen, ebenso vom 20. bis 26. September, 12. bis 17. Oktober und von da an jeden Monat 2—4 Tage bis Juni 1913. Eine 1650 m.

über Meer liegende Alphütte diente mir während der Nacht und den vielen Regentagen, die oftmals mit Schneefällen abwechselten, als Schutz und Unterkunft. Fast täglich machte ich dann von hier aus, beladen mit meinem Laboratorium, Exkursionen bis in eine Höhe von 1800—2000 m. Oben angekommen suchte ich die Pflanzen auf, um sie am Standort selbst zu präparieren und sofort in die Lösungen einzulegen. Nachdem so 3—4 Pflanzen gesammelt und die nötigen Notizen gemacht waren, begab ich mich an einen günstiger gelegenen Untersuchungsort, um nach der angegebenen Zeit das Eintreten der Plasmolyse zu beobachten. Dadurch, dass ich die Pflanzen an ihrem Standort selbst untersuchte, glaubte ich am ehesten den wirklichen osmot. Wert zu erhalten. Im Gegensatz dazu hat *Fitting* die gesammelten Blätter erst nach der Exkursion untersucht<sup>1</sup>. Während dieser Zeit kann aber, falls nicht besondere Vorsichtsmassregeln getroffen waren, der osmotische Wert sich verändert haben. In noch höherem Grade dürfte das für die Untersuchungen von *Marie* und *Gatin* zutreffen, die sich ihre Objekte in einem Blechkasten aus den Pyrenäen zusenden liessen<sup>2</sup>.

Von welcher Bedeutung die sofortige Ermittlung des osmotischen Wertes am Standort werden kann, zeigen die folgenden Beispiele. Morgens 10 h. wurden ausgewachsene Blätter verschiedener Pflanzen gepflückt, ins Laboratorium gebracht, unbedeckt auf dem Arbeitstisch liegen gelassen und zu verschiedenen Zeiten untersucht. Zimmertemperatur 18° C.

	Sofort nach dem Pflücken der Blätter.	2 Stunden später.	10 Stunden später.	24 Stunden später.
<i>Syringa vulgaris</i> . . .	0.80	0.85	1.—	1.20
<i>Anemone hepatica</i> . . .	0.35	0.40	0.50	0.80
<i>Taraxacum officinale</i> . . .	0.35	0.40	0.50	0.70
<i>Mercurialis perennis</i> . . .	0.60	0.65	0.70	1.20--1.50

<sup>1</sup> Vergl. *Fitting*: „Die Wasserversorgung und die osmotischen Druckverhältnisse der Wüstenpflanzen“. Zeitschr. f. Bot., 1911, pag. 224. „Die Blätter wurden stets am Vormittag gesammelt und am gleichen Tag noch untersucht“.

<sup>2</sup> Vergl. *Marie et Gatin*, „Déterminations cryoscopiques effectuées sur des sucs végétaux. Comparaison d'espèces de montagne avec les mêmes espèces de la plaine“. Assoc. franç. Avanc. Sc. 1911, pag. 492-494.

Einige Tage später wurden Blätter der gleichen Species in eine Botanisierbüchse eingeschlossen an die Sonne gelegt. Die Temperatur an der Sonne vor dem Fenster betrug 32° C. Dabei zeigte es sich, dass von Morgens 10 h. bis Abends 5 h. der osmotische Wert ganz bedeutend zugenommen hatte.

	Sofort nach dem Pflücken der Blätter.	Nach 7 Stunden.
<i>Syringa vulgaris</i> . . . . .	0.80	1.40
<i>Anemone hepatica</i> . . . . .	0.35	1.20
<i>Taraxacum officinale</i> . . . . .	0.35	0.85
<i>Mercurialis perennis</i> . . . . .	0.60	1.50

Aus diesen wenigen Versuchen geht deutlich hervor, dass die osmotische Untersuchung möglichst bald nach dem Pflücken erfolgen sollte.

Infolge der in der Höhe stets wehenden Winde musste darauf geachtet werden, dass sich die Konzentration der Lösung auf dem Objektträger während der Untersuchung nicht veränderte. Um die Brauchbarkeit meiner Methode zu prüfen, habe ich im Laboratorium Kontrollversuche vor einem kräftigen Ventilator gemacht. Es zeigte sich, dass bei *rascher Arbeit* der Wind keinen nachteiligen Einfluss auf das Resultat der Untersuchung ausübt.

### Pflanzentabelle.

Die folgende Tabelle enthält die Pflanzen, an denen Messungen des osmotischen Wertes vorgenommen wurden; es sind 295 Arten, die sich auf 185 Gattungen und 55 Familien verteilen. 238 Arten untersuchte ich in den Gastlosen, 57 in der Umgebung von Freiburg. Ein vorgesetztes + weist darauf hin, dass die Untersuchung an beiden Standorten vorgenommen werden konnte, ein \*, dass sie sich auf Freiburg beschränkte. Vertreter aus der Umgebung von Freiburg wurden besonders zu Vergleichszwecken herangezogen. Die Zahlen hinter den einzelnen Pflanzen geben die Nummern der Tabellen an, welche osmotische Untersuchungen der betreffenden Species enthalten. Bezügl. der Nomenklatur habe ich mich nach der III. Auflage der Flora

von *Schinz* u. *Keller* gerichtet. Die Belegexemplare befinden sich in meinem Privat-Herbarium sowie in demjenigen der Universität Freiburg.

Tabelle 1.

## I. PTERIDOPHYTA.

### Polypodiaceae.

+ <i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh.	3, 13, 18.
<i>Dryopteris Robertiana</i> (Hoffm.) C. Christensen	2, 3, 4, 7.
» <i>rigida</i> (Hoffm.) Underwood	3.
» <i>Lonchitis</i> (L.) O. Kuntze	2, 3, 7, 13.
+ <i>Asplenium Trichomanes</i> L.	2, 3, 7, 13, 16, 17, 18, 21.
» <i>viride</i> Hudson	2, 3, 7.
+   » <i>Ruta muraria</i> L.	2, 11a, 16, 17, 18, 21.
<i>Polypodium vulgare</i> L.	2, 13, 17.

### Ophioglossaceae.

<i>Botrychium Lunaria</i> (L.) Sw.	4, 5.
------------------------------------	-------

### Equisetaceae.

+ <i>Equisetum arvense</i> L.	6, 18.
-------------------------------	--------

## II. SIPHONOGAMAE.

### A. Gymnospermae.

#### Pinaceae.

* <i>Larix decidua</i> Miller	18.
+ <i>Juniperus communis</i> L.	4, 5, 7, 14a, 16, 17, 18.

### B. Angiospermae.

#### a. Monocotyledones.

##### Gramineae.

<i>Stipa Calamagrostis</i> (L.) Wahlenb.	2, 3, 7, 13.
<i>Phleum alpinum</i> L.	4, 5, 13.
* <i>Glyceria aquatica</i> (L.) Wahlenb.	21.
* <i>Agrostis tenuis</i> Sibth.	18.

Tabelle 1.

<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) Pal.	5, 13.
* <i>Avena sativa</i> L.	18.
<i>Sesleria coerulea</i> (L.) Ard.	2, 4, 13, 17.
<i>Poa alpina</i> L.	2, 4, 5, 7.
» <i>alpina</i> L. var. <i>vivipara</i> L.	5.
* » <i>annua</i> L.	18, 21.
» <i>nemoralis</i> L.	2, 4.
» <i>pratensis</i> L.	4, 5.
<i>Festuca ovina</i> L. ssp. <i>duriuscula</i> (L.) Kork	2, 4, 5, 13.
* <i>Bromus tectorum</i> L.	18, 20.
<i>Nardus stricta</i> L.	5, 13.
<i>Agropyrum caninum</i> (L.) Pal.	3.
* <i>Secale cereale</i> L.	18.

### Cyperaceae.

<i>Eriophorum angustifolium</i> Roth.	6, 13.
<i>Blysmus compressus</i> (L.) Panzer	6, 13.
* <i>Carex verna</i> Chaix	18.
» <i>muricata</i> L.	5.
» <i>paniculata</i> L.	6, 13.
» <i>Goodenowii</i> Gay	6, 13.
» <i>semperflorens</i> Vill.	3.
» <i>flacca</i> Schreber	6, 13.

### Juncaceae.

<i>Juncus alpinus</i> Vill.	6.
* » <i>effusus</i> L.	18.
* <i>Luzula campestris</i> (L.) Lam u. Dl.	18.

### Liliaceae.

<i>Tofieldia calyculata</i> (L.) Wahlenb.	5, 6, 7, 13.
<i>Veratrum album</i> L.	5, 13.
* <i>Colchicum autumnale</i> L.	21.
<i>Paradisia Liliastrum</i> (L.) Bertol	3, 9, 12, 13.
<i>Allium Schoenoprasum</i> L.	6, 13.
<i>Lilium Martagon</i> L.	4, 13.
* <i>Majanthemum bifolium</i> (L.) F.W. Schmidt	18.
<i>Paris quadrifolia</i> L.	5, 13.

Iridaceae.

- + *Crocus albiflorus* Kit. 9, 18.

Orchidaceae.

- \* *Orchis masculus* L. 18.  
\* » *maculatus* L. 18.  
» *globosus* L. 4, 5, 13.  
+ » *ustulatus* L. 4, 5, 9, 13, 18.  
*Coeloglossum viride* (L.) Hartm. 5, 13.  
*Gymnadenia albida* (L.) Rich. 4, 5, 13.  
» *odoratissima* (L.) Rich. 4, 5, 9.  
*Nigritella nigra* (L.) Rchb. 4, 5, 9, 11, 13.  
+ *Platanthera bifolia* (L.) Rich. 5, 13, 18.  
*Epipactis atropurpurea* Rafin. 4, 13.  
*Listera ovata* (L.) R. Br. 5.

b. *Dicotyledones.*

Salicaceae.

- Salix retusa* L. 2, 3, 4, 7, 11a, 13, 14,  
14a.  
» *reticulata* L. 2, 4, 12, 13, 14a.  
» *grandifolia* Seringe 5, 13, 14a.  
» *hastata* L. 2, 4, 13, 14a.

Urticaceae.

- + *Urtica urens* L. 5, 10, 18.

Santalaceae.

- Thesium alpinum* L. 4, 5, 9.  
» *pratense* Ehrh. 5.

Polygonaceae.

- Rumex alpinus* L. 5.  
» *scutatus* L. 2, 3, 7, 9.  
\* » *Acetosa* L. 18, 21.  
» *arifolius* All. 3.  
\* » *conglomeratus* Murray 18.  
*Polygonum viviparum* L. 2, 4, 9.  
+ » *bistorta* L. 5, 6, 7, 18.

Tabelle 1.

Caryophyllaceae.

Silene acaulis L.	2, 13.
» vulgaris (Mönch) Garke	2, 3, 7, 9.
» nutans L.	2, 4.
Lychnis Flos cuculi L.	5, 6, 7, 18.
Melandrium dioicum (L.) Schinz u. Thellung	3.
Gypsophila repens L.	2, 3, 4, 7, 13.
+ » paniculata L.	4, 18.
Dianthus Caryophyllus L. ssp. silvester (Wulfen) Rouy u. Fonc	2, 4, 13.
+ Saponaria ocymoides L.	2, 3, 4, 7, 13, 18.
Cerastium arvense L.	2, 4, 7, 13.
Minuartia verna (L.) Hierm.	2, 3, 4, 7, 10, 13.
Arenaria ciliata L.	2, 3, 4, 7, 10, 13, 14a.
Moehringia muscosa L. » ciliata L.	2, 4, 7, 13, 17. 2.

Ranunculaceae.

* Helleborus foetidus L.	11, 18, 19.
Aconitum Napellus L. » Lycoctonum L.	5. 5.
* Anemone ranunculoides L.	18.
* » hepatica L. » alpina L.	20, 21. 5, 9.
* Anemone nemorosa L.	18, 21.
* Ranunculus repens L. » ficaria L. » breyninus Crantz » geranifolius Pourret var. oreophilus M. Breb. » alpestris L.	18. 21. 5. 2.
+ » aconitifolius L. ssp. platanifolius L.	6, 18.
Thalictrum minus L. ssp. saxatilis Dl.	4.

Papaveraceae.

* Chelidonium majus L.	18.
------------------------	-----

Tabelle 1.

Cruciferae.

Biscutella laevigata L.	3.
Kerneria saxatilis (L.) Rchb.	2, 3, 4, 7, 10, 12, 13, 17.
Hutchinsia alpina (L.) R. Br.	2, 3, 7, 9, 13.
* Capsella Bursa pastoris (L.) Medikus	18.
Draba aizoides L.	2, 4, 13, 17.
Arabis hirsuta (L.) Scop.	3, 4, 14 b.
» alpestris (Schleicher) Rchb.	2, 4, 13, 14 b.
» alpina L.	2, 3, 7, 10, 14 a, 17.

Crassulaceae.

Sedum atratum L.	2, 4, 7, 12, 13, 14 c.
» dasypodium L.	2, 12, 13, 17.
» album L.	2.
» mite Gilibert	2.
» rupestre L.	2, 13.
Sempervivum tectorum L.	2, 8 c, 9, 11, 12, 13, 17.

Saxifragaceae.

Saxifraga oppositifolia L.	2, 3, 7, 10, 13, 17.
» Aizoon Jacq.	2, 3, 7, 8 b, 10, 11, 12, 13, 17, 20.
+ Saxifraga aizoides L.	2, 3, 7, 9, 13, 15, 16, 18, 20.
» moschata Wulfen	2, 13, 17.
» rotundifolia L.	4, 9, 17.
+ Chrysosplenium alternifolium L.	5, 18.
+ Parnassia palustris L.	4, 5, 6, 7, 13, 14 a, 18.

Rosaceae.

Cotoneaster tomentosa (Aiton) Lindley	2, 3, 7, 13, 14 a.
Sorbus Chamaemespilus (L.) Crantz	3, 4, 11 a, 13, 14 a.
Amelanchier ovalis Medikus	2, 3, 4, 7, 13, 14 a.
+ Rubus saxatilis L.	4, 14 a, 18.
» idaeus L.	4, 14 a, 21.
* Fragaria vesca L.	18.
Potentilla aurea L.	4, 5, 9, 14 a.
Geum montanum L.	11 a.

Tabelle 1.

* » urbanum L.	18.
Dryas octopetala L.	2, 3, 4, 7, 10, 11 a, 13, 14 a.
Alchemilla alpiña L.	5.
» vulgaris L.	5, 11.
+ Sanguisorba minor Scop.	5, 9, 15, 16, 17, 18.
+ Rosa canina L.	2, 4, 13, 14 a, 18.
» pendulina L.	4, 14 a.

**Leguminosae.**

* Genista tinctoria	20.
Cytisus sagittalis (L.) Koch	5, 9.
Medicago lupulina L.	3, 5, 7.
Trifolium rubens L.	4.
» badium Schreber	4, 5, 14 b.
» pratense L.	21.
+ Anthyllis Vulneraria L.	2, 3, 4, 5, 7, 15, 16, 17, 18.
Lotus corniculatus L.	2, 3, 4, 5, 7, 11.
Oxytropis montana (L.) Dl.	3, 4, 7.
+ Hippocrepis comosa L.	2, 3, 4, 5, 7, 15, 16, 17, 18.
Vicia silvatica L.	4.
» sepium L.	5.
Lathyrus pratensis L.	3.
* » vernus (L.) Bernh.	18.

**Geraniaceae.**

Geranium sylvaticum L.	4, 5.
+ » Robertianum L.	2, 5, 14 b, 15, 16, 17, 18.

**Buxaceae.**

* Buxus sempervirens L.	18, 19.
-------------------------	---------

**Oxalidaceae.**

* Oxalis Acetosella L.	18.
------------------------	-----

**Linaceae.**

Linum catharticum L.	4, 5, 14 b.
----------------------	-------------

	Aquifoliaceae.	
* Ilex Aquifolium L.		18, 19, 21.
	Polygalaceae.	
Polygala vulgare L.		
var. pseudo-alpestre Gren.		2, 4, 5, 7.
	Rhamnaceae.	
Rhamnus alpina L.		2, 3, 14 a.
	Euphorbiaceae.	
* Mercurialis perennis L.		18.
Euphorbia dulcis L.		3.
» Cyparissias L.		3.
	Araliaceae.	
* Hedera Helix L.		18, 19, 21.
	Hypericaceae.	
* Hypericum perforatum L.		18.
	Cistaceae.	
* Helianthemum nummularium (L.) Miller	18.	
» alpestre (Jacq.) DC.	5.	
	Violaceae.	
Viola biflora L.		2, 4, 9.
* » silvestris Lam. em. Rehb.		18.
	Thymelæaceae.	
+ Daphne Mezereum L.		2, 4, 5, 7, 14 a, 15, 18.
	Oenotheraceae.	
Epilobium angustifolium L.		4
» montanum L.		4.
	Umbelliferae.	
Astrantia major L.		5.
Bupleurum ranunculoides L.		2, 3, 4, 7, 13.
+ Carum Carvi L.		5, 14 b, 15, 18.
* Chaerophyllum hirsutum L.		21.
Pimpinella major (L.) Hudson		4, 5, 7.

Tabelle 1

<i>Athamante cretensis</i> L.	2, 3, 7, 13.
<i>Peucedanum austriacum</i> (Jacq.) Koch.	3.
<i>Laserpitium latifolium</i> L.	2, 3, 7, 13.
» <i>Siler</i> L.	2, 11 a, 13.

Ericaceae.

<i>Rhododendron ferrugineum</i> L.	2, 4, 14 a, 17.
<i>Arctostaphylos Uva ursi</i> (L.) Sprengel	2, 14 a, 17.
<i>Vaccinium Vitis idaea</i> L.	4, 14 a.

Oleaceae.

* <i>Syringa vulgaris</i> L.	18, 19.
* <i>Ligustrum vulgare</i> L.	18, 19.

Pyrolaceae.

* <i>Pyrola rotundifolia</i> L.	18.
---------------------------------	-----

Primulaceae.

+ <i>Primula Auricula</i> L.	2, 9, 9 a, 11, 16, 17, 20.
» <i>farinosa</i> L.	6, 14.
+ » <i>elatior</i> (L.) Schreber	4, 18, 21.
<i>Androsace Helvetica</i> (L.) All.	9.
<i>Soldanella alpinà</i> L.	9, 14 a.

Gentianaceae.

<i>Gentiana lutea</i> L.	4, 5, 13, 14 a.
» <i>verna</i> L.	4, 9, 13.
» <i>Clusii</i> Perr. u. Song.	2, 4, 5, 13.
» <i>campestris</i> L.	4, 5, 9, 11 a; 13, 14 b.

Apocynaceae.

* <i>Vinca minor</i> L.	18, 19, 20.
<i>Vincetoxicum officinale</i> Mönch	2, 3.

Boraginaceae.

* <i>Pulmonaria officinalis</i> L.	18, 24.
+ <i>Myosotis silvatica</i> (Ehrh.) Hoffm.	4, 5, 15, 18.
» <i>pyrenaica</i> Pourret	3, 4, 5, 7.
<i>Cerinthe glabra</i> Miller	3, 9.

Labiatae.

<i>Teucrium montanum</i> L.	2, 3, 4, 7, 10.
-----------------------------	-----------------

Tabelle 1.

<i>Prunella grandiflora</i> (L.) Mönch	4, 9, 11.
* » <i>vulgaris</i> L.	18.
<i>Galeopsis Tetrahit</i> L.	3, 14 c.
* <i>Lamium purpureum</i> L.	18.
<i>Stachys alpinus</i> L.	4.
* » <i>silvaticus</i> L.	18.
<i>Satureia alpina</i> (L.) Scheele	2, 3, 7, 17.
» <i>vulgaris</i> (L.) Fritsch	18.
+ <i>Thymus Serpyllum</i> L.	2, 15, 16, 17, 18.
<b>Scrophulariaceae.</b>	
<i>Verbascum Thapsus</i> L.	5, 14 c.
* <i>Linaria Cymbalaria</i> (L.) Miller	18.
» <i>alpina</i> (L.) Miller	3, 4, 13, 14 b.
» <i>vulgaris</i> Miller	4.
<i>Veronica aphylla</i> L.	2, 4, 7, 11, 13.
+ » <i>Beccabunga</i> L.	6, 15, 18, 20.
* » <i>Chamaedrys</i> L.	5, 11 a, 12.
+ » <i>latifolia</i> L. em. Scop.	4, 5, 7, 13, 18.
+ » <i>officinalis</i> L.	5, 18.
» <i>alpina</i> L.	5.
» <i>fruticulosa</i> L.	2.
» <i>fruticans</i> Jacq.	2, 3, 7, 9.
<i>Digitalis ambigua</i> Murray	
<i>Erinus alpinus</i> L.	2, 3, 7, 17.
+ <i>Euphrasia Rostkoviana</i> Hayne	5, 11 a, 14 c, 15, 18.
» <i>hirtella</i> Jordan	4, 13, 14 c.
» <i>salisburgensis</i> Funk	4, 9, 13, 14 c.
» <i>minima</i> Jacq.	4, 13, 14 c.
<i>Rhinanthus subalpinus</i> (Stern)	
Schinz u. Thellung	4, 13, 14 c.
<i>Pedicularis verticillata</i> L.	4, 5, 7, 12, 13.
» <i>foliosa</i> L.	4.
<b>Lentibulariaceae.</b>	
+ <i>Pinguicula alpina</i> L.	2, 6, 7, 9, 15, 18.
<b>Globulariaceae.</b>	
<i>Globularia cordifolia</i> L.	2, 4, 8 a, 9, 10, 11, 17, 20.

## Plantaginaceae.

* <i>Plantago media</i> L.	18.
+* » <i>major</i> L.	5, 15, 18.
* » <i>lanceolata</i> L.	18.
» <i>montana</i> Lam.	4, 5.
» <i>alpina</i> L.	4, 5.

## Tabelle

## Rubiaceae.

* <i>Asperula odorata</i> L.	18.
+ <i>Galium bruciata</i> (L.) Scop.	3, 18.
+ » <i>asperum</i> Schreber	2, 3, 7, 9, 10, 15, 16, 17, 18.

## Caprifoliaceae.

<i>Lonicera alpigena</i> L.	2, 14 a.
-----------------------------	----------

## Valerianaceae.

<i>Valeriana tripteris</i> L.	2, 3, 7.
-------------------------------	----------

## Dipsacaceae.

<i>Scabiosa lucida</i> Vill.	4.
+ <i>Succisa pratensis</i> Mönch	5, 15.

## Campanulaceae.

<i>Phytheuma orbiculare</i> L.	4, 5, 13.
* » <i>spicatum</i> L.	18.
<i>Campanula barbata</i> L.	4, 5, 7, 13.
» <i>thyrsoides</i> L.	4, 13, 14 b.
» <i>glomerata</i> L.	5.
+ » <i>cochleariifolia</i> Lam.	2, 3, 4, 5, 7, 12, 15, 16, 17, 18.
<i>Campanula Scheuchzeri</i> Vill.	3.
* » <i>persicifolia</i> L.	18.
» <i>rhomboidalis</i> L.	4, 5, 9, 13.
* » <i>rapunculoides</i> L.	18.
» <i>Trachelium</i> L.	4, 5, 7, 9, 13.

## Compositae.

<i>Adenostyles glabra</i> (Miller) DC	2, 3, 7, 13.
<i>Solidago Virga-aurea</i> L.	
var. <i>alpestris</i> W. K.	4.

		Tabelle 1.
+	<i>Bellidiastrum Michelii</i> Cass.	2, 4, 7, 15, 16, 17, 18.
+	<i>Bellis perennis</i> L.	18, 21.
	<i>Aster alpinus</i> L.	2.
	<i>Erigeron alpinus</i> L. ssp. <i>polymorphus</i> (Scop.) Hoppe u. Hornsch.	2, 4, 9, 11 a, 13.
	<i>Antenaria dioeca</i> (L.) Gärtner	5.
	<i>Achillea Millefolium</i> L.	5.
+	<i>Chrysanthemum Leucanthemum</i> L.	4, 5, 7, 15, 18.
	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	5.
*	<i>Tussilago Farfara</i> L.	18.
	<i>Homogyne alpina</i> L.	4, 9.
	<i>Arnica montana</i> L.	4, 5.
	<i>Senecio Doronicum</i> L. » <i>viscosus</i> L.	2, 3, 7, 9. 4, 14 b, 17.
*	» <i>vulgaris</i> L.	18.
	<i>Carlina acaulis</i>	5, 9, 17.
	<i>Arctium tomentosum</i> Miller	3, 14 c.
	<i>Carduus defloratus</i> L. » <i>Personata</i> (L.) Jacq.	2, 4, 14 a. 4, 5.
*	<i>Cirsium lanceolatum</i> (L.) Hill. » <i>eriophorum</i> (L.) Scop.	18. 5, 14 c.
	<i>Centaurea montana</i> L. » <i>Scabiosa</i> L.	4, 17. 2, 5, 13.
	<i>Aposeris foetida</i> (L.) Less.	5.
	<i>Leontodon hispidus</i> L. var. <i>hastilis</i> L.	4, 5.
*	<i>Tragopogon pratensis</i> L.	18.
+	<i>Taraxacum officinale</i> Weber <i>Crepis aurea</i> (L.) Cass.	5, 15, 18, 20, 21. 5.
	» <i>blattarioides</i> (L.) Vill.	5, 9.
	<i>Hieracium villosum</i> L. » <i>vulgatum</i> Fries	4, 5, 11. 5, 9.
	» <i>humile</i> Jacq.	2, 4.
	» <i>scorzonerifolium</i> Vill.	2.
	» <i>murorum</i> L.	2, 3, 7, 12, 13.
	» <i>tardiusculum</i> N. P.	2.

Tabelle

## Der osmotische Wert einiger Pflanzen auf Felsen.

Das grösste Extrem von Trockenheit finden wir bei uns in den Kalkalpen, wo das Regenwasser schnell abläuft und die Vegetation ausserdem der starken Insolation und den austrocknenden Winden ausgesetzt ist.

Die folgende Tabelle enthält alle Pflanzen, die ich während des Sommers 1912 auf Felsen angetroffen und untersucht habe; es sind zum grössten Teil Vertreter der eigentlichen Felsflora<sup>1</sup>, zum Teil nur spontan auf Felsen vorkommende Gewächse. Die Maxima und Minima des osmot. Wertes beziehen sich nur auf die Bestimmungen während des Sommers 1912, ebenso die Mittelwerte, die stets auf eine grössere Zahl von Messungen sich erstrecken.

Tabelle 2.

	Max.	Min.	Mittel
Dryopteris Lonchitis	0,90	0,90	0,90
"      Robertianum	0,80	0,80	0,80
Asplenium Trichomanes	0,80	0,50	0,65
"      viride	0,75	0,60	0,65
"      Ruta muraria	0,70	0,60	0,65
Polypodium vulgare	0,70	0,60	0,63
Stipa Calamagrostis	1,40	1,20	1,30
Sesleria coerulea	0,80	0,80	0,80
Poa alpina	1,20	1,10	1,14
"      nemoralis	1,10	1,05	0,80
Festuca ovina ssp. duriuscula	1,30	1,20	1,25
Salix retusa	0,80	0,60	0,68
"      reticulata	0,70	0,60	0,65
"      hastata	0,80	0,80	0,80
Rumex scutatus	0,35	0,30	0,33
Polygonum viviparum	0,55	0,50	0,53
Silene acaulis	0,80	0,50	0,60
"      vulgaris	0,40	0,30	0,38
"      nutans	0,55	0,50	0,52

<sup>1</sup> Vergl. Oettli, „Beiträge zur Ökologie der Felsflora“. Inaug Diss., Zürich 1904, pag. 12.

	Max.	Min.	Mittel
<i>Gypsophila repens</i>	0,55	0,55	0,55
<i>Dianthus Caryophylus</i>	1,20	0,80	1,00
ssp. <i>silvester</i>			
<i>Saponaria ocymoides</i>	0,80	0,75	0,78
<i>Cerastium arvense</i>	0,95	0,90	0,93
<i>Minuartia verna</i>	1,05	0,60	0,89
<i>Arenaria ciliata</i>	0,65	0,40	0,50
<i>Moehringia muscosa</i>	0,60	0,60	0,60
", <i>ciliata</i>	0,60	0,60	0,60
<i>Ranunculus alpestris</i>	0,80	0,60	0,73
<i>Kerneria saxatilis</i>	0,70	0,50	0,58
<i>Hutchinsia alpina</i>	0,80	0,50	0,65
<i>Draba aizoides</i>	0,80	0,70	0,73
<i>Arabis alpina</i>	0,50	0,30	0,41
", <i>alpestris</i>	0,45	0,45	0,45
<i>Sedum atratum</i>	0,25	0,15	0,20
", <i>dasyphyllum</i>	0,25	0,15	0,19
", <i>album</i>	0,35	0,25	0,27
", <i>mite</i>	0,25	0,20	0,22
", <i>rupestre</i>	0,25	0,20	0,22
<i>Sempervivum tectorum</i>	0,35	0,15	0,26
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	0,50	0,50	0,50
", <i>Aizoon</i>	1,05	0,65	0,81
", <i>aizoides</i>	0,30	0,15	0,22
", <i>moschata</i>	0,55	0,40	0,47
<i>Cotoneaster tomentosa</i>	1,05	1,00	1,01
<i>Amelanchier ovalis</i>	1,10	0,95	1,01
<i>Dryas octopetala</i>	0,70	0,60	0,63
<i>Rosa canina</i>	0,65	0,60	0,62
<i>Anthyllis Vulneraria</i>	0,50	0,45	0,48
<i>Lotus corniculatus</i>	0,65	0,60	0,61
<i>Hippocrepis comosa</i>	0,65	0,60	0,63
<i>Geranium Robertianum</i>	0,65	0,50	0,63
<i>Polygala vulgare</i>			
ssp. <i>pseudo-alpestre</i>	0,65	0,45	0,49
<i>Rhamnus alpina</i>	0,90	0,60	0,75
<i>Viola biflora</i>	0,80	0,60	0,73

	Max.	Min.	Mittel
Daphne Mezereum	0,60	0,60	0,60
Bupleurum ranunculoides	1,00	0,90	0,95
Athamante cretensis	0,60	0,60	0,60
Laserpitium latifolium	0,90	0,70	0,80
„ Siler	0,90	0,60	0,67
Rhododendron ferrugineum	0,90	0,90	0,90
Arctostaphylos Uva ursi	1,05	1,00	1,03
Primula Auricula	0,50	0,25	0,38
Gentiana Clusii	0,80	0,80	0,80
Vincetoxicum officinale	0,50	0,45	0,46
Teucrium montanum	0,85	0,50	0,73
Thymus Serpyllum	0,80	0,60	0,72
Satureia alpina	0,65	0,60	0,63
Veronica aphylla	1,05	0,95	1,00
„ fruticulosa	0,80	0,45	0,46
„ fruticans	0,80	0,70	0,77
Erinus alpinus	0,50	0,40	0,43
Pinguicula alpina	0,70	0,35	0,55
Globularia cordifolia	1,20	0,60	0,93
Galium asperum	0,85	0,60	0,72
Lonicera alpigena	0,50	0,50	0,50
Valeriana tripteris	0,70	0,60	0,65
Campanula cochleariifolia	0,60	0,50	0,56
Adenostyles glabra	0,30	0,30	0,30
Bellidiastrum Michelii	0,60	0,50	0,55
Aster alpinus	0,60	0,50	0,52
Erigeron alpinus			
ssp. polymorphus	0,85	0,65	0,76
Senecio Doronicum	0,80	0,65	0,75
Carduns defloratus	0,60	0,50	0,55
Centaurea Scabiosa	0,45	0,40	0,42
Hieracium humile	0,45	0,40	0,43
„ murorum	0,80	0,70	0,75
„ scorzonerifolium	0,65	0,60	0,63
„ tardiusculum	0,60	0,50	0,55

Aus Tabelle 2 geht hervor, dass die osmotischen Werte dieser auf Felsen wachsenden Pflanzen sehr verschieden

sind. Sie variieren zw. 1,40 Mol KNO<sub>3</sub> (*Stipa Calamagrostis*) dem Maximum und 0,15 Mol KNO<sub>3</sub> (*Sedum atratum* und *Saxifraga aizoides*), dem Minimum. Der gesamte Mittelwert beträgt 0,63 Mol KNO<sub>3</sub>.

Der höchste osmotische Wert findet sich im allgemeinen bei den Gräsern und Sträuchern, der niedrige bei den Sukkulanten. Dass die letztern trotzdem die trockensten Stellen besiedeln können, hängt offenbar in erster Linie mit dem Vorhandensein von Wasserspeichern zusammen.

Sträucher mit hohem Wuchs besitzen in der Regel einen wesentlich grösseren osmotischen Wert als solche von niedrigem Wuchs. So konnte ich z.B. bei *Cotoneaster tomentosa*, *Amelanchier ovalis*, *Rhododendron ferrugineum* Mittelwerte von 0,90 und 1,01 Mol KNO<sub>3</sub> nachweisen, während die niedrige, den Felsen anliegende *Dryas octopetala* und *Salix retusa* 0,63 und 0,68 Mol KNO<sub>3</sub> nicht überschritt.

Den kleinsten osmotischen Wert unter den untersuchten Sträuchern besitzt *Lonicera alpigena* mit 0,50 KNO<sub>3</sub>.

Hohe Werte finden sich allerdings auch bei Pflanzen von sehr niedrigem Wuchs, so trat z. B. bei *Veronica aphylla* Plasmolyse erst bei 1 Mol KNO<sub>3</sub> ein. Bei dem Fehlen anderer Anpassungen ist hier der hohe osmotische Wert ebenso verständlich wie der Mittelwert 0,38 bei der fleischigen *Primula Auricula*.

Die *Saxifragaceen* haben im allgemeinen einen kleinen osmotischen Wert mit Ausnahme von *Saxifraga Aizoon*, für welche das Maximum bei 1,05 Mol KNO<sub>3</sub> gefunden wurde. Da dieser Steinbrech in bedeutender Menge Kalk speichert, so liegt eine Analogie vor mit den Salz speichernden Pflanzen der Wüste und des Meerestrandes, für die ja sehr hohe osmotische Werte bekannt sind.

Gräser, Farne und Sträucher zeigten nur geringe Schwankungen, doch dürfte dies eine Folge des niederschlagsreichen Sommers 1912 sein. Bei den übrigen Pflanzen ist die Schwankung um so grösser, je höher das Maximum liegt und um so geringer, je tiefer dasselbe gefunden wird. So liegen z.B. die Extreme für *Globu-*

*laria cordifolia* bei 1,20 Mol KNO<sub>3</sub> und 0,60 Mol KNO<sub>3</sub>; dagegen für *Sedum atratum* bei 0,25 Mol KNO<sub>3</sub> und 0,15 Mol KNO<sub>3</sub>. Die Schwankung beträgt hier also bloss 0,10 Mol KNO<sub>3</sub>, bei *Globularia cordifolia* dagegen 0,60 Mol KNO<sub>3</sub>.

Zusammenfassend können wir sagen, dass der osmotische Wert mit wenigen Ausnahmen bedeutend höher gefunden wurde, als nach den bisherigen Erfahrungen anzunehmen war<sup>1</sup>.

### Geröllhalden.

Die massigen Kalke, die wir in den Gastlosen finden, zerfallen in sehr gleichförmige Brocken mit wenig Feinschutt; Sand und Erde finden wir erst in den untern Schichten. Die Bodenverhältnisse sind somit auch hier nicht günstig. Immerhin fliesst der Regen von der Geröllhalde nicht ab wie vom Felsen, denn die Feinerde in der Tiefe hält das Wasser einige Zeit fest und verschafft etwas bessere Existenzbedingungen.

Tabelle 3.

	Max.	Min.	Mittel.
<i>Cystopteris fragilis</i>	0,80	0,80	0,80
<i>Dryopteris Lonchitis</i>	0,90	0,90	0,90
„ <i>rigida</i>	0,75	0,75	0,75
„ <i>Robertiana</i>	0,80	0,80	0,80
<i>Asplenium Trichomanes</i>	0,80	0,50	0,65
„ <i>viride</i>	0,75	0,60	0,65
<i>Stipa Calamagrostis</i>	1,40	1,20	1,30
<i>Agropyrum caninum</i>	1,40	1,25	1,32
<i>Carex sempervirens</i>	1,00	0,95	0,93
<i>Paradisia Liliastrum</i>	0,40	0,25	0,30
<i>Salix retusa</i>	0,70	0,60	0,63
<i>Rumex scutatus</i>	0,35	0,25	0,30
„ <i>arifolius</i>	0,60	0,40	0,50

<sup>1</sup> Nach Pfeffer, Pflanzenphysiologie I, pag. 121, pflegt in Land- und Süßwasserpflanzen der Turgerdruck gewöhnlich 0,15—0,30 Mol KNO<sub>3</sub> zu betragen.

	Max.	Min.	Mittel
<i>Silene vulgaris</i>	0,40	0,30	0,35
<i>Melandrium dioecum</i>	0,45	0,35	0,47
<i>Gypsophila repens</i>	0,50	0,45	0,48
<i>Saponaria ocymoides</i>	0,75	0,70	0,71
<i>Minuartia verna</i>	1,00	0,60	0,90
<i>Arenaria ciliata</i>	0,40	0,40	0,40
<i>Biscutella laevigata</i>	0,70	0,60	0,63
<i>Kerneria saxatilis</i>	0,70	0,50	0,60
<i>Hutchinsia alpina</i>	0,70	0,50	0,60
<i>Arabis alpina</i>	0,40	0,30	0,35
" <i>hirsuta</i>	0,40	0,35	0,36
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	0,50	0,50	0,50
" <i>Aizoon</i>	0,95	0,65	0,71
" <i>aizoides</i>	0,30	0,15	0,22
<i>Cotoneaster tomentosa</i>	0,90	0,85	0,89
<i>Sorbus Chamaemespilus</i>	0,95	0,90	0,93
<i>Amelanchier ovalis</i>	1,05	0,95	1,00
<i>Dryas octopetala</i>	0,70	0,60	0,63
<i>Medicago lupulina</i>	0,60	0,55	0,57
<i>Anthyllis Vulneraria</i>	0,50	0,45	0,48
<i>Lotus corniculatus</i>	0,65	0,55	0,60
<i>Oxytropis montana</i>	0,55	0,50	0,51
<i>Hippocrepis comosa</i>	0,65	0,55	0,60
<i>Lathyrus pratensis</i>	1,20	1,10	1,16
<i>Euphorbia dulcis</i>	0,65	0,60	0,62
" <i>cyparissias</i>	0,60	0,50	0,53
<i>Rhamnus alpina</i>	0,90	0,60	0,75
<i>Bupleurum ranunculoides</i>	0,90	0,90	0,90
<i>Athamante cretensis</i>	0,60	0,50	0,60
<i>Peucedanum austriacum</i>	0,70	0,60	0,65
<i>Laserpitium latifolium</i>	0,80	0,75	0,88
<i>Vincetoxicum officinale</i>	0,50	0,45	0,46
<i>Myosotis pyrenaica</i>	0,90	0,80	0,86
<i>Cerinthe glabra</i>	1,00	0,70	0,82
<i>Teucrium montanum</i>	0,70	0,50	0,60
<i>Galeopsis Tetrahit</i>	0,55	0,50	0,50
<i>Satureia alpina</i>	0,60	0,50	0,55

	Max.	Min.	Mittel
Linaria alpina	0,70	0,40	0,50
Veronica fruticans	0,80	0,70	0,76
Erinus alpinus	0,80	0,40	0,42
Galium asperum	0,70	0,60	0,65
" cruciata	0,45	0,40	0,41
Valeriana tripteris	0,65	0,60	0,61
Campanula cochleariifolia	0,55	0,50	0,53
" Scheuchzeri	0,45	0,30	0,42
Adenostyles glabra	0,30	0,30	0,30
Senecio Doronicum	0,65	0,60	0,63
Arctium tomentosum	0,50	0,45	0,48
Hieracium murorum	0,80	0,70	0,75

Auch hier sind die osmotischen Werte sehr verschieden. Sie variieren zw. 1,40 Mol KNO<sub>3</sub> (*Stipa Calamagrostis* und *Agropyrum caninum*) und 0,15 Mol KNO<sub>3</sub> (*Saxifraga aizoides*). Der Mittelwert beträgt 0,64 Mol KNO<sub>3</sub> und ist somit trotz günstigerer Existenzbedingungen höher als bei den Felsenpflanzen. Dieser Widerspruch ist aber nur scheinbar und resultiert daraus, dass auf der Geröllhalde die Sukkulanten fehlen, die auf Felsen in so grosser Zahl vorkommen und damit den gesamten Mittelwert bedeutend herabdrücken. Immerhin zeigt ein Vergleich mit Tabelle 2, dass Arten, die auf Fels und Geröll sich befinden, an letzterem Standort im Allgemeinen einen etwas kleinern osmotischen Wert besitzen.

Die höchsten Werte finden wir hier, wie auch in Tabelle 2, bei den Gräsern und Sträuchern.

### Humusbänder.

Die Felswände zeigen häufig terrassenförmige Unterbrechungen auf denen sich etwas Humus angesammelt hat. Diese schwarz grünen Humusbänder heben sich vorteilhaft von den hellen Felsen ab und tragen wegen der günstigeren physikalischen und chemischen Eigenschaften des Substrates eine reichlichere Vegetation. Speziell die Wasserversorgung ist hier im Vergleich zur Geröllhalde erleichtert.

und so stellen denn die Humusbänder ein weiteres Uebergangsglied dar zu den eigentlichen Alpenwiesen, deren geschlossene unabgegrenzte Bestände die Feuchtigkeit am besten aufnehmen und festhalten.

Tabelle 4.

	Max.	Min.	Mittel..
<i>Dryopteris Robertiana</i>	0,50	0,45	0,48
<i>Botrychium Lunaria</i>	0,80	0,80	0,80
<i>Juniperus communis</i>	0,90	0,90	0,90
<i>Phleum alpinum</i>	1,20	1,10	1,15
<i>Sesleria coerulea</i>	0,80	0,80	0,80
<i>Poa alpina</i>	1,00	1,00	1,00
„ <i>nemoralis</i>	1,10	1,05	1,07
„ <i>pratensis</i>	1,10	1,10	1,10
<i>Festuca ovina</i> ssp. <i>duriuscula</i>	1,30	1,20	1,23
<i>Lilium Martagon</i>	0,90	0,70	0,80
<i>Orchis globosus</i>	0,25	0,20	0,22
„ <i>ustulatus</i>	0,35	0,25	0,27
<i>Gymnadenia albida</i>	0,25	0,25	0,25
„ <i>odoratissima</i>	0,30	0,15	0,23
<i>Nigritella nigra</i>	0,30	0,20	0,25
<i>Epipactis atropurpurea</i>	0,20	0,20	0,20
<i>Salix retusa</i>	0,60	0,60	0,60
„ <i>reticulata</i>	0,70	0,60	0,65
„ <i>hastata</i>	0,80	0,80	0,80
<i>Thesium alpinum</i>	0,95	0,85	0,90
<i>Polygonum viviparum</i>	0,45	0,45	0,45
<i>Silene nutans</i>	0,50	0,45	0,47
<i>Gypsophila repens</i>	0,50	0,45	0,48
<i>Dianthus Caryophylus</i>			
ssp. <i>silvester</i>	1,20	0,80	1,00
<i>Saponaria ocymoides</i>	0,70	0,70	0,70
<i>Cerastium arvense</i>	0,85	0,80	0,82
<i>Minuartia verna</i>	0,60	0,55	0,58
<i>Arenaria ciliata</i>	0,40	0,40	0,40
<i>Möhringia muscosa</i>	0,55	0,50	0,53
<i>Anemone alpina</i>	0,70	0,65	0,68
<i>Kerneria saxatilis</i>	0,55	0,50	0,53

		Max.	Min.	Mittel.
<i>Thalictrum minus</i>				
ssp. <i>saxatilis</i>		0,45	0,40	0,42
<i>Draba aizoides</i>		0,70	0,65	0,68
<i>Arabis alpina</i>		0,40	0,30	0,35
„ <i>hirsuta</i>		0,35	0,30	0,33
<i>Sedum atratum</i>		0,25	0,20	0,22
<i>Saxifraga rotundifolia</i>		0,40	0,25	0,33
<i>Parnassia palustris</i>		0,50	0,50	0,50
<i>Sorbus Chamæmespilus</i>		1,00	0,90	0,95
<i>Amelanchier ovalis</i>		1,05	0,95	1,00
<i>Rubus saxatilis</i>		0,60	0,50	0,55
„ <i>idaeus</i>		0,50	0,50	0,50
<i>Potentilla aurea</i>		0,85	0,80	0,82
<i>Dryas octopetala</i>		0,70	0,60	0,63
<i>Rosa canina</i>		0,60	0,60	0,60
„ <i>pendulina</i>		0,60	0,60	0,60
<i>Trifolium rubens</i>		0,55	0,50	0,52
„ <i>badium</i>		0,50	0,45	0,48
<i>Anthyllis Vulneraria</i>		0,45	0,40	0,43
<i>Lotus corniculatus</i>		0,60	0,55	0,58
<i>Oxytropis montana</i>		0,50	0,50	0,50
<i>Hippocrepis comosa</i>		0,60	0,55	0,58
<i>Vicia silvatica</i>		1,00	1,00	1,00
<i>Geranium silvaticum</i>		0,50	0,50	0,50
<i>Linum catharticum</i>		0,45	0,40	0,42
<i>Polygala vulgare</i>				
ssp. <i>pseudo-alpestre</i>		0,45	0,45	0,45
<i>Viola biflora</i>		0,80	0,60	0,73
<i>Daphne Mezereum</i>		0,50	0,50	0,50
<i>Epilobium montanum</i>		0,50	0,45	0,48
<i>Bupleurum ranunculoides</i>		0,90	0,85	0,88
<i>Pimpinella major</i>		1,00	0,90	0,96
<i>Rhododendron ferrugineum</i>		0,90	0,90	0,90
<i>Vaccinium Vitis idaea</i>		0,55	0,50	0,53
<i>Primula elatior</i>		0,40	0,35	0,36
<i>Gentiana lutea</i>		0,40	0,35	0,38
„ <i>verna</i>		0,70	0,65	0,66
„ <i>Clusii</i>		0,75	0,75	0,75

	Max.	Min.	Mittel.
<i>Gentiana campestris</i>	0,45	0,40	0,41
<i>Myosotis sylvatica</i>	0,70	0,65	0,69
" <i>pyrenaica</i>	0,90	0,80	0,86
<i>Teucrium montanum</i>	0,60	0,50	0,55
<i>Prunella grandiflora</i>	0,50	0,50	0,50
<i>Stachys alpinus</i>	0,60	0,55	0,57
<i>Linaria vulgaris</i>	0,40	0,40	0,40
" <i>alpina</i>	0,40	0,40	0,40
<i>Veronica aphylla</i>	0,85	0,75	0,77
" <i>latifolia</i>	0,60	0,50	0,55
<i>Euphrasia hirtella</i>	0,55	0,50	0,53
" <i>minima</i>	0,50	0,50	0,50
" <i>salisburgensis</i>	0,40	0,40	0,40
<i>Globularia cordifolia</i>	0,90	0,60	0,72
<i>Pedicularis verticillata</i>	0,85	0,75	0,82
" <i>foliosa</i>	0,80	0,75	0,78
<i>Rhinanthus subalpinus</i>	0,90	0,60	0,78
<i>Plantago alpina</i>	0,50	0,35	0,41
" <i>montana</i>	0,50	0,35	0,40
<i>Scabiosa lucida</i>	0,35	0,35	0,35
<i>Phyteuma orbiculare</i>	0,85	0,70	0,78
<i>Campanula barbata</i>	0,40	0,40	0,40
" <i>thyrsoides</i>	0,30	0,25	0,28
" <i>cochleariifolia</i>	0,55	0,50	0,53
" <i>rhomboidalis</i>	1,05	0,70	0,83
" <i>Trachelium</i>	0,40	0,40	0,40
<i>Solidago Virga aurea</i>	0,80	0,60	0,68
<i>Bellidiastrum Michelii</i>	0,50	0,40	0,45
<i>Erigeron alpinus</i>			
ssp. <i>polymorphus</i>	0,65	0,60	0,62
<i>Chrysanthemum</i>			
<i>Leucanthemum</i>	0,55	0,40	0,50
<i>Homogyne alpina</i>	0,70	0,50	0,56
<i>Arnica montana</i>	0,60	0,55	0,57
<i>Senecio viscosus</i>	0,60	0,60	0,60
<i>Carduus defloratus</i>	0,55	0,50	0,50
" <i>Personata</i>	0,50	0,50	0,50

	Max.	Min.	Mittel.
Centaurea montana	0,55	0,50	0,51
Leontodon hispidus			
var. hastilis	0,35	0,35	0,35
Hierancium villosum	0,60	0,40	0,50
"       humile	0,45	0,40	0,43

Aus Tabelle 4 ersehen wir, dass die osmotischen Werte sich wieder etwas vermindert haben, was offenbar mit den bessern Existenzbedingungen auf den Humusbändern in Zusammenhang steht. Das Maximum zeigt hier *Festuca ovina* mit 1,30 Mol KNO<sub>3</sub> und das Minimum *Gymnadenia odoratissima* mit 0,15 Mol KNO<sub>3</sub>, während sich der gesamte Mittelwert auf 0,59 Mol KNO<sub>3</sub> beläuft. Hier treten auch wieder Pflanzen mit sehr kleinen osmotischen Saugkräften auf wie z. B. *Orchis globosus* und *ustulatus*, *Nigritella nigra* *Epipactis atro purpurea*. Es sind dies meist Pflanzen, die im Boden Wasserspeicher in verschiedener Ausbildung haben. Der vermehrte Humus aber, der auf diesen Felsvorsprüngen sich angesammelt hat, verhindert das schnelle Abfliessen der Niederschläge und erleichtert hiedurch die Wasserversorgung.

### Alpenwiesen.

Am wenigsten Schwierigkeiten betreffs der Wasserversorgung haben die Pflanzen der Alpenwiesen. Wohl sind eine Unmenge von Individuen da, die im Kampfe ums Dasein einander das Bodenwasser streitig machen und eine grosse Menge Feuchtigkeit durch Transpiration abgeben, aber anderseits saugt doch die zusammenhängende Rasendecke sorgsam jeden Tropfen Niederschlag auf und verhindert eine allzu schnelle Verdunstung. Allerdings ist die Mächtigkeit der Humusschicht auf unsren Alpenwiesen im Allgemeinen etwas beschränkt, aber trotzdem finden wir doch gegenüber den vorhergehenden Formationen wieder eine bedeutende Besserstellung.

Tabelle 5.

	Max.	Min.	Mittel.
<i>Botrychium Lunaria</i>	0,50	0,45	0,48
<i>Juniperus communis</i>	0,90	0,90	0,90
<i>Phleum alpinum</i>	1,10	1,00	1,05
<i>Dechampsia cæspitosa</i>	0,90	0,90	0,90
<i>Poa alpina</i>	1,00	1,00	1,00
"    "    var. <i>vivipara</i>	1,10	0,90	1,02
" <i>pratensis</i>	1,00	0,95	0,98
<i>Festuca ovina</i>			
ssp. <i>duriuscula</i>	1,30	1,30	1,30
<i>Nardus stricta</i>	1,20	1,10	1,16
<i>Carex muricata</i>	0,95	0,90	0,92
<i>Tofieldia calyculata</i>	0,30	0,25	0,27
<i>Veratrum album</i>	0,65	0,55	0,60
<i>Paris quadrifolia</i>	0,75	0,75	0,75
<i>Orchis globosus</i>	0,25	0,25	0,25
" <i>ustulatus</i>	0,35	0,25	0,27
<i>Cœloglossum viride</i>	0,20	0,20	0,20
<i>Gymnadenia albida</i>	0,25	0,25	0,25
" <i>odoratissima</i>	0,30	0,15	0,23
<i>Nigritella nigra</i>	0,30	0,20	0,25
<i>Platanthera bifolia</i>	0,30	0,20	0,23
<i>Listera ovata</i>	0,30	0,25	0,28
<i>Salix grandifolia</i>	0,90	0,90	0,90
<i>Thesium alpinum</i>	0,90	0,85	0,88
" <i>pratense</i>	0,90	0,85	0,86
<i>Urtica urens</i>	0,70	0,65	0,63
<i>Rumex alpinus</i>	0,45	0,40	0,42
<i>Polygonum bistorta</i>	0,30	0,30	0,30
<i>Lychnis Flos cuculi</i>	0,60	0,55	0,56
<i>Aconitum Napellus</i>	0,45	0,40	0,42
" <i>Lycoctanum</i>	0,40	0,40	0,40
<i>Anemone alpina</i>			
<i>Ranunculus breyninus</i>	0,60	0,55	0,58
" <i>geraniifolius</i>			
var. <i>orephilus</i>	0,80	0,60	0,72
<i>Chrysosplenium</i>			
<i>alternifolium</i>	0,30	0,30	0,30

	Max.	Min.	Mittel.
Parnassia palustris	0,50	0,50	0,50
Potentilla aurea	0,80	0,75	0,78
Alchemilla alpina	0,90	0,90	0,90
"    vulgaris	0,90	0,80	0,85
Sanguisorba minor	0,65	0,55	0,60
Cytisus sagittalis	1,20	0,90	1,02
Medicago lupulina	0,55	0,50	0,54
Trifolium badenium	0,50	0,45	0,48
Anthyllis vulneraria	0,40	0,40	0,40
Lotus corniculatus	0,50	0,45	0,48
Hippocrepis comosa	0,55	0,50	0,53
Vicia sepium	1,05	1,00	1,01
Geranium silvaticum	0,50	0,50	0,50
"    Robertianum	0,50	0,50	0,50
Linum catharticum	0,40	0,35	0,39
Helianthemum alpestre	0,70	0,60	0,65
Polygala vulgare			
var. pseudo-alpestre	0,45	0,45	0,45
Daphne Mezereum	0,50	0,50	0,50
Astrantia major	0,35	0,30	0,32
Carum Carvi	1,10	1,00	1,03
Pimpinella major	0,90	0,85	0,89
Gentiana lutea	0,40	0,35	0,38
"    Clusii	0,80	0,75	0,78
"    campestris	0,40	0,40	0,40
Myosotis sylvatica	0,65	0,60	0,64
"    pyrenaica	0,80	0,80	0,80
Verbascum Thapsus	0,45	0,45	0,45
Veronica Chamaedrys	0,65	0,60	0,62
"    latifolia	0,60	0,50	0,55
"    officinalis	0,60	0,50	0,55
"    alpina	0,50	0,45	0,48
Euphrasia Rostkoviana	0,55	0,50	0,53
Pedicularis verticillata	0,80	0,75	0,77
Plantago major	0,35	0,30	0,34
"    alpina	0,50	0,35	0,40
"    montana	0,50	0,35	0,40

		Max.	Min.	Mittel.
Succisa pratensis		0,40	0,40	0,40
Phyteuma orbiculare		0,70	0,65	0,68
Campanula barbata		0,40	0,40	0,40
"	glomerata	0,70	0,65	0,67
"	cochleariifolia	0,55	0,50	0,53
"	rhomboidalis	0,95	0,70	0,80
"	Trachelium	0,40	0,40	0,40
Antennaria dioeca		0,80	0,75	0,78
Achillea millefolium		0,70	0,65	0,69
Chrysanthemum				
	Leucanthemum	0,50	0,40	0,45
Artemisia vulgaris		0,70	0,65	0,69
Arnica montana		0,60	0,55	0,57
Carlina acaulis		0,45	0,45	0,45
Cirsium eriophorum		0,50	0,45	0,47
Carduus Personata		0,55	0,50	0,53
Centaurea scabiosa		0,50	0,45	0,48
Aposeris foetida		0,70	0,70	0,70
Leontodon hispidus				
	var. saxatilis	0,35	0,35	0,35
Taraxacum officinale		0,50	0,45	0,47
Crepis aurea		0,40	0,40	0,40
"	blattarioides	0,45	0,30	0,37
Hieracium villosum		0,60	0,40	0,50
"	vulgatum	0,60	0,50	0,53

Aus Tabelle 5 ersieht man, dass der osmotische Wert im allgemeinen abgenommen hat. Das Maximum finden wir wiederum bei den Gräsern und das Minimum bei den wasserspeichernden Pflanzen. Wie die *Saxifragaceen* auf den Felsen so zeigen hier die *Orchidaceen* das Minimum des osmotischen Wertes. Der gesamte Mittelwert ist abermals geringer als in der vorhergehenden Tabelle und beträgt 0,59 Mol  $\text{KNO}_3$ . Es zeigt sich also, dass mit der Vermehrung des Wassergehaltes des Bodens eine Veränderung des osmotischen Wertes der Pflanzen Hand in Hand geht.

### Sumpfwiesen.

Fels und Sumpfwiese sind die beiden Extreme bezüglich des Wassergehaltes. Sumpfwiesen findet man in Mulden, wo hervorquellende Wasseradern eine kleine Wasseransammlung ohne wahrnehmbare Strömung erzeugen. Wasser in flüssiger Form steht hier den Pflanzen in normalen Jahren die ganze Zeit im Uebermass zur Verfügung. Trotzdem gestaltet sich die Wasserversorgung wieder weniger günstig, was zum Teil mit dem Sauerstoffmangel und der dadurch bedingten Reduktion der Wurzeltätigkeit zusammenhängen dürfte. Ferner wird die schlechte Wärmeleitung dieses Bodens eine Rolle spielen, die bei einer ziemlich hohen Oberflächentemperatur im Innern das Vorhandensein von Eis ermöglicht. Der Moorboden ist ja bekanntlich ein kalter Boden, der erst relativ spät die Vegetation erwachen lässt. In wie weit Humussäure und physiologische Trockenheit beteiligt sind, lasse ich dahingestellt. Dagegen wird in trockenen Sommern die grosse Kraft, mit der dieser Boden das Wasser festhält, ebenfalls von Bedeutung sein und im gleichen Sinne wirken. So erscheint es verständlich, wenn wir bei der Flora der Sumpfwiesen, die der Hauptsache nach aus Riedgräsern besteht, wieder etwas höhere osmotische Werte finden.

Tabelle 6.

	Max.	Min.	Mittel.
<i>Equisetum arvense</i>	0,80	0,70	0,75
<i>Eriophorum angustifolium</i>	0,55	0,55	0,55
<i>Blysmus compressus</i>	1,50	1,50	1,50
<i>Carex paniculata</i>	1,00	1,00	1,00
" <i>Goodenowii</i>	1,60	1,60	1,60
" <i>flacca</i>	1,00	0,95	0,98
<i>Juncus alpinus</i>	0,90	0,90	0,90
<i>Tofieldia calyculata</i>	0,35	0,35	0,35
<i>Allium Schoenoprasum</i>	0,30	0,30	0,30
<i>Polygonum bistorta</i>	0,30	0,30	0,30
<i>Lychnis Flos eculi</i>	0,70	0,70	0,70
<i>Ranunculus aconitifolius</i>	0,50	0,50	0,50

		Max.	Min.	Mittel
Parnassia palustris		0,58	0,50	0,52
Primula farinosa		0,40	0,40	0,40
Veronica Beccabunga		0,60	0,50	0,55
Pinguicula alpina		0,70	0,65	0,67

### Vergleichs-Tabelle.

Tabelle 7.

Die folgende Vergleichstabelle enthält die osmotischen Werte derselben Species an verschiedenen Standorten:

	Felsen.	Geröll.	Humus- bänder.	Alpen- wiese.	Sumpf- wiese.
Dryopteris Lonchitis . . . . .	0,80	0,80			
» Robertianum . . . . .	0,80	0,80	0,80		
Asplenium Trichomanes . . . . .	0,65	0,65			
» viride . . . . .	0,65	0,65			
Juniperus communis . . . . .			0,90	0,90	
Stipa Calamagrostis . . . . .	1,30	1,30			
Poa alpina . . . . .			1,00	1,00	
Tofieldia calyculata . . . . .				0,27	0,35
Salix retusa . . . . .	0,68	0,63	0,60		
Rumex scutatus . . . . .	0,33	0,30			
Polygonum bistorta . . . . .				0,30	0,30
Silene vulgaris . . . . .	0,38	0,35			
Lychnis Flos cuculi . . . . .				0,56	0,70
Gypsophila repens . . . . .	0,55	0,48	0,48		
Saponaria ocymoides . . . . .	0,78	0,71	0,70		
Cerastium arvense . . . . .	0,93	0,93	0,85		
Minuartia verna . . . . .	0,89	0,90	0,60		
Arenaria ciliata . . . . .	0,50	0,40	0,40		
Moehringia muscosa . . . . .	0,60	0,55	0,53		
Kerneria saxatilis . . . . .	0,58	0,60	0,53		
Hutchinsia alpina . . . . .	0,65	0,60			
Arabis alpina . . . . .	0,41	0,35	0,35		
Sedum atratum . . . . .	0,20		0,22		
Saxifraga oppositifolia . . . . .	0,50	0,50			
» Aizoon . . . . .	0,81	0,73			
» aizoides . . . . .	0,22	0,22			

	Felsen.	Geröll.	Humus- bänder.	Alpen- wiese.	Sumpf- wiese.
Parnassia palustris . . .			0,50	0,50	0,52
Cotoneaster tomentosa . . .	1,01	0,93			
Amelanchier ovalis . . .	1,01	1,00	1,00		
Dryas octopetala . . .	0,63	0,63	0,63		
Oxytropis montana . . .	0,60	0,50	0,50		
Anthyllis vulneraria . . .	0,48	0,48	0,43	0,40	
Lotus corniculatus . . .	0,61	0,60	0,60	0,50	
Hippocrepis comosa . . .	0,63	0,60	0,58	0,55	
Polygala vulg. sp. pseudo-alpestre			0,45	0,45	
Daphne Mezereum . . .			0,50	0,50	
Bupleurum ranunculoides . .	0,95	0,90	0,88		
Pimpinella major . . .			0,96	0,89	
Athamanta cretensis . . .	0,60	0,60			
Laserpitium latifolium . .	0,80	0,80			
Vincetoxicum officinale . .	0,46	0,45			
Myosotis pyrenaica . . .			0,86	0,80	
Teucrium montanum . . .	0,73	0,60			
Satureia alpina . . .	0,60	0,55			
Veronica aphylla . . .	1,00				
» latifolia . . .			0,55	0,55	
» fruticans . . .	0,77	0,76			
Erinus alpinus . . .	0,43	0,42			
Pedicularis verticillata . .			0,82	0,77	
Pinguicula alpina . . .	0,55				0,67
Plantago alpina . . .			0,41	0,40	
Galium asprerum ..	0,72	0,65			
Valeriana tripteris . .	0,65	0,60			
Campanula barbata . . .					
cochleariifolia . . .	0,56	0,53		0,53	
» Trachelium . . .			0,40	0,40	
Adenostyles glabra . . .	0,30	0,30			
Bellidiastrum Michelii . .	0,55				
Chrysanthemum Leucanthemum			0,50	0,45	
Senecio Doronicum . . .	0,75	0,63			
Hieracium murorum . . .	0,75	0,75			

Die höchsten osmot. Kräfte finden wir am trockensten Standort, bei den Felsenpflanzen, und die niedrigsten auf der Alpenwiese, wo die Wasseraufnahme am leichtesten ist. Die Resultate von *Minuartia verna* und *Kerneria saxatilis*, die nach der Tabelle auf Geröll einen höhern osmot. Wert haben als auf Felsen, resultieren daraus, dass diese beiden Pflanzen im regenreichen August noch mehrmals auf Felsen untersucht wurden, was den gesamten Mittelwert etwas herunterdrückte.

Wenn der Unterschied an den verschiedensten Standorten nicht so gross ist, wie man ihn vielleicht nach *Fitting's* Resultaten erwarten würde, so müssen wir in Betracht ziehen, dass der Sommer 1912 ausnahmsweise sehr reich an Niederschlägen war. Trotz dieses Umstandes, der in dieser Beziehung ungünstig und ausgleichend auf die osmotischen Saugkräfte der Pflanzen verschiedener Standorte wirkte, weichen die Mittelwerte oft wesentlich von einander ab.

Berechnen wir aus obigen Werten die Gesamtmittel, für jeden Standort, so erhalten wir:

#### Mittelwert aus sämmtlichen Pflanzen eines Standortes.

Felsen.	Geröll.	Humusbänder.	Alpenwiesen.	Sumpfwiesen.
0.63	0.64	0.59	0.59	0.72

Zweifellos würden die Unterschiede in normalen Jahren grösser sein. Gewisse Pflanzen, wie z. B. die meisten Farne, einige Gräser, *Polygonum bistorta*, *Saxifraga oppositifolia*, *Daphne Mezereum*, *Athamanta cretensis*, *Rhododendron ferrugineum*, *Gentiana Clusii*, *Adenostyles glabra* u. s. w. änderten auf ihrem jeweiligen Standort den osmotischen Wert gar nicht. Bei diesen Pflanzen trat wohl während der wenigen trockenen Tage des Sommers 1912 keine bedeutende Erschwerung der Wasserversorgung ein.

Feuchtigkeit enthalten natürlich auch die pflanzentragenden Ritzen und Spalten der Felsen. Die starke Erwärmung des massigen Gesteins muss zwar die Wasserabgabe aus dem Humus der Felsspalten bedeutend steigern, dagegen wirkt die geringe Durchlüftung und die starke

Reduktion der verdunstenden Fläche in entgegengesetztem Sinne.

Zu den mannigfachen Anpassungen, die wir bei den Bewohnern der alpinen Felswüsten finden, gehört nun zweifellos auch der erhöhte osmotische Wert. Er befähigt die nicht wassergesättigte Pflanze, die Adhäsion des Wassers an die Bodenpartikelchen auch dann noch zu überwinden, wenn bereits ein grösserer Teil der Bodenfeuchtigkeit verdunstet ist. Diese osmotische Kraft ist aber keine konstante Grösse, sonderr nach dem Standort und den Transpirationsverhältnissen variierbar. Es erweist sich deshalb die osmotische Bestimmung als ein wertvolles Hilfsmittel beim Studium der Wasserversorgung.

### Abhängigkeit des osmotischen Wertes von Wind und Niederschlag an verschiedenen Standorten.

Die folgenden Beobachtungen beziehen sich auf den Sommer 1912. Bei *Globularia cordifolia* und *Saxifraga Aizoon* wurde das Untersuchungsmaterial stets der gleichen Pflanze entnommen, während bei *Sempervivum tectorum* je ein anderes Exemplar verwendet werden müsste.

#### *Globularia cordifolia.*

Tabelle 8a.

	Felsen- spalte.	Humus- band.	Bemerkungen.
18. Juni	1,00	0,80	Seit d. 17. Juni schönes Wetter.
20. „	1,10	0,80	Seit d. 21. Juni starker Wind.
22. „	1,20	0,90	
26. „	1,05	0,80	Seit d. 23. Juni wolzig u. Regen.
27. „	0,90	0,75	
1. Juli	1,00	0,75	Seit d. 30. Juni schön.
4. „	0,90	0,70	Seit d. 2. Juli Regen.
6. „	0,95	0,70	
8. „	1,00	0,70	Seit d. 4. Juli schön.
12. „	1,05	0,75	Seit d. 8. Juli starker Wind.
15. „	1,15	0,75	
17. „	1,20	0,80	

	Felse- spalte.	Humus- band.	Bemerkungen
22. „	0,80	0,70	Seit d. 19. Juli veränderlich, be- wölkt, Schnee u. Regen.
25. „	0,80	0,65	
29. „	0,80	0,65	
3. August	0,70	0,65	Seit d. 1. August veränderlich, bewölkt, Schnee und Regen.
9. „	0,65	0,60	
14. „	0,60	0,60	
20. „	0,75	0,65	Seit d. 14. August schön.
25. „	0,60	0,60	Seit d. 22. Aug. bewölkt u. Regen.
21. September	0,70	0,65	Morgens und Abends Nebel.
12. Oktober	0,80	0,70	»      »      »      »

### Saxifraga Aizoon.

Tabelle 8b.

	Felsen- spalte.	Geröll- halde.	Bemerkungen.
18. Juni	0,80	0,75	Seit d. 17. Juni schönes Wetter.
20. „	0,85	0,75	Seit d. 21. Juni starker Wind.
22. „	0,90	0,80	
26. „	0,85	0,75	Seit d. 23. Juni wolkig u. Regen.
27. „	0,75	0,65	
1. Juli	0,70	0,60	Seit d. 30. Juni schön.
4. „	0,70	0,60	Seit d. 2. Juli Regen.
6. „	0,75	0,60	
8. „	0,80	0,65	Seit d. 4. Juli schön.
12. „	0,85	0,70	Seit d. 8. Juli starker Wind.
15. „	0,95	0,80	
17. „	1,05	0,95	
22. „	0,95	0,80	Seit d. 19. Juli veränderlich, be- wölkt, Schnee und Regen.
25. „	0,90	0,70	
29. „	0,80	0,65	
3. August	0,65	0,65	Seit d. 1. August veränderlich, bewölkt, Schnee u. Regen.
9. „	0,65	0,65	
14. „	0,65	0,65	
20. „	0,70	0,65	Seit dem 14. August schön.
25. „	0,65	0,65	Seit d. 22. Aug. bewölkt u. Regen.
21. September	0,65	0,65	Morgens und Abends Nebel.
12. Oktober	0,75	0,70	»      »      »      »

**Sempervirum tectorum.**

Tabelle 8c.

	Felsen- spalte.	
18. Juni	0,25	Seit d. 17. Juni schönes Wetter.
20. „	0,25	Seit d. 21. Juni starker Wind.
22. „	0,30	
26. „	0,30	Seit d. 23. Juni wolkig u. Regen.
27. „	0,30	
1. Juli	0,25	Seit dem 30. Juni schön.
4. „	0,25	Seit dem 2. Juli Regen.
6. „	0,25	
8. „	0,25	Seit dem 4. Juli schön.
12. „	0,30	Seit dem 8. starker Wind.
15. „	0,30	
17. „	0,35	
22. „	0,30	Seit dem 19. Juli veränderlich, bewölkt, Schnee und Regen.
25. „	0,25	
29. „	0,25	
3. August	0,20	Seit dem 1. August veränderlich, bewölkt, Schnee und Regen.
9. „	0,20	
14. „	0,20	Seit dem 14. August schön.
20. „	0,25	Seit d. 22. Aug. bewölkt u. Regen.
25. „	0,20	Morgens und Abends Nebel.
21. September	0,20	
12. Oktober	0,20	»   »   »   »

Aus den Tabellen 8a, b und c ersieht man die Abhängigkeit des osmotischen Wertes von Niederschlägen und Wind an verschiedenen Standorten. *Sempervivum tectorum*, das nur auf Felsen beobachtet wurde, zeigt ähnliche Schwankungen wie *Globularia cordifolia* und *Saxifraga Aizoon*, die auf Felsen, auf Geröll und Humusbändern zur Verfügung standen. Bei zunehmender Trockenheit reagieren die Pflanzen an Standorten, wo etwas mehr Humus zur Verfügung steht, weniger schnell als in Felsenspalten. So änderte z. B. *Globularia cordifolia* in Felsenspalten schon am 2ten schönen Tag den osmotischen Wert, während die gleiche Species auf dem Humusband erst nach dem 4ten

Tag reagierte. Dagegen antworten sie auf zugeführte Feuchtigkeit gleich schnell. Eine Hauptrolle bei der Steigerung des osmotischen Wertes spielt der Wind; die Maxima treten an jenem Tage auf, wo der Wind seine bodentrocknende und die Transpiration der Pflanzen fördernde Wirkung zur Geltung bringt. So finden wir bei allen 3 Species die höchsten osmotischen Werte am 17. Juli, nachdem bereits seit dem 8. Juli ein ziemlich starker Wind eingesetzt hatte. Aehnliches erfolgte, wenn auch nicht in so ausgeprägtem Masse, am 22. Juni. Nach einer langen Regenperiode, wie z. B. vom 1.—14. August, besitzen die gleichen Arten an verschiedenen Standorten annähernd denselben osmotischen Wert. Es ist dies offenbar eine Art Minimum, das auch dann noch entwickelt wird, wenn genügend Wasser zur Verfügung steht. Der höchste osmotische Wert, den eine Pflanze unter natürlichen Verhältnissen zu entwickeln vermag, konnte leider, der Ungunst der Witterung wegen nicht beobachtet werden.

### Der osmotische Wert in Blatt und Wurzel.

Tabelle 9.

	Epidermis der Blatt- unterseite.	Epidermis der Wurzel.	Standort.
Paradisia Liliastrum .	0,40	0,25	Geröllwiese,
Crocus albiflorus .	0,80	0,70	Schneetälchen,
Orchis ustulatus .	0,35	0,25	Alpenwiese,
Cymadenia odoratissima	0,25	0,15	Zw. Trümmergest.
Nigritella nigra .	0,25	0,20	Alpenwiese,
Thesium alpinum .	0,90	0,80	Zw. Trümmergest.
Rumex scutatus .	0,35	0,25	Geröllwiese,
Polygonum viviparum .	0,55	0,45	Zw. Trümmergest.
Silene vulgaris .	0,40	0,35	Zw. Trümmergest.
Anemone alpina .	0,65	0,55	Geröllwiese,
Hutchinsia alpina .	0,55	0,45	Zw. Trümmergest.
Sempervivum tectorum	0,35	0,30	Felsen,
	0,30	0,20	
Saxifraga aizoides .	0,20	0,15	Auf feuchtem Felsen,
» rotundifolia .	0,40	0,35	Geröllhalde,

		Epidermis der Blatt- unterseite.	Epidermis der Wurzel.	Standort.
Potentilla aurea . .	.	0,85	0,70	Zw. Trümmergest.
Sanguisorba minor . .	.	0,65	0,50	Geröllwiese,
Cytisus sagittalis . .	.	1,00	0,90	Alpenwiese,
Viola biflora . . .	.	0,80	0,75	Felsschatten,
Primula Auricula . .	.	0,50	0,45	Felsspalte,
Soldanella alpina . .	.	1,00	0,80	Schneetälchen,
Gentiana campestris . .	.	0,40	0,30	Alpenwiese,
» verna . .	.	0,70	0,60	Zw. Trümmergest.
Cerinthe glabra . .	.	0,70	0,65	Geröllwiese,
Prunella grandiflora . .	.	0,50	0,45	Geröllwiese,
Veronica fruticans . .	.	0,80	0,70	Zw. Trümmergestein,
Euphrasia salisburgensis	0,40	0,35		Humusreicher Standort
Pinguicula alpina . .	.	0,35	0,30	Feuchter Felsen,
Globularia cordifolia . .	.	0,70	0,65	Felsenspalte,
Galium asperum . .	.	0,60	0,55	„
Campanula Trachelium .	0,40	0,30		Geröllwiese,
» rhomboidalis .	0,60	0,50	„	
Erigeron alpinus . .	.	0,60	0,50	Felsenspalte,
Homogyne alpina . .	.	0,65	0,60	Zw. Trümmergestein,
Senecio Doronicum . .	.	0,65	0,60	Alpenwiese,
Carlina acaulis . .	.	0,45	0,40	„
Crepis blattarioides . .	.	0,50	0,40	„
Hieracium vulgatum . .	.	0,50	0,40	Geröllwiese.

### Primula Auricula während des Sommers 1912.

Tabelle 9a.

		Felsenspalte	
		Blatt.	Wurzel
18. Juni . .	.	0,50	0,45
20. „ . .	.	0,50	0,45
22. „ . .	.	0,50	0,45
26. „ . .	.	0,45	0,45
27. „ . .	.	0,40	0,30
4. Juli . .	.	0,35	0,30
8. „ . .	.	0,40	0,30
12. „ . .	.	0,40	0,30
15. „ . .	.	0,45	0,35

Seit dem 17. Juni schönes Wetter.  
Seit dem 21. Juni starker Wind.  
Seit d. 23. Juni wolkig u. Regen.  
Seit dem 2. Juli Regen.  
Seit dem 4. Juli schön.  
Seit dem 8. Juli starker Wind.

	Felsenspalte.		
	Blatt.	Wurzel	
17. „	0,45	0,35	
22. „	0,35	0,30	Seit dem 19. Juli veränderlich,
25. „	0,30	0,25	bewölkt, Schnee und Regen.
9. August	0,30	0,20	Seit dem 1. Aug. veränderlich,
14. „	0,25	0,20	bewölkt, Schnee und Regen.
20. „	0,25	0,20	Seit dem 14. August Schön.
25. „	0,25	0,20	Seit d. 22. Aug. bewölkt u. Regen.
21. September	0,25	0,20	Morgens und Abends Nebel.
13. Oktober	0,30	0,20	»      »      »

Tabelle 9 und 9a zeigen, dass in den untersuchten Fällen der osmotische Wert in den Epidermiszellen der Wurzeln stets kleiner ist, als in der untern Blattepidermis. Er schwankt nach Tabelle 9a je nach dem Feuchtigkeitsgehalt der Unterlage, sowohl in der Epidermis des Blattes, wie in derjenigen der Wurzel. Es scheint zwar, dass die Epidermis der Wurzel nicht so schnell auf Trockenheit reagiert, wie die Epidermis der Blätter, doch lassen sich aus diesem einzigen Beispiel noch keine weiteren Schlüsse ziehen. Der Unterschied zwischen den Epidermiszellen von Blatt und Wurzel beträgt 0,05—0,20 Mol KNO<sub>3</sub>, was bereits Hannig<sup>1</sup> nachgewiesen hat. Hannig stellt auf Grund seiner Untersuchungen den Satz auf: „dass im allgemeinen der osmotische Druck in den Wurzelgeweben geringer ist wie in den Blattzellen“. Ob dies in dieser allgemeinen Form richtig ist, lässt sich vorläufig nicht sagen, denn was für Epidermiszellen gilt, braucht nicht für alle Gewebe zuzutreffen. Schon Kny<sup>2</sup> wies 1909 nach, dass die 3 Arten von Zellen, welche die einschichtigen Markstrahlen von Salix u. s. w. zusammensetzen, den wasserentziehenden Salpeterlösungen gegenüber nicht unerhebliche Verschiedenheiten aufweisen. Ja selbst in der Epidermis ein und desselben

<sup>1</sup> Vergl. Hannig, „Untersuchungen über die Verteilung des osmotischen Druckes in der Pflanze in Hinsicht auf die Wasserleitung“. B. d. deutsch. Bot. Ges. 1912, pag. 212.

<sup>2</sup> Vergl. Kny, „Der Turgor der Markstrahlzellen“, Landwirtschaftl. Jahrb. Bd. XXXVIII, 1909, pag. 389.

Blattes, treten, wie wir später noch sehen werden, Unterschiede in dem osmotischen Werte auf. Es ist deshalb sicher noch verfrüht, aus dem Vergleich von Epidermiszellen ein allgemeines Gesetz abzuleiten. Einen Ausgleich des osmotischen Wertes an ober- und unterirdischen Teilen habe ich hier auch nach der grossen Regenperiode im August nicht nachweisen können. Es bleibt somit selbst in der für die Wasserverorgung günstigen Zeit zwischen den Epidermiszellen von Blatt und Wurzel stets ein Gefälle vorhanden. Aus dieser Tatsache möchte ich jedoch schon deshalb keine Folgerung ziehen für die Wasserbewegung in der Pflanze, weil die untersuchten Gewebe gleichsam die Endglieder einer Kette sind, deren Zwischenglieder wir erst ganz ungenügend kennen.

### Der osmot. Wert in der Sonne und im Schatten.

Tabelle 10.

Bei der folgenden Tabelle 10 wurde stets die Epidermis der Blattunterseite verwendet. Die Untersuchungen beziehen sich auf den Juli 1912. Es zeigt sich, dass die osmotische Saugkraft der gleichen Species zur nämlichen Zeit an der Sonne stets um 0,05—0,15 Mol  $\text{KNO}_3$  höher ist als im Schatten.

	Im Schatten.	In der Sonne.
<i>Urtica urens</i> . . . . .	0,55	0,65
<i>Minuartia verna</i> . . . . .	0,85	0,90
<i>Arenaria ciliata</i> . . . . .	0,45	0,50
<i>Kerneria saxatilis</i> . . . . .	0,55	0,60
<i>Arabis alpina</i> . . . . .	0,35	0,40
<i>Saxifraga oppositifolia</i> . . . . .	0,50	0,55
» <i>Aizoon</i> . . . . .	0,85	0,90
<i>Dryas octopetala</i> . . . . .	0,60	0,65
<i>Teucrium niantanum</i> . . . . .	0,65	0,75
<i>Globularia cordifolia</i> . . . . .	0,70	0,80
<i>Galium asperum</i> . . . . .	0,65	0,70

## Obere und untere Blattepidermis.

Tabelle 11.

Die folgenden Angaben stellen die Mittelwerte aus Beobachtungen während der Monate Juni und Juli dar.

	Unterseite.	Oberseite.
Primula Auricula . . . . .	0,35	0,40
Saxifraga Aizoon . . . . .	0,60	0,70
Sempervivum tectorum . . . . .	0,30	0,25
Veronica aphylla . . . . .	0,95	1,00
Hieracium villosum . . . . .	0,55	0,60
Lotus corniculatus . . . . .	0,50	0,60
Nigritella nigra . . . . .	0,20	0,25
Prunella grandiflora . . . . .	0,45	0,50
Helleborus foetidus . . . . .	0,70	0,75

## Der osmotische Wert in der untern Blattepidermis über den Mittelnerv und zwischen den Seitennerven.

Tabelle 11a.

Zur Untersuchung diente die Epidermis der Blattunterseite, das eine Mal über dem Mittelnerv, das andere Mal zwischen den Seitennerven. Bei den langgestreckten Zellen über den Blattnerven wurde stets eine Verkleinerung des Zellvolumens wahrgenommen, die etwa 18% betrug<sup>1</sup>.

	Zwischen den Nerven der Blattunterseite.	Ueber dem Mittelnerv der Blattunterseite.
Asplenium Ruta muraria . . . . .	0,75	0,65
Salix retusa . . . . .	0,65	0,60
Sorbus chamaemespilus . . . . .	0,80	0,70
Geum montanum . . . . .	0,70	0,60
Dryas octopetala . . . . .	0,70	0,60
Alchemilla vulgaris . . . . .	0,90	0,80
Laserpitium Siler . . . . .	0,95	0,90
Gentiana campestris . . . . .	0,45	0,40
Veronica Chamaedrys . . . . .	0,65	0,60
Euphrasia Rostkoviana . . . . .	0,55	0,50
Globularia cordifolia . . . . .	0,70	0,65
Erigeron alpinus . . . . .	0,65	0,60

<sup>1</sup> Vgl. die Bemerkungen im Text.

Der osmotische Wert in Zellen mit roten  
und ungefärbtem Zellsaft.

Tabelle 12.

Die Resultate sind Mittelwerte aus Messungen an Epidermiszellen mit rotem und ungefärbtem Zellsaft, die im Zellverbande neben einander lagen.

	Zellen mit ungefärbtem Zellsaft.	Zellen mit rotem Zellsaft.
<i>Paradisia Liliastrum</i>	0,25	0,20
<i>Salix reticulata</i>	0,80	0,60
<i>Kerneria saxatilis</i>	0,70	0,50
<i>Sedum atratum</i>	0,25	0,20 27. VII
	0,20	0,15 14. VIII
» <i>dasyphyllum</i>	0,25	0,20 31. VII
	0,20	0,15 14. VIII
	0,20	0,15 18. VIII
<i>Sempervivum tectorum</i>	0,30	0,20
<i>Saxifraga Aizoon</i>	0,80	0,50
<i>Veronica Chamaedrys</i>	0,65	0,60
<i>Pedicularis verticillata</i>	0,80	0,70
<i>Campanula cochleariifolia</i>	0,60	0,50
<i>Hieracium murorum</i>	0,80	0,70

Aus den Tabellen 11 und 12 ersehen wir, dass die osmotischen Werte nicht nur in verschiedenen Organen einer Pflanze, sondern auch in einem und demselben Organe verschieden sein können. So ergibt die Epidermis der Blattoberseite in den untersuchten Fällen gewöhnlich etwas höhere Zahlen als die der Blattunterseite, was aus der stärkeren Exposition wohl verständlich ist. Dieses Resultat bezieht sich auf Untersuchungen im Juni und Juli. Im August bemerkte ich einen fast vollständigen Ausgleich zwischen Ober- und Unterseite des Blattes, doch war dies sicher nur die Folge der damals herrschenden abnormal hohen Feuchtigkeit. Wahrscheinlich hätten sich aber auch im August noch Differenzen nachweisen lassen, wenn die Konzentrationsstufen der Lösungen kleiner als 0,05, gewesen wären. Die ungünstigen äusseren Bedingungen, unter

denen ich arbeiten musste, liessen jedoch solche Untersuchungen nicht zu. Meine Bestimmungen in den Gastlosen ergeben nach Tab 11 a für die Epidermis des Mittelnerven kleinere Werte, während spätere Laboratoriumsuntersuchungen in Freiburg bei *Ligustrum*, *Rumex*, *Taraxacum* und *Helleborus* zum entgegengesetzten Resultat führten (Epidermis über dem Mittelnerven ca 0,05 Mol KNO<sub>3</sub> höher). Sind auch infolge stärkerer Abweichungen in der Behaarung derartige Differenzen nicht ausgeschlossen, so besitzen doch — wie ausdrücklich betont sei — die Messungen der Nervepidermis in den Gastlosen nicht die gewünschte Zuverlässigkeit indem das starke Hervortreten der Vakuolenhaut Täuschungen verursachen konnte.

Tabelle 12 zeigt, dass die Zellen mit gefärbtem Saft stets einen niedrigeren osmotischen Wert entwickeln als die Zellen mit farblosem Saft. Zu entgegengesetzten Resultaten gelangte Cavara<sup>1</sup>. Welches die Ursache dieser Differenzen ist, vermag ich nicht anzugeben. Vielleicht spielt hier die Untersuchungsmethode eine Rolle.

### Einige der untersuchten Pflanzen nach Familien geordnet.

In der nachfolgenden Tabelle 13 sind einige Vertreter der einzelnen Familien übersichtlich zusammengestellt. Zeichnen sich auch die Gramineen durch hohe, die Orchideen und Crassulaceen durch niedere Werte aus, so besteht doch, wie ja zu erwarten war, zwischen systematischer Verwandtschaft und osmotischem Werte kein weiterer Zusammenhang. So varieren z. B. bei den *Cyperaceen*, *Eriophorum angustifolium* und *Carex Goodenovii* um 1,05 Mol KNO<sub>3</sub>; bei den *Saxifragaceen*, *Saxifraga aizoi-*

<sup>1</sup> Cavara, „Risultati di una serie di ricerche crioscopiche sui vegetali“ führt pag. 222 aus:

	Organi verdi	Organi rossi.
<i>Halochnemum strobilaceum</i> . . .	△ = 7,25	△ = 8,50
<i>Salicornia fruticosa</i> . . . . .	“ = 4,62	“ = 7,48
“ <i>herbacea</i> . . . . .	“ = 4,28	“ = 6,55

des und *Saxifrage Aizoon* um 0,59 Mol KNO<sub>3</sub>; ebenso beträgt der Unterschied von *Campanula rhomboidalis* und *Campanula thrysoides* 0,59 Mol KNO<sub>3</sub>.

Tabelle 13.

	Sommer 1912	Bemerkungen.
<b>Polypodiaceae.</b>		
<i>Cystopteris fragilis</i> . . . . .	0,80	Geröllhalde,
<i>Dryopteris Lonchitis</i> . . . . .	0,80	„
<i>Asplenium Trichomanes</i> . . . . .	0,65	„
<i>Polypodium vulgare</i> . . . . .	0,63	Felsen,

### Gramineae.

<i>Phleum alpinum</i> . . . . .	1,05	Alpenwiese
<i>Dechampsia caespitosa</i> . . . . .	0,90	„
<i>Poa alpina</i> . . . . .	1,00	„
<i>Festuca ovina</i> ssp. <i>duriuscula</i> . . . . .	1,30	„
<i>Nardus stricta</i> . . . . .	1,16	„
<i>Stipa Calamagrostis</i> . . . . .	1,30	Felsen,
<i>Sesleria coerulea</i> . . . . .	0,80	„

### Cyperaceae.

<i>Eriophorum angustifolium</i> . . . . .	0,55	Sumpfwiese,
<i>Blysmus compressus</i> . . . . .	1,50	„
<i>Carex paniculata</i> . . . . .	1,00	„
» <i>Goodenowii</i> . . . . .	1,60	„
» <i>flacca</i> . . . . .	0,98	„

### Orchidaceae.

<i>Orchis globosus</i> . . . . .	0,25	Alpenwiese,
» <i>ustulatus</i> . . . . .	0,27	„
<i>Coeloglossum viride</i> . . . . .	0,20	„
<i>Gymnadenia albida</i> . . . . .	0,25	„
<i>Nigritella nigra</i> . . . . .	0,25	„
<i>Platanthera bifolia</i> . . . . .	0,23	„
<i>Epipactis atropurpurea</i> . . . . .	0,20	Humusband

### Crassulaceae.

<i>Sedum atratum</i> . . . . .	0,20	Felsen
» <i>dasyphyllum</i> . . . . .	0,19	„
» <i>rupestre</i> . . . . .	0,22	„
<i>Sempervivum tectorum</i> . . . . .	0,26	„

**Liliaceae.**

	Sommer 1912 Bemerkungen.
<i>Tofieldia calyculata</i> . . . . .	0,27 Alpenwiese,
<i>Veratrum album</i> . . . . .	0,60 „
<i>Paradisia Liliastrum</i> . . . . .	0,30 Felsen,
<i>Allium Schoenoprasum</i> . . . . .	0,30 Sumpfwiese,
<i>Lilium Martagon</i> . . . . .	0,80 Geröllhalde,
<i>Paris quadrifolia</i> . . . . .	0,75 Alpenwiese,

**Salicaceae.**

<i>Salix retusa</i> . . . . .	0,68
„ <i>reticulata</i> . . . . .	0,65
„ <i>grandifolia</i> . . . . .	0,90 Alpenwiese,
„ <i>hastata</i> . . . . .	0,80

**Cariophyllaceae.**

<i>Silene acaulis</i> . . . . .	0,60 Felsen,
<i>Gypsophila repens</i> . . . . .	0,55 „
<i>Dianthus Caryophyllus</i> . . . . .	1,00 „
<i>Saponaria ocymoides</i> . . . . .	0,78 „
<i>Cerastium arvense</i> . . . . .	0,93 „
<i>Minuartia verna</i> . . . . .	0,89 „
<i>Arenaria ciliata</i> . . . . .	0,50 „
<i>Moehringia muscosa</i> . . . . .	0,60 „

**Cruciferae.**

<i>Kerneria saxatilis</i> . . . . .	0,58 „
<i>Hutchinsia alpina</i> . . . . .	0,65 „
<i>Draba aizoides</i> . . . . .	0,73 „
<i>Arabis alpestris</i> . . . . .	0,41 „

**Saxifragaceae.**

<i>Saxifrage oppositifolia</i> . . . . .	0,50 Felsen,
„ <i>Aizoon</i> . . . . .	0,81 „
„ <i>aizoides</i> . . . . .	0,22 „
„ <i>moschata</i> . . . . .	0,47 „
<i>Parnassia palustris</i> . . . . .	0,50 Humusband,

**Rosaceae.**

	Sommer 1912	Bemerkungen.
Cotoneaster tomentosa . . . . .	1,01	Felsen,
Sorbus Chamaemespilus . . . . .	0,93	Geröll,
Amelanchier ovalis . . . . .	1,01	Felsen,
Dryas octopetala . . . . .	0,63	„
Rosa canina . . . . .	0,62	„

**Umbelliferae.**

Bupleurum ranunculoides . . . . .	0,95	Felsen,
Athamante cretensis . . . . .	0,60	„
Laserpitium latifolium . . . . .	0,80	„
“ Siler . . . . .	0,67	„

**Gentianaceae.**

Gentiana lutea . . . . .	0,38	Humusband,
“ verna . . . . .	0,66	„
“ Clusii . . . . .	0,75	„
“ campestris . . . . .	0,41	„

**Scrophulariaceae.**

Linaria alpina . . . . .	0,40	Humusband,
Veronica aphylla . . . . .	0,77	„
“ latifolia . . . . .	0,55	„
Euphrasia hirtella . . . . .	0,53	„
“ salisburgensis . . . . .	0,40	„
“ minima . . . . .	0,50	„
Rhinanthus subalpinus . . . . .	0,78	„
Pedicularis verticillata . . . . .	0,82	„

**Campanulaceae.**

Phytheuma orbiculare . . . . .	0,78	Humusband,
Campanula barbata . . . . .	0,40	„
“ rhomboidalis . . . . .	0,83	„
“ Trachelium . . . . .	0,40	„
“ thyrsoides . . . . .	0,28	„

**Compositae.**

Adenostyles glabra . . . . .	0,30	Felsen.
Erigeron alpinus . . . . .	0,76	„
Centaurea scabiosa . . . . .	0,42	„
Hieracium murorum . . . . .	0,75	„

## Pflanzen von verschiedener Lebensdauer.

Tabelle 14a.

	Sträucher.	Mittelwert	Felsen.	Geröll.	Humus-	Alpen-
		aller				
		Standorte				
<i>Juniperus communis</i>	.	0,90			0,90	0,90
<i>Salix reticulata</i>	.	0,65	0,65		0,65	
„ <i>grandifolia</i>	.	0,90				0,90
„ <i>retusa</i>	.	0,64	0,68	0,63	0,60	
„ <i>hastata</i>	.	0,80	0,80		0,80	
<i>Cotoneaster tomentosa</i>	.	0,97	1,01	0,93		
<i>Sorbus Chamaemespilus</i>	.	0,94			0,95	
<i>Amelanchier ovalis</i>	.	1,00	1,01	1,00	1,00	
<i>Rubus saxatilis</i>	.	0,55			0,55	
„ <i>idaeus</i>	.	0,50			0,50	
<i>Dryas octopetala</i>	.	0,63	0,63	0,63	0,63	
<i>Rosa canina</i>	.	0,61	0,62		0,60	
„ <i>pendulina</i>	.	0,60			0,60	
<i>Rhamnus alpina</i>	.	0,75	0,75	0,75		
<i>Daphne Mezereum</i>	.	0,50			0,50	0,50
<i>Rhododendron ferrugineum</i>	0,90	0,90			0,90	
<i>Arctostaphylos Uva ursi</i> .	1,03	1,03				
<i>Vaccinium Vitis ideae</i>	.	0,53			0,53	
<i>Lonicera alpigena</i>	.	0,43	0,43			

## Zweijährige Pflanzen.

Tabelle 14b.

	Mittelw.	Mittelw.	Felsen.	Geröll.	Humus	Alp.
		aller				
		Standorte.				
<i>Arabis hirsuta</i>	.	0,34		0,36	0,33	
„ <i>alpestris</i>	.	0,40	0,40			
<i>Geranium Robertianum</i>	.	0,56	0,63			0,50
<i>Linum catharticum</i>	.	0,40			0,40	0,40
<i>Carum Carvi</i>	.	1,03				1,03
<i>Trifolium badium</i>	.	0,50			0,50	0,50
<i>Gentiana campestris</i>	.	0,41			0,41	0,40
<i>Linaria alpina</i>	.	0,40		0,40		
<i>Campanula thrysoides</i>	.	0,28		0,28		
<i>Senecio viscosus</i>	.	0,60		0,60		

## Einjährige Pflanzen.

Tabelle 14c.

	Mittelw. aller Standorte.	Felsen.	Geröll.	Humus band.	Alp- wiese.
<i>Sedum atratum</i> . . .	0,21	0,20		0,22	
<i>Galeopsis Tetrahit</i> . . .	0,50		0,50		
<i>Verbascum Thapsus</i> . . .	0,45				0,45
<i>Euphrasia Rostkoviana</i> . .	0,53				0,53
" <i>hirtella</i> . . .	0,53			0,53	
" <i>salisburgensis</i>	0,40			0,40	
" <i>minima</i> . . .	0,50			0,50	
<i>Rhinanthus subalpinus</i> . .	0,78			0,78	
<i>Arctium tomentosum</i> . . .	0,48		0,48		
<i>Cirsium eriophorum</i> . . .	0,47				0,47

Aus den Tabellen 14 a, b, und c ersehen wir, dass unter den Sträuchern gerade jene, die durch Wuchs und Blattbau einer grösseren Vertrocknungsgefahr ausgesetzt sind, hohe osmotische Werte aufweisen. Man vergleiche *Cotoneaster tomentosa*, *Amelanchier ovalis* und *Sorbus Chamaemespilus*, etwa mit *Vaccinium Vitis idea* oder *Dryas octopetala*. Es ist auch auffallend, ein wie grosser Prozentsatz der Sträucher auf Felsen zu gedeihen vermag. Von den 19 Sträuchern, die wir in unserm Gebiet untersucht haben, kommen 11 auf Felsen, 6 auf Geröll, 13 auf Humusbändern und 3 auf Alpenwiesen vor. Bei den zweijährigen Pflanzen finden wir von 10 Arten 2 auf Felsen, 4 auf Geröll, 4 auf Humusbändern und 5 auf Alpenwiesen; bei den 10 Einjährigen aber nur eine auf Felsen, 2 auf Geröll, 5 auf Humusbändern und 3 auf Alpenwiesen. Fassen wir dies in eine kleine Tabelle zusammen, so erhalten wir folgendes Bild in Prozenten:

	Felsen.	Geröll.	Humusbänd.	Alpenwiese.
Einjährige . . .	10 %	20 %	40 %	30 %
Zweijährige . . .	13,2 %	26,4 %	26,4 %	34 %
Sträucher . . .	33 %	18,2 %	39,3 %	10 %

Die einjährigen Pflanzen bleiben ganz bedeutend als Besiedler der Felsen zurück. Eigentümlich ist, dass gerade die Pflanze mit dem kleinsten osmotischen Werte, *Sedum atratum*, ein typischer Felsbewohner ist.

Die Sträucher entwickeln im Allgemeinen höhere osmotische Werte als die ein- und zweijährigen Pflanzen. Setzen wir 0,55 Mol KNO<sub>3</sub> als Gesamtmittel aller untersuchten Alpenpflanzen, so stehen von den 19 Sträuchern 15 oder 79% über diesem Mittelwert, von den 10 zweijährigen Pflanzen bloss 30% und den 10 einjährigen Arten sogar nur 10%.

Dass die Sträucher auf dem trockenen Felsen so gut fortkommen, ist um so auffälliger, weil gerade sie zufolge ihres reichen Blätterschmuckes und des relativ hohen Wuchses viel Wasser verlieren dürften. Die Erklärung dürfte wahrscheinlich darin zu finden sein, dass nicht nur eine hohe osmotische Saugkraft sondern vor allem auch ein reich verzweigtes Wurzelsystem ausgebildet wird.

Verhalten derselben Species  
in der Ebene und in den Gastlosen im Sommer.

	Ebene Juni.	Gastlosen Juni.	Tabelle 15.
Sanguisorba minor . . .	0,50	0,65	Wiesen,
Saxifraga aizoides . . .	0,20	0,30	Felsen,
Anthyllis vulneraria . . .	0,40	0,65	Wiesen,
Hippocratea comosa . . .	0,50	0,55	"
Geranium Robertianum . . .	0,50	0,50	"
Thymus Serpyllum . . .	0,40 <sup>1</sup>	0,80	Wiesen,
Daphne Mezereum . . .	0,45 <sup>1</sup>	0,50 <sup>2</sup>	Geröllhalde,
Carum Carvi . . . .	0,90	1,10	
Myosotis silvatica . . .	0,40	0,65	
Veronica Beccabunga . . .	0,40	0,60	
Euphrasia Rostkoviana . . .	0,30	0,50	
Pinguicula alpina . . . .	0,25 <sup>1</sup>	0,70 <sup>2</sup>	Felsen
Plantago major . . . .	0,35	0,35	
Galium asperum . . . .	0,45	0,85	
Succisa pratensis . . . .	0,40	0,40	Wiesen
Campanula cochleariifolia	0,55	0,55	
Bellidiastrum Michelii . . .	0,35	0,60	Felsen
Chrysanthemum Leucanthemum . . . .	0,50	0,50	
Taraxacum officinale . . . .	0,40	0,50	

<sup>1</sup> Nasse Felsen. <sup>2</sup> Trockene Felsen.

Verhalten derselben Spezies  
in der Ebene und in den Gastlosen im Winter.

Tabelle 16.

	Ebene Februar.	Gastlosen Februar.
Asplenium Trichomanes .	1,00	1,20
" Ruta muraria	0,95	1,05
Juniperus communis . .	1,10	1,30
Saxifraga aizoides . .	0,30	0,35
Anthyllis Vulneraria . .	0,70	0,80
Hippocrepis comosa . .	0,80	1,20
Sanguisorba minor . .	0,60	0,85
Geranium Robertianum .	0,75	0,95
Primula Auricula . .	0,55	0,70
Thymus Serpyllum . .	0,85	0,85
Galium asperum . .	0,55	0,70
Campanula cochleariifolia	0,60	0,60
Bellidiastrum Michelii .	0,55	0,55

Verhalten derselben Species  
in den Gastlosen im Sommer 1912 und Winter 1912/13.

Tabelle 17.

	Sommer Juli.	Winter Februar,	
Asplenium Trichomanes .	0,80	1,20	Felsen,
" Ruta muraria	0,70	1,05	„
Polypodium vulgare . .	0,70	1,00	„
Juniperus communis . .	0,90	1,30	Humusband,
Sesleria coerulea . .	0,80	1,20	Felsen,
Moehringia muscosa . .	0,55	0,60	„
Kerneria saxatilis . .	0,65	0,80	„
Draba aizoides . .	0,75	0,90	„
Arabis alpina . .	0,50	0,90	„
Sedum dasyphyllum . .	0,25	0,30	„
Sempervivum tectorum .	0,25	0,30	„
Saxifraga Aizoon . .	0,85	0,90	„
" oppositifolia .	0,20	0,30	„
" moschata . .	0,45	0,55	„
" rotundifolia .	0,35	0,55	Humusband,
Sanguisorba minor . .	0,60	0,85	Alpenwiese,

		Sommer Juli.	Winter Februar.	
<i>Anthyllis Vulneraria</i>	.	0,50	0,80	Felsen,
<i>Hippocrepis comosa</i>	.	0,65	1,20	„
<i>Geranium Robertianum</i>	.	0,60	0,95	„
<i>Rhododendron ferrugineum</i>		0,90	1,40	„
<i>Arctostaphylos Uva ursi.</i>		1,00	1,30	„
<i>Primula Auricula</i>	.	0,40	0,70	„
<i>Satureia alpina</i>	.	0,60	0,90	Felsen,
<i>Thymus Serpyllum</i>	.	0,65	0,85	„
<i>Erinus alpinus</i>	.	0,50	0,70	„
<i>Globularia cordifolia</i>	.	0,80	1,00	„
<i>Galium asperum</i>	.	0,65	0,70	„
<i>Campanula cochleariifolia</i>		0,55	0,65	„
<i>Bellidiastrum Michelii</i>	.	0,50	0,55	„
<i>Centaurea montana</i>	.	0,50	0,65	Humusband,
<i>Carlina acaulis</i>	.	0,45	0,50	Alpenwiese,
<i>Senecio viscosus</i>	.	0,60	0,75	Humusband.

**Verhalten derselben Species in der Ebene  
im Sommer 1912 und im Winter 1912/13.**

Tabelle 18

		Sommer Juni	Winter Februar.	
<i>Cystopteris fragilis</i>	.	0,75	0,85	
<i>Asplenium Trichomanes</i>	.	0,80	1,00	
» . <i>Ruta muraria</i>		0,75	0,95	
<i>Equisetum arvense</i>	.	0,70		
<i>Juniperus communis</i>	.	0,95	1,10	
<i>Larix decidua</i>	.	0,80		etwas unregel-
<i>Avena sativa</i>	.	0,40		mässig, 0,70-0,90
<i>Poa annua</i>	.	0,95	1,05	
<i>Bromus tectorum</i>	.	1,10		
<i>Agrostis tenuis</i>	.	1,05	1,10	
<i>Secale cereale</i>	.	0,80		
<i>Carex verna</i>	.	1,15		
<i>Junius effusus</i>	.	1,00		
<i>Luzula campestris</i>	.	1,05		
<i>Majanthemum bifolium</i>	.	0,25		

		Sommer Juni.	Winter Februar.
Crocus albiflorus . . .		0,60	
Orchis maculatus . . .		0,30	
" ustulatus . . .		0,30	
Platanthera bifolia . . .		0,30	
Urtica urens . . .		0,60	0,70
Rumex Acetosa . . .		0,35	
" conglomeratus . .		0,40	0,45
Polygonum bistortor . .		0,30	
Gypsophila paniculata . .		0,40	
Saponaria ocymoides . .		0,40	
Helleborus foetidus . .		0,75	0,95
Anemone nemorosa . . .		0,55	
" ranunculoides . .		0,50	
" hepatica . . .		0,50	0,80
Ranunculus repens . . .		0,40	0,70
" aconitifolius . .			
Chelidonium majus . . .		0,60	
Capsella Bursa pastoris .		0,45	
Saxifraga aizoides . . .		0,20	0,30 Felsen
Chrysosplenium alternifol.		0,30	
Fragaria vesca . . . .		0,60	
Geum urbanum . . . .		0,50	
Rubus saxatilis . . . .		0,70	0,90
Sanguisorba minor . . .		0,50	1,60
Anthyllis Vulneraria . .		0,40	0,60
Hippocrepis comosa . . .		0,55	0,80
Lathyrus vernus . . . .		0,80	1,20
Geranium Robertianum .		0,50	0,75
Oxalis Acetosella . . .		0,40	
Mercurialis perennis . .		0,60	
Buxus sempervirens . . .		0,80	1,10
Ilex Aquifolium . . . .		0,90	1,00
Hypericum perforatum .		0,40	0,60
Helianthemum nummular.		0,50	0,85
Viola silvestre . . . .		0,50	0,75
Daphne Mezereum . . .		0,45	
Hedera Helix . . . .		0,80	1,30

		Sommer Juni.	Winter Februar.
Primula elatior . . .		0,40	0,55
Pyrola rotundifolia . . .		0,30	0,50
Syringa vulgaris . . .		0,90	1,40
Ligustrum vulgaris . . .		0,70	1,20
Vinca minor . . . .		0,80	1,10
Pulmonaria officinalis . .		0,55	
Myosotis sylvatica . . .		0,40	
Prunella vulgaris . . .		0,35	
Lamium purpureum . . .		0,45	1,10
Stachys sylvaticus . . .		0,60	
Thymus Serpyllum . . .			0,85
Linaria Cymbalaria . . .		0,40	
Veronica Beccabunga . . .		0,35	0,60
" officinalis . . .		0,55	0,75
" latifolia . . .		0,60	
Euphrasia Rostkoviana . .		0,45	
Pinguicula alpina . . . .		0,25	
Plantago major . . . .		0,40	
" media . . . .		0,45	
" lanceolata . . . .		0,40	
Asperula odorata . . . .		0,50	
Galium asperum . . . .		0,45	0,55
" Cruciata . . . .		0,50	0,65
Phyteuma spicatum . . . .		0,50	
Campanula cochleariifolia		0,40 <sup>1</sup>	0,60
		0,50 <sup>2</sup>	
" persicifolia . . . .		0,50	
" rapunculoides . . . .		0,40	
Chrysanthemum Leucan-			
themum . . . .		0,50	
Tussilago Farfara . . . .		0,40	0,30 <sup>1</sup>
Senecio vulgaris . . . .		0,35	
Tragopogon pratensis . . .		0,40	
Taraxacum officinale . . .		0,40	0,50
Bellidiastrum Michelii . .		0,35	0,55

<sup>1</sup> Gefärbter Zellsaft.

	Sommer	Winter
	Juni.	Februar.
Bellis perennis . . .	0,60	0,75
Cirsium lanceolatum . . .		0,60

Nach Tabelle 15 besitzt dieselbe Species in den Gastlosen einen höheren osmotischen Wert als in der Ebene. Zu ähnlichen Resultaten sind *Marie und Gatin*<sup>2</sup> für *Euphorbia sylvatica L.*, *Geranium Robertianum L.* und *Urtica dioeca L.* gekommen. Der Unterschied ist manchmal sehr bedeutend, so z.B. bei *Thymus Serpyllum*, wo er in der Ebene 0,40 Mol KNO<sub>3</sub> beträgt und in den Gastlosen 0,80 Mol KNO<sub>3</sub>; ebenso *Bellidiastrum Michelii* in der Ebene 0,35 in den Gastlosen 0,60; *Galium asperum* in den Gastlosen 0,85 in der Ebene 0,45; *Pinguicula alpina* in der Ebene 0,25 in den Gastlosen 0,70 Mol KNO<sub>3</sub>. Die starke Windwirkung, die Zunahme der Insolation sind Faktoren, welche die Transpiration der Pflanze in den Bergen beschleunigen und bei der Erschwerung der Wasseraufnahme leicht eine Erhöhung des osmotischen Wertes herbeiführen können.

Tabelle 16 zeigt, dass die Differenzen zwischen Alpen und Ebene nicht nur im Sommer, sondern auch im Winter vorhanden sind.

Der Einfluss der Kälte geht aus Tabelle 17 und 18 hervor. Die Pflanzen der Ebene und der Alpen weisen in der kalten Jahreszeit einen erhöhten osmotischen Wert auf, was u.A. mit der Herabsetzung der Wurzeltätigkeit und der hieraus folgenden Erschwerung der Wasseraufnahme in Zusammenhang stehen wird.

Die Steigerung beträgt in der Ebene etwa 0,20 Mol; in den Gastlosen im Durchschnitt etwa 0,30 GM KNO<sub>3</sub>. Wir werden den heftigen Winterstürmen und der stärkeren Abkühlung diese höhere Drucksteigerung in den Gastlosen zuschreiben dürfen.

Dass durch die Zunahme der Konzentration des Zell-

<sup>2</sup> Vergl. *Marie et Gatin*, „Déterminations cryoscopiques effectuées sur des suc végétaux. Comparaison d'espèces de montagne avec les mêmes espèces de la plaine“. Assoc. franç. Avanc. Sc. 1911, pag. 494.

saftes die Zellen widerstandsfähiger gegen Kälte werden, ist für verschiedene Fälle experimentell bewiesen worden; wir können daher annehmen, dass auch bei unsren Versuchspflanzen eine erhöhte Kälteresistenz herbeigeführt wird.

### Der osmotische Wert in den verschiedenen Monaten.

Die Untersuchungen beziehen sich auf die Epidermis der Blattunterseite und auf Pflanzen der Ebene.

	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.
	8° C.	3° C.	-1° C.	-2° C.	-3° C.	-8° C.	-2° C.	6° C.	10° C.	22° C.	24° C.	25° C.
Helleborus foetidus	0,60	0,75	0,75	0,95	0,85	0,95	0,80	0,65	0,60	0,70	0,75	0,85
Vinca minor . . .	0,65	0,70	0,70	0,70	1,00	1,10	0,90	0,70	0,65	0,70	0,70	0,70
Hedera Helix . . .	0,80	0,80	0,85	0,85	1,15	1,30	1,00	0,70	0,70	0,80	0,80	0,80
Buxus sempervirens	0,80	0,90	0,95	1,00	1,00	1,10	1,00	0,90	0,80	0,80	0,80	0,80
Ilex aquifolium . . .	0,90	0,90	0,95	0,95	1,00	1,00	1,00	0,90	0,80	0,80	0,80	0,90
Ligustrum vulgare .	0,60	0,70	0,70	0,90	1,05	1,20	0,85	0,70	0,60	0,70	0,80	0,85
Syringa vulgaris .	0,90	0,95	1,10	1,00	1,20	1,40	1,00	0,90	0,85	0,90	0,95	1,00

Wurden in den vorhergehenden Tabellen nur die Werte von Juni und Februar gegenübergestellt, so finden wir hier Angaben für jeden Monat des Jahres. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass dies keine Durchschnittswerte sondern nur Einzelmessungen sind, die jeweilen zwischen dem 12. u. 15. eines jeden Monats vorgenommen wurden. Es resultieren jährlich 2 Maxima und 2 Minima. Es liegt nahe das Maximum im Winter u. A. in Zusammenhang zu bringen mit der Abnahme der Wurzeltätigkeit; das Maximum im Sommer mit der Abnahme des Bodenwassers und der Zunahme der Transpiration. Das eine Minimum in Frühling korrespondiert mit dem Wasserreichtum des Bodens, der den Ueberfluss der winterlichen Niederschläge in sich aufgenommen hat; das zweite Minimum fällt zusammen mit den feuchten, nebligen Herbsttagen.

Bei *Syringa*, *Ligustrum* und *Helleborus*, die damals während des ganzen Winters im Freien Blätter trugen waren die Blattzellen möglicherweise nicht mehr ganz gesund, so dass ein zweites Maximum im Winter vorgetäuscht wurde.

Die Hartlaubgewächse *Hedera*, *Buxus* und *Ilex* zeigen nur ein Maximum im Winter.

## Ueber den Einfluss der Temperatur.

Zu den folgenden Versuchen kamen Pflanzen zur Verwendung, die im November im Freien gesammelt und dann bei einer Temperatur von circa 15° Cels. im Laboratorium weitergezogen wurden; die meisten in Töpfen, *Saxifraga aizoides* und *Veronica Beccabunga* in Wasserkulturen. Das Verhalten der eingetopften Exemplare wurde mit dem von Freilandpflanzen verglichen, mit Ausnahme von *Globularia cordifolia*, von der ich nur Topfkulturen besass. Die Topfpflanzen stellte ich am 24. Februar Morgens 8 h. ins Freie und untersuchte sie nach 9 und 24 Stunden. Die Temperatur wurde mit einem Maximum -Minimum Thermometer kontrolliert.

	24. Februar			25. Februar		
	8 Uhr Morgens.			8 Uhr Morgens.		
	Topf-pflanzen seit Nov. im La-boratorium.	Freiland-pflanzen.	Topf-pflanzen ins Freie ge-stellt nach 9 Std.	Topf-pflanzen im freien nach 24 Std.	Freiland-pflanzen nach 24 Std.	Lufttemp.
Vinca minor . . . . .	0,70	1,15	1,00	Am absterben.	1,15	
Genista tinctoria . . . . .	0,50	0,85	0,60	"	0,80	
Bromus tectorum . . . . .	1,10	1,40	1,20	"	1,40	
Saxifrage aizoides . . . . .	0,20	0,35	0,35-0,45	0,35-0,45	0,35	
			unregelmässig.	unregelmässig.		
" Aizoon . . . . .	0,60	0,85	0,80	0,80	0,90	
Primula Auricula . . . . .	0,35	0,70	0,60	0,70	0,70	
Anemone hepatica Oberseite .	0,50	0,60	0,60	0,60	0,60	
Unterseite .	0,50	0,80	0,80	0,80	0,80	
Veronica beccabunga . . . .	0,40	0,70	0,60	0,70	0,70	
Taraxacum officinale . . . .	0,35	0,60	0,50	Am absterb.	0,70	
Globularia cordifolia . . . .	0,60	—	0,60-0,90	"	—	
			unregelm.			

Nach Tabelle 20 haben Topfpflanzen der gleichen Species im Winter bei Zimmertemperatur und genügender Wasserzufuhr einen bedeutend kleineren osmotischen Wert als in der freien Natur. Die grössten Differenzen zeigen im allgemeinen Arten, die hohe osmotische Werte entwickeln, wie z. B. *Vinca minor*, wo der Unterschied 0,45 und *Genista tinctoria*, wo er 0,35 Mol NKO<sub>3</sub> beträgt. Starke

plötzliche Abkühlung ertrugen nur 50% der untersuchten Pflanzen. Exemplare mit hohem osmotischen Wert zeigten keine grössere Widerstandsfähigkeit. *Bromus tectorum* mit 1,10 Mol KNO<sub>3</sub> war ebenso rasch abgestorben wie *Taraxacum officinale* mit nur 0,35 Mol KNO<sub>3</sub>. Speziell bei *Bromus* mag die starke nächtliche Strahlung der Spitzen noch mitgewirkt haben, die ja eine Abkühlung von 6—8° C. unter die Temperatur der umgehenden Luft bewirken kann.

Am besten ertragen diesen Temperaturwechsel *Saxifraga Aizoon* und *Primula Auricula*, dann folgt *Anemone hepatica*, die ihre Blätter senkte und auf den Boden legte; schon am Abend zeigte sich eine Differenz zwischen Ober- und Unterseite um 0,20 Mol KNO<sub>3</sub> zu Gunsten der Oberseite. *Veronica Beccabunga* und *Saxifraga aizoides* liessen ihre Wurzeln durch das Eis hindurch in flüssiges Wasser tauchen.

Das Verhalten der Pflanzen im Zimmer zeigt, dass die periodischen Veränderungen des osmotischen Wertes im Laufe des Jahres nicht etwa aus „innern Ursachen“ erfolgen, sondern mit entsprechenden Veränderungen äusseren Faktoren parallel gehen.

### Ueber den Einfluss von Temperatur u. Schneedecke.

Der plötzliche starke Temperaturfall am 13. April 1913 veranlasste mich noch zu folgenden Messungen. Die Pflanzen wurden am 13. April Morgens zwischen 8 und 9 Uhr untersucht, bei einer Lufttemperatur von —8° C. Da ich die Tage vorher keine Bestimmungen gemacht hatte, so füge ich zum Vergleich Messungen vom 18. April bei zwischen 8. und 9 Uhr morgens bei 10° C. Lufttemp. Dieser Vergleich ist berechtigt, weil seit dem 15. April wieder normale Temperatur herrschte.

Aus der nachfolgenden Tabelle geht hervor, dass die freistehenden Exemplare den osmotischen Wert bis um 0,20 Mol KNO<sub>3</sub> erhöhten, während für dieselbe Species unter der Schneedecke die Zunahme im Max. blos 0,10 Mol KNO<sub>3</sub> betrug. Die bekannte schützende Wirkung der

# Der Einfluss des Windes auf den osmotischen Wert

	Osmot. Wert beim Beginn des Experi- mentes	1. Tag				2. Tag				3. Tag				4. Tag				5. Tag				6. Tag				8. Tag				10. Tag				Bemerkungen
		20 ccm Wasser ohne Wind	20 ccm Wasser mit Wind	Ohne Wasser ohne Wind	Ohne Wasser mit Wind	20 ccm Wasser ohne Wind	20 ccm Wasser mit Wind	Ohne Wasser ohne Wind	Ohne Wasser mit Wind	20 ccm Wasser ohne Wind	20 ccm Wasser mit Wind	Ohne Wasser ohne Wind	Ohne Wasser mit Wind	20 ccm Wasser ohne Wind	20 ccm Wasser mit Wind	Ohne Wasser ohne Wind	Ohne Wasser mit Wind	20 ccm Wasser ohne Wind	20 ccm Wasser mit Wind	Ohne Wasser ohne Wind	Ohne Wasser mit Wind	20 ccm Wasser ohne Wind	20 ccm Wasser mit Wind	Ohne Wasser ohne Wind	Ohne Wasser mit Wind	20 ccm Wasser ohne Wind	20 ccm Wasser mit Wind	Ohne Wasser ohne Wind	Ohne Wasser mit Wind					
Zimmertemperatur circa 15° C.																																		
Primula Auricula . . . . .	0,25	0,25	0,25	0,35	0,30	0,25	0,25	0,30	0,35	0,25	0,30	0,35	0,40	0,25	0,35	0,40	0,45	0,25	0,40	0,40	0,50	0,30	0,50	0,45	0,60 <sup>1</sup>	0,30	0,55	0,50	welk	0,30	0,60	0,55 <sup>2</sup>		
Impatiens Sultani (Wasserkultur) . . . . .	0,20	0,20	0,20	—	—	0,20	0,20	—	—	0,20	0,20	—	—	0,20	0,25	—	—	0,20	0,30	—	—	0,20	0,35	—	—	0,20	0,40	—	—	1 Ältere Blätter welk. 2 Am 12. Tag fingen die Blätter an zu welken.				
Impatiens Sultani (Topfkultur) . . . . .	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,35	0,30	0,40	0,30	0,35	0,35	0,50	0,30	0,40	0,35	0,60	0,30	0,50	0,40	welk	0,35	welk	0,60	welk	0,35	welk	welk	0,35	welk	welk	1 Ältere Blätter welk.			
Anemone hepatica . . . . .	0,50	0,50	0,50	0,50	0,55	0,50	0,50	0,50	0,55	0,55	0,55	0,55	0,50	0,55	0,55	0,60	0,50	0,60	0,60	welk	0,50	welk	0,55	welk	0,50	welk	0,70 <sup>1</sup>	welk	welk	1 Ältere Blätter welk.				
Globularia cordifolia . . . . .	0,80	0,80	0,80	0,80	0,85	0,80	0,85	0,80	0,90	0,80	0,90	0,85	1,05	0,80	0,95	0,85	0,20	0,80	1,05	0,85	welk	0,85	1,15	0,90	welk	0,85	0,95	welk	0,85	welk	1,00			
Erinus alpinus . . . . .	0,55	0,55	0,55	0,55	0,60	0,55	0,60	0,55	0,70	0,55	0,65	0,55	0,80	0,55	0,75	0,60	welk	0,55	welk	0,60	welk	0,55	welk	0,65	welk	0,55	welk	0,65	welk	0,65				
Saxifraga Aizoon . . . . .	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,65	0,60	0,65	0,60	0,70	0,60	0,65	0,65	0,75	0,60	0,70	0,65	0,65	0,60	0,70 <sup>2</sup>	welk	0,70	welk	0,60	welk	0,60	welk	0,60	welk	1 Ältere Blätter welk. 2 Am 12. Tag die inneren Blätter noch frisch, die äußeren fingen an zu welken.	
Draba sibirica . . . . .	0,50	0,50	0,50	0,50	0,55	0,50	0,55	0,50	0,55	0,50	0,55	0,55	0,65	0,50	0,55	0,65	0,60	0,50	0,65	0,60	welk	0,50	welk	0,60	welk	0,50	welk	0,50	welk	0,50	welk	1 Ältere Blätter welk.		
Veronica beccabunga (Wasserkultur) . . . . .	0,40	0,40	0,40	—	—	0,40	0,40	—	—	0,40	0,40	—	—	0,40	0,45	—	—	0,40	0,45	—	—	0,40	0,45	—	—	0,40	0,45	—	—	1 Ältere Blätter welk.				
Plantago lanceolata . . . . .	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,40	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,40	0,40	0,40	0,45	0,35	0,40	0,40	0,55	0,35	0,50	0,45	0,65 <sup>1</sup>	0,35	0,60	0,50	welk	0,35	welk	0,60	welk	1 Ältere Blätter welk.		
Taraxacum officinale . . . . .	0,35	0,3	0,35	0,35	0,40	0,35	0,40	0,40	0,45	0,35	0,45	0,40	0,55	0,40	0,50	0,40	welk	0,45	welk	0,40	welk	0,50 <sup>2</sup>	welk	0,40	welk	0,40	welk	0,60 <sup>2</sup>	welk	0,60 <sup>2</sup>	1 Ältere Blätter welk. 2 > > >			

Schneedecke macht sich somit auch hier deutlich bemerkbar. Ferner erkennt man das Sinken des osmotischen Druckes mit der nachfolgenden Temperatursteigerung.

	13. April	13. April	18. April	
	Lufttem-	unter der Lufttem-	Schnee-	peratur
	peratur	decke.	decke.	-8° C. +10° C.
Asplenium Trichomanes . . .	0,90		0,75	Viele Exemplare am Absterben.
Ruta muraria . . . . .	0,95		0,75	
Glyceria aquatica ohne Wasser	abge-			
	storben.			
Glyceria aquatica im Wasser	1,05		1,00	
Poa annua . . . . .	1,10	0,90	0,90	Von der Spitze her absterbend.
Colchicum autumnale . . .	0,30		0,20	
Rumex acetosa . . . . .	abster-			
	bend	0,35	0,30	
Ranunculus ficaria . . . .	0,50	0,40	0,35	Alle Exemplare sterben ab.
Anemone nemorosa . . . .	0,70	0,55	0,50	
Trifolium pratense . . . .	0,65	0,60	0,50	Unregelmässig u. absterbend.
Rubus Idaeus . . . . .	0,90		0,70	Blätter fangen an zu welken.
Ilex aquifolium . . . . .	1,00		0,90	Viele Exemplare am Absterben.
Hedera helix . . . . .	1,10		0,80	
Chaerophyllum hirsutum . .	abster-			
	bend.	0,55		
Primula elatior . . . . .	0,55	0,45	0,40	
Pulmonaria officinalis . .	0,70	0,55	0,50	
Bellis perennis . . . . .	0,70	0,60	0,50	
Taraxacum officinale . . .	0,50	0,50	0,40	Besonders die üppigen Exemplare am Absterben.

### Der Einfluss des Windes auf den osmotischen Wert.

Um die Wirkung der Luftbewegung zu untersuchen benutzte ich einen Elektroventilator, der pro Minute 1200 Umdrehungen machte und in einer Distanz von  $2\frac{1}{2}$  m. eine Windgeschwindigkeit von ca. 10 m. in der Sekunde hervorbrachte. Zu den Versuchen dienten in Gartenerde

eingetopfte Exemplare, die jeweilen in 1 m. Entfernung vor dem Ventilator im Laboratorium aufgestellt wurden. Zimmertemperatur c. 15° C.

Alle Exemplare wurden 2 Tage vor Beginn der Versuche mehrmals besonders reichlich begossen und ebenso noch am Morgen des betreffenden Tages. Beim Beginn des Experimentes stellte ich den osmotischen Wert fest. In der ersten Versuchreihe erhielten die Pflanzen täglich 20 ccm Brunnenwasser. In der zweiten Versuchsreihe wurde wiederum täglich 20 ccm. Brunnenwasser verabfolgt, dabei waren die Pflanzen aber dem Wind ausgesetzt. In der dritten fehlte Begießung und Wind, während in der vierten Versuchsreihe die einzelnen Arten ohne Begießung dem Wind ausgesetzt wurden. Die Versuchsdauer betrug stets 10—12 Tage.

Die erhaltenen Resultate lassen sich folgendermassen zusammenfassen. (Vgl. Tabelle).

Beim täglichen Begießen mit 20 ccm Wasser und fehlendem Wind fand bei den Versuchspflanzen in der trockenen Laboratoriumsluft selbst nach 10 Tagen keine oder nur eine schwache Veränderung des osmotischen Wertes statt.

Bei fehlender Wasserzufuhr und fehlendem Wind waren nach 10 Tagen etwa 30% am Absterben, die übrigen noch turgescient. *Impatiens Sultani* und besonders *Veronica beccabunga*, die genügend Wasser zur Verfügung hatten, zeigten auch dem Wind ausgesetzt, keine oder nur eine geringe Zunahme.

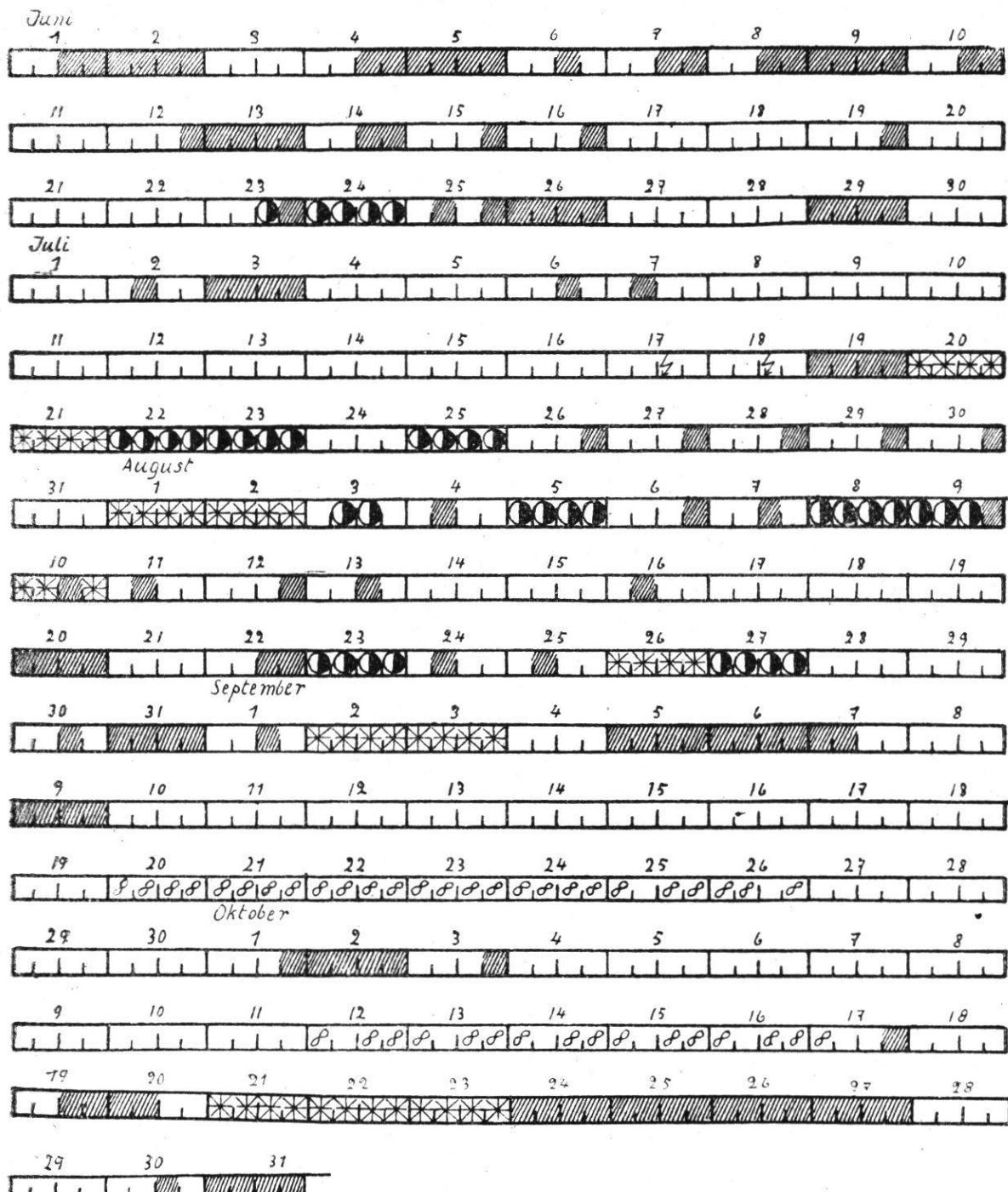
Von den Topfpflanzen die mit täglich 20 ccm. Wasser dem Wind ausgesetzt waren, fand man am 5ten Tag 22%, am 6ten Tag 55% welk. Die Turgescenz hatten noch *Primula Auricula*, *Globularia cordifolia*, *Saxifrage Aizoon* und *Plantago lanceolata* bewahrt.

Bei den Exemplaren endlich, die ich ohne Wasserzufuhr dem Wind exponiert hatte, traf ich am 4ten Tag schon 33% welk und am 5ten Tag sogar 66%. Am 6ten Tag begannen auch die übrigen 34% zu welken, nachdem bei ihnen die ältern Blätter bereits abgestorben waren.

Ueberhaupt gingen beim Welken fast stets zuerst die ältern Blätter zu Grunde, während die jungen sich viel resisterter zeigten.

Wir sehen ferner, dass der Wind, solange der Pflanze genügend Wasser zur Verfügung steht, nur langsam eine relativ schwache Erhöhung des osmotischen Wertes bewirkt.

## Eigene Aufzeichnungen vom Juni 1912 bis Nov. 1912



■ Regen. \* Schnee. ⚡ Nebel. ◑ Bewölkt. □ Sonnenschein.

## Durchgesehene Literatur.

- Cavara, F.*, Risultati di una serie di ricerche crioscopiche sui vegetali.  
Contrib. Biol. veget. 1905. 4, 41-81.
- Cavara, F.*, Influenza di minime e eccezionali di Temperatura sulle piante dell'orto botanico di Cagliari. Bullettino della Società Botanica Italiana, 1901.
- Copeland, E.-B.*, Einfluss von Licht und Temperatur auf den Turgor.  
Diss. Halle 1896.
- Dixon, H.-H. u. Atkins, W.-R.*, On osmotic pressures in plants; and on a thermo-electric method of determining freezing-points. Scientif. proceed of the roy. Dublin society. 1910. N. S. 12, 275 ff.
- Drabble, E. u. H.*, The relation between the osmotic strength of cell sap in plants and their physical environment. Biochem. journal. 1907. 2, 117 ff.
- Eschenhagen, E.*, Ueber den Einfluss von Lösungen verschiedener Konzentration auf das Wachstum von Schimmelpilzen. Diss. Leipzig 1889.
- Fitting, H.*, Die Wasserversorgung und die osmotischen Druckverhältnisse der Wüstenpflanzen. Zeitschr. f. Bot. 1911, pag. 210 ff.
- Hannig, E.*, Untersuchungen über die Verteilung des osmotischen Druckes in der Pflanze in Hinsicht auf die Wasserleitung. Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 1912. Heft 4, pag. 194 ff.
- Hecht, K.*, Studien über den Vorgang der Plasmolyse. Beiträge zur Biologie der Pflanze. Bd. 11, Heft I, Breslau 1912, pag. 137.
- Kny, L.*, Der Turgor der Markstrahlzellen. Landwirtschaftliche Jahrbücher. Berlin 1909. Bd. 38, pag. 375.
- Kosaroff, P.*, Einfluss verschiedener äusserer Faktoren auf die Wasser- aufnahme der Pflanzen. Diss. Leipzig 1897.
- Lepeschkin, Wlad.*, Kenntnis des Mechanismus der Variationsbewegungen. Bot. Centr. Bl. 1909. Beih. 24.
- Lepeschkin, Wlad.*, Zur Kenntnis der Plasmamenbran. Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 1910, Bd. 28, pag. 383 ff.
- Lepeschkin, Wlad.*, Ueber den Turgordruck der vakuolisierten Zellen. Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 1908, Bd. 26 a, pag. 198 ff.
- Lepeschkin, Wlad.*, Ueber die osmotischen Eigenschaften und den Turgordruck der Blattgelenkzellen der Leguminosen. Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 1908, Bd. 26 a, pag. 231 ff.
- Lidforss, B.*, Die Wintergrüne Flora. Band 1907.
- Marie et Gatin*, Déterminations cryoscopiques effectuées sur des sucs végétaux. Comparaison d'espèces de montagne, avec les mêmes espèces de la plaine. Assoc. franç. Avanc. Sc. 1911, p. 492-494.
- Mayenburg, O.-H., von*, Lösungskonzentration und Turgorregulation bei den Schimmelpilzen. Jahrb. f. wiss. Bot. 1901. 36, 381 ff.
- Maximon, N.-A.*, Chemische Schutzmittel der Pflanze gegen Erfrieren. Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 1912, Heft 2, pag. 52 ff.

- Mez, C.*, Neue Untersuchungen über das Erfrieren eisbeständiger Pflanzen. Flora, 1905. S. 112 ff.
- Nicolosi-Roncati, F.*, Richerche su la conduttività elettrica e la Pressione osmotica nei vegetali. Bullettino dell'Orto Botanico della R. Università di Napoli. 1910. Bd. 2, pag. 201.
- Overton, E.*, Beobachtungen und Versuche über das Auftreten von rothem Zellsaft bei Pflanzen. Jahrb. f. wiss. Bot. 1899. 33, 111 ff.
- Overton, E.*, Ueber die osmotischen Eigenschaften der Zelle. Festschrift der Naturh. Ges. Zürich, 1896.
- Pantanelli, E.*, Zur Kenntnis der Turgorregulationen bei Schimmelpilzen. Jahrb. f. wiss. Bot. 1904. 40, 303 ff.
- Pfeffer, W.*, Zur Kenntnis der Plasmahaut u. Vakuolen 1890.
- Pfeffer, W.*, Pflanzenphysiologie I. u. II. Leipzig 1897 u. 1904.
- Pfeffer, W.*, Osmotische Untersuchungen. 1877.
- Pringsheim, E.*, Wasserbewegung und Turgorregulation in welkenden Pflanzen. Jahrb. f. wiss. Bot. 1906. 43, 89 ff.
- Ruhland, W.*, Die Bedeutung der Kolloidalnatur wässriger Farbstofflösungen für ihr Eindringen in lebende Zellen. Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 1908. Bd. 26a, pag. 772 ff.
- Ruhland, W.*, Beiträge zur Kenntnis der Permeabilität der Plasmahaut. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 46. 1909, pag. 1 ff.
- Rysselberghe, Fr., von*, Influence de la température sur la perméabilité du protoplasma vivant pour l'eau et les substances dissoutes. Recueil de l'Institut botanique, Université de Bruxelles, Bd. 5, pag. 207 ff.
- Stange, B.*, Beziehungen zwischen Substratkonzentration, Turgor und Wachstum bei einigen phanerogamen Pflanzen. Bot. Ztg., 1892. 50, 253 ff.
- Sutherst, W.-F.*, The freezing point of vegetable saps and juices. (Chemical News), t. 83, 1901, p. 234.
- Schinz u. Keller*, Flora der Schweiz. III. Auflage. Zürich 1909.
- Trinchieri, G.*, Su le Variazioni della pressione osmotica negli organi della Salpichroa Rhomboidea. Bullettino dell'orto Botanico della R. Università di Napoli. 1910. Bd. 2, pag. 471.
- Tröndle, A.*, Der Einfluss des Lichtes auf die Permeabilität der Plasmahaut. Jahrb. f. wiss. Bot. 1910. 48, 121 ff.
- Tröndle, A.*, Permeabilitätsänderung und osmotischer Druck in den assimilierenden Zellen des Laubblattes. 1909. Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 1909. Bd. 7, pag. 71.
- Vries, Hugo de*, Eine Methode zur Analyse der Turgorkraft. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 14. 1884, pag. 427 ff.
- Zur plasmolytischen Methodik. Bot. Ztg. 1884, pag. 289 ff.
- Wieler, A.*, Plasmolytische Versuche mit unverletzten phanerogamen Pflanzen. Ber. d. deutsch. Bot. Ges. 1887. Bd. 5, pag. 375 ff.

