Zeitschrift: Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik
Band: 3 (1948)
Heft: 12

Artikel: Der Mensch besiegt den Bodenfrost
Autor: Lammert, Walter
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-654423

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: 09.07.2025

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

Der Mensch besiegt den Bodenfrost

Von Walter Lammert

Der Bodenfrost ist eine der größten und heimtückischsten Gefahrenquellen unserer Pflanzenkulturen. Seine Eigenschaft, im Frühling und Frühsommer während des empfindlichsten Stadiums der Pflanzenentwicklung die Kulturen zu überfallen und zu vernichten, hat die Forschung veranlaßt, sich dem Problem der Bodenfröste besonders zu widmen, um Wege zu ihrer Bekämpfung zu suchen; denn die gemäßigten Zonen beider Erdhälften leiden unter dem Terror dieses Kleinklimafaktors. Man ist in den letzten Jahren bereits zu aufschlußreichen Erkenntnissen gelangt, die es gestatten, jeden Bodenfrost unabhängig von der mehr allgemein gehaltenen Warnung der meteorologischen Dienststellen lokal zu berechnen. Damit ist der Landwirtschaft die Möglichkeit gegeben, Bekämpfungsmaßnahmen rechtzeitig in die Wege zu leiten.

Die Beobachtungen, auf welchen die neuen Erkenntnisse beruhen, lassen sich bei jeder für Bodenfröste charakteristischen Wetterlage, – die übrigens auch mitten im Sommer eintreten kann – wiederholen. Als Beobachtungsplatz wählt man irgendeine mit verschiedenartigem langem Gras bewachsenen Erdbodenstück auf – 1,8 Grad, auf einem Beet dichtgepflanzten Kopfsalats, an dessen oberem Blattrand auf – 2,9 Grad und in 5 cm Höhe unmittelbar über dichtem, gleichmäßig kurzgeschnittenem Rasen auf – 4,0 Grad (Bild 1). Es ergibt sich die Folgerung – durch zahlreiche Parallelbeobachtungen in ähnlichen Verhältnissen bestätigt – daß Erdboden ohne Vegetation weniger Wärme ausstrahlt als bewachsener Erdboden, daß durchlässiger Sandboden die über ihm lagernde Luftschicht weniger erkalten läßt als kompakter Lehmboden und daß die Luft über bewachsenem Boden in Blatthöhe der üblichen Gartenvegetation wie Salat, Spinat, Kartoffeln oder einer gleichmäßig hohen Rasenfläche am stärksten erkaltet. Der «Kältepol» der Bodenfröste ist somit die Profillinie dichten, kurzgeschnittenen Rasens. Daher ist es zweckmäßig, in einem eben gelegenen Spezialkulturen-Gelände, gleichgültig wie groß es ist, ein Stück Rasenfläche von 1 bis 2 Quadratmeter Größe für den Bodenfrostwarndienst zu verwenden. Man muß allerdings Sorge tragen, daß dieser Rasen immer dicht gewachsen

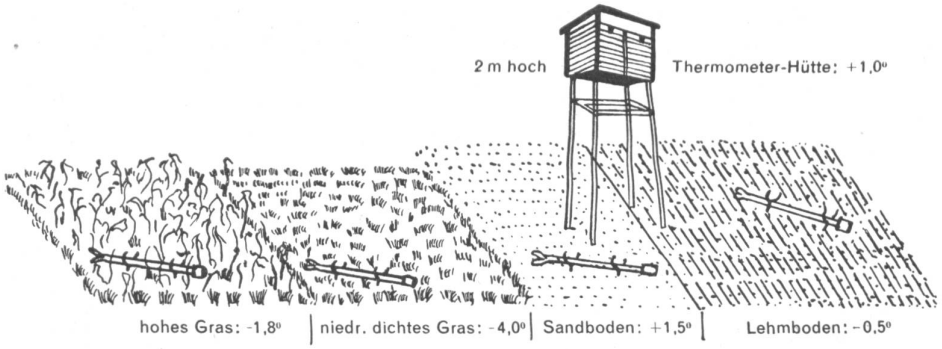

Bild 1: *Temperaturprofil in 5 cm Höhe bei einer Bodenfrost-Wetterlage in seiner Abhängigkeit von der Bodenart und Bodenvegetation (Schematische Wiedergabe)*

Pflanzenbestand versehene, eben gelegene größere Kulturfläche, die mit den Meßapparaten einer modernen Klimastation ausgerüstet ist. In einem Beispiel sanken in der gefährdeten Nacht die Temperaturen in zwei Meter Höhe – Thermometerhütte der Station – auf 1 Grad Wärme. Über einer Sandbodenschicht *ohne* Vegetation wurden in 5 cm Höhe sogar noch 1,5 Grad Wärme gemessen. In 5 cm Höhe über einer angrenzenden Lehmbodenschicht, ebenfalls ohne Vegetation, waren es nur noch – 0,5 Grad. Dagegen sank die Temperatur in 5 cm Höhe zwischen einem mit und gleich hoch geschoren ist. Diese Rasenfläche wird bei ruhigem, klarem Wetter, also dem echten Ausstrahlungswetter, zu jeder Jahreszeit der *kälteste Punkt* im Gelände sein. Wenn das Thermometer über dieser Rasenfläche in 5 cm Höhe abends schon unter 6 Grad sinkt, besteht die Gefahr, daß im Laufe der Nacht Frost eintritt.

Diese interessanten und richtungweisenden Feststellungen führen zu folgender grundsätzlicher Erkenntnis: Von dem Zeitpunkt an, wo im Frühjahr die Saaten aufgehen und das Pflanzenwachstum beginnt, ist nicht mehr die *Boden-*

oberfläche der eigentliche Wärmeausstrahler. Der Boden strahlt dann nur noch gegen die über ihm entstandene Vegetationsdecke und nur ganz wenig durch deren Lücken in die freie Atmosphäre. Die stärkste Ausstrahlung der Wärme erfolgt jetzt in *Höhe der Blätter*, von denen wir als Beispiele Kopfsalat (Bild 2) und Grasfläche

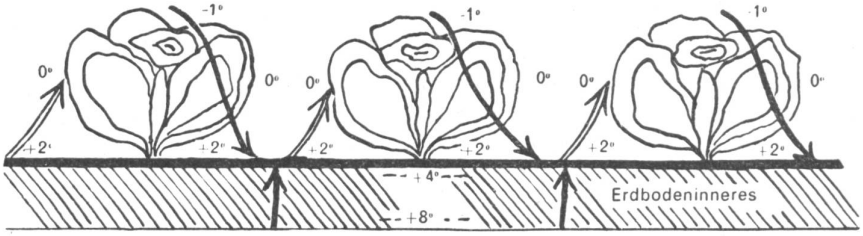

Bild 2: *Ausstrahlungsvorgänge zwischen Kopfsalat. In zwei Meter Lufthöhe über dem Beet sind + 3.0 Grad. Die oberste Grenze der Bodenvegetation ist in diesem Falle der obere Blattrand des Kopfsalates, an dem die Ausstrahlung am stärksten ist und —1.0 Grad erreicht. Die aus der warmen Erde (+4.0 bis +8.0 Grad) nachströmende Warmluft (Wärmenachschub) erreicht mit +2.0 Grad die Erdoberfläche und erkaltet beim Aufstieg zum mittleren Teil des Salatkopfs bereits auf 0.0 Grad, während andererseits die vom Salatkopf-Oberblatt nach unten sinkende Kaltluft bis zum Boden sich auf +1.0 Grad erwärmt. (Schematische Wiedergabe)*

erwähnten. Hier entwickelt sich die kälteste Luft. Der Grund dafür, warum es gerade in der Höhe der Blätter so kalt wird, liegt darin, daß die aus dem porösen Erdboden herausquellende wärmere Luft den Wärmeverlust der isoliert in 5 bis 10 cm Höhe stehenden Blätter nicht ergänzt. Die Luftschicht zwischen dem eigentlichen Erdboden und der oberen Vegetationsdecke muß den Zustrom von Wärme zu den Blättern regulieren. Da aber dieser Zufluß infolge der geringen Leitfähigkeit von Luft weit unter der Menge liegt, die durch den besser leitenden Erdboden dessen Oberfläche zugeführt wird, strahlt die Vegetationsdecke so stark aus, als sei überhaupt kein Wärmenachschub vorhanden. Diese Tatsache hat zum Beispiel zur Folge, daß Beerensträucher oder Obstbäume, die auf einer Wiese oder bepflanztem Garten stehen, zur Blütezeit erheblich mehr frostgefährdet sind als solche mit nacktem Boden als Untergrund.

Mit diesen Erkenntnissen verbinden sich agrarmeteorologische Probleme von größter wirtschaftlicher Bedeutung. Wie können wir dem Bodenfrost wirksam entgegentreten? Aufbauend auf der Tatsache, daß Bodenfrost nur bei windstillem, klarem Wetter mit entsprechenden Temperaturverhältnissen zur Ausbildung gelangt, lassen sich theoretisch folgende Abwehrmaßnahmen durchführen: Künstliche Beheizung der gefährdeten Fläche, künstliche Trübung der klaren Luft durch Vernebelung oder Verräucherung oder eine künstliche Durchwirbelung der windstillen Luft. Schließlich könnte man noch die gefährdeten Stellen nachts «zudecken», indem man sie überflutete, da es unmöglich wäre, jede einzelne Kultur durch eine Strohmatte zu schützen. Das Überfluten der Kulturen wäre an sich ein vollkommener Schutz, aber dieser Weg kommt nur ausnahmsweise in Betracht, wenn die Pflanzen solche Überschwemmungen ertragen und reichlich Wasser mit entsprechenden Flutungsanlagen vorhanden ist. Alle diese Möglichkeiten sind bereits praktisch angewendet worden und waren, wie zum Beispiel die Beheizung der Luft mit offenen Öfen, nicht erfolglos, standen aber bei der Primitivität ihrer Anwendungsform und dem Ausmaß der Mühen in keinem tragbaren Verhältnis zum Erfolg.

Inzwischen haben in allen Ländern Techniker, Agrarmeteorologen und Klimafachleute aus dem allgemeinen Fortschritt der einschlägigen Wissenschaft und Technik heraus besondere Methoden entwickelt, von denen einige hier besprochen sein sollen: In Rußland werden zum Beispiel die Kulturflächen der Ukraine durch elektrisch betriebene Luftwirbeler geschützt, deren Propeller horizontal rotieren und die Luft über der Bodenfläche ständig in Bewegung halten. Man kann ihre Wirkung mit dem Propellerwind eines auf dem Rollfeld zum Start bereiten Flugzeuges vergleichen. Wenn schon der Propellerwind eines modernen Flugzeuges die Luft über 1000 Meter weit beunruhigt, kann man sich vorstellen, daß speziell konstruierte rotierende Luftwirbeler bei entsprechender Anordnung die erdbodennahen Luftschichten großer Gebiete nicht zur Ruhe kommen lassen, die Ausstrahlung völlig verhindern und somit einen hundertprozentigen Erfolg versprechen.

In Ländern mit günstiger Stromversorgung ist man auf den Gedanken gekommen, unter frostempfindliche Kulturen Heizdrähte zu spannen. Eine derartige künstliche Bodenheizung wirkt so vollkommen, daß Bodenfrostbildung völlig ausgeschlossen ist. Der holländische Frühgemüsebau als internationaler Großlieferant hat von der elektrischen Bodenheizung aus zwei Gründen

praktischen Gebrauch gemacht. Die Anlagen haben nicht nur den Zweck, das Wachstum verschiedener Gemüsearten zu beschleunigen und Gewichtzunahmen bis zu 40 % zu bewirken, sondern in den bodenfrostgefährdeten Wochen der Frühjahrsperiode werden die frostempfindlichen Kulturen während der Nächte wie mit einem riesigen elektrischen Heizkissen versehen. Da eine einzige Frostnacht in den Gemüsekulturen Hollands die Saison eines ganzen Jahres vernichten kann, versteht man, wenn sich die Kulturenbesitzer die Heizung ihres Erdbodens eine erhebliche Summe Geld kosten lassen. Eine weitere erfolgreiche Form der Bodenfrostverhütung wird seit kurzem in den USA. angewandt. Die frostgefährdeten Plantagen werden mit infraroten Strahlen übergossen. Gewaltigen Ölbrennern sind pilzförmige, zwei- und dreifach gekoppelte «Werfer» zugeteilt, die jeweils einen großen Komplex der Plantage erfassen. Auch diese Methode, die allerdings die Verfügbarkeit großer Ölmengen voraussetzt, gewährt völlige Sicherung gegen Frostbildung am Erdboden. Nach statistischen Feststellungen hat man in den Mittelstaaten der USA. die Schäden durch Bodenfrost innerhalb dreier Jahre von 25 % auf 5 % herabsetzen können.

Sind schon die Bodenfrostgefahren in der Ebene sehr groß, so können sie in den Tälern gebirgiger Landschaften, wo die Bodenfrostbildung durch die «Kälteseen» der von den Hängen herabfließenden kalten Luft verschärft wird, in einer Nacht die Saaten, Pflanzen und Blüten eines ganzen Erntejahres vernichten. Darum ist es eine volkswirtschaftliche Notwendigkeit, jede neue Erkenntnis über Bodenfrostbildung und ihre Bekämpfungsmethoden praktisch zu verwerten.

Ameisenbündnisse und Ameisenkriege[1]

Von August Forel†

1. Ameisenbündnisse

Im Sommer 1861 hatte ich mir ganz ungewollt eine Überraschung für das kommende Jahr vorbereitet. Ich wollte die Kämpfe zwischen Formica pratensis und F. sanguinea studieren und hatte deshalb verschiedentlich Säcke voll pratensis-Arbeiterinnen mit Puppen in der Nähe mehrerer sanguinea-Nester ausgeleert. Die sanguinea siegten jedesmal, und es fiel mir die Schnelligkeit auf, mit der sie jeweils die pratensis-Puppen geraubt und in ihr Nest geschleppt hatten. Damals war ich der Überzeugung, daß sie diese Puppen fressen würden, denn ich hatte schon oft bemerkt, daß die Ameisen allgemein mit allen Puppen fremder Arten dermaßen verfahren. Als ich deshalb im nächsten Jahre die sanguinea-Nester besuchte, war ich sehr erstaunt, die Oberfläche der Nesthaufen mit pratensis-Arbeiterinnen besetzt zu finden. Ich traute meinen Augen kaum, die zwei so unversöhnlichen Feinde Seite an Seite auf dem gleichen Neste zu sehen und sie in gemeinsamer Arbeit beim Ausbessern des Schadens, den ich kurz vorher verursacht hatte, sowie beim Retten der Puppen zu beobachten. Daneben enthielten diese Kolonien immer noch die gewöhnlichen Hilfsameisen der Formica sanguinea, seien es nun F. fusca oder F. rufibarbis-Arbeiterinnen. Diese Beobachtung verdiente weiter verfolgt zu werden, und ich beschloß, dafür eine meiner Kolonien einem Versuche zu opfern. Ich holte einen Sack voll fremder F. pratensis und schüttete ihn vor der Kolonie aus, die am wenigsten pratensis enthielten. Sofort entbrannte ein heftiger Kampf. Die mit den sanguinea verbündeten pratensis kämpften gemeinsam mit den ersteren und verrieten eine ebenso große Streitsucht wie die sanguinea selbst. Die fremden pratensis waren aber so zahlreich, daß sie siegten und daran gingen, das Heer der Verbündeten in ihrem eigenen Neste zu belagern. Da sich die letzteren verloren wähnten, machten sie sich samt Larven, Puppen und den frisch geschlüpften Ameisen auf die Flucht. Die pratensis der gemischten Kolonie flüchteten mit den sanguinea und waren ihnen beim Tragen der Brut behilflich. Sie richteten sich dann in einiger Entfernung wieder ein neues Nest ein. Das Experiment wurde von mir seither mehr als zwanzigmal wiederholt.

Eines von ihnen ist besonderer Erwähnung wert:

Am Rande einer Hecke lebte ein Formica sanguinea-Volk. Sein Nest war zehn Schritte von einer F. pratensis-Kolonie entfernt, und die Ameisen lagen in ständigem Streite miteinander. Sie hielten ihre Plätze während mehrerer Jahre hartnäckig bei, und keine wollte sich zum Wegzuge entschließen. Eines Tages entnahm ich nun dem

[1] Entnommen aus dem soeben erschienenen Buch von Aug. Forel: «Die Welt der Ameisen», mit freundlicher Erlaubnis des Rotapfel-Verlages, Zürich.