

# BOTANISCHE ZEITUNG.

Herausgegeben

von

**Hugo von Mohl,**

Prof. der Botanik in Tübingen.

und

**Anton de Bary.**

Prof. der Botanik in Halle.

**Neunundzwanzigster Jahrgang 1871.**

LIBRARY  
NEW YORK  
BOTANICAL  
GARDEN

Mit elf Tafeln und mehreren Holzschnitten.

**Leipzig.**

Verlag von Arthur Felix.

BUREAU DE LA BIBLIOTHÈQUE  
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENEVE  
VENDU EN 1922

# BOTANISCHE ZEITUNG.

Redaction: *Hugo von Mohl.* — *A. de Bary.*

**Inhalt. Orig.:** Göppert, Die Kältegrade, welche die Vegetation erträgt. — **Litt.:** Teichert, Flora von Freienwalde. — **Neue Litteratur.**

Höhe der Kältegrade, welche die Vegetation überhaupt erträgt \*).

Von

**H. R. Göppert.**

Unsere Erfahrungen über die Höhe der Kälte, welche die Vegetation ohne Nachtheil zu ertragen vermag, sind noch nicht gehörig festgestellt, weil man noch nicht alle Momente berücksichtigte, welche hierbei mitwirken und sie gewissermassen noch nicht auseinander gehalten hat. In Ustjanks in Sibirien, unter 70°55' Br., ist die mittlere Temperatur des Winters —38° R., und die des kältesten Monats, des Januars —40° R.; in dem, wiewohl 8° südlicher gelegenen Jakutsk, unter 62° Br., in Folge eigenthümlicher Verhältnisse, die mittlere Temperatur des Winters sogar —38°, 9° R., und die niedrigste —44 im December, dem kältesten Monat, in dem an 19 Tagen die Tem-

peratur nicht unter —40° betrug. 3 bis 3¼ Monat pflegt das Quecksilber dort stets gefroren zu sein. Selbst unter dem 75° N. Br. fand Parry im Polaroccean den kältesten Monat um mehrere Grad wärmer als um Jakutsk; dagegen erlebte Robert Kane in West-Grönland unter 78°, 37 n. Br. —43,5°, M. Clauss gar —47° R. und unsere jüngste deutsche Nordpolexpedition an der Ostküste von Grönland unter dem 77° Br. und 18° W. L. als grösste Winterkälte und zwar im Februar nur —32° R. Dabei fand Kane in jenen hohen Breiten auch noch Vegetation, zum Theil sogar sehr üppige, nirgends eine bis zum Meeresniveau herabsteigende Schneegränze; die *Existenz von Vegetation* bis zum Nordpol hin ist — wenn man dahin gelangen sollte — also kaum zweifelhaft.

Als Ursache dieser merkwürdigen Erscheinung ist der Schutz anzusehen, welchen die Schneedecke verleiht, die bei ihrem baldigen Eintritt nach der Beendigung der Vegetation die allzugrosse Erkaltung oder die Ausstrahlung des Bodens und dann als schlechter Wärmeleiter das Eindringen der Kälte verhindert, wie ihn vor Abwechselung der Temperatur bewahrt.

\*) Bruchstück einer Abhandlung über Einwirkung der niederen Temperatur auf die Vegetation. In den ungewöhnlich strengen Wintern 1828/29 und 1829/30 hatte ich im hiesigen botanischen Garten zahlreiche Beobachtungen und Versuche über den Einfluss der niederen Temperatur auf die Vegetation angestellt, wie sie seit jener Zeit noch niemals in gleichem Umfange wiederholt worden sind (über die Wärmeentwickelungen in der Pflanze, deren Gefrieren nach Schutzmittel gegen dasselbe. Berlin, bei Max & Comp. 1830. 244 S.). Ihre Resultate sind grösstentheils Eigenthum der Wissenschaft geworden, obschon sie das Thema noch lange nicht ausreichend erschöpften. Einen kleinen Beitrag hierzu gedenke ich später zu veröffentlichen, wovon ich hier vorläufig ein Bruchstück liefere.

Die ersten Beobachtungen über die *Temperatur des Schnees* in verschiedenen Tiefen verdanken wir H. B. v. Saussure (Voyage dans les Alpes T. II. §. 1002 p. 459). Auf einer der Spitzen des grossen S. Bernhard, genannt La Chenalette, in 8413 F. Höhe, fand er im Juli bei +8° R. der Atmosphäre während die Sonne schien, die Temperatur unmittelbar unter der Oberfläche Null, und denselben Grad auch in 5 F. Tiefe. Aehnliche Beobachtungen mit

gleichem Resultate stellte auch auf dem Col du Géant in 10,558 F. Meereshöhe an (Ebend. T. IV. §. 2054 p. 251). Die ersten zusammenhängenden Beobachtungen mit Beziehungen auf die Vegetation im Boden und unter dem Schnee lieferte ich im hiesigen botanischen Garten vom 22. Januar bis 17. Februar 1830. Der Boden war in festerem Erdreiche damals bis 12 Zoll, in lockerem der Gartenbeete 16 Zoll tief gefroren, am 22. Januar die mittlere Lufttemperatur nach dreimaligen täglichen Beobachtungen  $-20^{\circ}$  R., am 21.  $-16,4^{\circ}$  R., die Temperatur unter der 4 Z. hohen Schneedecke  $-6,5^{\circ}$ , am 24. bei mittl. T.  $-8^{\circ}$  R. in der inzwischen 8 Z. mächtig gewordenen Schneedecke nur  $-2,5^{\circ}$ , vom 27. bis 2. Februar bei mittlerer Temp.  $-2^{\circ}$  bis  $-3^{\circ}$  in 8 Z. Tiefe zwischen  $0,4^{\circ}$  bis  $0,8^{\circ}$ . Am 4. Februar erreichte die Schneedecke die Höhe von 12 Z. und blieb so bis zum 15., an welchem Tage Thauwetter eintrat, dem bald wieder, den 17., Frost folgte. Die mittlere Temperatur der Atmosphäre betrug in dieser Zeit (vom 4. bis 15. Febr.)  $-8^{\circ}$ , die des Schnees in 12 Z. Tiefe während der kältesten Tage an 3 Tagen nur  $-2^{\circ}$  bis  $-2,5^{\circ}$ . Die Temperatur des Bodens entsprach nur in 1—2 Z. Tiefe der Temperatur der unmittelbar auf der Erde liegenden Schneeschicht, stieg allmählich bis Null in 12—16 Z. Tiefe. Selbstverständlich waren die Wurzeln der perennirenden Gewächse sämtlich steif gefroren, blieben es auch noch in 1—2 Z. Tiefe, als es vom 15. bis 17. Februar schnell thaute, während die oberen unter dem Schnee befindlich gewesenen nun aufgethauenen grünen Theile der Pflanzen vegetirten.

Den 17. Nachmittags fiel die Temperatur wieder auf  $-2^{\circ}$  R.; der Schnee froh sehr dicht zusammen, so dass man an einzelnen Stellen, ohne einzubrechen, darüber hinweggehen konnte. Auch fand sich noch an demselben Tage eine neue 1 Zoll hohe Schneelage ein. Unter dieser waren die grünen Theile der Vegetabilien am 18. noch nicht gefroren; die Temperatur des Schnees war in 5 Z. Tiefe  $0^{\circ}$ , ungeachtet den ganzen Tag über die Temperatur zwischen  $-5^{\circ}$  und  $-4^{\circ}$  schwankte. Am 19. nach  $-8^{\circ}$  Nachtkälte war Mittags bei  $-4^{\circ}$  der Atmosphäre der Schnee in 5 Z. Tiefe  $2^{\circ}$  kalt, in 3 Z.  $-3,5^{\circ}$ , und alle grünen Theile der Vegetabilien unter seiner Decke aufs Neue gefroren. Am 20. stieg die Temperatur von  $-9^{\circ}$  des Morgens gegen Mittag bis auf Null. Der Schnee war nun in 5 Z. Tiefe kälter als die

Atmosphäre  $-1,5^{\circ}$ , während er in den höher gelegenen Schichten sich mit derselben in's Gleichgewicht setzte. Am 21., wo das Thermometer nie unter  $-4^{\circ}$  und nie über  $-5^{\circ}$  zeigte, hatte die unterste Schneeschicht die gestrige Temperatur, die obere eine mehr der Atmosphäre entsprechende:  $-2,5^{\circ}$ . Am 22. u. 23. Februar, bei einer mittlern Temperatur von  $+2,4^{\circ}$ , schwand die Schneedecke an mehreren Stellen beinahe völlig, an anderen blieb nur eine so dünne Schicht zurück, dass fernere Beobachtungen über die Temperatur derselben nicht mehr angestellt werden konnten; demohnerachtet waren die oberen Schichten des Bodens nur in der Tiefe von 3 Z. aufgethaut, und mit ihnen die in derselben befindlichen Vegetabilien, die tieferen aber gefroren. Unter abwechselndem Frost und Thauwetter war am 14. März die Erde erst einen Fuss tief von der Oberfläche gegen die unteren Schichten zu aufgethaut. Ungeachtet dieses scheinbaren Hindernisses entwickelte sich die Vegetation: *Holosteum umbellatum* und *Draba verna* blühten. Am 20. endlich war auch in der Tiefe die Erde völlig vom Eise frei.

Zu gleichem Resultate führten unsere, fast auf derselben Fläche angestellten Beobachtungen im Februar 1870. Im vorausgehenden Januar war, nach den von Hrn. Prof. Dr. Galle auf der hiesigen Sternwarte angestellten Beobachtungen, die mittlere Temperatur des ganzen Monats  $-1,03^{\circ}$ ; die wärmsten Tage waren der 8., 9. und 10. mit  $+4,33^{\circ}$ ,  $+4,5^{\circ}$  und  $+3,67^{\circ}$ ; die kältesten: der 26. und 27. mit den Mitteltemperaturen  $-7,87^{\circ}$  und  $-7,60^{\circ}$ .

Die Schneebedeckung der Oberfläche vom Ende December blieb bis zum 6. Januar, thaute dann völlig auf, wie auch der leichtgefrorene Boden, und erneute sich am 17. wieder, von wo sie in gleicher Höhe = 4 Z. bis zum 11. des nächsten Monats blieb, und sich auch später bis zum Thauen am 19. Februar nur sehr wenig erhöhte, wenigstens in der Beobachtungszeit die angegebene Höhe nicht überstieg, wie dies in dieser Jahreszeit selten vorkommt aber für meine Beobachtungen grade sehr erwünscht war. Der mässige Frost im letzten Drittheile des Januar ging mit dem ersten Februar in heftige Kälte über, so dass die ersten 12 Tage eine Kälteperiode bildeten, die, bei gleichzeitiger Rücksicht auf Intensität und Dauer, seit dem Jahre 1791 nur von dem strengsten Winter dieses 79jährigen Zeitraums, dem von 1830 (meinem oben erwähnten Beobachtungsjahre), übertroffen worden ist. Die



Durchschnittstemperatur dieser 12 Tage aus Tag und Nacht war  $-13,69^{\circ}$ , die der 6 Tage von 5. bis 10. gar  $-16,03^{\circ}$ , das kälteste Tagesmittel von  $-17,63^{\circ}$  am 6. An 3 Tagen (dem 6., 7. u. 8.) sank das Thermometer des Morgens unter  $-20^{\circ}$ ; als Minimum würde am 7., 6 Uhr Morgens  $-20,5^{\circ}$  aufgezeichnet. Vom 13. ab war die Kälte mässiger, in den letzten 5 Tagen des Monats Thauwetter, mit einem Maximum der Wärme von  $+5,8^{\circ}$  am 28., und dem wärmsten Tagesmittel von  $+3,1^{\circ}$  am 27.

Die Mitteltemperatur des ganzen Monats von  $7^{\circ}$  ist 6 volle Grade tiefer als der Durchschnittswerth. Die stärksten Schwankungen der Temperatur von einem Tage zum andern waren:

31. Januar bis 1. Februar . . . . .	$-6,8^{\circ}$
5. bis 6. Februar . . . . .	$-2,9^{\circ}$
12. bis 13. „ . . . . .	$+5,5^{\circ}$
15. bis 16. „ . . . . .	$+4,1^{\circ}$
20. bis 21. „ . . . . .	$+3,4^{\circ}$
23. bis 24. „ . . . . .	$+2,9^{\circ}$

Meine Beobachtungen über die Temperatur des in 4 Zoll Höhe liegenden Schnees unmittelbar über dem Boden begannen am 4. Febr. und wurden am 16. beendet:

Am 29. Jan. war die mittl. Temperatur	$-1,15^{\circ}$
„ 30. „ „ „ „ „	$-0,83^{\circ}$
„ 31. „ „ „ „ „	$-4,83^{\circ}$
„ 1. Febr. „ „ „ „	$-11,07^{\circ}$
„ 2. „ „ „ „ „	$-9,17^{\circ}$
„ 3. „ „ „ „ „	$-10,6^{\circ}$

*Temperatur der Atmosphäre.*

*Temperatur unter dem Schnee.*

4. Februar Mg. 6 Uhr	$-13,6$	} $-12,6^{\circ}$	Mg. 7 Uhr	$-3^{\circ}$
Nm. 2 „	$-10,4$		Nm. 2 „	$-3^{\circ}$
Ab. 10 „	$-13,8$		Ab. 7 „	$-3^{\circ}$
5. „ Mg. 6 „	$-17,2$	} $-14,7^{\circ}$	Mg. 7 „	$-4^{\circ}$
Nm. 2 „	$-11,1$		Ab. 7 „	$-4,5^{\circ}$
Ab. 10 „	$-16,0$		Mg. 7 „	$-5^{\circ}$
6. „ Mg. 6 „	$-20,0$	} $-17,6^{\circ}$	Ab. 7 „	$-5^{\circ}$
Nm. 2 „	$-14,8$		Mg. 7 „	$-5,6^{\circ}$
Ab. 10 „	$-18,1$		Ab. 7 „	$-5,5^{\circ}$
7. „ Mg. 6 „	$-20,5$	} $-16,7^{\circ}$	Mg. 7 „	$-6^{\circ}$
Nm. 2 „	$-12,9$		Ab. 7 „	$-6,5^{\circ}$
Ab. 10 „	$-16,8$		Mg. 7 „	$-6^{\circ}$
8. „ Mg. 6 „	$-20,0$	} $-16,7^{\circ}$	Ab. 7 „	$-6,5^{\circ}$
Nm. 2 „	$-13,7$		Mg. 7 „	$-6^{\circ}$
Ab. 10 „	$-16,4$		Ab. 7 „	$-6,5^{\circ}$
9. „ Mg. 6 „	$-19,2$	} $-15,4^{\circ}$	Mg. 7 „	$-6^{\circ}$
Nm. 2 „	$-12,6$		Ab. 7 „	$-6^{\circ}$
Ab. 10 „	$-14,5$		Mg. 7 „	$-6^{\circ}$
10. „ Mg. 6 „	$-19,6$	} $-14,9^{\circ}$	Ab. 7 „	$-6^{\circ}$
Nm. 2 „	$-11,7$		Mg. 7 „	$-5^{\circ}$
Ab. 10 „	$-13,4$		Ab. 7 „	$-5^{\circ}$
11. „ Mg. 6 „	$-15,8$	} $-15,8^{\circ}$	Mg. 7 „	$-4,5^{\circ}$
Nm. 2 „			Ab. 7 „	$-4^{\circ}$
Ab. 10 „			Mg. 7 „	$-3,5^{\circ}$
12. „ Mg. 6 „		} $-8,95^{\circ}$	Ab. 7 „	$-3^{\circ}$
Nm. 2 „	$-8,7$		Mg. 7 „	$-2^{\circ}$
Ab. 10 „	$-9,2$		Ab. 7 „	$-2^{\circ}$
13. „ Mg. 6 „	$-7,8$	} $-5,7^{\circ}$	Mg. 7 „	$-2^{\circ}$
Nm. 2 „	$-4,7$		Ab. 7 „	$-2^{\circ}$
Ab. 10 „	$-4,6$		Mg. 7 „	$-2^{\circ}$
14. „ Mg. 6 „	$-4,8$	} $-5,03^{\circ}$	Ab. 7 „	$-2^{\circ}$
Nm. 2 „	$-4,2$			
Ab. 10 „	$-6,1$			

## Temperatur der Atmosphäre.

15. Februar	Mg. 6	„	—9,2	} —6,9°
	Nm. 2	„	—5,7	
	Ab. 10	„	—5,8	
16. „	Mg. 6	„	—5,4	} —2,8°
	Nm. 2	„	—0,2	
	Ab. 10	„	—2,8	

## Temperatur unter dem Schnee.

Morg. 7 Uhr	—2°
Morg. 7 „	—1,5°

Die Boden selbst war unter der Schneedecke 15 Z. gefroren, die Temperatur dort selbst an dem sehr kalten Tage des 5. Februar in 2 Z. nur —1°.

Beide, so ziemlich auf demselben Terrain unseres Gartens, angestellten Beobachtungen stimmen in ihren Resultaten sehr gut überein und zeigen den Nutzen, welchen die Schneedecke der unter ihr befindlichen Vegetation gewährt.

Die überaus gleichförmig verbreitete Schneelage in der Ebene der Provinz forderte zu ähnlichen Beobachtungen auf, welche auf meine Veranlassung während der oben beschriebenen Kälteperiode in den sehr ausgedehnten, an 200,000 Morgen umfassenden königl. Waldrevieren von Peisterwitz, Stoberau, Proskau und Scheidelwitz durch die Herren Oberförster Hahn, Gericke, v. Ernst und Kirchner, im Plessischen durch Herrn Rasse angestellt wurden, und durchschnittlich gleiche Resultate lieferten, natürlich mit einiger durch die Oertlichkeit und verschiedene Bodenbeschaffenheit nach Maasgabe bewaldeten und unbewaldeten Terrains verursachten Modificationen. Die Erde war 15—20 Zoll tief gefroren, ebenso die darin befindlichen Wurzeln der Bäume, die Temperatur niemals höher, und in den obersten Schichten der untersten Lage des Schnees entsprechend. Auch ergab sich, welchen ausserordentlichen Schutz nicht bloß die Schnee-, sondern auch schon eine nur wenige Zoll starke Lage von Blättern und Nadeln, überhaupt von Vegetationsabfällen gewährte. Nach einer Angabe von H. und A. Schlagintweit scheint Boussingault (Econom. rurale II. p. 250) auch Beobachtungen über die Temperaturverhältnisse der Schneedecke angestellt zu haben, doch ist mir das genannte Werk noch nicht zu Händen gekommen, wohl aber Beobachtungen von Kerner, der zu gleichen Resultaten wie ich gelangte. Die Lufttemperatur zeigte eine Schwankung von 23°, die Bodentemperatur von kaum mehr als einem Grad (A. Kerner, Kultur der Alpenpflanzen, Innsbruck 1864, S. 150).

Einen eben so günstigen Einfluss übt die

Schneedecke auch im höchsten bekantem Norden aus. Robert Kane, der zu seiner und einst auch zu unserer Verwunderung, wie schon erwähnt, unter 82° N. Br. noch eine üppige Vegetation perennirender krautartiger Pflanzen antraf, fand unter 78°50' N. Br. bei einer Oberflächentemperatur von —27,5° R. in einer Tiefe von 2 Fuss im Schnee —17°, in einer Tiefe von 4 F. —13,3°, und von 8 F. —2,6°, also nur noch ein paar Grad unter dem Gefrierpunkte. Middendorff\*) hat zwar keine thermometrischen Untersuchungen über die Temperatur des Schnees angestellt, liefert aber ein sehr entscheidendes Beispiel durch die Beobachtung, dass im Taimyrlande die Baumgrenze der Tanne um 1° nördlicher gehe als ihre Waldgrenze. Doch werde die Tanne zu einem Mittelring zwischen Wurzel und Stamm erniedrigt, der aber über die Schneedecke nicht hinausreiche. Alle darüber hinausragenden Sprosse stürben alljährlich ab, und sie sei somit ganz und gar auf den Schutz des Schnees angewiesen. Auf den Seen dieses Landes ist das Eis dort am dünnsten, auf dem der meiste Schnee liegt. Man darf sich also über das Vorkommen einer üppigen Vegetation in jenen hohen Breiten nicht verwundern, da sie sicherlich, eingebettet in den schützenden Schnee, von den niedrigsten Temperaturen von —40° bis —50° nie erreicht wird, wahrscheinlich nur wenige Grad unter Null zu ertragen hat. Der steinige Boden unserer Alpen, der auch sehr bald von einer bleibenden mächtigen winterlichen Schneehülle bedeckt wird, nimmt eben deswegen auch nicht Theil an den bedeutenden Temperaturemiedrigungen jener Regionen, ist niemals tief gefroren und nach Kerner selten mehr als 2° kalt.

Unter anderen Verhältnissen würden sich auch die auf diese Weise mit ihren unterirdi-

\*) Dessen Sibirische Reise IV, I, S. 608, die vollständigsten, im Ganzen bei uns bis jetzt noch wenig benutzten Werke über arktische Regionen, überaus reich an Beobachtungen über biologische und morphologische Verhältnisse der Gewächse.

schen Theilen eingebetteten Pflanzen nicht erhalten, da mich Versuche lehrten, dass Wurzeln ohne jene schützende Hülle des Bodens und des Schnees gegen Kälte sehr empfindlich sind; Wurzeln von *Helleborus niger* und *viridis*, *Valeriana Phu* erfroren ausserhalb der Erde in freier Luft bei  $-15^{\circ}$ , bei noch geringerer Kälte (etwa  $-10^{\circ}$ ) jene von *Cicuta virosa*. Auch Julius Sachs beobachtete bei den Wurzeln von *Myosotis palustris* eine auffallend geringe Widerstandsfähigkeit gegen die Kälte.

Dagegen können auch bei uns im Boden befindliche und gefrorene Wurzeln ausserordentlich lange in diesem Zustande verharren, ohne getödtet zu werden; wie ich namentlich in jenem merkwürdigen Winter von 1829/30 auch direct beobachtet habe. Sie blieben vom 20. November 1829 bis zum 9. Februar 1830, während welcher Zeit die Temperatur sich niemals über  $0^{\circ}$  erhob, ohne Nachtheil im gefrorenen Zustande. In Ostsibirien auf dem Eisboden sind die Wurzeln im Winter stets gefroren, und die ganze Vegetation ist unabhängig von der mittleren Bodentemperatur, welche dort tief unter dem Nullpunkte ihres Erwachens zur Vegetation steht. Die Wurzeln frieren steif und fest, dringen aber nicht in die oft kaum 1 Fuss von der Oberfläche entfernten Eislagen, sondern werden von ihnen abgelenkt (Middendorff l. c. S. 665) und wenden sich von ihnen ab, als wenn sie auf Felsen gestossen wären, der ihnen keinen Zugang gestattet (B. Seemann, Reise um die Welt, 2. Aufl. 1858. II. p. 119, und Richardson, Arctic searching expedition 1851. Vol. II. Ueber die Pflanzen auf dem Eisboden Nordamerika's). Ob diese Erstarrung aber auch ohne nachtheiligen Einfluss sich auf mehrere Jahre erstrecken kann, bezweifle ich. Für Phanerogamen, weniger für Flechten. Charpentier, Ramond, Venetz und Thomas führen Fälle an, in denen sich verschiedene Pflanzen, und zwar Phanerogamen wie *Trifolium alpinum*, *Geum montanum*, *Cerastium latifolium* etc. unter dem Eise der Gletscher Jahre lang ohne Nachtheil erhalten hätten.

Das angebliche Wachstum von Pflanzen unter dem Schnee in winterlicher Erstarrung findet nicht statt, und verdient diese Meinung kaum eine ernsthaftige Widerlegung. Sie beruht nur auf unvollkommener Beobachtung der Lebensverhältnisse dieser Gewächse. Ihre Blüten sind schon im vorausgegangenen Herbst überaus entwickelt, so dass es bei den am frühesten blühenden nur weniger Wärmegrade im Frühjahr be-

darf (nach Beobachtungen von Vogt zu Ahris, bei *Galanthus rivalis* nur  $+2,42^{\circ}$ , bei *Hepatica nobilis*  $4,77^{\circ}$  u. s. w.) um sie zum Blühen zu veranlassen (Dove in den Monatsberichten der Berl. Akad. 1850 p. 214). Jene vorzeitige Entwicklung der Blüten beobachtete ich zuerst im hiesigen botanischen Garten, und im Freien in den Jahren 1829 und 1830 bei 236 zu 42 verschiedenen Familien gehörenden, sämmtlich vom März bis Juni blühenden Gewächsen, namentlich Alpenpflanzen (Beobacht. über die Blüthezeit der Gewächse im königl. botan. Garten zu Breslau, nebst einigen Beiträgen zur Entwicklungsgeschichte der Pflanzen überhaupt: N. Acta Acad. Caes. L. Nat. Cur. Vol. XV. P. II. p. 385 u. f.).

Den anderweitigen grünen, nach dem Schmelzen des Schnees hervortretenden Rasen bilden die Wurzelstockblätter sehr vieler Dryadeen, Wedel einiger Farne wie *Aspidium Filix mas*, *spinulosum*, *aculeatum*, Blätter von *Cyperaceae*, *Gramineae*, *Juncineae*, *Aristolochieae*, *Berberideae*, *Caryophylleae*, *Apocynaceae*, *Ericinae*, *Compositae*, *Gentianeae*, *Plumbagineae*, *Geranieae*, *Globularieae*, vieler *Labiatae*, *Papilionaceae*, *Violariae*, *Primuleae*, *Saxifragaceae* u. s. w., so dass die Zahl der immergrünen Pflanzen viel grösser erscheint, als man anzunehmen geneigt ist. Im Frühjahr tritt auch bei diesen Blättern meist ein vollständiger Wechsel ein.

Wahre Winterblumen sind bei uns, mit Ausnahme einzelner anderweitig angeführter einjähriger Gewächse, nur *Bellis perennis* und der bei uns in der Ebene nur kultivirte *Helleborus niger*. Ihre Blüten erstarren bei jeder Temperatur unter  $0$ , wachsen aber beim Aufthauen wieder weiter, obschon ein Theil der Wurzeln oft noch gefroren ist, was sich mehrmals wiederholt, wie ich direct bei einzelnen Blüten in jedem Stadium der Entfaltung beobachtet habe. Gegen Weihnachten, bei mässig kaltem Vorwinter pflegt *Helleborus niger* in üppigstem Flor zu stehen; *Bellis* verhält sich zu allen Jahreszeiten ziemlich gleich. In der eben angegebenen Kälte des letzten Winters hielt absichtlich von Schnee frei gehaltene *Bellis* aus, nicht aber *Helleborus*, dessen Blätter und Blüten erfroren. Unter dem Schutz der Schneedecke geschah dies nicht.

(Beschluss folgt.)



# BOTANISCHE ZEITUNG.

Redaction: *Hugo von Mohl.* — *A. de Bary.*

**Inhalt.** Orig.: Göppert, Die Kältegrade, welche die Vegetation erträgt. — Cramer, Entstehung und Paarung der Schwärmsporen von *Olothrix*. — Neue Litteratur. — Samml.: Hoffmann, Pflanzen aus Missouri. — Pers.-Nachr.: Delpino.

## Höhe der Kältegrade, welche die Vegetation überhaupt erträgt.

Von

**H. R. Göppert.**

(*Beschluss.*)

Unter diesen Umständen erfahren also die ganze Streue der winterlichen Kälte allein nur die über die Schneedecke *hervorragenden Bäume nebst den etwa auf ihnen wachsenden Flechten, Moosen und Pilzen*, und zwar nicht blos in den arktischen und alpinen Regionen, sondern auch in unseren Breiten, wobei der sonderbare Umstand häufig eintritt, dass in unseren Gärten Pflanzen der Polar- und Alpen-Regionen erfrieren, weil sie bei der meist veränderlichen Temperatur unserer Winter selten einer bleibenden Schneehülle sich zu erfreuen haben, die in jenen Gegenden niemals fehlt und, wie wir gesehen haben, eine so ausserordentlich schützende Wirkung ausübt.

Die am Eingange unserer Abhandlung erwähnten Extreme der niederen Temperatur erfahren also die Baum- und Waldgrenze des höchsten Nordens, unter ihnen zunächst oben an die sibirische Lärche (*Larix sibirica* Led.). Sie bildet nach Middendorff (S. 1662) noch unter  $72\frac{1}{2}^{\circ}$  im Taimyrlande Wald und zwar den nördlichsten der Erde, und erreicht hier trotz der kurzen jährlichen Vegetationszeit von 9—10 Wochen noch 4—6 Z. Stärke und 3—4 Faden Höhe. An diese schliessen sich die sibirische Tanne (*Picea obovata* Led.) welche

67—69° N. Br. erreicht, *Pinus ajanensis* Fisch. bis 70° Br., *Abies sibirica* Led. bis  $67\frac{3}{4}^{\circ}$  Br., unsere *Pinus silvestris* bis 64° Br., *Pinus Cembra* und *Betula alba* nach Wrangel an der Lena bis 71° ( $75^{\circ}4'$ ) Br., *Alnus incana* bis 69° 5' Br., *Alnus fruticosa* bis  $70\frac{3}{4}^{\circ}$  und  $71\frac{3}{4}^{\circ}$  Br., *Populus suaveolens* und *tremula* bis 69°, *Prunus Padus* 70° 5', *Sorbus Aucuparia* 71° und darüber, *Juniperus nana* mindestens bis 71° 5', dsgl. *Betula nana* und die Weiden als die nördlichsten wenn auch niederliegenden Strauchgewächse, *Salix polaris, arctica* nach Bär und Middendorff als dicht an die Erde niedergedrückte, in Flechten oder Moose versteckte Sträucher mit kaum 1—2 Z. sich erhebenden, Blätter und Blüten tragenden Zweigen, ganz wie bei *Salix herbacea, orboscula* etc., *reticulata* auf unseren Alpen. Die Stämme verzweigen sich dort wie hier unterirdisch 10—12 F. weit, so dass Bär mit Recht von der Flora von Nowa Zembla sagt, dass die Wälder mehr in als über der Erde sich befänden.

Im europäischen Russland erreichen die Wälder nicht mehr so hohe Breiten; die Birke erscheint nur strauchartig in 70 Br. auf der Halbinsel Kola des russischen Lapplands; die Eberesche ebenfalls nur strauchartig in 67° Br., in Norwegen als Bäume Fichte und Kiefer in 70° Br., Espe und Eberesche wohl noch etwas darüber hinaus. Im arktischen Amerika bildet nach Richardson (l. c.) *Pinus alba* die Baumgrenze neben *Populus tremuloides, balsamifera* und *Betula papyracea* bis 60° Br. im Thale des Mackenzie; *Pinus microcarpa*, *P. Banksiana*, *P. nigra*, *Alnus viridis* (20 F. hoch), *Salix speciosa* (12 F. hoch), *Juniperus virginiana*, strauchartig, nur bis

68° 5' Br. Im Thale des Mackenzie in 66° 44' sah B. Seemann noch einen Wald von *Pinus arctica*.

Dass hohe Kältegrade wirklich auch in das Innere der Bäume dringen, kann man in jedem Winter wahrnehmen, ist auch durch directe Beobachtungen übrigens erwiesen, die wir Dr. H. Krutzsch (dessen Unters. über die Temperatur der Bäume und Vgl. der Luft- und Boden-Temperatur) in Tharand verdanken. Krutzsch fand am 23. December 1853 bei einer Lufttemperatur von  $-23^{\circ}$  in lebenden Stämmen von Kiefern und Spitzahorn  $-20,9^{\circ}$ . Die wunderliche Behauptung des sonst so verdienstvollen Schacht, dass Bäume durch die Rinde vor dem Gefrieren geschützt würden, von deren Unrichtigkeit man sich übrigens jeden Winter überzeugen kann, findet hierdurch factische Widerlegung.

Nächst den Stämmen kommen nur die Kryptogamen, die sich an denselben befinden, in Betracht. Auf Stämmen und Aesten jener Lärchen der Boganida in 71° N. Br. fand Middendorff (a. a. O. Bd. I. Th. II. Petersb. 1856) nach E. Borsčow's Bestimmung sogar noch Pilze wie *Daedalea boganidensis* B., *Tremella intumescens* Engl. Bot., auf *Alnus incana* eine *Thelephora*: *T. isabellina* Fr., sowie Wahlenberg in dem freilich viel weniger kalten Lappland *Polyporus fomentarius* und *P. ignarius* auf Birken, *Tremella juniperina* auf Wachholder, *Peziza conglomerata* auf *Alnus incana*. Von Moosen im Taimyrlande lässt nur *Dicranum scoparium* auf etwaiges Vorkommen an Bäumen schliessen, obschon es nicht ausdrücklich erwähnt wird; in Lappland *Orthotricha*, und von Lebermoosen einige Jungermannien.

Die Zahl der auf Bäumen in der arktischen Region noch wachsenden Flechten ist dagegen viel bedeutender; nach gürtiger Mittheilung unseres ausgezeichneten Flechtenkenners Hrn. Prof. Körber sind es an 68, von welchen jedoch nur 10 den arktischen Regionen ausschliesslich, die übrigen alle viel niedrigeren Breiten, selbst unseren Regionen angehören\*).

\*) Die mit einem \* bezeichneten gehören der arktischen Region ausschliesslich an. *Usnea barbata* L., *plicata* L., *Bryopogon jubatus* L., *Alectoria sarmatosa*, *Ramalina calycaris* L., *farinacea* L., *Cetraria juniperina* L., *pinastri* Scop., *glaucula* L., *sepincola* Ehrh., *Cladonia pyxidata* L., *fimbriata* L., *botrytis* Hag., *Nephroma tomentosum* Hfm., *resupinatum* L., *Sticta pulmonaria* L., *scrobiculata* Scop., *Imbricaria tiliacea* Ehrh., *saxatilis* L., *physodes* L., *hyperopta* Ach., *olivacea* DC.,

Sie wachsen an der Grenze des Baumwuchses fast nur noch auf der Schneeanflügen besonders noch ausgesetzten Nord- oder Nordostseite der Bäume; die übrigen Seiten sind frei davon. Endlich finden sich viele von ihnen, wie schon Wahlenberg anführt, in der Tundra nach Verschwinden der Bäume noch auf blosser Erde vor, wie *Ramalina farinacea*, *Cetraria glauca*, *sepincola*, *Sticta scrobiculata*, *Imbricaria hyperopta*, *Physcia parietina*, *Anaptychia ciliaris*, *Parmelia obscura*, *puberulenta*, vielleicht weil sie endlich nur unter der Schneedecke die immer niedriger werdende Temperatur noch zu ertragen vermögen.

Flechten der Alpen, welche oft auf Kanten der Felsen wachsen, deren Beschaffenheit keine Schneebedeckung gestattet, gehören gewissermassen auch hierher, obschon die Temperatur jener Gipfel, wie wenigstens einige Beobachtungen zeigen, nicht so niedrig ist, wie man vermuthen sollte, und kaum unter  $-24^{\circ}$  befunden worden ist. Die letzten Flechten zwischen 12000 und 14780 F. unserer Alpen sind nach Schlägintweit: *Lecidea geographica*, *confluens*, *Parmelia elegans*, *varia*  $\delta$ . *polytropa*, *Umbilicaria proboscidea*  $\beta$ . *cylindrica* und andere — etwa 40 — mehr oder minder sicher bestimmte Arten. Erstere

diffusa Web., *Anaptychia ciliaris* L., *Parmelia pulverulenta* Schreb., *obscura* Ehrh., *stellaris* L., *Physcia parietina* L., *Pannaria plumbea* Lft., *triptophylla* Ach., *Lecanora tatarica* L., *pallescens* L., *atra* Huds., *subfusca* L., *Hageni* Ach., *albella* Hfm., *varia* Ehrh., \**Lecidea carneolutes*, *Calopisma cerinum* Hedw., *aurantiacum* Lft., *luteo-album* Turn., *Rinodictia horiza*, *exigua* Massal., *Psora ostreata* Hfm., *Bacidia rubella* Ehrh., *atro-grisea*, *Bilimbia sphaeroides* Smf., *Biatorina cyrtella* Ach., *globulosa* Flk., *Biatora decolorans* Hfm., *cinuabarina* Smf., \**torneoensis* Ngl., *hyalinella* Kr., *phaeostigma* Kr., \**fuscescens*, *Blastenia ferruginea* Huds., *Lecidella emeroleuca* Ach., *elata* Schr., *turgidula* Fr., \**glomerulosa*, \**xanthococca* Smf., *Megalopora sanguinaria* L., *Buellia parasema* Ach., *punctata* Flk., *Scoliosporum compactum* Kr., *molle* Borr., *Buellia parasema*, *punctata* Flk., *Opegrapha varia* Pers., *Arthonia vulgaris* Schr., *punctiformis* Ach., *Coniangium luridum* Ach., \**patellulatum* Ngl., *Xylographa parallela*, *Sphaerophorus coralloides* Fr., *Acolium tigillare* Ach., *Calycium hyperellum*, *trachelinum* Ach., *adpersum* Pers., *trabinellum* Ach., *curtum* Turn. et Borr., *nigrum* Schaer., *pusillum* Flk., *albo-atrum* Flk., *byssaceum* Flk., *Cyphellum chrysocephalum* Turn., *trichiale* Ach., *Coniocybe furfuracea* L., *Pertusaria communis* DC., *sorediata*, *leioplaca* Ach., \**Sommerfeltii* Fr., \**xanthostoma* Fr., *Arthopyrenia analepta* Ach., *Leptoraphis epidermidis* Ault., *tremulae* Kr., *Microthelia micula* Fr., *Collema verruciforme*, \*?*microphyllum* Ach., *Synechoblastus Vespertilio* Lgft., *Malloium tomentosum* Hfm., *Tromera resiniae* Kr.



fand auch v. Humboldt noch auf den letzten Trachytfeldern des Chimborazzo. (Vgl. Schärer, Die Flechten der höchsten Alpen; Linnaea 1842. Bd. XVI. S. 66.)

Alle diese Verhältnisse haben auch für unsere Breiten dieselbe Bedeutung. Es sind auch bei uns die stets über die Schneelage hervorragenden Stämme und Zweige der Sträucher und Bäume nebst den von ihnen getragenen Zellenkryptogamen und die verschwindend kleine Zahl der im Winter noch mit Stengeln versehenen krautartigen Gewächse, wie *Brassica oleracea* und *Helleborus foetidus*, welche die ganze Ungunst der winterlichen Temperatur erfahren; alle anderen krautartigen perennirenden Gewächse werden durch die mildere Temperatur des Bodens und durch die Schneedecke bewahrt, und zwar um so wirksamer, je bleibender sie ist. Fehlt sie, so leiden, wie schon erwähnt, arktische und alpine Pflanzen in unseren Gärten. Bis jetzt hat man auf diese Verhältnisse bei uns fast gar keine Rücksicht genommen, daher auch die vielen oft einander so widersprechenden Erfahrungen über die Widerstandsfähigkeit der Gewächse gegen die Extreme der Temperatur, worauf ich in dem nächstfolgenden Abschnitte, der meine diesfallsigen in hiesigen botanischen Garten gemachten Erfahrungen enthalten soll, zurückkommen werde.

Viele Beobachtungen zeigen, dass in unseren Breiten in der Ebene der Einfluss der Sommer-Temperatur auch für den Boden nicht verloren geht, und sie wohl im Stande ist, selbst im Winter noch einigen Einfluss auszuüben. In den Polargegenden, insbesondere auf dem in Nord-Amerika und Nord-Asien so weit verbreiteten Eisboden, ist dagegen die Vegetation ganz und gar auf die Wirkung der Besonnung oder der Insolation angewiesen; denn „das Ganze der Vegetation der Polarländer ist“, wie Trautvetter (Middend. Sibir. Reise, Bd. I. Thl. 2. Botanik. S. 73) sehr richtig sagt, „auch nur ein Ausdruck für diejenige Wärme, welche der äussersten Erdrinde und den untersten Luftschichten in jenen Ländern durch eine im Sommer fast nicht untergehende Sonne unmittelbar mitgetheilt oder durch die Bewegung des Wassers und der Atmosphäre zurückgedrängt wird.“ Die Wirkung der Besonnung scheint aber hier auch von sehr grosser Intensität zu sein, wovon Middendorff einige sehr merkwürdige Beispiele anführt. Er fand unter 70° Br., wo die Sonne nur einige Monate über dem Horizont bleibt,

am 14. April bei einer Morgentemperatur von —25° bis —30° und Mittagstemperatur von —16° bis —20° kleine, unter dem Schnee hervorragende Weidenkätzchen aufgethaut und entwickelt, während 2 Zoll tiefer die Zweige noch gefroren waren, was offenbar nur die Wirkung der Intensität der Sonnenwärme war, welche sich schon an dem Schnee der Umgebung bemerkbar machte, der sich mit einer zarten, glitzernden Eiskruste zu überziehen begann. Eine wo möglich noch interessantere Beobachtung zeigte, dass unter ähnlichen Verhältnissen Pflanzen zu noch vollständigerem Blühen gelangen können. In der Nähe des Kammes am Stanowoi-Gebirge in ähnlicher Breite sah er am 16. Juni die äussersten Spitzen der Alpenrose *Rhododendron parviflorum* Adams blühend, während der übrige Theil des Stammes und die Wurzel im Eise steif gefroren waren. Die Lufttemperatur hielt sich am Tage zwischen +5° und 0°, sank aber des Nachts noch ein Paar Grade unter den Gefrierpunkt. Eine verwandte Beobachtung hatte auch ich Gelegenheit im letzten Winter zu machen. Die trockenen, lederartigen Blätter des Buchsbaums gefrieren sehr spät, waren aber in den kalten Tagen des Februar endlich auch erstarrt bei einer Morgentemperatur von —20°. Der Tag war sonnig und sehr hell und klar, der Buchsbaum um die Mittagszeit dem vollen Einflusse der Sonne ausgesetzt; die Blätter sichtlich aufgethaut, weich, nicht mehr zerbrechlich, froren aber wiederum nach dem Verschwinden der Sonne bei einer Schattentemperatur von —16°. Schnee schmilzt auch bei uns auf abhängigen Dächern im Februar unter Einfluss der Sonne bei —10° bis —15° Schattentemperatur.

An einem anderen Orte führt Middendorff noch mehr Beispiele von der Wirkung der unmittelbaren Insolation an. Auf dem direkt von der Sonne beschienenen Boden sah er wiederholt das Thermometer zu Anfang August über 24° steigen, so dass es wohl den dreifachen Betrag der Lufttemperatur erreichen mochte (S. 666 a. a. O.). Von der Oberfläche des Bodens in die Tiefe hinein nahm aber nun die Temperatur so rasch ab, dass es in 2 Z. Tiefe kaum halb so warm, in noch ferneren 2 Z. — also in 4 Z. Tiefe — nochmals halb so warm — etwa nur +3° R. — war, während der Boden auf 1 — 1½ F. Tiefe steif gefroren bleibt und seine näheren Umgebungen auf dem Gefrierpunkt erhält. Auch von Novaja-Seinlja führt v. Bär an, dass in Folge ungleicher, durch die

verschiedene Neigung der Flächen bedingter Erwärmung nicht selten die Ebene einer Wüste, der Fuss der Berge aber einem Garten gleiche. Vom Himalaja berichtet Hooker ähnliche Beispiele von der Wirkung der Insolation. In einem der den Sikkinthälern znnächst gelegenen Orte Digarchi des Dsambothales (14000 F.) komme das Getreide nur unter dem Schutze der durch Insolation erhitzten Felsen des Painomthales zur Reife, und vielleicht verdanken auch in unseren Alpen die über die gewöhnlichen Grenzen der Vegetation erhabenen isolirten Alpengärtchen sehr viel der von benachbarten Felsen ausstrahlenden Wärme die Existenz ihrer Vegetation.

Meiner Ansicht nach geben uns diese Beobachtungen den Schlüssel zu der allerdings mit Recht bewunderten Existenz der mikroskopischen Pflänzchen und Thierchen, welche im höchsten Norden und auf dem ewigen Schnee der Alpen den Schnee so intensiv roth färben, und zwar hier und da in solcher Ausdehnung und so hervortretend, dass z. B. Ross die an 6 englische Meilen langen dadurch roth gefärbten Uferklippen als Crimson-cliffs (Karmoisin-Klippen) sogar auf der Landkarte verewigte. Der Hauptbestandtheil ist eine Alge, *Haematococcus pluvialis*, in und ohne Begleitung von *Desora nivalis*, *Dicerea nivalis*. Erstere ist auch im übrigen Norden sehr verbreitet; ich fand sie in Norwegen auf Felsen bei Christiania, Schrenk auf dem Firnschnee des Urals (A. G. Schrenk, Reise nach dem Nordosten des europäischen Russlands, 1. Thl. S. 419) und Hoffmann im nördlichen Ural, Middendorff im Taimyrlande. Sie besteht bekanntlich nur aus einer Zelle, die sich jedoch durch überaus rasche Vermehrung, also energischen Stoffwechsel, auszeichnet; der hierbei frei werdenden Wärme schreibt man vorzugsweise ihre Erhaltung auf der so ungewöhnlichen Unterlage zu. Ohne die Mitwirkung der Insolation, die sich auch durch die geschmolzene Beschaffenheit des Schnees ihrer Unterlage kundgibt, würde dieselbe wohl nicht ermöglicht werden. Man hat sie auch stets nur in sommerlicher Zeit beobachtet; im Winter liegt sie unter der Schneedecke, der Schützerin der gesammten arktischen Vegetation.

Zur Erläuterung des Blühens der oben erwähnten Weiden und *Rhododendra* stellt A. Th. v. Middendorff die Ansicht auf, dass ihre Vegetation auf Kosten der während des vergangenen Sommers in den Zellen aufgespeicherten Vorräthe in jenen begrenzten Theilen der Aeste

ohne Hilfe des Stammes und der Wurzel vor sich gegangen sei; eine an und für sich gewiss ganz richtige Erklärung, obschon mir das Wesen dieser Erscheinung mehr in der Fähigkeit des Vegetabils, in allen einzelnen Theilen unter Umständen ein selbständiges Leben zu entwickeln, und in der geringen Leitungsfähigkeit der vegetabilischen Substanz für Wärme wenigstens in nicht viel geringerem Maasse begründet zu sein scheint, wie unter anderen die Resultate der ganz hierher gehörenden Mustel'schen Versuche zeigen, welche ich auch mehrfach wiederholte. Mustel (Philos. transact. Vol. LXIII) leitete im Winter Aeste von Bäumen in ein Treibhaus, wo sie Blätter, Blüten und Früchte entwickelten, während der Stamm und die übrigen Aeste, die sich in der freien Luft befanden, mit einer Eiskruste überzogen und ohne Zweifel auch gefroren waren. Ich habe ähnliche Versuche mit Zweigen von *Syringa persica* und *Salix cinerea* angestellt, die ich in ein geheiztes Zimmer leitete. Sie entwickelten sich hier, während ihre im Freien befindlichen Theile gefroren waren. Auf nähere Beschreibung aller dieser Versuche will ich hier nicht eingehen, nur eines derselben wegen seiner principiellen Wichtigkeit näher gedenken.

Am Abend des 21. Januar 1829 fand ich in einer ohnehin etwas schwer zu erwärmenden Stube am Fenster die Temperatur bis auf 0° gesunken. Ich leitete nun Erbsen- und Saubohnen-Pflanzen auf die a. a. O. beschriebene Weise hinaus; die Temperatur der Stube sank um 10 Uhr auf  $-1\frac{1}{2}^{\circ}$  herab, so dass auch die innerhalb befindlichen Theile der Vegetabilien wirklich gefroren. Um 12 Uhr nahm ich die Pflanzen herein, und fand nach dem Aufthauen, dass der in der Atmosphäre gewesene Theil getödtet, der in der Stube befindliche aber nach dem Aufthauen noch lebendig war und, wie sich auch später ergab, wirklich fortvegetirte. Auf der Stelle wiederholte ich den Versuch, und diese Pflanzen blieben unter denselben Verhältnissen von 1 Uhr Nachts bis 7 Uhr Morgens den 22. Januar. Auch hier erhielt ich gleiches Resultat. Die Nacht war, so recht zufällig zu Gunsten meiner Untersuchung, die kälteste des ganzen Winters, Abends 10 Uhr  $-17,4^{\circ}$ , Nachts 1 Uhr  $-22,8^{\circ}$ , Morgens 6 Uhr  $-22,5^{\circ}$ .

Wir sehen hier also bei einem und demselben Theile eines Vegetabils, bei diesen Stengeln, die Einwirkung verschiedener Kältegrade, die sich aber wegen der wärmemitheilenden und kälteentziehenden Leitung des Fensterrahmens an jenem Vege-



tabil nicht in das Gleichgewicht zu setzen vermochten, daher der in der Stube befindliche Theil nur  $-1\frac{1}{2}^{\circ}$ , der in der Atmosphäre aber die volle Einwirkung des oben erwähnten Kältegrades zu ertragen hatte. Da aber diese Pflanzen einige Zeit lang wohl so niedrige Temperatur wie die der Stube erleiden können, so lebte dieser Theil fort, während das andere Ende desselben freilich getödtet wurde. *Auf ähnliche Weise verhält es sich mit allen Pflanzen, deren über der Erde befindlichen Theile gefrieren, gelegentlich wohl auch erfrieren, während die Wurzeln durch die Erde, die hier die Stelle jenes Fensterrahmens vertritt, vor dem Erfrieren und Gefrieren geschützt werden.*

Unser Versuch erläutert auch noch eine andere merkwürdige Beobachtung Middendorff's, die, wie er sie selbst bezeichnet, kaum glaubliche Temperaturverschiedenheit, welcher die einzelnen Theile einer Pfahlwurzel im Hochnorden ausgesetzt seien, die bei mehreren Kräutern des Taimyrlandes 5—6 Z. Länge erreiche, von denen häufig ein von Moos umhülltes, zolllanges Stück über die Erde rage. Auf der Strecke eines einzigen Fusses, ja eines halben Fusses, befindet sich das eine Ende derselben in der Temperatur des Gefrierpunktes, das andere in  $25^{\circ}$  Wärme, mithin käme auf jeden Viertelzoll des Zwischenstücks ein Temperaturabstand von einem ganzen Grad Reaumur. Ebenso steil gehe der Abfall der Temperatur vom Tage zur Nacht und umgekehrt vor sich (l. c. p. 666).

Wenn nun die Pflanzen in allen ihren Theilen gefrieren, ohne nach dem Aufthauen dadurch getödtet zu werden, so könnte es fast gleichgiltig erscheinen, bei welchem Kältegrade sie in diesem Zustande verbarren. Doch lehrt die Erfahrung, dass diess nicht der Fall ist. Es giebt, und wahrscheinlich für jede Art, nur einen gewissen Grad der Empfänglichkeit, dessen Ueberschreitung den Tod herbeiführt, wovon zahlreiche Beispiele vorliegen.

Ich will nicht auf meine direkten diesfälligen einst angestellten Versuche zurückkommen, sondern mich nur auf die Wirkungen berufen, die jeder sogenannte extrem kalte Winter ausübt. Wenn in unseren Gegenden die Kälte  $20^{\circ}$  erreicht und längere oder kürzere Zeit anhält, so haben wir jedesmal, trotz der immer angewandten Schutzmittel, zahlreiche Verluste zu beklagen, und fast immer sind es dieselben Sträucher und Bäume, welche mehr oder weniger beschädigt werden oder ganz zu Grunde gehen. Die Ursache hiervon ist schwer einzusehen, und

die Berufung auf die Individualität ist wohl begründet, lässt uns aber ohne näheren Aufschluss. Insofern nun auch selbst die organische Structur unter solchen Umständen keine Veränderung erleidet, wie vielfach von mir und Anderen nachgewiesen worden ist, bleibt nur noch übrig, auf die chemischen Veränderungen hinzuweisen, welche stets bei erfrierenden Pflanzen und während des Aufthauens derselben stattfinden. Unter diesen Umständen können wir, Middendorff und ich, C. Nägeli's Ansicht nicht beistimmen, der es für die Wirkung ganz gleichgiltig erklärt, ob die Pflanzen nach einigen Stunden, nach Tagen oder Wochen aufthauen, ob der einmal gefrorene Theil einer Kälte von  $2^{\circ}$  oder  $20^{\circ}$  ausgesetzt gewesen sei.

Folgende allgemeine Resultate möchten sich aus unseren vorliegenden Untersuchungen herausstellen:

1) Die höchsten bis jetzt beobachteten Kältegrade,  $-40^{\circ}$  bis  $-47^{\circ}$ , erfahren nur die in der Polarzone über den Schnee hervorragenden Stämme der Bäume, nebst den auf ihnen wachsenden Zellkryptogamen, nicht die Wurzeln dieser Stämme, und ebenso wenig die perennirenden krautartigen, im Winter stengellosen Gewächse, deren Vorkommen bis  $82^{\circ}$  beobachtet wurde. Sie befinden sich im Boden in einer nur ein paar Grade unter  $0^{\circ}$  betragenden Temperatur unter der Schneedecke, welche zwar nicht das Gefrieren, doch den Verlust der Wärme durch Ausstrahlung, das Eindringen hoher Kältegrade und schnelle Abwechselungen der Temperatur verhindert. Das Vorkommen von üppiger Vegetation in den höchsten Breiten ist daher durchaus nichts Absonderliches, sondern wo möglich selbst am Nordpol zu erwarten, wenn es uns gelingen sollte, bis dahin zu dringen. Dem Schutze der Schneedecke verdanken wir auch die Erhaltung der Vegetation auf den Alpen und unter Umständen auch die unserer Breiten.

2) Die Schneebedeckung gestattet aber der unter ihr gefrorenen Vegetation keine Entwicklung. In milden Wintern erfolgt zwar ein wenn auch nur äusserst geringes Wachstum bei krautartigen Gewächsen; bei anhaltender Temperatur unter Null ist daran nicht zu denken, weil sie dann völlig erstarren. Die wenigen im Winter bei uns blühenden perennirenden Gewächse, wie *Helleborus niger* und *Bellis perennis*, gefrieren beim Eintritt der Kälte in allen Stadien der Blütenentwicklung, und wachsen erst nach dem Aufthauen weiter, was sich in Wintern veränder-



licher Temperatur oft wiederholt. Oft habe ich halb geöffnete Blüten Wochen lang in diesem Zustande gesehen. Die auffallend schnelle Entwicklung der Frühlings-, Alpen- und Polar-Pflanzen beruht nur auf der im vorangegangenen Herbst bereits weit vorgeschrittenen Entwicklung ihrer Blütenorgane, der grüne Rasen unter dem Schnee im Frühlinge auf den Winterblättern, welche eine sehr grosse Zahl von Gewächsen während des Winters noch behalten. In diesem Sinne ist die Zahl der immergrünen Gewächse viel bedeutender als man glaubt. Die von unvollständiger Beobachtung mitten in strengen Wintern als auffallend bezeichnete grüne Färbung der Knospen von *Syringa* und *Philadelphus*, die halbgeöffneten Knospen mancher Spiraeen sind Zustände des vorangegangenen Herbstes.

3) Die Vegetation hängt ganz von der Atmosphäre ab. In der Ebene ist im Winter noch die im Boden von der Besonnung zurückgebliebene geringe Wärme von einigem Einfluss, auf steinigem Boden, in den Alpen, im hohen Norden, insbesondere auf dem in den arktischen Regionen Nordamerika's und Sibiriens so weit verbreiteten Eisboden kommt auch diese nicht in Betracht, sondern allein nur die Wirkung der Besonnung oder Insolation. Daher die von Middendorff im Taimyrlande beobachtete Blütenentwicklung an Gipfeln von Weiden und Rhododendron an unterhalb festgefrorenen Zweigen, und die Existenz der Schneeealge *Protococcus hymenialis*. Das theilweise Gefrorensein obengenannter Pflanzen erklärt sich aus der geringen Leitungsfähigkeit der vegetabilischen Substanz und aus der Selbständigkeit der einzelnen Pflanzentheile.

4) Der gefrorene Zustand schützt auch daran gewöhnte Pflanzen nicht vor der nachtheiligen Einwirkung höherer Kältegrade. Es giebt für jede Art, ja vielleicht selbst für jedes Individuen ein und derselben Art ein bestimmtes Maass, dessen Ueberschreitung den Tod veranlasst. Daher im Allgemeinen die nachtheiligen Folgen auffallend kalter Winter. Auch der letzte lieferte uns hierzu zahlreiche Beläge, wovon unter Berücksichtigung aller äusseren Momente, ohne welche wir nicht zu correcten Erfahrungen gelangen können, nächstens mehr gesprochen werden soll.

Breslau, November 1870.

Nachstehenden Zusatz des Verf. zu der Anmerkung auf Sp. 56 erhielt die Red. nachdem

der Druck der Anm. bereits fertig war. Er sei daher hier nachgetragen.

F. Delpino (über die Wechselbeziehung in der Verbreitung von Pflanzen und Thieren, Botan. Zeitg. 1869. Sp. 809) lässt sogar Middendorff in Nowaja Semla die Pflanzen sammeln, welche er bekanntlich im Taimyrlande, dem nördlichsten Sibiriens, entdeckte, und citirt dabei Spoerer's treffliche Abhandlung über Nowaja Semla. Spoerer spricht aber an der angezogenen Stelle S. 93 ausdrücklich nur von den im Taimyrlande von Middendorff gesammelten Phaneroganen. Dass nun seine sämtlichen Schlussfolgerungen, zu denen er wieder wirklich auf Nowaja Semla gemachte Beobachtungen über dortiges Thierleben benützt, und sie mit den obigen falschen Lokalangaben vermischt oder darauf basirt, einer gänzlichen Correctur bedürfen, erscheint ganz nothwendig, von der ich aber hier absehe und sie ihm selbst überlasse.

## Ueber Entstehung und Paarung der Schwärmsporen von *Ulothrix*,

von

C. Cramer, Prof.

Aus der Vierteljahrsschrift der naturf. Ges. zu Zürich. Band XV.

Die Pflanze, von der die Rede sein soll, hatte sich in dem Bassin der Fontaine vor dem Polytechnikum in Zürich entwickelt, in Wasser, das des Nachts wiederholt gefror, ohne dass das Tags darauf gesammelte Untersuchungsmaterial irgend eine nachtheilige Einwirkung der vorhergegangenen niedrigen Temperatur gezeigt hätte. Die vegetativen Zellen waren  $13,7 - 30,6 \mu = \frac{1}{105} - \frac{1}{74}''$  dick und  $\frac{1}{2}$  bis 1 oder selbst  $\frac{1}{2}$  mal so lang als dick, sie enthielten das für *Ulothrix* bekannte wandständige, mit mehreren stärkeführenden Chlorophyllbläschen besetzte Chlorophyllband und einen ausserhalb des Chlorophyllbandes in farblosem Protoplasma liegenden Zellkeru. Die Schwärmsporenbildung durch wiederholte Theilung des Zelleninhaltes erfolgte, wie schon Braun für *Ulothrix* angiebt, des Nachts; der Austritt vorzüglich in den Morgenstunden bis 9 oder 10 Uhr, später, namentlich Nachmittags, traten nur selten Schwärmsporen aus. In einer Zelle entstanden 2, 4, 8, 16, 32 und mehr Schwärmsporen. Ich habe den Austritt von 2, 4, 8, 16, 32 Schwärmsporen wiederholt beobachtet, 64 nie gezählt, dagegen mehrmals 32 und noch einige darüber. Steigt die Zahl der angelegten Zoosporen nicht