

Zeitschrift: Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik
Band: 4 (1949)
Heft: 4

Rubrik: Mit eigenen Augen

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 29.01.2025

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

Neuere eingehende Beobachtungen der Gewittervorgänge haben ergeben, daß nicht nur die Niederschlagsbildung, sondern auch die Erzeugung der notwendigen luftelektrischen Spannungen, deren großartige Entladung schließlich durch einen Blitz erfolgt, an den Übergang der Wolke von der Wasser- zur Eisphase gebunden ist. Ohne Eis- und damit Niederschlagsbildung gibt es kein Gewitter, wobei man sich nicht durch die „trockenen“ Gewitter täuschen lassen darf, bei denen der Niederschlag nach Verlassen der Wolke verdunstet, ehe er den Boden erreicht. Daraus muß gefolgert werden, daß zum mindesten der Anstoß zur Ausbildung eines kräftigen luftelektrischen Feldes von Vorgängen geliefert wird, die bei der Eisbildung auftreten. Nach den neuesten Erkenntnissen verläuft der Aufbau und Verstärkung des elektrischen Feldes etwa in folgender Weise:

Die neu entstehenden Eiskristalle sind für kurze Zeit nichtleitend und dabei elektrisch „polarisiert“, das heißt an den Enden ihrer optischen Hauptachsen entgegengesetzt elektrisch geladen. Bei dem immer vorhandenen luftelektrischen Feld orientieren sich die als Niederschlag ausfallenden Eiskristalle sämtlich in gleicher Richtung, wobei die optisch-elektrische Hauptachse nahezu senkrecht steht und zum Beispiel alle positiven Ladungsenden nach unten zeigen. Beim Fallen fangen sie entgegengesetzt aufgeladene, hier also negative „Ionen“ — negativ geladene Teilchen irgendwelcher Art —, wie sie stets in der Atmosphäre in größerer Zahl vorhanden sind — ein, während die gleichnamigen, hier positiven Ionen abgestoßen und an dem anderen — negativen — Ende des Kristalls durch die Turbulenz der Ausweichbewegung vorbeigeführt werden, also unwirksam bleiben. So sammelt sich in dem fallenden Niederschlag eine negative Ladung an, es entsteht ein elektrisches Feld innerhalb der Gewitterwolke. Ist ein solches, wenn auch nur schwaches Feld einmal aufgebaut, so erfolgt eine laufende Verstärkung durch den sogenannten „Asymmetrieeffekt“: ein in einem elektrischen Feld wanderndes Teilchen er-

hält eine Influenzladung, die das schon vorhandene Feld noch verstärkt. Im Falle der Gewitterwolke wird die Energie des bewegten Teilchens, das sich mit seiner Influenzladung *gegen* das Feld bewegt und damit Arbeit leisten muß, durch die Schwerkraft geliefert. So verstärkt sich das gewitterelektrische Feld immer mehr, bis die kritische Spannung von etwa 10 000 Volt je Zentimeter wenigstens in einem engbegrenzten Raum erreicht ist. Es kommt dann zu einer „Initialzündung“ — Anstoß zu einer Blitzbildung —, die dann weiter um sich greift und zum Übergreifen des Blitzes auf große Gebiete führt.

Die Ladungsverteilung innerhalb einer Gewitterwolke, wie sie sich nach Beobachtungen ergibt, ist in der rechten Seite der Abbildung dargestellt. Auf Einzelheiten, so vor allem auf die Umkehrung des elektrischen Feldes zwischen Nullgradgrenze und Erdboden kann hier nicht eingegangen werden. Es sei lediglich vermerkt, daß dabei ein weiterer Effekt wirkt, der unter dem Namen „Lenardeffekt“ bekannt ist: lösen sich in dem turbulenten Luftstrom der Gewitterwolke von dem fallenden Niederschlag kleine Teilchen — Schneeteilchen, Hagel oder Regentropfen — ab, so teilt sich die Ladung, die kleinen Teilchen erscheinen positiv, die großen, rasch fallenden negativ geladen. Sie führen also ihrerseits wieder zu einer Ladungstrennung und damit zum Aufbau eines neuen elektrischen Feldes.

Damit sind die wesentlichsten Vorgänge, die in einer Gewitterwolke vor sich gehen, erfaßt. Abschließend sei noch erwähnt, daß die meteorologischen Voraussetzungen einer labilen Schichtung der Atmosphäre einmal gegeben werden können durch Überhitzung der untersten Schicht bei starker sommerlicher Sonneneinstrahlung: wir sprechen dann von einem „Wärmegewitter“. Sie kann aber auch zustandekommen durch den in der Höhe zuerst einsetzenden Einbruch kühler und feuchter Meeresluftmassen an einer Kaltfront; in diesem Fall spricht der Meteorologe von einem „Kaltfrontgewitter“.

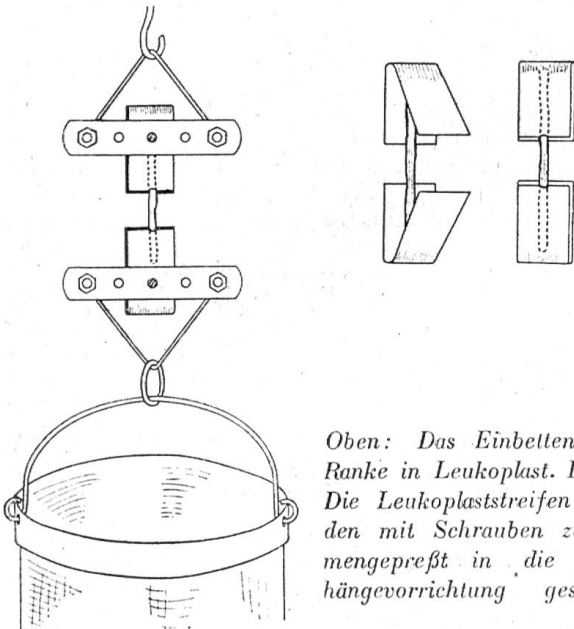
Dr. P. Heß, Bad Kissingen

Mit eigenen Augen Belastungsversuche an Ranken

Zahlreiche Pflanzen besitzen so schwache Stengel, daß sie nicht aus eigener Kraft aufrecht stehen können. Sie sinken hilflos zu Boden, wenn ihnen eine Stütze fehlt, und sind dann im „Kampf ums Licht“ ihren Konkurrenten weit unterlegen. So ist es verständlich, daß bei solchen Pflanzen die verschiedensten Organe in den Dienst des Kletterns gestellt worden sind. Beim Efeu zum Beispiel sind es die Wurzeln, die das schwache Zweiglein an einem Baumstamm oder einer Mauer verankern. Bei der Waldrebe (*Clematis*) übernehmen die Blattstiele diese Aufgabe. Bei wieder anderen Pflanzen, so bei Bohne und Hopfen, hat der Stengel selbst durch sein spiralisches Wachstum die Fähigkeit, eine Stütze zu umwinden, wobei sinnreiche Tasthaare und Kletterhaare dafür sorgen, daß der Stengel die Stütze findet und von dem einmal gefundenen Halt nicht wieder abrutscht. Wurzel, Stengel oder Blätter übernehmen aber eigentlich die Funktion des Kletterns nur nebenbei. Selbst die Wurzeln des Efeu sind nicht reine Kletterwurzeln, denn wenn sie einen geeigneten Nährboden finden, können sie jederzeit zu ihrer Hauptaufgabe, der Nahrungsaufnahme, zurückkehren.

Ganz anders steht es mit den Ranken, Organen, die ausschließlich zum Klettern dienen. Wenn ihnen keine Stütze zur Verfügung steht, so bleiben sie offensichtlich „funktionslos“. Ranken entstehen durch Metamorphose anderer Organe, die im Dienste der neuen Funktion, eben des Kletterns, einen Umbau erfahren. Dabei zeigt sich einmal mehr die Vielfalt der Möglichkeiten, die der Natur zur Verfügung steht: Einmal sind die Ranken — vergleichend-anatomisch betrachtet — umgebildete Blütenstände, so bei der Weinrebe, andere sind umgewandelte Seitenzweige wie bei der Passionsblume, wieder andere metamorphosierte Blätter, beispielsweise beim Kürbis, oder nur Verwandlungen eines Teiles des Blattes wie bei Erbse und Wicke. Das Gemeinsame ist, daß alle diese Organe auf Berührungsreize reagieren und sofort eine sich ihnen bietende Stütze zu umfassen suchen, oder aber, wie der Wilde Wein, eine Art Haftscheiben ausbilden, die ihnen erlauben, auch an glatten Oberflächen Halt zu finden. Außer diesen von außen sichtbaren Reaktionen spielen sich aber auch im Innern der Ranke wesentliche Veränderungen ab, die man auch an Hand mikroskopischer

Schnitte verfolgen kann. Eine Ranke, die keine Stütze findet, verwelkt nämlich nach einiger Zeit von selbst. Man kann in dieser Tatsache eine Bestätigung dafür sehen, daß das Haltsuchen und Festhalten ihre einzige Funktion ist. Ganz anders dagegen verhält sich eine Ranke, die Halt gefunden hat. Sie verdickt sich, und über ihren ganzen Querschnitt verteilt werden Bastzellen oder Holzzellen gebildet, die der Ranke einen unerwartet hohen Grad von Festigkeit verleihen.



Oben: Das Einbetten der Ranke in Leukoplast. Links: Die Leukoplaststreifen werden mit Schrauben zusammengepreßt in die Aufhängevorrichtung gespannt

Die Tatsache der allmählichen Verstärkung der Ranken muß den Naturfreund ganz besonders zu einer experimentellen Untersuchung verlocken. Schon mit einer verhältnismäßig einfachen Versuchsanordnung gelingt es zu zeigen, daß die Tragfähigkeit einer Ranke meist erheblich unterschätzt wird. Wir benötigen für solche Versuche nur eine Aufhängevorrichtung, einen Wassereimer und ein wenig Leukoplast, wie es überall zum Anlegen von Verbänden Verwendung findet. Wir wählen für den Versuch eine passende Ranke aus, klemmen sie auf beiden Seiten zwischen Leukoplast und befestigen die Streifen in unserer Aufhängevorrichtung (s. Abb.). Das ganze Experiment gelingt aber nur, wenn wir dafür sorgen, daß die Leukoplaststreifen genügend fest zusammengepreßt werden. Am einfachsten ist es, sie zwischen zwei Lochbleche eines Metallbalkens zu stecken; die beiden Bleche werden dann mit Hilfe von Schrauben mit Mutter ganz dicht aufeinander geschraubt. Ohne diese Maßnahme rutscht die Ranke bei den Belastungsversuchen aus ihrer Leukoplastbefestigung heraus, lange bevor die Grenze ihrer Tragfähigkeit erreicht ist. Den oberen Teil der Einrichtung hängen wir an passender Stelle auf, und am unteren Ende wird der leere Wassereimer befestigt. Schon diese Versuchsanordnung bietet ein erstaunliches Bild, wenn etwa eine nur ein Millimeter dicke Ranke einen großen Wassereimer trägt. Das Staunen wächst aber, wenn wir jetzt genau abgemessene Wassermengen in den Behälter einzufüllen beginnen, beispielsweise jeweils zwanzig Kubikzentimeter, also zwanzig Gramm. Je nach dem Alter der Ranke lassen sich die Zugewichte um je fünfzig oder gar hundert Gramm steigern, und schließlich werden wir sehen, daß unser Eimer mehrere Liter Wasser aufnehmen kann, bevor die Ranke reißt und der Eimer zu Boden stürzt. Wer nicht

gern mit Wasser arbeitet, kann selbstverständlich auch am unteren Ende der Ranke eine passende Schale befestigen, auf der nach Wahl Gewichtsteine gelegt werden können. Man braucht aber einen tüchtigen Vorrat davon und muß unter Umständen doch noch zu Büchsen mit Wasser seine Zuflucht nehmen. Unsere Versuchsanordnung gilt allerdings nur für solche Ranken, die bereits Halt gefunden haben. Ganz frische, zartgrüne Ranken oder solche, die frei in die Luft hinausragen, sind außerordentlich schwach und reißen oft schon, wenn man ihnen eine leere Blechbüchse von zwanzig bis dreißig Gramm Gewicht anhängt. Ganz anders dagegen verhalten sich die gleichalten Ranken, die eine Stütze gefaßt hatten. Diese tragen ohne weiteres das fünfzigfache der funktionslosen Ranke. An diesem Beispiel zeigt sich ein Gesetz, das wir in der Natur vielfach beobachten können, das der „Ökonomie der Kräfte“: Mit möglichst geringem Aufwand wird ein möglichst großes Resultat erreicht. In unserem Fall wird die Verstärkung erst nach Umfassung der Stütze vorgenommen, wenn also wirklich feststeht, daß die Ranke später etwas zu tragen haben wird.

Ganz ähnliche Versuche lassen sich übrigens auch mit Blütenstielen und Fruchtstielen durchführen. Solche Messungen zeigen ebenfalls deutlich, daß der Blütenstiel nur gerade so weit mit Festigkeitgewebe ausgestattet ist, daß er die Blüte tragen kann, wobei natürlich auch allfällige Belastungen durch Wind oder Regen bis zu einem gewissen Grade „einkalkuliert“ sind. Sobald aber die Blüte eine Frucht angesetzt hat, erfolgt eine sehr weitgehende Verstärkung. Die Zellwände verholzen, und der angehende Fruchtstiel eilt in seiner Entwicklung dem Wachstum der Frucht sogar weit voraus, während die Stiele der unbefruchteten Blüten in der Regel bald verdorren und abfallen. Wir können also auch in diesem Fall eine gewisse Sparsamkeit in der Natur bewundern. Allerdings muß man sich hüten, das Gesetz von der Ökonomie der Kräfte zu sehr zu verallgemeinern, denn es lassen sich genug Beispiele geradezu verschwenderischen Arbeitens der Natur finden, wie es besonders bei den Fortpflanzungsvorgängen geschieht.

Zur Nachprüfung eigener Beobachtungen seien noch einige Zahlen angegeben.

Als Mittel aus mehreren Versuchen ergibt sich als Belastungsgrenze für Ranken des Wilden Weines in Gramm je Quadratmillimeter Querschnitt:

| | |
|--|-------------------------|
| Grüne Ranke, die noch keine Stütze erfaßt hatte | 44 g/mm ² |
| Grüne Ranke, die seit einem Tag eine Stütze gefaßt hatte | 135 g/mm ² |
| Grüne Ranke, die seit neun Tagen eine Stütze gefaßt hatte | 1,6 kg/mm ² |
| Alte, verholzte Ranke, die seit ungefähr drei Monaten eine Stütze gefaßt hatte | 35,5 kg/mm ² |

Zum Vergleich einige Zahlen, die für Metalldrähte und Tragriemen aus Leder oder Ramie gelten:

| | |
|----------------|--------------------------|
| Aluminiumdraht | 16–20 kg/mm ² |
| Kupferdraht | 40–45 kg/mm ² |
| Messingdraht | 50–61 kg/mm ² |
| Eisendraht | 40–70 kg/mm ² |
| Stahldraht | 60–90 kg/mm ² |
| Lederriemen | 5 kg/mm ² |
| Ramieriemen | 8,2 kg/mm ² |

Aus diesen Zahlen geht ohne weiteres hervor, daß Pflanzenfasern, besonders aber in Ranken, einer Zugspannung gewachsen sind, die nahe an die Werte für Metalldrähte herankommt. Wer Lust am Experimentieren hat, probiere einmal die entsprechenden Zahlen für Bastfasern zu bestimmen, etwa für den gewöhnlichen Gärtnerbast. Auch bei solchen Experimenten staunt man immer wieder über den hohen Grad von Festigkeit, den die Pflanzen erreichen. Dr. M. Frei-Sulzer, Thalwil