eine Beschäftigung, die jedenfalls von früh morgens an gedauert hatte. Dann, nach der Mahlzeit, es war mittlerweile halb elf geworden, begann das Eichhörnchen mit dem Schälen und Belecken eines Stammes, wobei es in Zeit von fünf Minuten die Rinde ringsum abgeschält hatte. Die etwa fingerbreiten und 10 cm langen Rindenstreifen wurden von unten nach oben abgerissen und sobald eine etwa handbreite Fläche entblößt war, setzte wieder das Belecken ein. Plötzlich erblickte mich das Tierchen und flüchtete. Anderntags war derselbe Stamm über einen Meter hoch geschält."

Diese Beobachtung, beweist daß es sich nicht um Rindennagen, wie Altum die Beschädigung in seinem „Waldbeschädigungen durch Tiere und Gegenmittel" betitelten Werke nennt, sondern um plätzeweises Schälen behufs Naschen des harzhaltigen Saftes.

Hiermit ist auch die Meinung Altum's widerlegt, es geschähen die Rindenverletzungen aus Nahrungsmangel, nämlich „zur Zeit der Not bei hoher Schneedecke." Uebrigens beweist schon die Jahreszeit, zu welcher die Plätzungen geschahen (Juni und Juli), die Unhaltbarkeit dieser Behauptung.

Mersch, den 15. August 1913.

E. Faber.

Der Frost und die Pflanze.

Vortrag gehalten in der Wanderversammlung zu Mersch, am 8. Juni 1913.

Von Prof. Edm. J. KLEIN, Luxemburg.

Nach dem verheerend heißen und trockenen Sommer 1911, der sich uns allen buchstäblich ins Gedächtnis eingebrannt hat, und über dessen Wirkungen im Tier- und Pflanzenreich unsere Sitzungen des öftern zu berichten hatten, sind die Annalen der Wetterkunde noch mehr als einmal im Falle gewesen, ungewohnte meteorologische Konstellationen zu verzeichnen. Besonders inbezug auf Kälteeinfall haben wir seither manches Eigentümliche erlebt. Bald zu früh im Herbst, bald spät im Lenz suchten uns Frostperioden heim, und klassische Beispiele ihres Wirkens wurden in großer Zahl gesammelt, die Interessenten aber lugten mit angstvollem Blicke in die Landschaft, um der Kälte Walten zu erspähen und zu bewerten. Nachdem nun glücklicherweise die uns von dem letzten Späteise zugefügten Schäden sich nicht so

umfangreich gestalten wie mit Recht zu befürchten war, sind wir wieder etwas zur Ruhe gekommen. Aber ich glaube, es wird sich wohl ziemen, bei der ersten Gelegenheit, wo wir wieder zahlreicher beisammen sind, die Frage, welche letzthin auf so vielen Lippen von Naturfreunden schwebte: „Wie wirkt der Frost auf die Pflanzen?“, wenn auch nur unvollständig, so doch einigermaßen zu beantworten; lassen wir uns davon nicht abhalten durch den Umstand, daß heute gerade Medardus im Kalender steht, im Gegenteil wollen wir durch die Festsetzung unserer Wanderversammlung auf dieses ominöse Datum eben unsern Mut gegenüber meteorologischen Problemen und unsere unverderbliche gute Laune beweisen.

Die Wissenschaft hat auf dem uns hier angehenden Gebiete ihr letztes Wort noch nicht gesprochen, noch manches harrt der Erklärung; jedoch können wir schon dies oder jenes als einigermaßen festen Besitz betrachten; gestatten Sie mir, daß ich davon einiges vorlege.

Lange glaubte man, Erfrieren sei gleich Gefrieren. Wenn das Wasser bei sinkender Temperatur schließlich zu Eis erstarrt, so nimmt sein Umfang zu, und jeder weiß, daß sogar eine gefüllte Stahlflasche gesprengt wird, wenn ihr Inhalt gefriert, und daß gigantische Felsmassen durch eine blattdünne Eislage von ihrem Bette abgetrennt werden können und zur Tiefe sausen.

Im unheilvollen Winter 1879—80 pilgerten wir morgens als halberfrorene Studentlein am Wilhelmsplatze in Luxemburg vorbei zum Athenäum und hielten an, als ein alter Wärter der städtischen Anlagen die Passanten auf ein eigenartiges Knistern und Krachen aufmerksam machte, das aus den Stämmen der dort angepflanzten Linden zu vernehmen war. Was lag wohl da näher, als anzunehmen, das Wasser erstarre in den Zellen des Baumes zu Eis und sprenge dann die Hüllen, wie im Falle der Flasche. Ein durch Frost geborstener Stamm trage, so dachte man also, an seiner ganzen Wundfläche Fetzen von zerrissenen Zellen.

Diese Annahme wurde aber durch genaue Untersuchung widerlegt, welche ergab, daß an der fraglichen Stelle die Zellen auseinandergewichen sind, keine von ihnen aber verletzt, also dem Kältetod durch Zerreißen erlegen ist. Als Molisch dann den Querschnitt eines gefrorenen Pflanzenteiles unters Mikroskop legte, fand er alle Zellen intakt und keine Spur Eis in ihrem Innern; dagegen waren die Zellzwischenräume erweitert und ganz mit Eiskristallen vollgestopft.

So erscheint das Erfrieren in einem neuen Lichte. Das Wasser in den Zellen ist eine mehr oder weniger konzentrierte Salzlösung, eine solche hat aber einen bedeutend tieferen Gefrierpunkt als reines Wasser, daher friert auch das Meer nicht, wenn schon die einmündenden Flüsse erstarren. Bildet sich aber in einer Salzlösung einmal Eis, so enthält dieses kein Salz; man erzählt ja, dass Polarfahrer sich Trinkwasser verschafften, indem sie Eis aus dem Meere schmolzen. Bei sinkender Temperatur trennt sich eben ein Teil reines Wasser ab und gefriert, während die zurückbleibende Lösung umso konzentierter wird.

In der lebenden Zelle ein Gleiches, nur tritt hier das reine Wasser vor dem Festwerden durch die Membranen in die Zwischenräume; der in der Zelle verharrende Saft wird nun konzentrierter, und sein Gefrierpunkt setzt sich weiter herab. Wiederholt sich dieser Vorgang, so kann die Zelle soviel Wasser verlieren, daß sie schließlich nicht mehr zu funktionnieren vermag, sie kommt um, nicht weil die Kälte sie tötet, sondern weil sie vertrocknet. Der scheinbare Kältetod ist ein Trockentod, wie Müller-Thurgau sagt. Man hat so festgestellt, daß ein Algenfaden sich mit einer feinen Eisröhre umgibt und in dieser eintrocknet.

Das stets sich wiederholende Austreten von Flüssigkeit wird dadurch bedingt, daß das Eis eine Anziehung auf das Wasser ausübt, wie die Schwefelsäure im Exsikkator. Am Gefrierpunkte haben nämlich Eis und flüssiges Wasser die gleiche Dampfspannung, nur bei dieser Temperatur können daher Eis, Wasser und Dampf dauernd miteinander vorkommen; sinkt die Temperatur, so wird die Dampfspannung des Wassers größer als die des Eises, und das Eis übt eine Attraktion auf das Wasser aus, welches zu ihm hinwandert und seinerseits gefriert. Mithin ist ein Strom aus der Zelle in die Zwischenräume eine notwendige physikalische Folge der Abkühlung.

Im allgemeinen bezeichnet man als Todespunkt jene Temperatur, bei welcher ein wichtiger Teil des Protoplasmas eines Organs oder einer Zelle eine dauernde Veränderung erfährt, sodaß er seine Funktionen nicht mehr erfüllen kann, wodurch das Ganze desorganisiert wird. Ein lebender Körper also, z. B. ein Fisch kann einfrieren und wieder munter nach dem Auftauen erstehen, wenn dieser Punkt nicht erreicht war.

Vergessen wir nicht, daß durch das Gefrieren des Wassers Wärme frei wird, welche dem zurückbleibenden Inhalt der

Zellen wieder zugute kommt. Beim nachherigen Auftauen schmilzt das Eis allmählich, und das wieder flüssig gewordene Wasser wird nach und nach durch die Zellen aus den Zwischenräumen in den lebenden, protoplasmatischen Inhalt zurückgenommen; erfolgt dieser Vorgang langsam, und war die Entwässerung der Zellen nicht zu weit gediehen, so wird die Pflanze nach einer gewissen Zeit ihre frühere Frische wiedergewonnen haben. Wenn aber die Aussentemperatur schnell ansteigt, gelingt es dem Plasma nicht, die von den rasch intensiver werdenden Lebenstätigkeiten verlangte Wassermenge einzupumpen, und es geht zugrunde, wenn es auch durch den Frost selbst nicht gelitten hatte. Man weiss ja aus häufiger direkter Beobachtung, daß nach einer Frostnacht am Morgen die Gewächse zwar steif dastehen, aber frisches Aussehen haben, dann aber unter der strahlenden Sonne schnell schlaff und schließlich trocken werden, sie wurden während des raschen Auftauens und durch dieses vernichtet. Deswegen wird auch der Rat erteilt, erfrorene Pflanzen und Pflanzenteile, beispielsweise die eingemieteten Kartoffeln, langsam auftauen zu lassen, damit sie nach und nach „zu sich kommen," wie man bei uns im Volksmunde sagt. So erklärt sich auch die Wirkung künstlicher schützender Hüllen bei Kulturpflanzen. Wenn wir vor einen zarten Spalierbaum eine Strohwand stellen, so wird das Thermometer hinter wie vor der Wand in kalter Nacht dieselbe tiefe Temperatur anzeigen; gegen Kälte schützt die Einrichtung also nicht, wohl aber gegen rasches Auftauen, da die Wand die direkten Wärmestrahlen von dem Baume weghält, und darin besteht das ganze Geheimnis dieser Vorkehrung.

So kann also eine Pflanze gefrieren, ohne zu erfrieren, und einige extreme Fälle aus der Natur werden uns nach dieser Betrachtung geläufiger: es kommt Cochlearia fenestrata nicht um bei —46 Grad, die sie mit Blättern und Blüten bedeckt erträgt. Bei Jakutsk in Sibirien vermag das Quecksilber auf 63 unter Null zu fallen, und doch gibt es dort Pflanzen mancherlei Art, und die sibirische Lärche verbringt ein Drittel des Jahres bei einer Kälte, welche das Quecksilber zum Erstarren bringt. Bei uns sind besonders Kartoffeln und Obst wegen ihres hohen Wassergehaltes dieser Gefahr ausgesetzt, und ein schöner Beweis, daß etwas Positives in solcher Anschauungsweise steckt, ist darin zu erblicken, daß die Schädigung ausbleibt, wenn wir trotz Temperaturherabsetzung die Eisbildung verhindern durch sogenannte Unterkühlung; unsere Kartoffel, die bei —1 Grad erfriert, hält dann noch bei —2 Grad aus.

Der Umstand, daß eine Salzlösung schwerer gefriert als reines Wasser, läßt seinerseits eine ganze Reihe leicht festzustellender Erscheinungen erklären. So z. B. halten die entlaubten Bäume tiefe Kältegrade aus, während im Frühling ein leichter Frostrückfall die eben ausgeschlüpften Knospen vernichtet; ein Apfel gefriert bei —3 Grad, und der blätterlose Apfelbaum noch nicht bei —20 Grad; viele Samen, die im lufttrockenen Zustande den Winter ausgezeichnet ertragen, verfallen dem Kältetod im gequollenen Zustande bei sehr geringen Kältegraden. Die Ausgabe des Wassers beim Herannahen des Frostes ist also eine Reaktion im Sinne des Schutzes. Die meisten Gewächse dicken denn ihre Säfte für den Winter ein, und viele Bäume verwandeln im Herbst die Stärke in fettes Oel, welches das Wasser verdrängt und ersetzt und die Zellen kälteresistenter macht. Solche Fettbäume sind regelmäßige Besiedeler kalter Striche.

Aber es können in diesem Sinne nicht alle Probleme gelöst werden, welche die Frostwirkung auf die Pflanze uns stellt. Wie kommt es, daß manche Gewächse die Wasserentziehung beim Gefrieren so schwer ertragen, dagegen ein viel weitergehendes Eintrocknen durch Verdunstung leicht aushalten? Es ist doch einerlei, ob das Wasser so oder so dem Plasma entnommen wird. Daß eine durch fortwährende Wasserabgabe sich stets mehr konzentrierende Salzlösung schließlich zum Gifte für die lebende Substanz wird, ist wohl einleuchtend; die Beobachtung zeigt jedoch, daß diese Vergiftung bei Abkühlung eher eintritt, als bei Entwässerung auf einem anderen Wege, z. B. durch bloßes Welkenlassen. Die Frage steht also wieder offen. Ein neuer Anlauf wird nun zur Erklärung der Frostwirkungen genommen, und dazu reicht uns Prof. Mez aus Halle die Hand. Setzen wir eine beliebig gewählte Pflanze stets tieferen Temperaturen aus, so sehen wir, wie nach und nach Wasser aus den Zellen in die Interzellularen tritt und dort gefriert; das aber geht nur bis zu einem gewissen Punkte. Weil nun auf diesem Punkte das Protoplasma noch lebt, kommt die Vertrocknungstheorie dadurch arg in Mißkredit. Mez zeigt also, wie durch die stete Wasserabgabe schließlich eine Konzentration erreicht wird, die bei weiterer Abkühlung kein Wasser mehr ausläßt.

Wird nun doch die Temperatur nochmals herabgesetzt, so kommt der Augenblick, wo der Zellsaft als Lösung erstarrt; die jetzt erreichte Temperatur wird die eutektische oder kryohydratische genannt und ist in allen Fällen tötlich. (Schluß folgt).

Luxemburg. — Buchdruckerei P. Worré-Mertens.