© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

Frostschäden an Alpenpflanzen.

Von *Alexander Gilli*, Wien.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß viele Alpenpflanzen gegen schneelose Fröste besonders empfindlich sind. Diese Tatsache kennt auch der Gärtner, der die Alpenpflanzen im Winter mit Reisig zudeckt. Außerordentlich schädigend müssen also in der alpinen Region Fröste in einer Zeit wirken, in der die Schneebedeckung bereits weggeschmolzen ist.

Im Gebiete der unteren Gailtaler Alpen kam es nach Mitteilungen der Alpenbewohner noch in den letzten Mai- und ersten Junitagen des Jahres 1932 zu derartigen schneelosen Frösten, die namentlich auf strauchige Alpenpflanzen verheerend wirkten. Besonders *Juniperus nana* (Zwergwacholder), *Rhododendron hirsutum* und *ferrugineum* (behaarte und rostrote Alpenrose), *Erica carnea* (Heidekraut) und *Arctostaphylos uva ursi* (Bärentraube) wurden stark in Mitleidenschaft gezogen. Gering war die Schädigung von *Erica*, von der an manchen Stellen die Spitzen abgefroren waren. Von *Rhododendron* waren vielfach die Spitzen, an besonders exponierten Stellen auch ganze Triebe erfroren. Am stärksten waren die Schädigungen an *Juniperus nana* und den Übergangsformen zu *J. intermedia*.

Um den Zusammenhang zwischen Frostschäden und Standortsfaktoren statistisch erfassen zu können, wurden im Gebiete der Graslitzen die Höhe der nicht erfrorenen Triebe von *Juniperus nana* und die für jedes Exemplar maßgebenden Standortsfaktoren notiert. Es wurde festgestellt, daß die *Juniperus*-Arten im Gebiete des geschlossenen Waldes (die als *J. communis* und *J. intermedia* zu bezeichnen sind) nicht geschädigt wurden. Die Frostschäden begannen im Gebiete des zu Weidezwecken gelichteten Fichten-Lärchenwaldes bei 1660 m und wurden bis 1940 m, am benachbarten Tschekelnock bis 1990 m verfolgt. Die Frostwirkung bestand darin, daß die Spitzen, die am stärksten exponierten Zweige oder das ganze Exemplar erfroren waren.

Individuelle Eigenschaften wie Alter, Umfang und Höhe des Exemplares boten keinen wesentlichen Schutz gegen die Frostwirkung. Es wurden Exemplare vernichtet, die ein Alter von fünfzig Jahren erreicht hatten, weiters solche, die Durchmesser von zwei Metern besaßen und solche, die fünfzig, ausnahmsweise sogar achtzig Zentimeter hoch waren. Andererseits gingen auch jüngere und kleinere Exemplare zugrunde.

Maßgebend für den Umfang der Schädigung konnten daher nur die Standortsfaktoren gewesen sein. Es blieben ja auch an manchen Stellen von ausge-

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

dehnten Wacholderbeständen nur mehr die kahlen, nadellosen Zweige übrig, während an anderen Stellen keine nennenswerte Schädigung zu bemerken war.

Die Seehöhe hatte einen geringen Einfluß auf die Frostwirkung, da fast in allen Höhenlagen neben vollständig erfrorenen grün gebliebene Individuen zu finden waren. Zur Gänze vernichtete Exemplare konnten allerdings erst in einer Höhenlage über 1720 m festgestellt werden, während erfrorene Zweige und Spitzen schon von 1660 m an zu bemerken waren. Weiters kam es mit zunehmender Meereshöhe zu einer fortwährenden Höhenabnahme der grün gebliebenen Zweige, da die maximale Höhe dieser Individuen bis 1720 m 50 cm, bis 1750 m 40 cm, bis 1840 m 30 cm, in größerer Höhenlage 20 cm betrug.

Am maßgebendsten für die Frostwirkung war die Windexposition. Die Himmelsrichtung spielte dagegen nur eine geringe Rolle. Die erfrorenen Individuen fanden sich auf dem von Ost nach West ziehenden Gebirgszuge in südlicher, südwestlicher, südöstlicher, nördlicher, nordöstlicher und östlicher Lage. Am Südhang war die Zahl der geschädigten Exemplare größer, da hier der Zwergwacholder häufiger war als am Nordhang, auf dem Lärche und Alpenrosen fast bis zum Kamme reichten, da der Südhang steiler und mehr den Winden ausgesetzt war, die hier meist von Süden kommen.

Alle vollständig vernichteten Individuen fanden sich freistehend an steilen Abhängen mit Neigungswinkeln von durchschnittlich 30°. Bei der einzigen Ausnahme handelte es sich um ein Exemplar, bei dem der Schutz durch Lärchen und Hang dadurch zunichte gemacht wurde, daß es an einer erhöhten Stelle stand. Nicht selten waren bei den ungeschützten Individuen bloß die exponiertesten Teile vernichtet, während die dem Hange angedrückten Äste zur Gänze oder häufiger in ihrem untersten Teile grün blieben. In niedrigerer Seehöhe (bis 1720 m) waren die Exemplare auch bei exponierter Lage nie vollständig vernichtet, sondern bis zu einer Höhe von 10—20 cm erhalten. Von 1800 bis 1940 m bildeten oft Alpenrosen, Heidekraut, Heidelbeeren, Bärentraube und Gräser, zwischen denen der Wacholder wuchs, einen natürlichen Schutz, so daß hier die Wacholdersträuchlein bis zu einer Höhe von 10, selten bis zu 20 cm grün blieben.

Wo Exemplare bis zu einer Höhe von 20—50 cm grün blieben, mußten natürlich andere Ursachen für den Frostschutz maßgebend gewesen sein. Meist fanden sich derartige Individuen in Mulden, wobei gewöhnlich nur die Teile des Strauches grünten, die in der Mulde waren, während die Spitzen, die über die Mulde hervorragten, vernichtet wurden. Häufig bildeten auch Bäume, allein oder im Vereine mit Hang und kleinen Bodenerhebungen, einen Frostschutz nach allen Himmelsrichtungen. Wo aber eine einzelne Lärche oder Fichte den Schutz des Wacholders bildete, blieben bloß die unter dem Baume befindlichen Teile in einer Höhe von 20—40 cm erhalten, während die äußeren Teile dieser Pflanzen vernichtet wurden.

Die Fragen, die auf Grund dieser Beobachtungen auftauchen, sind folgende: Welchen Zusammenhang haben die erwähnten Standortsfaktoren mit den Frost-

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

wirkungen? Warum wurde gerade dieses Nadelholz, das mit seinen kleinen, den Zweigen angedrückten Nadeln einen ausgezeichneten Frostschutz zu haben scheint, am meisten geschädigt, während Nadelbäume und immergrüne Zwergsträucher nur unwesentlich geschädigt wurden? Warum wurden gerade in diesem Gebiete die Sträucher besonders geschädigt, während in den untersten Gailtaler Alpen und in den, den Gailtaler Alpen südlich vorgelagerten Karnischen Alpen keine nennenswerten Frostschäden am Zwergwacholder zu bemerken waren?[1])

Die tödliche Wirkung von tiefen Kältegraden auf die Pflanzengewebe besteht darin, daß Eiweißstoffe, die Proteine, gefällt werden und daß die im Pflanzenleib gebildeten Eiskristalle ein Sprengen und Zerreißen der Gewebe zur Folge haben. Die Fähigkeit, tiefe Temperaturen zu ertragen, hängt aber nicht nur von der Pflanzenart, sondern auch vom inneren Entwicklungszustande der Pflanze ab, so daß ein und dieselbe Pflanze zu verschiedenen Zeiten nicht dieselbe Widerstandskraft gegen Fröste besitzt. Dem Zucker wird eine wichtige Schutzwirkung zugeschrieben, weil dieser die Gefahr der Eiweißausfällung vermindert. Da die im Sommer gebildete Stärke für den Winter zum größten Teile in Zucker umgewandelt wird, sind also im Hochwinter die stärkereichen Pflanzen viel weniger dem Erfrieren ausgesetzt als im Frühjahr, wo es wieder zur Rückbildung des Zuckers zu Stärke kommt. Je weiter die periodische Umwandlung des Zuckers in Stärke fortschreitet, um so empfindlicher wird auch die Pflanze.

Gleichwohl kamen auch in kalten, schneearmen Wintern Frostschäden an Alpenpflanzen vor. 1924/25 zeigten manche Zwergsträucher wie Krähenbeere, *Empetrum*, Bärentraube, *Arctostaphylos uva ursi* und Moosbeere, *Vaccinium uliginosum*, an schneefreien, ungeschützten Stellen der Ostalpen vielfach Frostschäden und waren 1925 in ihrer Entwicklung deutlich gehemmt. Die mit ihnen alternierenden, aber weniger empfindlichen Teppiche der Alpenazalee, *Loiseleuria procumbens*, und der Rasen von *Festuca Halleri* dagegen hatten kaum gelitten, sie entwickelten sich im folgenden Jahre kräftig und dehnten ihr Areal auf Kosten der frostgeschädigten Zwergsträucher aus. Überhaupt ist das Alpenrosen- und das Heidelbeergebüsch eine Gesellschaft, die keine allzugroßen Temperaturdifferenzen erträgt.

Auch dafür läßt sich eine Erklärung finden, daß die Zwergsträucher weit mehr geschädigt wurden als Bäume in gleichen Höhenlagen, da aus verschiedenen Beobachtungen hervorgeht, daß sich die Kälteausstrahlung am schärfsten hart über dem Boden geltend macht. So zeigte in Wien einmal das Thermometer $1^1/_2$ m über dem Boden im April + 3,5°, im Mai + 4,0° und im Sommer + 2,5° mehr gegenüber der Temperatur hart über dem Rasen. Die mittleren Minima an der Bodenoberfläche und $1^1/_2$ m über dem Boden betrugen im Januar 1914 auf einer Rasenfläche bei Montpellier — 8° und — 5,4° C.

Da die kalte, schwere Luft zu Boden sinkt und sich in muldenartigen Ver-

[1]) Die folgenden Angaben sind entnommen aus: Braun-Blanquet, Pflanzensoziologie. Berlin 1928.

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

tiefungen lange hält, da aber gerade in Mulden die Wacholdersträuchlein kaum geschädigt waren, konnte die Kälte allein nicht die Vernichtung der Sträucher bewirkt haben, es hat vielmehr ein anderer Faktor mitgewirkt: der Wind. Der Wind wirkt verdunstungsbeschleunigend. Ist außerdem der Wassernachschub bei dem gefrorenen Boden verlangsamt, so treten dieselben Erscheinungen ein wie bei großer Dürre: die Pflanze vertrocknet. Daher sind auch Strauchbestände von Heidelbeeren *(Vaccinium)*, Wacholder *(Juniperus)* und anderen kälte- und windempfindlichen Arten an windexponierten Stellen, soweit sie dort überhaupt gedeihen, auf die mittlere winterliche Schneehöhe zurückgestutzt, wobei ihr tischebenes Aussehen die Höhe der winterlichen Schneedecke verrät. Die in Mulden wachsenden Exemplare wurden also trotz der größeren Kälte an diesen Stellen infolge des Schutzes gegen Windwirkung nicht vernichtet. Der Wind rückt gerade an Gebirgskämmen zum entscheidenden Faktor vor. Während z. B. die mittlere Jahresgeschwindigkeit des Windes auf offenem Felde in Nauen mit 3,29 m/Sek. bestimmt wurde, betrug sie am Säntis (2440 m) 7,7 m/Sek. Da in den Gailtaler Alpen die meisten Winde von Süden kommen, war der steile Südhang am stärksten windexponiert. Daher waren auch hier die Frostwirkungen am größten.

Ebenso leicht wie die Schutzwirkung der Bodengestaltung läßt sich die Schutzwirkung durch andere Pflanzen erklären. Die Vegetationsdecke wirkt stets temperaturausgleichend. Diese ausgleichende Wirkung steigt mit der Zahl und der Höhe der Schichten. Unter zwei- oder mehrschichtigen Pflanzengesellschaften sind die Temperaturextreme genähert, die Maxima liegen tiefer, die Minima höher als im Freien. So wurde im Fichtenwald eine um 2,6° geringere Tagesschwankung als im Freien festgestellt. Im Winter und in der Nacht sind die Temperaturen unter der Baumschicht höher als im Freien.

Schließlich bedarf noch die Tatsache einer Erklärung, daß andernorts nicht derartige Frostwirkungen zu bemerken waren. Auf der Graslitzen kommt Zwergwacholder meist an steilen, steinigen Abhängen vor, die nur stellenweise von Bäumen und Erikazeen besiedelt, meist aber von der Blaugrashalde eingenommen werden. An anderen Orten, wo *Juniperus nana* in der artenreicheren, sanfter geneigten und feuchteren Alpenweide oder im Alpenrosen-Heidelbeergebüsch vorkommt, ist einerseits die austrocknende Wirkung der Winde, andererseits die Wasserarmut des Bodens nicht so groß.

Überhaupt ist nach neueren Untersuchungen[2]) die Gefahr des Vertrocknens von Hochgebirgspflanzen, unabhängig von Frostwirkungen, im Winter außerordentlich groß. Im Hochgebirgswinter sind nicht selten Perioden, in denen sich geringe Luftfeuchtigkeit mit relativ hoher Lufttemperatur und intensiver Sonnenstrahlung paart. Es scheint sogar ein Zusammenhang zwischen der Waldgrenze und der Schichtung der Atmosphäre zu bestehen, da in den Alpen die

[2]) Michaelis P., Ökologische Studien an der alpinen Baumgrenze. Ber. d. deutsch. bot. Ges. L (1932), H. 1, S. 31.

© Verein zum Schutz der Bergwelt e.V. download unter www.vzsb.de/publikationen.php und www.zobodat.at

winterliche Wolkendecke durchschnittlich 100 bis 200 m unter der Waldgrenze liegt, während darüber trockene, warme Luft herrscht. Bis zur oberen Höhe der Wolkendecke nimmt die Luftfeuchtigkeit dauernd zu, die Lufttemperatur und Windstärke ab. Sie erreichen die extremsten Werte an der oberen Wolkengrenze mit —6,47° und 99,4% im Mittel. Über dieser unteren Inversionsgrenze steigt die Temperatur rasch an, um an der oberen Inversion mit 12,31° im Mittel die Höchstwerte zu erreichen. Die Luftfeuchtigkeit sinkt von der Wolkengrenze an rapid ab und erreicht an der oberen Inversion im Mittel 35,6%, doch sind Werte mit 10—15% nicht selten. Eine derartige Wetterlage in der Zone zwischen der Zone der unteren Inversion und der Höhe, in der die Luft wieder unter den Gefrierpunkt sinkt, kann den Pflanzen einen erheblichen Wasserverlust zufügen.

Diese extremen Klimaverhältnisse werden noch durch die im alpinen Gebiet auch im Winter sehr starke Sonnenbestrahlung verschärft. So zeigte ein an einem Fichtenzweige befestigtes Schwarzkugelthermometer an klaren Tagen zur Mittagszeit Temperaturen von 40,6°, bei einer Lufttemperatur von 5,8°, resp. 3,8°. Während am 1. Januar zur wolkenlosen, sonnigen Mittagsstunde die Lufttemperatur nie über — 11° stieg, zeigten die Rinde von dünneren Zweigen, einjährige Ästchen und Nadeln Temperaturen bis 0° und bis 1,6°. Obwohl die Spaltöffnungen an diesen Tagen geschlossen blieben, kam es zu einer starken kutikularen Transpiration.

Fällt auf den noch nicht gefrorenen Boden eine Schneedecke von einigen Dezimeter Höhe, so wird dem Frost jegliches Eindringen in den Boden verwehrt. Daher kann der starke Wasserverlust durch die Transpiration wieder wettgemacht werden durch Zufuhr von Bodenwasser, das den Pflanzen jederzeit zur Verfügung steht, ausgenommen kalte, schneearme Winter.

Während also die intensive Sonnenstrahlung im Verein mit geringer Luftfeuchtigkeit den Bäumen an der Waldgrenze eine relativ starke kutikulare Transpiration aufzwingt, ermöglicht sie gleichzeitig durch Erwärmung des Stammes und der Zweige eine Nachführung von Wasser. Höchstens unter der obersten Schneeschicht, an der eine besonders starke Unterkühlung stattfindet, tritt eine Hemmungszone auf, die zeitweise einen Wassernachschub erschweren kann. Wo sich aber eine Schneeschicht schwer halten kann, wie an den geschilderten steilen Abhängen in den Gailtaler Alpen, dort treten alle nachteiligen Wirkungen des winterlichen Klimas in der alpinen Region, nämlich durch relativ hohe Temperaturen und geringe Luftfeuchtigkeit bedingte starke Transpiration, auf, ohne daß aus dem steinigen Kalkboden genügend Wasser zugeführt werden kann. Es muß daher an diesen alpinen Hängen ein Gras herrschen, das auch in der Ebene auf trockenem Boden über Kalk häufig ist: das Blaugras *(Sesleria coerulea)*, das aber in der feuchteren subalpinen Region fast vollkommen fehlt. Daneben sind noch Rietgräser und Schwingel-Arten mit borstlichen Blättern häufig, während andere Arten, die keinen an Trockenheit angepaßten Bau aufweisen, der Gefahr des Verwelkens im Winter ausgesetzt sind.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und -Tiere

Jahr/Year: 1938

Band/Volume: 10_1938

Autor(en)/Author(s): Gilli Alexander

Artikel/Article: Frostschäden an Alpenpflanzen. 79-83