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: 10.11.2025

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

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 aufhalten 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) bezw. 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.

Jahres-

Jan. Febr. März April Mai Juni Juli Sept. Okt. Nov. Dez. summe Aug. 46 631906 75 103 13271 143 90 130 74 46 181 1154 228 229 1909 73 18 82 83 143 97 190 62 225 1551 121 153 78 182 290 183 27689 254 99 1912 80 89 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 Plasmaschlauches 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 zuerstauf die Ermittelung des osmotischen Wertes der Blattepidermis, und zwar speziell der untern Epidermis ausgewachsener Blätter. Um individuelle Unterschiede auszugleichen, verwendete ich zu jeder osmotischen Messungt die Blätter mehrerer an dem gleichen Standort wachsender Die Schnitte wurden mit dem Rasiermesser Pflanzen. 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. 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 untersucht¹. 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 liessen².

Von welcher Bedeutung die sofortige Ermittelung 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 180 C.

	8		ort nach dem ken der Blätter.	2 Stunden später.	10 Stunden später.	24 Stunden später.
Syringa vulgaris .			0.80	0.85	1.—	1.20
Anemone hepatica			0.35	0.40	0.50	0.80
Taraxacum officinale		•	0.35	0.40	0.50	0.70
Mercurialis perennis			0.60	0.65	0.70	1.20 - 1.50

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".

² 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.

			So	fort nach dem Pflücken,	Nach
				der Blätter.	7 Stunden.
Syringa vulgaris .			•	0.80	1.40
Anemone hepatica				0.35	1.20
Taraxacum officinale				0.35	0.85
Mercurialis perennis				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 vorgesetzes + 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.

+ Cystopteris fragilis (L.) Bernh. 3, 13, 18. Dryopteris Robertiana (Hoffm.) C. Chris-

2, 3, 4, 7. tensen

rigida (Hoffm.) Underwood 3.

Lonchitis (L.) O. Kuntze 2, 3, 7, 13.

+ Asplenium Trichomanes L. 2, 3, 7, 13, 16, 17, 18, 21.

viride Hudson 2, 3, 7.

. Ruta muraria L. 2, 11a, 16, 17, 18, 21. 2, 13, 17.

Polypodium vulgare L.

Ophioglossaceae.

Botrychium Lunaria (L.) Sw.

4, 5.

Equisetaceae.

+ Equisetum arvense L.

6, 18.

II. SIPHONOGAMAE.

A. Gymnospermae.

Pinaceae.

Larix decidua Miller

18.

+ Juniperus communis L.

4, 5, 7, 14 a, 16, 17, 18.

B. Angiospermae.

Monocotyledones.

Gramineae.

Stipa Calamagrostis (L.) Wahlenb. 2, 3, 7, 13. Phleum alpinum L. 4, 5, 13.

* Glyceria aquatica (L.) Wahlenb.

21.

Agrostis tenuis Sibth.

18.

Tabelle 1. Deschampsia caespitosa (L.) Pal. 5, 13. Avena sativa L. 18. Sesleria coerulea (L.) Ard. 2, 4, 13, 17. Poa alpina L. 2, 4, 5, 7. alpina L. var. vivipara L. 5. 18, 21. annua L. nemoralis L. 2, 4. pratensis L. 4, 5. Festuca ovina L. ssp. duriuscula (L.) Kork 2, 4, 5, 13. * Bromus tectorum L. 18, 20. Nardus stricta L. 5, 13. Agropyrum caninum (L.) Pal. 3. Secale cereale L. 18. Cyperaceae. Eriophorum angustifolium Roth. 6, 13. Blysmus compressus (L.) Panzer 6, 13. * Carex verna Chaix 18. muricata L. 5. paniculata L. 6, 13. Goodenowii Gay 6, 13. sempervirens Vill. 3. flacca Schreber 6, 13. Juncaceae. Juneus alpinus Vill. 6. effusus L. 18. Luzula campestris (L.) Lam u. Dl. 18. Liliaceae. Tofieldia calyculata (L.) Wahlenb. 5, 6, 7, 13. 5, 13. Veratrum album L. * Colchicum autumnale L. 21.Paradisia Liliastrum (L.) Bertol 3, 9, 12, 13. Allium Schoenoprasum L. 6, 13. 4, 13. Lilium Martagon L.

Majanthemum bifolium (L.) F. W. Schmidt 18.

5, 13.

Paris quadrifolia L.

77.5	1000		2020	
η	10	ha	lle	1

Iridaceae.

+	Crocus	albiflorus	Kit.	9,	18.
1				,	

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.

b. Dicotyledones.

5.

Salicaceae.

Salix retusa L.	2, 3, 4,	7, 11 a, 13, 14,
		14 a

reticulata L. 2, 4, 12, 13, 14a.

» grandifolia Seringe
 » hastata L.
 5, 13, 14a.
 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.
» conglomeratus Murray
18.

Polygonum viviparum L. 2, 4, 9. + » bistorta L. 5, 6, 7, 18.

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 dioecum (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. Fond	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, 14 a.
Moehringia muscosa L.	2, 4, 7, 13, 17.
» ciliata L.	2.
Ranunculaceae.	
A TT II I O I T	14 10 10
* Helleborus foetidus L.	11, 18, 19.
* Helleborus foetidus L. Aconitum Napellus L.	11, 18, 19. 5.
Aconitum Napellus L.	5.
Aconitum Napellus L. » Lycoctonum L.	5. 5.
Aconitum Napellus L. » Lycoctonum L. * Anemone ranunculoides L.	5. 5. 18.
Aconitum Napellus L. » Lycoctonum L. * Anemone ranunculoides L. » hepatica L.	5. 5. 18. 20, 21.
Aconitum Napellus L. » Lycoctonum L. * Anemone ranunculoides L. * » hepatica L. » alpina L.	5. 5. 18. 20, 21. 5, 9.
Aconitum Napellus L. » Lycoctonum L. * Anemone ranunculoides L. * » hepatica L. » alpina L. * Anemone nemorosa L.	5. 5. 18. 20, 21. 5, 9. 18, 21.
Aconitum Napellus L. » Lycoctonum L. * Anemone ranunculoides L. * » hepatica L. » alpina L. * Anemone nemorosa L. * Ranunculus repens L. * » ficaria L. » breyninus Crantz	5. 5. 18. 20, 21. 5, 9. 18, 21.
Aconitum Napellus L. » Lycoctonum L. * Anemone ranunculoides L. * » hepatica L. » alpina L. * Anemone nemorosa L. * Ranunculus repens L. * be a second of the control of the contro	5. 5. 18. 20, 21. 5, 9. 18, 21. 18. 21.
Aconitum Napellus L. » Lycoctonum L. * Anemone ranunculoides L. * » hepatica L. » alpina L. * Anemone nemorosa L. * Ranunculus repens L. * » ficaria L. » breyninus Crantz » geranifolius Pourret var. orephilus M. Breb.	5. 5. 18. 20, 21. 5, 9. 18, 21. 18. 21. 5.
Aconitum Napellus L. » Lycoctonum L. * Anemone ranunculoides L. * » hepatica L. » alpina L. * Anemone nemorosa L. * Ranunculus repens L. * » ficaria L. » breyninus Crantz » geranifolius Pourret var. orephilus M. Breb. » alpestris L.	5. 5. 18. 20, 21. 5, 9. 18, 21. 18. 21. 5.
Aconitum Napellus L. * Lycoctonum L. * Anemone ranunculoides L. * hepatica L. * alpina L. * Anemone nemorosa L. * Ranunculus repens L. * breyninus Crantz * breyninus Crantz * geranifolius Pourret * var. orephilus M. Breb. * alpestris L. * aconitifolius L.	5. 5. 18. 20, 21. 5, 9. 18, 21. 18. 21. 5.
Aconitum Napellus L. * Lycoctonum L. * Anemone ranunculoides L. * » hepatica L. * alpina L. * Anemone nemorosa L. * Ranunculus repens L. * » ficaria L. » breyninus Crantz » geranifolius Pourret var. orephilus M. Breb. » alpestris L. + » aconitifolius L. ssp. platanifolius L.	5. 5. 18. 20, 21. 5, 9. 18, 21. 18. 21. 5. 6, 18.
Aconitum Napellus L. * Lycoctonum L. * Anemone ranunculoides L. * hepatica L. * alpina L. * Anemone nemorosa L. * Ranunculus repens L. * breyninus Crantz * breyninus Crantz * geranifolius Pourret * var. orephilus M. Breb. * alpestris L. * aconitifolius L.	5. 5. 18. 20, 21. 5, 9. 18, 21. 18. 21. 5.

18.

* Chelidonium majus L.

Cruciferae.

Biscutella laevigata L.

Kerneria saxatilis (L.) Rchb.

Hutchinsia alpina (L.) R. Br.

* Capsella Bursa pastoris (L.) Medikus Draba aizoides L.

Arabis hirsuta (L.) Scop.

- » alpestris (Schleicher) Rchb.
- » alpina L.

Crassulaceae.

Sedum atratum L.

- » dasyphyllum L.
- » album L.
- » mite Gilibert
- » rupestre L.

Sempervivum tectorum L.

Saxifragaceae.

Saxifraga oppositifolia L.

- » Aizoon Jacq.
- + Saxifraga aizoides L.
 - » moschata Wulfen
 - » rotundifolia L.
- + Chrysosplenium alternifolium L.
- + Parnassia palustris L.

Rosaceae.

Cotoneaster tomentosa (Aiton) Lindley Sorbus Chamaemespilus (L.) Crantz

Amelanchier ovalis Medikus

- + Rubus saxatilis L.
 - » idaeus L.
- * Fragaria vesca L.
 Potentilla aurea L.
 Geum montanum L.

- 3.
- 2, 3, 4, 7, 10, 12, 13, 17.
- 2, 3, 7, 9, 13.
- 18.
- 2, 4, 13, 17.
- 3, 4, 14 b.
- 2, 4, 13, 14 b.
- 2, 3, 7, 10, 14 a, 17.
- 2, 4, 7, 12, 13, 14 c.
- 2, 12, 13, 17.
- 2.
- 2.
- 2. 13.
- 2, 8 c, 9, 11, 12, 13, 17.
- 2, 3, 7, 10, 13, 17.
- 2, 3, 7, 8 b, 10, 11, 12, 13, 17, 20.
- 2, 3, 7, 9, 13, 15, 16, 18, 20.
- 2, 13, 17.
- 4, 9, 17.
- 5, 18.
- 4, 5, 6, 7, 13, 14 a, 18.
- 2, 3, 7, 13, 14 a.
- 3, 4, 11 a, 13, 14 a.
- 2, 3, 4, 7, 13, 14 a.
- 4, 14 a, 18.
- 4, 14 a, 21.
- 18.
- 4, 5, 9, 14 a.
- 11 a.

Γ abelle	1.	
	$\hat{\epsilon}$	

	Tabelle 1.
* » urbanum L.	18.
Dryas octopetola L.	2, 3, 4, 7, 10, 11 a, 13,
	14 a.
Alchemilla alpina 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.
	1, 114.
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.
Viccia silvatica L.	4.
» sepium L.	5.
Lathyrus pratensis L.	3.
* vernus (L.) Bernh.	18.
Geraniaceae.	
Geranium silvaticum L.	4, 5.
+ » Robertianum I	2, 5, 14 b, 15, 16, 17,
	18.
Buxaceae.	
* Buxus sempervirens L.	18, 19.
Oxalidaceae.	
* Oxalis Acetosella L.	18.
	10.
Linaceae.	
Linum catharticum L.	4, 5, 14 b.
and the second s	

		Tabelle 1
	Aquifoliaceae.	
*	Ilex Aquifolium L.	18, 19, 21.
	Polygalaceae.	
	Polygala vulgare L.	
	var. pseudo-alpestre Gren.	2, 4, 5, 7.
	Rhamnaceae.	* 0
	Rhamnus alpina L.	2, 3, 14 a.
		_, 0, 110.
	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. Rchb.	18.
	Thymelæaceae.	
_L	Daphne Mezereum L.	2, 4, 5, 7, 14 a, 15, 18.
1		2, 4, 5, 7, 14 a, 15, 16.
	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
	Athamante cretensis L.	2, 3, 7, 13.
	Peucedanum austriacum (Jacq.) Koch.	3.
	Laserpitium latifolium L.	2, 3, 7, 13.
	» Siler L.	2, 11 a, 13.
	Ericaceae.	
	Rhododendron ferrugineum L.	2, 4, 14 a, 17.
	Arctostaphylos Uva ursi (L.) Sprengel	2, 14 a, 17.
	Vaccinium Vitis idaea L.	4, 14 a.
	Oleaceae.	1, 21
*	Syringa vulgaris L.	18, 19.
*	Ligustrum vulgare L.	18, 19.
		10, 10.
-1-	Pyrolaceae.	
*	Pyrola rotundifolia L.	18.
	Primulaceae.	
+	Primula Auricula L.	2, 9, 9 a, 11, 16, 17, 20.
	» farinosa L.	6, 14.
+	» elatior (L.) Schreber	4, 18, 21.
	Androsace Helvetica (L.) All.	9.
	Soldanella alpinà L.	9, 14 a.
	Gentianaceae.	
	Gentiana lutea L.	4, 5, 13, 14 a.
	» verna L.	4, 9, 13.
	» Clusii Perr. u. Song.	2, 4, 5, 13.
	» campestris L.	4, 5, 9, 11 a, 13, 14 b.
	Apocyanaceae.	
*	Vinca minor L.	18, 19, 20.
	Vincetoxicum officinale Mönch	2, 3.
	Borraginaceae.	
*	Pulmonaria officinalis L.	18, 21.
	Myosotis silvatica (Ehrh.) Hoffm.	4, 5, 15, 18.
1	» pyrenaica Pourret	3, 4, 5, 7.
	Cerinthe glabra Miller	3, 9.
		0, 0.
. *	Labiatae.	0.0.1.7.10
	Teucrium montanum L.	2, 3, 4, 7, 10.

Tabelle 1. Prunella grandiflora (L.) Mönch 4, 9, 11. vulgaris L. 18. Galeopsis Tetrahit L. 3, 14 c. * Lamium purpureum L. 18. Stachys alpinus L. 4. silvaticus L. 18. Satureia alpina (L.) Scheele 2, 3, 7, 17. vulgaris (L.) Fritsch 18. + Thymus Serpyllum L. 2, 15, 16, 17, 18. Scrophulariaceae. 5, 14 c. Verbascum Thapsus L. * Linaria Cymbalaria (L.) Miller 18. alpina (L.) Miller 3, 4, 13, 14 b. vulgaris Miller 4. Veronica aphylla L. 2, 4, 7, 11, 13. Beccabunga L. 6, 15, 18, 20. >> 5, 11 a, 12. Chamaedrys L. >> latifolia L. em. Scop. 4, 5, 7, 13, 18. >> 5, 18. officinalis L. alpina L. 5. fruticulosa L. 2. fruticans Jacq. 2, 3, 7, 9. Digitalis ambigua Murray 2, 3, 7, 17. Erinus alpinus L. 5, 11 a, 14 c, 15, 18. + Euphrasia Rostkoviana Hayne hirtella Jordan 4, 13, 14 c. salisburgensis Funk 4, 9, 13, 14 c. 4, 13, 14 c. minima Jacq. Rhinanthus subalpinus (Stern) 4, 13, 14 c. Schinz u. Thellung 4, 5, 7, 12, 13. Pedicularis verticillata L. foliosa L. 4. Lentibulariaceae. 2, 6, 7, 9, 15, 18. + Pinguicula alpina L. Globulariaceae. Globularia cordifolia L. 2, 4, 8a, 9, 10, 11, 17, 20.

Tabelle

Plantaginaceae.

	r lantaginace.	ae.
* Planta	ago media L.	18.
+* »	major L.	5, 15, 18.
* »	lanceolata L.	18.
>>	montana Lam.	4, 5.
>>	alpina L.	4, 5.
		Tabelle
	Rubiaceae.	
* Asper	rula odorata L.	.18.
	m bruciata (L.) Scop.	3, 18.
	asperum Schreber	2, 3, 7, 9, 10, 15, 16,
,		17, 18.
	Caprifoliacea	
Lonice	era alpigena L.	2, 14 a.
	Valerianacea	ne.
Valeri	iana tripteris L.	2, 3, 7.
, (1011	*	
0 1:	Dipsacacea	
	osa lucida Vill.	4.
+ Succis	sa pratensis Mönch	5, 15.
	Campanulace	eae.
Phyth	euma orbiculare L.	4, 5, 13.
* »	spicatum L.	18.
Camp	anula barbata L.	4, 5, 7, 13.
>	» thyrsoides L.	4, 13, 14 b.
	» glomerata L.	5.
+ >	» cochleariifolia Lam.	2, 3, 4, 5, 7, 12, 15,
C		16, 17, 18.
ale A	anula Scheuchzeri Vill.	3.
*	» persicifolia L.	18.
3.6	» rhomboidalis L.	4, 5, 9, 13.
,	» rapunculoides L.	18.
>	Trachelium L.	4, 5, 7, 9, 13.
	Compositae	
Adend	ostyles glabra (Miller) DC	2, 3, 7, 13.
Solida	ago Virga-aurea L.	a .
var	. alpestris W. K.	4.

Tabelle 1.

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

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 Felsflora¹, 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
" nėmoralis	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
•			

Vergl. Oettli, "Beiträge zur Oekologie der Felsflora". Inaug Diss., Zürich 1904, pag. 12.

	e.	Max.	Min.	Mittel
Gypsophila repens		0,55	0,55	0,55
Dianthus Caryophylus		1,20	0,80	1,00
ssp. silvester		•		
Saponaria ocymoides		0,80	0,75	0,78
Cerastium arvense		0,95	0,90	0,93
Minuartia verna		1,05	0,60	0,89
Arenaria ciliata	e s	0,65	0,40	0,50
Moehringia muscosa	W 80	0,60	0,60	0,60
" ciliata		0,60	0,60	0,60
Ranunculus alpestris	411	0,80	0,60	0,73
Kerneria saxatilis	g 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15	0,70	0,50	0,58
Hutchinsia alpina		0,80	0,50	0,65
Draba aizoides		0,80	0,70	0,73
Arabis alpina		0,50	0,30	0,41
" alpestris	er e	0,45	0,45	0,45
Sedum atratum		0,25	0,15	0,20
" dasyphyllum		0,25	0,15	0,19
" album		0,35	0,25	0,27
" mite	a a a a	0,25	0,20	0,22
" rupestre		0,25	0,20	0,22
Sempervivum tectorum		0,35	0,15	0,26
Saxifraga oppositifolia		0,50	0,50	0,50
" Aizoon		1,05	0,65	0,81
" aizoides		0,30	0,15	0,22
", moschata		0,55	0,40	0,47
Cotoneaster tomentosa		1,05	1,00	1,01
Amelanchier ovalis	en e	1,10	0,95	1,01
Dryas octopetala		0,70	0,60	0,63
Rosa canina		0,65	0,60	0,62
Anthyllis Vulneraria		0,50	0,45	0,48
Lotus corniculatus	ж ² ж ж	0,65	0,60	0,61
Hippocrepis comosa	* * *	0,65	0,60	0,63
Geranium Robertianum		0,65	0,50	0,63
Polygala vulgare				
ssp. pseudo-alpestre		0,65	0,45	0,49
Rhamnus alpina		0,90	0,60	0,75
Viola biflora		0,80	0,60	0,73

	Max.	Min.	Mittel
Daphne Mezereum	0,60	0,60	$0,60^{\circ}$
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	$0,80^{9}$
Vincetoxicum officinale	0,50	0,45	0,46
Teucrium montanum	0,85	0,50	0,73
Thymus Serpyllum	0,80	0,60	$0,72^{\circ}$
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	$0,50^{\circ}$
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	$0,52^{\circ}$
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
A	1 *	1	177

Aus Tabelle 2 geht hervor, dass die osmotischen Werte dieser auf Felsen wachsenden Pflanzen sehr verschieden sind. Sie variieren zw. 1,40 Mol $\mathrm{KNO_3}$ (Stipa Calamagrostis) dem Maximum und 0,15 Mol $\mathrm{KNO_3}$ (Sedun atratum und Saxifraga aizoides), dem Minimum. Der gesamte Mittelwert beträgt 0,63 Mol $\mathrm{KNO_3}$.

Der höchste osmotische Wert findet sich im allgemeinen bei den Gräsern und Sträuchern, der niederste bei den Sukkulenten. 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 grössern 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 KNO3 nachweisen, während die niedrige, den Felsen anliegende Dryas octopetala und Salix retusa 0,63 und 0,68 Mol KNO3 nicht überschritt.

Den kleinsten osmotischen Wert unter den untersuchten Sträuchern besitzt $Lonicera\ alpigena\ \mathrm{mit}\ 0,50\ \mathrm{KNO}_3.$

Hohe Werte finden sich allerdings auch bei Pflanzen von sehr niedrigem Wuchs, so trat z. B. bei Veronica aphylla Plasmolyse erst bei 1 Mol KNO₃ 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 KNO₃ gefunden wurde. Da dieser Steinbrech in bedeutender Menge Kalk speichert, so liegt eine Analogie vor mit den Salz speichernden Pflanzen der Wüste und des Meeresstrandes, 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 $\mathrm{KNO_3}$ und 0,60 Mol $\mathrm{KNO_3}$; dagegen für Sedum atratum bei 0,25 Mol $\mathrm{KNO_3}$ und 0,15 Mol $\mathrm{KNO_3}$. Die Schwankung beträgt hier also bloss 0,10 Mol $\mathrm{KNO_3}$, bei Globularia cordifolia dagegen 0,60 Mol $\mathrm{KNO_3}$.

Zusammenfassend können wir sagen, dass der osmotische Wert mit wenigen Ausnahmen bedeutend höher gefunden wurde, als nach den bisherigen Erfahrungen anzunehmen war¹.

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.
Cystopteris fragilis	0,80	0,80	0,80
Dryopteris Lonchitis	0,90	0,90	0,90
" rigida	0,75	0,75	0,75
" Robertiana	0,80	0,80	0,80
Asplenium Trichomanes	0,80	0,50	0,65
" viride	0,75	0,60	0,65
Stipa Calamagrostis	1,40	1,20	1,30
Agropyrum caninum	1,40	1,25	1,32
Carex sempervirens	1,00	0,95	0,93
Paradisia Liliastrum	0,40	0,25	0,30
Salix retusa	0,70	0,60	0,63
Rumex scutatus	0,35	0,25	0,30
" arifolius	0,60	0,40	0,50
		67	

 $^{^1}$ Nach *Pfeffer*, Pflanzenphysiologie I, pag. 121, pflegt in Landund Süsswasserpflanzen der Turgerdruck gewöhnlich 0,15-0,30 Mol KNO $_3$ zu betragen.

	Max.	Min.	Mittel
Silene vulgaris	0,40	0,30	0,35
Melandrium dioecum	0,45	0,35	0,47
Gypsophila repens	0,50	0,45	0,48
Saponaria ocymoides	0,75	0,70	0,71
Minuartia verna	1,00	0,60	0,90
Arenaria ciliata	0,40	0,40	0,46
Biscutella laevigata	0,70	0,60	0,63
Kerneria saxatilis	0,70	0,50	0,60
Hutchinsia alpina	0,70	0,50	0,60
Arabis alpina	0.40	0.30	0.35
" hirsuta	0,40	0,35	0,36
Saxifraga oppositifolia	0,50	0,50	0,50
" Aizoon	0,95	0,65	0,71
" aizoides	0,30	0,15	0,22
Cotoneaster tomentosa	0,90	0,85	0,89
Sorbus Chamaemespilus	0,95	0,90	0,93
Amelanchier ovalis	1,05	0,95	1,00
Dryas octopetala	0,70	0,60	0,63
Medicago lupulina	0,60	0,55	0,57
Anthyllis Vulneraria	0,50	0,45	0,48
Lotus corniculatus	0,65	0,55	0,60
Oxytropis montana	0,55	0,50	0,51
Hippocrepis comosa	0,65	0,55	0,60
Lathyrus pratensis	1,20	1,10	1,16
Euphorbia dulcis	0,65	0,60	0,62
" cyparissias	0,60	0,50	0,53
Rhamnus alpina	0,90	0,60	0,75
Bupleurum ranunculoides	0,90	0,90	0,90
Athamante cretensis	0,60	0,50	0,60
Peucedanum austriacum	0,70	0,60	0,65
Laserpitium latifolium	0,80	0,75	0,88
Vincetoxicum officinale	0,50	0,45	0,46
Myosotis pyrenaica	0,90	0,80	0,86
Cerinthe glabra	1,00	0,70	0,82
Teucrium montanum	0,70	0,50	0,60
Galeopsis Tetrahit	0,55	0,50	0,50
Satureia alpina	0,60	0,50	0,55

	Max.	Min.	Mittel
Linaria alpina	0,70	0,40	$0,50^{\circ}$
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 KNO₃ (Stipa Calamagrostis und Agropyrum caninum) und 0,15 Mol KNO₃ (Saxifraga aizoides). Der Mittelwert beträgt 0,64 Mol KNO₃ 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 Sukkulenten 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 ambesten aufnehmen und festhalten.

besten damenmen und resonancen	•				,
				Γabelle 4.	
			Max.	Min.	Mittel.
Dryopteris Robertiana			0,50	0,45	0,48
Botrychium Lunaria			0,80	0,80	0,80
Juniperus communis			0,90	0,90	0,90
Phleum alpinum	* ************************************		1,20	1,10	1,15
Sesleria coerulea			0,80	0,80	0,80
Poa alpina			1,00	1,00	1,00
" nemoralis			1,10	1,05	1,07
" pratensis			1,10	1,10	1,10
Festuca ovina ssp. duriuscula			1,30	1,20	1,23
Lilium Martagon			0,90	0,70	0,80
Orchis globosus			0,25	0,20	0,22
" ustulatus			0,35	0,25	0,27
Gymnadenia albida			0,25	0,25	0,25
" odoratissima			0,30	0,15	0,23
Nigritella nigra			0,30	0,20	0,25
Epipactis atropurpurea			0,20	0,20	$0,20^{\circ}$
Salix retusa			0,60	0,60	0,60
" reticulata			0,70	0,60	0,65
" hastata			0,80	0,80	0,80
Thesium alpinum			0,95	0,85	$0,90^{\circ}$
Polygonum viviparum			0,45	0,45	0,45
Silene nutans			0,50	0,45	0,47
Gypsophila repens			0,50	0,45	0.48 -
Dianthus Caryophylus					(F)
ssp. silvester			1,20	0,80	1,00
Saponaria ocymoides			0,70	0,70	$0,70^{\circ}$
Cerastium arvense		1	0,85	0,80	0,82
Minuartia verna			0,60	0,55	0,58
Arenaria ciliata			0,40	0,40	0,40
Mœhringia muscosa		•	0,55	0,50	0,53
Anemone alpina			0,70	0,65	0,68
Kerneria saxatilis		9	0,55	0,50	0,53

Thalictrum minus		Max.	Min.	Mittel.
ssp. saxatilis		0,45	0,40	0,42
Draba aizoides		0,70	0,65	0,68
Arabis alpina		0,40	0,30	0,35
" hirsuta		0,35	0,30	0,33
Sedum atratum		0,25	0,20	0,22
Saxifraga rotundifolia		0,40	0,25	0,33
Parnassia palustris		0,50	0,50	0,50
Sorbus Chamæmespilus		1,00	0,90	0,95
Amelanchier ovalis		1,05	0,95	1,00
Rubus saxatilis		0,60	0,50	0,55
" idaeus		0,50	0,50	0,50
Potentilla aurea	T	0,85	0,80	0,82
Dryas octopetala	*	0,70	0,60	0,63
Rosa canina		0,60	0,60	0,60
" pendulina	- 10 P	0,60	0,60	0,60
Trifolium rubens		0,55	0,50	0,52
· " badium		0,50	0,45	0,48
Anthyllis Vulneraria		0,45	0,40	0,43
Lotus corniculatus		0,60	0,55	0,58
Oxytropis montana		0,50	0,50	0,50
Hippocrepis commosa	7 - 19	0,60	0,55	0,58
Vicia silvatica		1,00	1,00	1,00
Geranium silvaticum		0,50	0,50	0,50
Linum catharticum	i i	0,45	0,40	0,42
Polygala vulgare				
ssp. pseudo-alpestre		0,45	0,45	0,45
Viola biflora		0,80	0,60	0,73
Daphne Mezereum		0,50	0,50	0,50
Epilobium montanum		0,50	0,45	0,48
Bupleurum ranunculoides		0,90	0,85	0,88
Pimpinella major		1,00	0,90	0,96
Rhododendron ferrugineum		0,90	0,90	0,90
Vacinium Vitis idaea		0,55	0,50	0,53
Primula elatior		0,40	0,35	0,36
Gentiana lutea		0,40	0,35	0,38
" verna		0,70	0,65	0,66
" Clusii	*	0,75	0,75	0,75

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

Max.	Min.	Mittel.
0,55	0,50	0,51
	* 2	
0,35	0,35	0,35
0,60	0,40	0,50
0,45	0,40	0,43
	0,55 $0,35$ $0,60$	$\begin{array}{ccc} \text{Max.} & \text{Min.} \\ 0,55 & 0,50 \\ \\ 0,35 & 0,35 \\ 0,60 & 0,40 \\ 0,45 & 0,40 \\ \end{array}$

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 KNO3 und das Minimum Gymnadenia odoratissima mit 0,15 Mol KNO3, während sich der gesamte Mittelwert auf 0,59 Mol KNO3 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 unsern Alpenwiesen im Allgemeinen etwas beschränkt, aber trotzdem finden wir doch gegenüber den vorhergehenden Formationen wieder eine bedeutende Besserstellung.

		Tabelle 5.	
	Max.	Min.	Mittel.
Botrychium Lunaria	0,50	0,45	0,48
Juniperus communis	0,90	0,90	0,90
Phleum alpinum	1,10	1,00	1,05
Dechampsia cæspitosa	0,90	0,90	0,90
Poa alpina	1,00	1,00	1,00
" " var. vivipara	1,10	0,90	1,02
" pratensis	1,00	0,95	0,98
Festuca ovina			
ssp. duriuscula	1,30	1,30	1,30
Nardus stricta	1,20	1,10	1,16
Carex muricata	0,95	0,90	0,92
Tofieldia calyculata	0,30	0,25	0,27
Veratrum album	0,65	0,55	0,60
Paris quadrifolia	0,75	0,75	0,75
Orchis globosus	0,25	0,25	0,25
" ustulatus	0,35	0,25	0,27
Cœloglossum viride	0,20	0,20	0,20
Gymnadenia albida	0,25	0;25	0,25
" odoratissima	0,30	0,15	0,23
Nigritella nigra	0,30	0,20	0,25
Platanthera bifotia	0,30	0,20	0,23
Listera ovata	0,30	0,25	0,28
Salix grandifolia	0,90	0,90	.0,90
Thesium alpinum	0,90	0,85	0,88
" pratense	0,90	0,85	0,86
Urtica urens	0,70	0,65	0,63
Rumex alpinus	0,45	0,40	0,42
Polygonum bistorta	0,30	0,30	0,30
Lychnis Flos cuculi	0,60	0,55	0,56
Aconitum Napellus	0,45	0,40	0,42
" Lycoctanum	0,40	0,40	0,40
Anemone alpina	98		
Ranunculus breyninus	0,60	0,55	0,58
" geraniifolius	2		
var. orephilus	0,80	0,60	0,72
Chrysosplenium			•
alternifolium	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	
" 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
Viccia 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 silvatica	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
F1			

	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
Antenaria diœca	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
Carduns Personata	0,55	0,50	0,53
Centaurea scabiosa	0,50	0,45	0,48
Aposeris fœtida	0,70	0,70	0,70
Leontodon hispidus			11 8
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 KNO₃. Es zeigt sich also, dass mit der Vermehrung des Wassergehaltes des Bodens eine Verminderung 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 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.

e a	٠	Max.	Tabelle 6. Min.	Mittel.
Equisetum arvense		0,80	0,70	0,75
Eriophorum angustifolium		0,55	0,55	0,55
Blysmus compressus		1,50	1,50	1,50
Carex paniculata		1,00	1,00	1,00
" Goodenowii		1,60	1,60	1,60
" flacca		1,00	0,95	0,98
Juncus alpinus		0,90	0,90	0,90
Tofieldia calyculata		0,35	0,35	0,35
Allium Scheenoprasum		0,30	0,30	0,30
Polygonum bistorta		0,30	0,30	0,30
Lychnis Flos cuculi		0,70	0,70	0,70
Ranunculus aconitifolius		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:

					Humus-	Alpen-	Sumpf-
			Felsen.	Geröll.	bänder.	wiese.	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 .	TI (100)				0,90	0,90	
Stipa Calamagrostis .	•		1,30	1,30			
Poa alpina					1,00	1,00	
Tofieldia calyculata	•	•			â	0,27	035
Salix retusa			0,68	0,63	0,60		
Rumex scutatus			0,33	0,30			
Polygonum bistorta	•			1		0,30	0,30
Silene vulgaris			0,38	0,35	1.61		
Lychnis Flos cuculi					s a	0,56	0,70
Gypsophila repens		•	0,55	0,48	0,48		
Saponaria ocymoides .	77. 17.		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	10. 27	
Saxifraga oppositifolia .	•		0,50	0,50		e je g le j	
» Aizoon		•	0,81	0,73			
» aizoides			0,22	0,22	X		il nex

		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		- 1
Dryas octopetala		0,63	0,63	0,63	w = 22	
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-alp	oestre			0,45	0,45	
		11		0,50	0,50	- 2 0
Bupleurum ranunculoides		0,95	0,90	0,88		
Pimpinella major			, and the second	0,96	0,89	
Athamanta cretensis		0,60	0,60			
Laserpitium latifolium		0,80	0,80			
Vincetoxicum officinale.		0,46	0,45			2
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 Leucanthen			0.00	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, sondern 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 musste.

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 wolkig u. Regen.
27. ,,	100	0,90	0,75	Sait d 20 Jani and an
1. Juli		1,00	0,75	Seit d. 30. Juni schön.
4. ,,	7	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-	Humus.	Bemerkungen
		spalte.	band.	
22. ,,		0,80	0,70	Seit d. 19. Juli veränderlich, be-
25. ,,		0,80	0,65	wölkt, Schnee u. Regen.
29. ,,		0,80	0,65	
3. August		0,70	0,65	Seit d. 1. August veränderlich,
9. ,,		0,65	0,60	bewölkt, Schnee und Regen.
14. "	, ,	0,60	0,60	
20. ,,		0,75	0,65	Seit d. 14. August schön.
25. ,,	٠	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-	Geröll-	
10 7	spalte.	halde.	Bemerkungen.
18. Juni	0,80	0,75	Seit d. 17. Juni schönes Wetter.
20. ,,	0,85	0,75	
22. ,,	0,90	0,80	Seit d. 21. Juni starker Wind.
26. ,,	0,85	-0,75	Seit d. 23. Juni wolkig u. Regen.
27. ,,	0,75	0,65	Seit d. 25. Juni workig d. Regen.
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	
15. ,,	0,95	0,80	Seit d. 8. Juli starker Wind.
17. ,,	1,05	0,95	* **
22. ,,	0,95	0,80	Soit d 10 Juli wanga dauliah ha
25. ,,	0,90	0,70	Seit d. 19. Juli veränderlich, be-
29. ,,	0,80	0,65	wölkt, Schnee und Regen.
3. August	0,65	0,65	
9. ,,	0,65	0,65	Seit d. 1. August veränderlich,
14. ,,	0,65	0,65	bewölkt, Schnee u. Regen.
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 Sc.

18. Juni 20. ,, 22. ,, 26. ,,			Felsenspalte. 0,25 0,25 0,30 0,30	Seit d. 17. Juni schönes Wetter. Seit d. 21. Juni starker Wind. Seit d. 23. Juni wolkig u. Regen.
27. ,,			0,30	
1. Juli	0		0,25	Seit dem 30. Juni schön.
4. ,,			0,25	Seit dem 2. Juli Regen.
6. ,			0,25	
8. ,,	(10)		0,25	Seit dem 4. Juli schön.
12. ,,			0,30	Seit dem 8. starker Wind.
15. ,,			0,30	Seit dem 6. starker wind.
17. ,,			0,35	
22. ,,			0,30	C : 1 40 I-l:
25. ,,			0,25	Seit dem 19. Juli veränderlich,
29. ,,			0,25	bewölkt, Schnee und Regen.
3. August			0,20	Seit dem 1. August veränderlich,
9. ,,			0,20	bewölkt, Schnee und Regen.
14. ,,			0,20	beworkt, bennee and regen.
20. ,,		(0,25	Seit dem 14. August schön.
25. ,,			0,20	Seit d. 22. Aug. bewölkt u. Regen.
21. September			0,20	Morgens und Abends Nebel.
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. Nacheiner 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		8	
		der Blatt-	der	CU	
T. D. T. T. T.		unterseite.		Standort.	
Paradisia Liliastrum		0,40	0, 25	Geröllwiese,	
Crocus albiflorus .	,	0,80	0,70	Schneetälchen,	
Orchis ustulatus .		0,35	0,25	Alpenwiese,	
Cymnadenia odoratiss	sima	0,25	0,15	Zw. Trümmerg	gest.
Nigritella nigra .	,	0,25	0,20	Alpenwiese,	
Thesium alpinum .	,	0,90	0,80	Zw. Trümmerg	gest.
Rumex scutatus .		0,35	0,25	Geröllwiese,	
Polygonum viviparun	n.	0,55	0,45	Zw. Trümmerg	$\operatorname{gest}.$
Silene vulgaris		0,40	0,35	Z w. Trümmer $_{ m S}$	gest.
Anemone alpina .	•	0,65	0,55	Geröllwiese,	
Hutchinsia alpina		0,55	0,45	Zw. Trümmerg	gest.
Sempervivum tectoru	ım -	0,35	0,30	Felsen,	
		0,30	0,20		
Saxifraga aizoides.		0,20	0,15	Auf feuchtem	Felsen,
» rotundifoli	a.	0,40	0,35	Geröllhalde,	

]	Epidermis	Epidermis	
	der Blatt- unterseite.	der Wurzel.	Standort.
Potentilla aurea	0.85	0,70	Zw. Trümmergest.
Sanguisorba minor .	0,65	0,10 $0,50$	Geröllwiese,
a		100	ORS - 200
·	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 $9a$.
	Felsen	spalte	
	Blatt.	Wurzel.	ge 'v
18. Juni	0,50	0,45	Seit dem 17. Junischönes Wetter.
20. ,,	0,50	0,45	Seit dem 21. Juni starker Wind.
22. ,,	0,50	0,45	Seit dem 21. 5 din starker Wild.
26. ,,	0,45	0,45	Seit d. 23. Juni wolkig u. Regen.
27. "	0,40	0,30	
4. Juli	0,35	0,30	Seit dem 2. Juli Regen.
8. ,,	0,40	0,30	*
12. ,,	0,40	0,30	Seit dem 4. Juli schön.
15. ,,	0,45	0,35	Seit dem 8. Juli starker Wind.

	Felser	spalte.	
	Blatt.	Wurzel	
))	0,45	0,35	
,,	0,35	0,30	Seit dem 19. Juli veränderlich,
,,	0,30	0,25	bewölkt, Schnee und Regen.
August	0,30	0,20	Seit dem 1. Aug. veränderlich,
,,	0,25	0,20	bewölkt, Schnee und Regen.
* 22	0,25	0,20	Seit dem 14. August Schön.
,,	0,25	0,20	Seit d. 22. Aug. bewölkt u. Regen.
September	0,25	0,20	Morgens und Abends Nebel.
${ m Oktober}$	0,30	0,20	» » » »
	August	Blatt. 0,45 0,35 0,30 August 0,25 0,25 0,25 September 0,25	$\begin{array}{cccccc} ,, & 0,45 & 0,35 \\ ,, & 0,35 & 0,30 \\ ,, & 0,30 & 0,25 \\ \mathrm{August} & 0,30 & 0,20 \\ ,, & 0,25 & 0,20 \\ ,, & 0,25 & 0,20 \\ ,, & 0,25 & 0,20 \\ \mathrm{September} & 0,25 & 0,20 \\ \end{array}$

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 KNO₃, was bereits Hannig ¹ '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^2 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

¹ 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.

² Vergl. Kny, "Der Turgor der Markstrahlzeilen", 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 KNO₃ höher ist als im Schatten.

				Im		In der Sonne.
TTU			*	Schatten.		
Urtica urens	•		•	0,55		0,65
Minuartia verna			•	0,85		0,90
Arenaria ciliata	•			0,45		0,50
Kerneria saxatilis .	•			0,55	v 0,8	0,60
Arabis alpina				0,35		0,40
Saxifraga oppositifolia	•		•	0,50	٠.	0,55
» Aizoon .				0,85		0,90
Dryas octopetala .		•		0,60		0,65
Teucrium montanum			1116	0,65		0,75
Globularia cordifolia				0,70	er ⁽²⁾	0,80
Galium asperum .			. •	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 $18^{0}/_{0}$ betrug¹.

		Zwischen den	Ueber dem
		Nerven der	Mittelnerv der
		Blattunterseite.	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
O			man & court years

¹ 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.	7. a 20. a 20. a 20. a
Paradisia Liliastrum .		0,25	0,20	
Salix reticulata		0,80	0,60	
Kerneria saxatilis		0,70	0,50	
Sedum atratum		0,25	$0,20\ 27.$	VII
		0,20	0,15 14.	VIII
» dasyphyllum .		0,25	0,20 31.	VII
		0,20	0,15 14.	VIII
		0,20	0,15 18.	VIII
Sempervivum tectorum.		0,30	0,20	
Saxifraga Aizoon	*	0,80	0,50	
Veronica Chamaedrys .		0,65	0,60	
Pedicularis verticillata .		0,80	0,70	
Campanula cochleariifolia	•	0,60	0,50	
Hieracium murorum .		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, 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 Cavara¹. 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 KNO3; bei den Saxifragaceen, Saxifraga aizoi-

¹ Cavara, "Risultati di una scrie di ricerche crioscopiche sui vegetali" führt pag. 222 aus:

			Org	am	verui	Organi	10551.
Halochnemum strobilaceur	m		\triangle	=	$7,\!25$	$\triangle =$	8,50
Salicornia fruticosa			77	=	4,62	" ==	7,48
herbacea					4 28		6.55

des und Saxifrage~Aizoon um $0,59~{\rm Mol~KNO_3}$; ebenso beträgt der Unterschied von Campanula~rhomboidalis und $Campanula~thyrsoides~0,59~{\rm Mol~KNO_3}.$

campanava ingroduce 0,55 h.	LUI	11103	
Polypodiaceae.		Sommer 1912	
Cystopteris fragilis		0,80	-
Dryopteris Lonchitis			,,
Asplenium Trichomanes			,,
Polypodium vulgare			
Gramineae.			
Phleum alpinum		1.05	Alpenwiese
Dechampsia caespitosa		0,90	
Poa alpina		1,00	"
Festuca ovina ssp. duriuscula.			77
Nardus stricta			
Stipa Calamagrostis			Folson
Sesleria coerulea			
1. A	• :: ::	0,00	"
Cyperaceae.			
Eriophorum angustifolium			Sumpfwiese,
Blysmus compressus		S as see see	,,
Carex paniculata			,,
» Goodenowii		1,60	,,
» flacca		0,98	,,
Orchidaceae.			35
Orchis globosus		0,25	Alpenwiese,
» ustulatus		0,27	,,
Coeloglossum viride		0,20	,,
Gymnadenia albida		0,25	
Nigritella nigra		0,25	,,
Platanthera bifolia		0,23	,,
Epipactis atropurpurea		1.5%	Humusband
Crassulaceae.			
		0,20	Felsen
1 1 11		0,19	(8)
		0,22	,,
Sempervivum tectorum		0,26	,,
compervivam tectorum	•	ω, ω	"

Liliaceae.					Sommer 1912	Bemerkungen.	
Tofieldia calyculata .			2	8		Alpenwiese,	
37 (11					0,60	,,	
Paradisia Liliastrum						Felsen,	
Allium Schenoprasum					N 1985 - 1985 - 1985	Sumpfwiese,	
Lilium Martagon .						Geröllhalde,	
Paris quadrifolia .						Alpenwiese,	
Turis quadrioria	V 1 8	(6)			3,.3	p,	
Salicaceae	г.						
Salix retusa					0,68		
" reticulata .					0,65		
" grandifolia .					0,90	Alpenwiese,	
" hastata	•				0,80		
Cariophyllac	cea	e.					
Silene acaulis	•		•		0,60	Felsen,	
Gypsophila repens.	•			73 .	0,55	,,	
Dianthus Caryophyllus			•		1,00	,,	3
Saponaria ocymoides		•	•		0,78	,,	,
Cerastium arvense.			•		0.93	,,,	
Minuartia verna .					0,89	,,	
Arenaria ciliata .		•	÷		0,50	,,	
Moehringia muscosa	•	•			0,60	,,	
Crucifera	e.			4			
Kerneria saxatilis .	28		•	. •	0,58	,,	
Hutchinsia alpina .	•				0,65	,,	
Draba aizoides	•		٠		0,73	,,	
Arabis alpestris .		, .			0,41	,,	
Saxifragac	eae						
Saxifrage oppositifolia	ı.	•	7.	•	0,50	Felsen,	
" Aizoon .			•		0,81	- ,,	
" aizoides .		•			0,22	,,	
" moschata	•			•	0,47	"	
Parnassia palustris.		•	•		0,50	Humusband,	,
							1

Rosaceae.				Sommer 1912	Bemerkungen.
Cotoneaster tomentosa.					Felsen,
Sorbus Chamaemespilus					Geröll,
Amelanchier ovalis					Felsen,
Dryas octopetala				0,63	,,
Rosa canina				0,62	"
Úmbellifera e .					
Bupleurum ranunculoides				0.95	Felsen,
Athamante cretensis .				0,60	* .
Laserpitium latifolium.				0,80	"
" Siler				0,67	"
Gentianaceae.				,	,,
Gentiana lutea	'			0.38	Humusband,
TOTOS	•	•		0,66	•
Clusii				0,75	,,
" campestris .				0,41))))
•				-,	,,
Scrophulariaces				0.40	Uumushand
Linaria alpina				0,40 $0,77$	Humusband,
Veronica aphylla				0,77	"
Euphrasia hirtella				0,53	,,
salishurgensis				0,40	,,
minima	•			0,50	,,
Rhinanthus subalpinus				0,78	,,
Pedicularis verticillata.	ñ			0,82	,,
Campanulacea	•			0,0-	,,
Phytheuma orbiculare .	С.			0.78	Humusband,
Campanula barbata .		•	•	0,40	
rhomhoidalis	•	•	•	0,83	,,
Tunahalium	•	•	•	0,40	,,
" thursaidas	•	•		0,28))))
			Ť		,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,
Compositae.				0.30	Felsen.
Adenostyles glabra .	•	•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		reisen.
Erigeron alpinus	•	•	*	$0.76 \\ 0.42$	in the second
Centaurea scabiosa.	•	•		0,42 0.75	,,
Hieracium murorum	•	•	•	0.75	"

Pflanzen von verschiedener Lebensdauer.

	I Hanzen	V CII	· U.	Scilica			dauci	U.
						198	Tabell	e 14a.
				Sträucher.				
				Mittelwert			**	
		. *		aller Standorte	Felsen.	Geröll.	Humus- band.	Alpen- wiese.
Lunin	erus commu	inie		0,90	r ciscii.	deron.	0,90	0,90
			•		0.05		50 100 100	0,50
Salix	reticulata		•	0,65	0,65		0,65	
77	grandifolia		•	0,90		29 28	9.00	0,90
. ,,	retusa .		•	0,64	0,68	0,63	0,60	
77	hastata .			0,80	0,80		0,80	X1
Coton	neaster tome	ntosa	•	0,97	1,01	0,93		
Sorbu	ıs Chamaen	nespilu	s.	0,94		0,95		
Amel	anchier ova	lis .	•	1,00	1,01	1,00	1,00	ī
Rubu	s saxatilis			0,55			0,55	
"	idaeus .			0,50			0,50	
Dryas	s octopetala			0,63	0,63	0,63	0,63	
Rosa	canina .			0,61	0,62		0,60	
"	pendulina			0,60			0,60	
Rhan	nnus alpina		•	0,75	0,75	0,75		
	ne Mezereu			0,50	į		0,50	0,50
Rhod	lodendron fer	rrugin	eun	0,90	0,90		0,90	
Arcto	staphylos U	Jva ur	si.	1,03	1,03			
Vacci	inium Vitis	ideae		0,53	0200		0,53	
Lonio	era alpigen	a .		0,43	0,43		150	r ·
3	\$	Zwe	eijä	ihrige I	Pflanz	en.		

2	٠,٠	in igo i manz	011 .	Tabelle	14b.
		Mittelw. aller Standorte. Felsen.	Geröll.	Humus band.	Alp. wiese.
Arabis hirsuta	•	0.34	0,36	0,33	
" alpestris		0,40 0,40			
Geranium Robertianum	•	0,56 $0,63$			0,50
Linum catharticum .		0,40		0,40	0,40
Carum Carvi		1,03			1,03
Trifolium badium	•	0,50		0,50	0,50
Gentiana campestris .		0,41		0,41	0,40
Linaria alpina		0,40	0,40	3	
Campanula thyrsoides		0,28	0,28	1000	0
Senecio viscosus	•	0,60	0,60	10 m	10 18
					3365

Einjährige Pflanzen.

	31 00 0 00		Mittelw.			Tabelle	146.
		ř	aller Standorte.	Felsen.	Geröll.	Humus band.	Alp-
Sedum `atratum .			0,21	0,20		0,22	
Galeopsis Tetrahit			0,50		0,50		•
Verbascum Thapsus	•		0,45				0,45
Euphrasia Rostkovian	na		0,53			± * ?	0,53,
" hirtella		•	0,53			0,53	
" salisburger	nsis		0,40			0,40	
" minima			0,50			0,50	
Rhinanthus subalpinu	1S		0,78			0,78	
Arctium tomentosum	•		0,48		0,48		
Cirsium eriophorum	•		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 wirdies in eine kleine Tabelle zusammen, so erhalten wir folgendes Bild in Prozenten:

		Felsen.	Geröll.	Humusband.	Alpenwiese.
Einjährige		10 °/ ₀	20 0/0	40 %	30 °/ ₀
Zweijährige		13,2 0/0	26,4 °/0	26,4 °/ ₀	34 º/o
Sträucher		33 0/0	$18,2^{-0}/_{0}$	39,3 0/0	10 °/0

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 KNO₃ als Gesamtmittel aller untersuchten Alpenpflanzen, so stehen von den 19 Sträuchern 15 oder 790/0 über diesem Mittelwert, von den 10 zweijährigen Pflanzen bloss 30% und den 10 einjährigen Arten sogar nur $10^{0}/_{0}$.

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 Tabelle 15. Juni.
Sanguisorba minor	0,50	0,65 Wiesen,
Saxifraga aizoides	0,20	0,30 Felsen,
Anthyllis vulneraria	0,40	0,65 Wiesen,
Hippocrepis comosa	0,50	0,55 ,,
Geranium Robertianum .	0,50	0,50 ,,
Thymus Serpyllum	$0,40^{1}$	0,80 Wiesen,
Daphne Mezereum	$0,45^{1}$	0,502Geröllhalde,
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	$0,25^{1}$	$0,70^2 \mathrm{Felsen}$
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 Leucanthe-		
mum	0,50	0,50
Taraxacum officinale	0,40	0,50
¹ Nasse Felsen. ² Trock	ene Fels	en i im ed kinguzii

¹ Nasse Felsen. ² Trockene Felsen.

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

				Tabelle 16.
	Ebene	Gastlosen		
	Februar.	Februar.		
Asplenium Trichomanes.	1,00	1,20	* * *	8
" 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		9
Primula Auricula	0,55	0,70		
Thymus Serpyllum	0,85	0,85	9 7	8
Galium asperum	0,55	0,70	2 u	
Campanula cochleariifolia	0,60	0,60		, i
Bellidiastrum Michelii .	0,55	0,55		9 1 2

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

			Tabelle 17.
	Sommer	Winter	E SOURCE STREET
	Juli.	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	Winter	
	Juli.	Februar.	- X 2
Anthyllis Vulneraria	0,50	0,80	Felsen,
Hippocrepis comosa	0,65	1,20	,,
Geranium Robertianum .	0,60	0,95	,,
Rhododendron ferrugineum	0,90	1,40	,,
Arctostaphylos Uva ursi.	1,00	1,30	,,
Primula Auricula	0,40	0,70	,,
Satureia alpina	0,60	0,90	Felsen,
Thymus Serpyllum	0,65	0,85	,,
Erinus alpinus	0,50	0,70	,,
Globularia cordifolia	0,80	1,00	,,
Galium asperum	0,65	0,70	,,
Campanula cochleariifolia	0,55	0,65	,,
Bellidiastrum Michelii .	0,50	0,55	,,
Centaurea montana	0,50	0,65	Humusband,
Carlina acaulis	0,45	0,50	Alpenwiese,
Senecio viscosus	0,60	0,75	Humusband.

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

im Sommer 1912 ur	id iiii vviiitei 1912/13.
	Tabelle 18
Som	mer Winter
$\mathbf{J_{l}}$	uni Februar.
Cystopteris fragilis 0,	75 0,85
Asplenium Trichomanes . 0,	80 1,00
» Ruta muraria 0,	75 0,95
Equisetum arvense 0	,70
Juniperus communis 0,	95 1,10
Larix decidua 0,	etwas unregel-
Avena sativa 0,	mässig, 0,70-0,90
Poa annua 0	95 1,05
Bromus tectorum 1,	,10
Agrostis tenuis 1,	,05 1,10
Secale cereale 0.	,80
Carex verna 1,	,15
and the second s	,00
The state of the s	,05
Majanthemum bifolium . 0,	,25

· ·	Sommer Juni.	Winter Februar.	
Crocus albiflorus	0,60	r obradir	
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	0 0	i,
Saponaria ocymoides	0,40		
Helleborus foetidus	0,75	0,95	
Anemone nemorosa	0,55	± m	
" ranunculoides .	0,50		
" hepatica	0,50	0,80	
Ranunculus repens	0,40	0,70	
" aconitifolis .			×
Chelidonium majus	0,60		
Capsella Bursa pastoris .	0,45		
Saxifraga aizoides	0,20	0,30	\mathbf{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		
Ilex Aquifolium	0,90		
Hypericum perforatum .	0,40		
Helianthemum nummular.	0,50	250	
Viola silvestre	0,50		
Daphne Mezereum	0,45		
Hedera Helix	0,80	1,30	V .

	Sommer Winter Juni. 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 silvatica	0,40
Prunella vulgaris	0,35
Lamium purpureum	0,45 1,10
Stachys silvaticus	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	$0,40^{1}$ $0,60$
	$0,50^2$
" persicifolia .	0,50
" rapunculoides	0,40
Chrysanthemum Leucan-	
themum	0,50
Tussilago Farfara	0,40 $0,30$
Senecio vulgaris	0,35
Tragopogon pratensis .	0,40
Taraxacum officinale	0,40 0,50
Bellidiastrum Michelii .	0,35 0,55

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 Einnlichen Resultaten sind Marie und Gatin² 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 KNO3 beträgt und in den Gastlosen 0,80 Mol KNO₃; 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 KNO3. 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 Wintervorhanden 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 KNO₃. 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-

² Vergl. *Marie et Gatin*, "Déterminations cryoscopiques effectuées sur des sucs végétaux. Comparaison d'espèces de montagne avec lesmêmes 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 unsern 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.

Nov. Sept. Okt. Dez. Jan. Febr. März April Mai Juni Juli Aug. 8º C. 3° C. -10 C. -2° C. -3° C. ·8° C. -2° C. 6° C. 10° C. 22° C. 24° C. 25° C. 0.75Helleborus foetidus 0.60 0.750.950.95 0.80 0.650.60 0.70 0.750.850.850,70 0,70 0,70 0,90 0,70 0,65 0,70 0,70 Vinca minor. 0,651,00 1,10 0,70Hedera 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° 0.80^{-} Buxus sempervirens 0,80 0,90 0,95 1,00 1,00 1,10 1,00 0,90 0.800,80 0,80 0,90 1,00 1,00 0.80 0.80 0.80 0.90^{2} Ilex aquifolium !. 0,90 0.95 0,95 1,00 0.90 0,70 0,70 1,20 0,85 0.70 0,60 0,70 0,80 0.85Ligustrum vulgare. 0,60 0,90 1,05 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 besäss. 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	25. F	5. Februar				
		8	Uhr Morge	ens.	8 Uhr 1	Morgens.		
		Topf- pflanzen seit Nov. im La- boratorium. Lufttemp. 15° C.	Freiland- pflanzen. Lufttemp. -4° C.	Topf- pflanzen ins Freie ge- stellt nach 9 Std. I-ufttemp1° C.	Topf- pflanzen im Freien nach 24 Std. Lufttemp. -3° C.	Freiland- pflanzen nach 24 Std. Lufttemp. -3° C.		
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	22	1,40		
Saxifrage aizoides		0,20	0,35	0,35-0,45	0,35-0,45	0,35		
			7 5 F	unregel- mässig.	unregel- mässig			
" 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.	77	20 10		

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 NKO₃ beträgt. Starke

plötzliche Abkühlung ertrugen nur 50% der untersuchten Pflanzen. Exemplare mit hohem osmotischen Wert zeigten keine grössere Wiederstandsfähigkeit. Bromus tectorum mit 1,10 Mol KNO3 war ebenso rasch abgestorben wie Taraxacum officinale mit nur 0,35 Mol KNO3. 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 KNO₃ 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 Veränderung 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 KNO₃ erhöhten, während für dieselbe Species unter der Schneedecke die Zunahme im Max. blos 0,10 Mol KNO₃ betrug. Die bekannte schützende Wirkung der

Der Einfluss des Windes auf den osmotischen Wert

			1. 1	Tag			2. T	ag			3. 1	l'ag			4. 7	ag			5. 7	Tag			6. 7	ag			8. 7	Гаg			10. Ta	g	
Zimmertemperatur circa 15º C.		Wasser ohne	Wasser mit	Wasser ohne	Wasser	Wasser ohne	Wasser mit	Wasser ohne	Wasser mit	Wasser ohne	Wasser mit		Wasser mit	Wasser ohne	Wasser mit	Wasser ohne	Wasser mit	Wasser ohne	Wasser mit	Wasser ohne	Wasser mit	20 ccm Wasser ohne Wind	Wasser mit	Wasser ohne	Wasser mit	ohne	Wasser mit		Wasser mit		mit		Bemerkungen
																											- 1						
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	0,601	0,30	0,55	0,50	welk	0,30	0,60	0,552	¹ Ältere Blätter welk.
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	0,35	-	-	0,20	0,40	_	² Am 12. Tag fingen die Blätter an z welken.
Impatiens Sultani (Topfkultur)	0,30	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	welk	0,35	welk	welk	
Anemone hapatica	0,50	0,50	0,50	0,50	0,55	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	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	welk	0,50	welk	0,701	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	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	wlek	0,65	welk	0,55	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	0,80	0,60	0,70	0,65	$0,90^{1}$	0,60	welk	0,70	welk	0,60	welk	0,702	¹ Ältere Blätter welk. ² Am 12. Tag die innern Blätter noch frise
Draba aizoides	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	0,60	0,55	welk	0,50	0,65	0,60	welk	0,50	welk	0,60	welk	0,50	welk	0,65	welk	0,50	welk	welk	die äussern fingen an zu welken.
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			0,40	0,45	-	
Plantago lanceolota	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,40	0,35	0,35	0,35	0,35	0,40	0,35	0,40	0,40	0,45	0,35	0,40	0,40	0,55	0,35	0,50	0,45	$0,65^{1}$	0,35	0,60	0,50	welk	0,35	welk	0,60	¹ Altere Blätter welk.
Taraxacum officinale	0,35	0,3	0,35	0,35	0,40	0,35	6,40	0,40	0,45	0,35	0,45	0,40	0,55	0,40	0,50	0,40	welk	0,40	welk	0,45	welk	0,40	welk	0,501	welk	0,40	welk	0,55	welk	0,40	welk	0,602	¹ Altere Blätter welk.
				-																													* > >

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

	_		_	0
		13. April		
		unte r der		
	peratur -8° C.	Schnee-	-	
A 1		decke.	+10° C.	TV 1 T 1
Asplenium Trichomanes	0,90	1. 8	0,75	Viele Exemplare am
-				Absterben.
Ruta muraria	0,95	ē 2	0,75	*
Glyceria aquatica ohne Wasser	0			
	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	absterbena.
	abster-		0,20	
Rumex acetosa	bend	0,35	0,30	
*B	0,50	0,40	0.35	Alle Exemplare ster-
Ranunculus ficaria	0,50	0,40	0,55	ben ab.
Anemone nemorosa	0,70	0,55	0,50	
Trifolium pratense	0,65	0,60	0,50	Unregelmässig u. ab-
				sterbend.
Rubus Idaeus	0,90		0,70	Blätter fangen an zu
				welken.
Ilex aquifolium	1,00		0,90	Viele Exemplare am
			8	Absterben.
Hedera helix	1,10		0,80	a a
	abster-		0,55	
and of purious and a second of the second of	bend.			
Primula elatior	0,55	0.45	0,40	
Pulmonaria officinalis	0,70	0,55	0,50	
Bellis perennis	0,70	0,60	0,50	
. 70	0,50	0,50	0,40	Besonders die üppi-
Taraxacum officinale	0,50	0,50	0,40	gen Exemplare am
				Absterben.
				Austernen.

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 $2^{1/2}$ 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 turgescent. Impatiens Sultani und besonders Veronica beccabunga, die genügend Wasser zur Verfügung hatten, zeigten auch dem Wind ausgesetzt, keine oder nur eine geringe Zunahme.

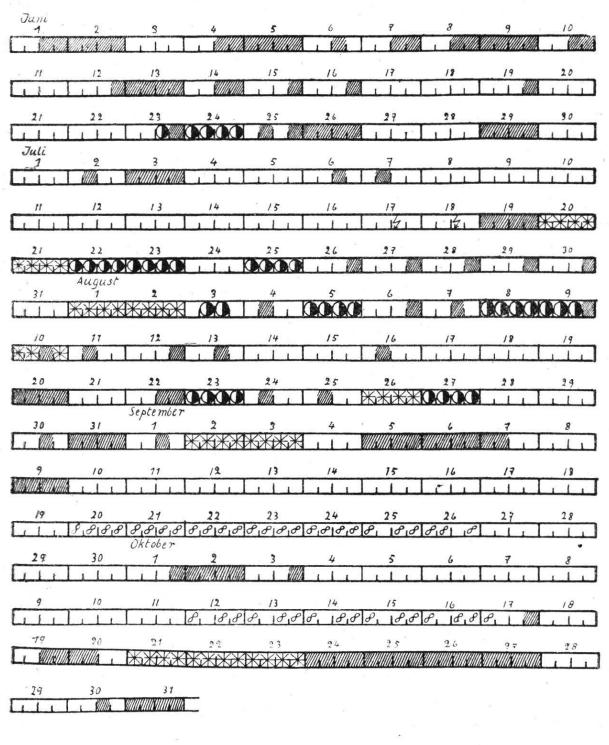
Von den Topfpflanzen die mit täglich 20 ccm. Wasser dem Wind ausgesetzt waren, fand man am 5ten Tag $22\,^0/_0$, am 6ten Tag $55\,^0/_0$ welk. Die Turgescenz hatten noch Primula Auricula, Globularia cordifolia, Saxifrage Aizoon und Plantago lanceolata bewahrt.

Bei den Exemplaren endlich, die ich ohne Wasserzufuhr dem Wind exponiert hatte, traf ich am 4ten Tag schon $33\,^0/_0$ welk und am 5ten Tag sogar $66\,^0/_0$. Am 6ten Tag begannen auch die übrigen $34\,^0/_0$ 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 resistenter 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 Wasseraufnahme 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. 26a, 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.
- Maximow, 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. 26 a, 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.

