Experimentelle Untersuchungen über die Beschädigung der Blätter durch Wind.

Von **A. Hansen.**

Hiezu Tafel I.

Schon vor Veröffentlichung meiner Arbeit über die Vegetation der ostfriesischen Inseln 1901 [1]) hatte ich Vorbereitungen getroffen, der theoretischen Frage nach dem schädlichen Einflufs des Windes auf die Pflanzen experimentell näher zu treten. Es bedarf keines Hinweises, dafs die genannte Arbeit, wie andere Untersuchungen von einigen einfachen Beobachtungen ausgehend, eine kritisch vorbereitende ist, in welcher ich jedoch zeigen konnte, welche Folgerungen aus der Verfolgung der Beobachtungen sich ableiten lassen. Es ist heutzutage nicht möglich und auch nicht üblich, mit einer Veröffentlichung bis zum völligen experimentellen Abschlufs zu warten. Solches von einer Seite im vorliegenden Fall gestellte Verlangen ist daher ganz abnorm. Wenn ich meiner ersten Veröffentlichung nicht alsbald weiteres folgen liefs, so liegt der Grund in amtlichen Abhaltungen (durch das Universitätsrektorat 1901/02). Ich bin auch jetzt ungern daran gegangen, diese Mitteilung zu veröffentlichen und hätte sie lieber noch vervollständigt. Doch zwingt mich ein fortgesetzter Angriff zur Veröffentlichung, da ich so am besten weiterer Polemik, zu der ich zu meinem Bedauern gezwungen worden bin [2]), enthoben werde.

Die Ergebnisse meiner Versuche sind mit einigen begründenden Zusätzen folgende:

Wir haben hier in Gieſsen im Sommer häufigen Wind. So betrug z. B. die Zahl der völlig windfreien Tage im Juni und Juli 1901 nur drei. Sonst wurden Windstillen nur auf Stunden beobachtet.

---

1) Die Vegetation der ostfriesischen Inseln. Ein Beitrag zur Pflanzengeographie, besonders zur Kenntnis der Wirkung des Windes auf die Pflanzenwelt. Darmstadt 1901.

2) Englers Jahrbücher Bd. 31 Heft 4/5 und Bd. 32 Heft 2/3 (1903).

Ich durfte also hoffen, durch systematische Versuche eine klarere Antwort auf die Frage zu erhalten als durch bloſse Beobachtungen an der Seeküste, wo der Kochsalzgehalt der Luftströmungen, die Sonnenstrahlung, gelegentliches Sandtreiben etc. die Frage von Anfang an so kompliziert haben, daſs wohl mancherlei Meinungen in der Literatur mehr oder weniger ausführlich vertreten wurden, aber nicht völlig geklärt werden konnten. Wer ein wissenschaftliches Eindringen in eine Frage nicht für nötig hält, kann sich natürlich mit aus der Praxis bekannten, unter Umständen jedem Bauern bekannten Tatsachen begnügen. Deren liegen auch aus unseren Gegenden eine Reihe vor, doch würde mit der Anführung solcher ohne wissenschaftliche Absicht gemachten Notizen gar nichts gewonnen sein.

Um dem Problem, denn um ein solches handelt es sich, vorläufig näher zu kommen, wurden in einem Garten, der fast ständig dem Talzuge eines kleinen Flüſschens ausgesetzt ist, welches hier genau von NO. nach SW. flieſst, mehrere Weinstöcke so angepflanzt, daſs sie dem Angriff des Windes möglichst dauernd unterlagen.

Die vorherrschenden Winde sind hier im Sommer NO., SW., NW., die durchschnittliche Windstärke etwa = 2. So waren die Bedingungen für die Beobachtung gegeben. Um dem Winde eine möglichst groſse Blattmenge darzubieten, wurden die Pflanzen an einem 4 m hohen und ebenso breiten, ganz durchbrochenen Spalier gezogen; später wurde der eine Weinstock entfernt, nachdem der andere zur Bekleidung des Spaliers völlig ausreichte. So konnte der Wind auch bei wechselnder Richtung doch fortwährend wirken, bald von der einen, bald von der anderen Seite. Vorversuche hatten ergeben, daſs das Vorbeiströmen der Luft für die Austrocknungserscheinungen die günstigste Bedingung ist. Bloſser Stoſs des Windes auf eine an fester Wand wachsende Pflanze ist häufig unschädlicher, unter Umständen auch wirkungslos, weil die Wand den Windstrom sofort zurückwirft. Das sind Verhältnisse, die bei der Beurteilung über lokalen Erfolg der Windwirkung auf Pflanzen zu berücksichtigen sind. Um den Versuch unter möglichst natürlichen Verhältnissen verlaufen zu lassen, wurde, nachdem der Wein bis anfangs Juni nach regenlosen Tagen begossen worden war, die Wasserzufuhr dem Regen überlassen. Das Wetter war insofern dem Versuch günstig, als 1901 und 1902 im Juni weniger Regen fiel als gewöhnlich, denn ich muſste nach den früheren Beobachtungen annehmen, daſs bei Verminderung der Wasserzufuhr und gröſserer Lufttrockenheit die Windwirkung um so deutlicher hervortreten würde. 1901 fielen im

Juni 43,6 mm Regen an neun Regentagen, 1902 31 mm an 11 Tagen, während der Durchschnitt der drei vorhergehenden Jahre 85 mm an 14 Regentagen betrug. Die Regenhöhe des Juli war 1901 normal, betrug aber 1902 ebenfalls nur die Hälfte des Durchschnittes. Doch ist die verminderte Regenhöhe nicht Bedingung für das Eintreten der Windschäden. Im Juni 1903 fielen 72,5 mm Regen, im Juli 66,2 mm, und die Windwirkung trat trotzdem auf.

Ende Juni begann sich an den fast stets vom Winde leicht bewegten Blättern eine Bräunung einzelner Zähne und Abschnitte des Randes zu zeigen und Ende Juli waren zahlreiche Blätter mit einem vollständigen Rande braunen vertrockneten Gewebes versehen. Die Blätter zeigten in ihren gesunden Teilen niemals auch nur zeitweilig ein Welken, sie waren sonst durchaus gesund und blieben es bis zum Herbst, da die Beschädigung bei dem relativ schwächeren Winde nur noch geringe Fortschritte machte und nicht, wie auf den Nordseeinseln, bis zum vollständigen Vertrocknen der ganzen Blätter führte. Nach photographischen Aufnahmen hergestellte Abbildungen liegen auf Tafel I vor; die Entwicklung der Bräunung ist in der Reihenfolge der Figuren gegeben.

Diese mit gleichem Erfolge mehrere Sommer wiederholten Beobachtungen bestätigen zunächst meine Angaben über die äufsere Erscheinung der eigentlichen Windwirkung in der Arbeit über die ostfriesischen Inseln, besonders zeigen sie, dafs die schädigende Wirkung des Windes, wenn er konstant ist, schon bei mäfsiger Stärke auftritt, dafs er, wie die bisherige Literatur annahm [1]), sich weder zum Sturm zu erheben braucht, noch dafs der Salzstaub der Luft oder Sandtreiben an der Seeküste die allgemeine Ursache der Blattbeschädigung seien. Ebenso wird widerlegt, dafs der Wind durch die Kälte wirke, denn bei meinen Versuchen handelte es sich um eine Mitteltemperatur von 14—16° C. Warming behauptet (u. a. in Englers Jahrbüchern l. c. pag. 32): „Wenn Kohl z. B. in seiner interessanten Abhandlung (‚Der Nordwestwind in den unteren Elb- und Weserlanden') schrieb, dafs der Nordwestwind gefährlich ist, so wird der Grund wahrscheinlich der sein, dafs er so kalt ist und den Erdboden abkältet."

Ich glaube nicht, dafs derartige, wie die meisten Behauptungen Warmings nicht auf eigenen Untersuchungen beruhende angeblich wahrscheinliche Ansichten von Belang sein können. Dasselbe gilt

---

1) Vgl. Kihlmann, Biolog. Schilderungen aus Russisch-Lappland.

von andern Warming'schen Zitaten, z. B. der gelegentlichen Angabe eines Arztes Dr. Friedrich in einer Medizinalzeitung, dafs die Windwirkungen nur nach heftigem Nordwest eintreten sollen und in der Hauptsache auf einem Vertrocknungsprozess der Belaubung der Bäume zu beruhen scheinen, der aber von dem Dr. Friedrich nirgends wissenschaftlich beobachtet wurde.

Diese Behauptungen sind teils wissenschaftlich ungenau, teils ganz unrichtig. Der Wind wirkt nach meinen Untersuchungen auch aus andern Richtungen und ohne heftig zu sein.

Die oben mitgeteilten Versuche mit Vitis geben anstatt der zahlreichen Meinungen über Wahrscheinliches und Mögliches eine klare Antwort auf die Frage nach der Windwirkung. Schon ein konstanter Wind mäfsiger Stärke ruft an Blättern ganz charakteristische Beschädigungen der Gewebe hervor, welches endlich braun und vertrocknet erscheint. An den Küsten steigern sich diese Erscheinungen entsprechend der Intensität des Windes und können dort in kürzerer Zeit als im Binnenland zur völligen Vernichtung der Blätter führen. Die Beobachtungen beseitigen die von Warming jedoch ohne jede Begründung geäufserte Behauptung, die Ursache der Blattränderung könne auch eine andere als der Wind sein. Ich habe, um hier sicher zu gehen, die Weinblätter mit völlig negativem Resultat auf Parasiten untersucht. Andererseits bestätigen die Versuche einige Beobachtungen über Blattbräunungen, die gelegentlich mitgeteilt wurden, ohne mehr als die Vermutung aussprechen zu können, es handle sich hier um Witterungsschäden. Ich behalte mir Literaturangaben vor.

Natürlich sind diese Beobachtungen an Vitis einfache Versuche und man kann auch hier wieder sagen, das kann jedermann machen. Ich selbst halte diese Versuche nicht für Experimente im Sinne der modernen Pflanzenphysiologie und habe sie nur in dieser Form angestellt, um zu erfahren, ob eine experimentelle Verfolgung der Frage überhaupt möglich und aussichtsvoll sei. Das läfst sich aus der bis heute vorliegenden Literatur, die nicht im geringsten auch nur die Richtung eines richtigen experimentellen Vorgehens andeutet, nicht beantworten.

Praktisch haben aber auch diese im Freien angestellten Versuche einige Bedeutung.

In neuerer Zeit spielt die Beschädigung der Blätter in der Nähe von industriellen Anlagen eine grofse Rolle. Die Industrie wird vielfach bedrängt durch Klagen der Anwohner über Rauchbeschädigung von Pflanzen und obgleich meiner Ansicht nach schon die nachweisbare Schädigung oder Belästigung von Menschen ausreichend sein

sollte, solche Klagen zu begründen, wird, wie ich als Experte bei Prozessen mehrfach erfahren habe, fast immer die Schädigung der Vegetation als letzter Trumpf von klägerischer Seite ausgespielt.

So schlagend nun auch bei Hüttenwerken und solchen Anlagen, die nachweisbar durch schädliche, meist saure Gase aus ihren Schornsteinen die Luft verunreinigen, die Schädigungsursachen zu erkennen sind, so schwierig ist das bei industriellen Anlagen, wie manchen chemischen Fabriken und andern, deren Rauchentwicklung oft nur von Feuerstätten im gewöhnlichen Sinne herrührt. Wenn in solchen Fällen aus dem Verhalten der Vegetation auf Rauchbeschädigung geschlossen werden sollte, so war das Urteil, da man die Windwirkung gar nicht berücksichtigt hat, bisher ein unklares, unter Umständen falsches. Fast alle Beschädigungen der Blätter geben sich als Bräunungen zu erkennen, seien die Ursachen nun Frost oder Parasiten oder Rauch. Waren Frost oder Parasiten ausgeschlossen, so wurden häufig schon kleine Bräunungen der Blattränder von den sog. Sachverständigen als Rauchschäden einer Fabrik bezeichnet, was ich selbst erlebt habe, vorwiegend, weil die Schäden in der Windrichtung von den Fabrikschornsteinen her auftreten. Dafs der Wind selbst Schaden anrichten kann, ist bis dahin gar nicht beachtet worden, und ich glaube, die Praxis auf Grund meiner Beobachtungen auch in dieser Hinsicht auf die Windschäden an Blättern aufmerksam machen zu sollen, da die Frage nach der Rauchbeschädigung keine unbedeutende Rolle spielt.

Ein genauerer Einblick in die Wirkung des Windes auf Pflanzen und eine schärfere Antwort auf eine Menge von Nebenfragen, die sich nur auf diesem Wege lösen lassen, liefs sich nur von einem exakten Laboratoriumsexperiment erwarten.

Ich habe in meiner ersten Arbeit ausführlich einige Versuche von Kihlmann hervorgehoben, die dieser anstellte, um seine interessanten Beobachtungen in Russisch-Lappland theoretisch zu begründen. Warming hält diese Versuche für ausreichende experimentelle Beweise für die schädigende Windwirkung, um weitere Beobachtungen ganz überflüssig zu machen. Ich bin dieser Ansicht nicht. Es handelt sich natürlich darum, das Experiment so zu gestalten, dafs die reine Windwirkung beobachtet werden kann. Das ist nun von Kihlmann, der vor allem die kombinierte Wirkung von Bodenkälte und Wind beobachten wollte, gar nicht geschehen. Weder in seinen Versuchen mit welkenden Kürbispflanzen, noch bei seinem Versuch am Kaminfeuer wurde die Windwirkung beobachtet. Im

ersten Falle waren die Wurzeln durch Eis abgekühlt und die Pflanzen gleichzeitig der vollen Einwirkung der Sonne und des Windes ausgesetzt; im zweiten Fall hat Kihlmann an Stelle des Windes die Wirkung strahlender Wärme beobachtet. Diese bringt freilich ähnliche Ränderungen der Blätter hervor wie der Wind, aber das tun auch andere Ursachen und man ist wohl kaum berechtigt, die Wirkung eines Kaminfeuers, d. h. strahlende Wärme, einfach der Windwirkung gleichzusetzen. Bei Kihlmanns Versuchen mit Kürbispflanzen wurde zwar das Welken der Blätter, aber gar nicht die Windwirkung selbst, d. h. das Entstehen der charakteristischen braunen Blattränder beobachtet. Ich habe in meiner Arbeit über die ostfries. Inseln pag. 64 gesagt: „In Kihlmanns Versuchen spielt also die niedere Temperatur des Bodens und der Pflanzenorgane eine grofse Rolle, das Vertrocknen der Pflanzenteile wird mehr theoretisch abgeleitet als beobachtet.“ [1]) Das ist eine um so unanfechtbarere Beurteilung, als ich gleichzeitig hinzufügte, dafs ich die Ansichten Kihlmanns für durchaus richtig halte. Ich zweifle gar nicht, dafs ein Forscher wie Kihlmann ganz genau ebenso über seine eigenen Versuche urteilen würde. Wenn ich hier Kihlmanns Versuche so genau auf ihre Tragweite prüfe, so geschieht es nicht, um diese, noch viel weniger die unersetzlichen Beobachtungen dieses Forschers herabzusetzen. Die von Warming aufgestellte Behauptung, ich hätte Kihlmann „ignoriert“ und „eliminiert“, zwingen mich allein dazu, meine Meinung ganz bestimmt dahin auszusprechen, dafs Kihlmanns Versuche nichts bewiesen haben, als dafs Pflanzen, deren Wurzeln durch Eis abgekühlt sind, unter gleichzeitiger Einwirkung von Sonne und Wind welk werden und dafs Blätter in nächster Nähe eines Kaminfeuers austrocknen können, was übrigens auch ohne Versuch kaum bezweifelt worden wäre.

Demnach liegen irgendwelche Experimente über reine Windwirkung überhaupt in der genannten Arbeit nicht vor. Es ist noch gar nicht der Versuch gemacht worden, den Wind ins Laboratorium zu tragen und dort an Versuchspflanzen seine Wirkung zu beobachten. Ich habe mir sogleich nach meinen Beobachtungen auf Borkum die Frage vorgelegt, wie das am besten zu erreichen sei, und nach mancherlei Vorversuchen, die hier gleichgiltig sind, einen Apparat konstruiert, den ich kurz als „Windapparat“ bezeichnen will. Er ist aus Eisen

---

1) Ich hätte mit Recht sagen können, „ist überhaupt in den Versuchen nicht beobachtet“.

gebaut und besteht aus zwei miteinander verbundenen Kammern. In der einen bewegt sich das motorische Rad, in der andern das Windrad von jenem bewegt. Als Kraft wurde Wasser benützt und so ein intensiver, ununterbrochen aus einem weiten Mündungsrohr austretender Luftstrom erzeugt, der imstande ist, Tag und Nacht zu wirken. Seine Stärke ist so, dafs die Blätter ziemlich stark bewegt werden und entspricht ungefähr einer Zahl zwischen 1 und 2 der Beaufort'schen Skala. Die Abbildung des Apparates wird später erfolgen.

Mit diesem Apparat habe ich Versuche angestellt, von denen ich einige hier mitteile.

I. Ein Topf mit drei jungen, gesunden Tabakpflanzen mit zusammen 26 Blättern wurde vorm. 9 Uhr vor dem Windapparat aufgestellt und dieser in Gang gesetzt. Lufttemperatur 22° C. Am nächsten Tage um 9 Uhr vorm. zeigten vier Blätter, jedoch nur an den Rändern, bräunliche Flecken, die durch den anhaltenden Luftstrom entstanden waren. Eine gegenseitige Reibung der Blätter konnte nicht stattfinden. Am folgenden Tage, wieder nach 24 Stunden, waren vier weitere Blätter beschädigt, besonders stark ein älteres an der Spitze. Dem bloſsen Auge erscheinen diese Stellen als leichte Bräunungen. Der übrige Teil der Blattspreiten war völlig gesund und zeigte keine Spur von Welken. Die Versuchspflanzen wurden zweimal schwach begossen in dem Maſse, dafs die Erde feucht war.

Der Erfolg dieses Versuches beweist, dafs die Deutung, die ich diesen zuerst im Binnenlande in mäfsiger Ausdehnung, später an der Seeküste im Extrem beobachteten Blattschäden gab, richtig ist.

II. Die bei dem ersten Versuch benutzten jungen Pflanzen mufsten im Frühjahr im Glaskasten herangezogen werden. Wenn auch das Resultat keine andere Deutung zuläfst, so war die Empfindlichkeit der Blätter möglicherweise für das schnelle Eintreten der Wirkung mafsgebend und erstere sicher gröfser als bei im Freien kultivierten und kräftiger herangewachsenen Pflanzen. Daher wurden weitere Versuche mit kräftigen, ganz im Freien erwachsenen Topfpflanzen von Tabak angestellt. Ich führe nur einen statt mehrerer an. Eine Pflanze, deren ältere Blätter 40—42 cm lang und bis 19 cm breit waren, wurde am 14. Juli 9 Uhr vor dem Apparat aufgestellt. Am 19. Juli, nachdem der Wind fünf Tage und vier Nächte ununterbrochen auf die Versuchspflanze eingewirkt hatte, begann sich an den ältesten beiden Blättern die Bildung trockener Stellen am Blattrande zu zeigen. Die Pflanze wurde am 19. Juli begossen und der Versuch fortgesetzt; am 22. wieder begossen. Da wegen der Gröfse

der Pflanze nicht alle Blätter vom Luftstrom getroffen werden konnten, wurde die Pflanze gedreht, um auch andere Blätter vor den Wind zu bringen. Am 26. Juli hatten die beiden älteren Blätter, die noch vom Windstrome mit betroffen wurden, einen vollständig trockenen Rand. Aber ein jüngeres, noch aufrecht stehendes Blatt hatte eine völlig trockene Spitze erhalten. Die allerjüngsten Blätter waren noch intakt. Nach diesen Versuchen werden die ausgebildeten Blätter am ersten ergriffen und die jüngeren leisten offenbar gröfseren Widerstand, was durch spätere Versuche noch aufzuklären ist. Zu den Versuchen ist im allgemeinen zu bemerken, dafs die Stellung der Pflanze zum Windrohr nicht von vornherein Aufschlufs über die Reihenfolge der Wirkung geben kann. Ein Blatt, welches den Windstrom wegen seiner Stellung auffängt, leitet denselben auf tieferstehende ab, so dafs diese oft lebhafter bewegt werden als jenes. Dem entspricht es dann, dafs zuweilen ein vom Windrohr entfernteres Blatt früher Ränderungen zeigt als das nähere. Natürlich können auch individuelle, nicht kontrollierbare Verschiedenheiten der Blätter mit in Betracht kommen.

Um festzustellen, ob der Luftstrom ganz lokal wirke, wurde von einer Tabakpflanze ein kräftiges Blatt von 43 cm Länge und 20 cm gröfster Breite mit dem Rande dicht vor das Windrohr gebracht, so dafs nur der Rand getroffen wurde. Nach 14 Tagen war hier langsam an drei unterbrochenen Stellen des Blattrandes das Gewebe in der Gröfse von etwa 1 □ cm vertrocknet. Die übrige Blattfläche war ganz gesund und unverändert geblieben.

Das Ergebnis dieser Versuche stimmte also mit den Versuchen im Freien sowohl wie mit den Beobachtungen unter natürlichen Verhältnissen darin überein, dafs die Windwirkung stets als eine charakteristische Beschädigung der Randpartien der Blätter erscheint. Bei anderen Versuchen entstanden gelegentlich auch auf der Spreite eines Blattes trockene Flecken, aber immer auch diese nahe dem Rande, niemals in der Nähe der Mittelrippe. Stets beginnt die Vertrocknung der Gewebe in der Nähe der dünnsten Blattnerven.

Aufser mit Tabak wurde mit Sicyos angulatus experimentiert, einer Pflanze mit sehr dünnen Blättern. Eine vorher stark begossene Pflanze wurde am 27. Juli um 11 Uhr vorm. an den Apparat gebracht. Am 30. zeigte ein dem Winde am stärksten ausgesetztes Blatt eine trockene Spitze, nachmittags desselben Tages ein zweites Blatt Eintrocknen des Randes, bis zum 4. August, also nach neun Tagen, noch vier Blätter das gleiche. Die Pflanze wurde durch Begiefsen alle drei

Tage reichlich mit Wasser versorgt. Auch bei Sicyos zeigten die Blätter trotz ihrer Zartheit keine Spur von Welkwerden. Es fiel hier ebenso wie bei den Tabakpflanzen eine gewisse Resistenz der Blätter gegen den Angreifer deutlich in die Augen. Es handelt sich nicht um ein schnelles, ganz passives Austrocknen der Blätter, sondern vielmehr um einen langdauernden Kampf derselben mit dem Winde. Über die Verschiedenheit dieser Dauer bei verschiedener Windstärke und bei verschiedenen Arten können erst spätere Versuche genauere Angaben bringen.

Die Resultate, die mit diesem Windapparat erlangt wurden, lassen sich vorläufig dahin zusammenfassen, dafs der Wind nur an den Blättern und zwar im Beginn örtlich bestimmte Gewebezerstörungen hervorruft. Kleine Gewebekomplexe am Rande neben den dünnsten Gefäfsbündeln vertrocknen. Zunächst bleiben die vertrockneten Stellen meistens grün, zuweilen erscheinen sie hellbraun. Kultiviert man eine windbeschädigte Pflanze am Lichte weiter, so nehmen die vertrockneten Stellen allmählich eine braune Farbe an. Diese Bräunung des ganzen Gewebes ist demnach eine durch Luft und Licht verursachte sekundäre Erscheinung. Ich vermute, dafs es sich hier um die gleichen Oxydationserscheinungen handelt wie bei der Bräunung der im Herbst abfallenden Blätter, die zuerst gelb (oder rot) sind und erst nach dem Vertrocknen am Boden die bekannte braune Farbe annehmen. Es ist, nachdem sich die Windwirkung so gut charakterisieren läfst, jedenfalls falsch, dieselbe mit übermäfsiger Transpiration der Blätter zu vergleichen und damit erklärt zu halten, wie dies rein deduktiv versucht worden ist.[1]) Die Unrichtigkeit dieses Vergleichs ergibt sich aus dem Verhalten abgeschnittener Blätter, die sich zunächst ganz verschieden untereinander beim Vertrocknen verhalten. Ein abgeschnittenes Blatt von Acer platanoides z. B. welkt zunächst und vertrocknet dann, vollständig grün bleibend, ohne jede Randbildung. Abgeschnittene Tabaksblätter welken nach einigen Stunden. Nach Tagen sind sie noch nicht vertrocknet, bedecken sich aber auf der ganzen Fläche mit zahllosen dunklen Flecken. Langsam gibt das Blatt sein Wasser ab und vertrocknet endlich gleichmäfsig. Niemals entstehen am Rande trockene Partien, die den vom Winde am lebenden Blatte erzeugten gleichen.

Die auf rein deduktivem Wege gewonnenen Ansichten Warmings über Windwirkung in dessen Lehrbuch der ökol. Pflanzen-

---

1) Warming, Englers Jahrb. Bd. 32 pag. 33.

geographie II. (deutsche) Aufl. pag. 41 stimmen mit diesen Ergebnissen nicht überein. Es heifst dort: „Die Wahrheit ist wahrscheinlich, dafs besonders die durch den Wind hervorgerufene Verdunstung, also die Austrocknung, der Grund sei.“ [1])

Dieser Satz bedeutet, von seiner ganz allgemein und alldeutigen Ausdrucksweise abgesehen, eine Vermischung physiologischer Vorstellungen und Begriffe mit physikalischen. Man kann unmöglich sagen Verdunstung also Austrocknung, da beides etwas ganz Verschiedenes bedeutet. Äufsere Einflüsse, welche das Austrocknen feuchter Stoffe bewirken, wirken auf die Transpiration der Organe ganz anders ein, weil die regulatorischen Einrichtungen der Pflanze in Wirkung treten. Man kann also die Verdunstung der Blätter nicht mit dem Austrocknen eines feuchten Stückes Filtrierpapier vergleichen. Die Folge übermäfsiger Verdunstung der Blätter ist Welken, und dies kann wieder rückgängig gemacht werden. Das Austrocknen ist ein rein physikalischer Vorgang, dem tote Blätter natürlich ebenso anheimfallen wie feuchtes Papier. Das Austrocknen der Blätter ist eine Folgeerscheinung des Absterbens und kann nicht wieder rückgängig gemacht werden. Demnach ist es nicht wissenschaftlich, zu sagen „Verdunstung, also Austrocknung“. (Vgl. auch Pfeffer, Handbuch, II. Aufl. I pag. 226.)

Die von mir oben berichteten vergleichenden Beobachtungen über Windwirkung und Vertrocknen von Blättern ergaben, dafs beides sehr verschieden ist, und ist daher die Meinung, der Wind trockne die Blätter aus, wie er Wäsche austrocknet, nicht annehmbar. Aber auch die in unklarer Weise mit dieser Ansicht vermengte zweite, die Windwirkung beruhe auf übermäfsiger Verdunstung, wird durch meine Versuche nicht bestätigt.

Warming deduziert pag. 41 seines Lehrbuches (II. Aufl.) das Folgende: „In ruhiger Luft werden die der Pflanze zunächst angrenzenden Luftteile dampfreich und die Verdunstung wird gehemmt. Durch die Luftbewegung werden sie beständig weggeführt und neue, weniger dampfreiche, kommen mit den Pflanzenteilen in Berührung. Selbst wenn die Luft sehr reich an Wasserdampf ist, wird ihre ununterbrochene Erneuerung eine starke Verdunstung herbeiführen.[2])

---

1) In Englers Jahrbüchern pag. 33 l. c. heifst es: „Als Hauptfaktor wird immer und überall eine übermäfsige Transpiration zu betrachten sein, selbst wenn andere Faktoren mitspielen.“

2) Das ist bei Organen noch fraglich.

Je trockener die Luft und je stärker der Wind ist, desto stärker wird selbstverständlich die Austrocknung werden. Durch diese Verdunstung werden das Längenwachstum der Sprosse und der Blätter gehemmt (Zwergwuchs), viele Blätter und ganze Sprosse getötet, so dafs unregelmäfsige Verzweigung eintritt, und hierdurch werden alle beobachteten Erscheinungen ungezwungen erklärt."

Diesen Ausführungen liegen weder Versuche noch genauere Beobachtungen zugrunde. Es kommt natürlich nicht darauf an, ob alles ungezwungen erklärt werde, was Warming sich mehrfach in freilich anfechtbarer Weise in seinem Lehrbuch zur Aufgabe stellt, sondern dafs die Erklärungen begründet sind. Das ist aber weder bei der angeblichen Hemmung des Längenwachstums, noch bei den andern Erscheinungen der Fall. Nichts ist beobachtet, nichts durch Versuche festgestellt. Überdies ist der erste Teil der obigen Ausführungen nichts weiter, als eine Wiedergabe aus Pfeffers Pflanzenphysiologie [1]), wo es heifst, dafs bewegte Atmosphäre die Verdampfung steigert, da sie bewirkt, dafs die durch Transpiration der Pflanze dampfreicher werdenden Luftschichten schnell durch relativ trockene Luft ersetzt werden mufs.

Diese also längst bekannte Steigerung der Transpiration durch den Wind wird noch vermehrt durch die Erschütterung, welche die Blätter erleiden. Baranetzky hat 1872 [2]) nachgewiesen, dafs bei den fast unaufhörlichen Stöfsen und Erschütterungen, welchen die besonders so leicht beweglichen Pflanzenblätter von den Winden ausgesetzt sind, sich die Luft der Interzellularräume der Blätter beständig und vollkommen erneuern kann." Warming hat offenbar diese und andere einschlägige Untersuchungen übersehen, da er (Englers Jahrb. Bd. 32 Beiblatt 71 pag. 33) angibt, es sei noch unentschieden, welche Wirkung das Schütteln der Blätter durch den Wind auf die Transpiration habe.

Aber möge der Wind noch so sehr die Transpiration steigern, so wird diese doch niemals so stark, dafs die von mir beschriebenen charakteristischen Windwirkungen von ihr verursacht werden. Nach meinen Erfahrungen wird die Transpiration durch den gewöhnlichen Wind in unseren Breiten selten so gesteigert, dafs die Blätter welken, geschweige denn, dafs sie unmittelbar vertrockneten. Das von Kihlmann beobachtete Welken junger Blätter bei heftigem

---

1) 1. Aufl. I pag. 147. 2. Aufl. pag. 230.

2) Botan. Zeitung 1872 pag. 65.

kalten Winde in Lappland ist, wie aus seinen Angaben (Pflanzenbiolog. Studien pag. 91) hervorgeht, eine kombinierte Wirkung von Bodenkälte, kalter Luft, Abkühlung der Organe und Wind. In den nicht-arktischen Gegenden tritt die Windwirkung in reiner Form hervor, wie ich sie auf experimentellem Wege demonstriert habe. Die Versuche mit dem Windapparat widerlegen direkt die Ansicht von „der übermäfsigen Transpiration“ der Blätter. Diese bleiben vielmehr auch bei lange dauernder Windwirkung völlig turgescent, der Wind bewirkt nur das partielle Vertrocknen der Gewebe vom Rande aus und zwar in einer eigentümlichen Weise, die mit der Transpiration nicht zusammenhängen kann.

Die Entstehung der vertrockneten Stellen an der Peripherie der Blattnervatur kann nicht anders verstanden werden, als dafs ganz lokal die Wasserzuführung zum Mesophyll aufhört, während die Wasserversorgung der übrigen Blattlamina normal bleibt. Die mikroskopische Untersuchung der beginnenden Blattränderungen ergibt, dafs das Mesophyll kollabiert, aber nicht lufthaltig ist. Vielmehr erscheint das trockene Gewebe durchsichtig, wie injiziert. Der Inhalt des Mesophylls ist deformiert, die Chlorophyllkörner nicht mehr deutlich zu erkennen. In manchen Zellen zeigt das Protoplasma schwach bräunliche Körnchen. Bemerkenswert aber ist, dafs die Leitbündel der affizierten Stellen stark braun gefärbt sind. Die Grenze von gesundem und durch den Wind vertrocknetem Gewebe fällt scharf zusammen mit der Braunfärbung der hier durchziehenden Leitbündel, welche im gesunden Gewebe farblos sind. Die Gefäfsbündel werden offenbar von dem Winde auffallend verändert. Mir scheint die Sache so zu liegen, dafs die dünnen Gefäfsbündel durch den Luftstrom zuerst ihres Wassers beraubt und dadurch so verändert werden, dafs sie das Wasser nicht mehr leiten. An dieser Stelle vertrocknet infolgedessen das Mesophyll. Da die Blattnerven zwischen dem Mesophyll blofs liegen, so sind sie dem Angriff des Windes unmittelbar zugänglich und die dünnsten an der Peripherie werden zuerst vertrocknen, so dafs hier das Vertrocknen des Mesophylls beginnt. Bei einer anderen Annahme erscheint mir das Vertrocknen der Blätter vom Rande her nicht verständlich. Wollte man annehmen, der Wind griffe das Mesophyll direkt an, dann wäre nicht zu verstehen, warum der Vertrocknungsprozefs nicht auch mitten auf der Lamina beginnen sollte. Nach dieser Auffassung, welche sich nicht durch Diskussion, sondern nur durch weitere Versuche sicher stellen läfst, handelt es sich also um einen direkten Angriff des Windes auf das Leitungsgewebe der

Blätter, und nicht um eine zum Übermafs gesteigerte Transpiration. Die Windwirkung verursacht vielmehr eine Unterbindung der Transpiration. Der Transpirationsstrom wird abgeschnitten. Das ist ziemlich das Gegenteil anderer Ansichten.

Die Versuche sollen selbstredend mit den verschiedensten Objekten fortgesetzt werden. Da sie nur im Sommer mit brauchbarem, zum gröfsten Teil sorgfältig heranzuziehendem Pflanzenmaterial angestellt werden können, so läfst sich dies Thema nicht in einer einzigen Mitteilung erschöpfend behandeln und ich darf wohl ohne Unbescheidenheit bis zum völligen Abschlufs dieser Untersuchungen auf etwas Geduld rechnen.

Inzwischen habe ich an verschiedenen Orten die natürlich auftretenden Windwirkungen in ihrer charakteristischen Art überall wiederkehren sehen, überall bei uns, aber auch an der mediterranen Küste. Besonders bemerkenswert ist die Ile St. Honorat bei Cannes. In dem Walde, mit dem sie bestanden ist und der aus Pinus halepensis mit eingestreuter Quercus Ilex und angepflanztem Cupressus horizontalis besteht, ist die mechanische Wirkung der hier zu Zeiten herrschenden heftigen Winde und Stürme wie kaum irgendwo an einem ganzen Walde zu beobachten. Er bietet einen ganz ungewöhnlichen Anblick.[1]) Alle Stämme sind verbogen und verdreht. An der Südseite besonders sind viele Stämme tief herabgebogen und wachsen so weiter. Hier sowohl, wie auch auf den Klippen der Riviera selbst, fand ich den Windschaden auch an den Nadeln von Pinus deutlich ausgeprägt.[2]) Auch Koniferennadeln sind trotz ihres xerophilen Baues schutzlos gegen stärkeren Wind. Die Nadeln werden von der Spitze an bis zu einem Drittel ihrer Länge braunrot gefärbt. Dafs ältere Nadeln weniger resistent erscheinen als junge, hängt mit den anatomischen Veränderungen zusammen, die die älteren Nadeln erleiden. Zunächst sind die jungen Nadeln durch ihre Scheiden geschützt, namentlich aber ist zu beachten, dafs die Spaltöffnungen der älteren

---

1) Ich habe natürlich diesen Wald nicht entdeckt, was ich der Vorsicht halber besonders bemerke. Dennoch glaubte ich darauf hinweisen zu dürfen, weil auch ausführliche Schilderungen von St. Honorat, z. B. diejenige von Strasburger in seinem hübschen Rivierabuche, dieses auffallenden Phänomens mit keinem Worte gedenken.

2) Von Helms ist erwähnt worden, dafs die Kiefer im Norden im Frühjahr vorwiegend an der Westseite rötliche Nadeln bekomme (zitiert von Warming, Englers Jahrb. 32. Bd., Beiblatt 71 pag. 34).

Nadeln verholzen und dann funktionslos werden[1]); sie schliefsen sich dann nicht mehr und der Eintritt der trocknenden Luft kann ungehindert stattfinden. Da die beiden Gefäfsbündel an der Spitze im Transfusionsgewebe endigen, so beginnt auch von hier die Hemmung der Wasserzufuhr durch Austrocknen und das Nadelgewebe stirbt von oben nach unten ab.

Auf der Insel sind in dem Klostergarten für die Kulturgewächse primitive Schutzwände von Arundo Donax gegen den Wind hergestellt. Auch fängt man an, Cupressus horizontalis in Reihen anzupflanzen, die ihre Front gegen den Wind richten. Mit welchem Erfolg bleibt abzuwarten. Doch werden diese lebenden Wände immerhin eine geraume Zeit Schutz gewähren.

Von Interesse ist, dafs gerade an der exponierten Südseite der Insel sich dichte Macchiagebüsche ansiedeln, die offenbar dem Winde kräftig widerstehen. Das häufige Auftreten der Macchia als Strandformation der Inseln des Mittelmeergebietes, z. B. der dalmatinischen Inseln, auf Korsika etc., scheint mir nicht mit einer Halophilie der Macchiapflanzen zusammenzuhängen. Dem widerspricht, dafs sie besonders in Spanien auf die Berge steigen. Von den Anhängern der Halophilie werden sie auch inkonsequenter Weise nicht zu den Halophyten, sondern zu den Xerophyten gerechnet. Es scheint mir aber die Resistenz gegen den Wind bei der Macchia am besten das Vorkommen in solchen Massen am Strande zu erklären, und dies darf wohl um so mehr hervorgehoben werden, als über diese Formation nur dürftige ökologische Angaben vorliegen. Warming beschränkt sich in seiner ökologischen Pflanzengeographie (II. Aufl. pag. 286) wesentlich auf die Anführung der bekannten floristischen Zusammensetzung der Macchia, stellt sie zu den Xerophytenvereinen und charakterisiert sie als eine öde, unfruchtbare, nicht nutzbare Formation. Das letztere ist freilich nur eine subjektive Ansicht. Zur Zeit der Blüte ist die Macchia sehr anziehend; ich brauche zur Bestätigung nur auf Strasburgers lebendige Schilderung (Riviera pag. 89) hinzuweisen.[2]) Auch ist die Macchia nicht ganz nutzlos, wird vielmehr in dem holzarmen Süden zur Herstellung grofser Mengen Holzkohle benutzt.

Absolut windbeständig sind auch nicht alle Macchiapflanzen. Ich fand z. B. bei Quercus Ilex einen Teil der lederartigen Blätter

---

1) Vgl. die Untersuchungen von A. Lemaire, De la Lignification de quelques membranes epidermiques. Annales sciences nat. Sér. VI, Tome XV. — G. Kraus, Pringsheims Jahrbücher 1866 Bd. IV. — Mahlert, Bot. Zentralbl. XXIII pag. 54.

2) Rickli nennt die Maquis in seinen korsikanischen Reiseschilderungen Geist und Herz erfreuend.

mit grofsen braunen Flecken am Rande und an der Spitze versehen; also auch die Sklerophyllen greift der Wind an.

Bemerkenswert sind an der Riviera auch die auf den von der Brandung umtosten äufsersten Klippen zuweilen wachsenden Myrtenbüsche, welche niedrige, halbkugelige Windpolster darstellen, die vom Winde wie glattgeschoren, übrigens reich beblättert daliegen. Sie bilden den Übergang zu den dünenförmig gestalteten Holzpflanzen, die ich, abgesehen von Norderney, auch in Spanien am Strande beobachtete (vgl. Ostfries. Inseln) und von denen auch Rickli in seinen korsikanischen Beobachtungen eine hübsche Abbildung bei Phillyrea gibt.

Es ist gewifs sehr merkwürdig, dafs die Pflanzen die Gewalt des Windes dadurch brechen, dafs sie ihm eine schiefe Ebene entgegenstellen, auf die er, ohne weiter zu schaden, ebenso hinaufläuft wie eine Wurfkugel, deren Anprall man durch eine aufsteigende schiefe Ebene beseitigt. Auch hier schafft der Wind, indem er selbst diese „Pflanzendüne“ aufbaut, die Schutzvorrichtung selbst.

Indem ich genötigt bin, diese Mitteilungen über neue Tatsachen vorläufig abzuschliefsen, gestatte ich mir noch einige Erörterungen anzuschliefsen, um Mifsverständnissen zu begegnen.

In meiner früheren Arbeit habe ich auseinandergesetzt, dafs der niedrige Wuchs der Pflanzen in windigen Gegenden ein Windschutz sei und dafs die Einheitlichkeit der Flora in ihrer Physiognomie daherkomme, dafs alle aufrechten Pflanzen, sofern sie keinen xerophilen Bau besitzen, durch den Wind ausgeschlossen würden.

Ob der Wind den niedrigen Wuchs selbst hervorruft, ist eine ganz andere Frage. Dieser Ansicht war Knuth, der übrigens die ganze Frage nur beiläufig gestreift hat, ohne Untersuchungen oder ausführlichere Beobachtungen anzustellen. Seine Meinung, der Wind bewirke niedrigen Wuchs und daher seien auf Sylt Pflanzen mit Blattrosetten häufig, ist eine blofs literarische. Ich habe mich in meiner Arbeit pag. 41 dagegen ausgesprochen, halte vielmehr den rosettenförmigen Wuchs für ganz unabhängig vom Wind entstanden, wenn er auch nun einen wirksamen Windschutz darstellt. Es ist ein Irrtum zu glauben, die Anpassung an eine äufsere Bedingung schlösse die Notwendigkeit in sich, dafs dieselbe Bedingung auch die Anpassung hervorgerufen habe. Das hat schon Goebel in einer Rede über die Anpassungserscheinungen bestimmt ausgesprochen.[1])

---

1) Goebel, Über Studium und Auffassung der Anpassungserscheinungen der Pflanzen. Festrede, München 1898, pag. 16.

Dagegen kann der Wind wohl in einzelnen Fällen das Zustandekommen der Anpassung begünstigen. Zweifellos ist der abnorme Wuchs von Bäumen in windigen Gegenden eine Anpassung. Sie ist aber eine mit Hilfe des Windes gewordene, der die Zweige soweit biegt, bis die neuen Triebe unter Schutz auswachsen können. Ebenso kann der Wind, der einen bedeutenden Druck auf den Boden ausübt, schief aufrecht wachsende Sprosse mehr zu Boden drücken und bei verholzenden Sprossen die endliche Richtung bestimmen.

Natürlich ist daraus nicht der Schlufs zu ziehen, alle Sprofsrichtungen seien durch den Wind bedingt. Es ist längst bekannt, dafs die verschiedensten Ursachen richtend wirken. Um so weniger verstehe ich die Aufforderung Warmings an Massart, doch seine Versuche mit Polygonum amphibium fortzusetzen, um mich zu widerlegen, weil ich gar nicht behauptet habe, dafs alle Sprofsrichtungen vom Winde herrührten.

Wohl aber bin ich der Ansicht, dafs auch da, wo der Wind nicht selbst richtend auf die Sprosse wirkt, er die Richtung indirekt unterstützen kann.

Warming sagt in seinem Lehrbuche II. Aufl. pag. 28 Absatz 3: Für den niedrigen Wuchs vieler Strandpflanzen könnten die Winde und Windrichtungen nicht bestimmend sein. Die Erklärung müsse wahrscheinlich in der verschiedenen Erwärmung gesucht werden, die den Pflanzen während ihrer Entwicklung vom Boden her zuteil würde, so dafs sie thermotropische Bewegungen ausgeführt hätten.

Diese Ansicht ist so allgemein und unbestimmt gefafst, dafs man damit gar nichts anfangen kann. Untersuchungen sind nicht angestellt. Infolgedessen kann nicht einmal angegeben werden, ob die hypothetischen thermotropischen Bewegungen positiv oder negativ sind. Da von einigen Pflanzen gesagt wird (Salix, Betula, Juniperus), sie erlangten zweifellos bei niederliegendem Wuchs eine gröfsere Wärmemenge, als wenn sie aufrecht wüchsen, so hat sich bei andern Autoren die Meinung entwickelt, positiver Thermotropismus veranlasse den niederliegenden Wuchs der Dünenpflanzen.[1])

Nach sehr eingehenden und in mehrfacher Richtung interessanten Untersuchungen von Vöchting[2]) liegen die Tatsachen jedoch wesentlich anders. Seine Beobachtungen an Mimulus Tillingii und anderen

---

1) Abromeit im Handbuch des deutschen Dünenbaues 1900 pag. 177.

2) Vöchting, Über den Einflufs niederer Temperatur auf die Sprofsentwicklung. Ber. d. d. bot. Ges. 1898 XVI 3.

Pflanzen ergaben, dafs die verbreitete Erscheinung, dafs Sprosse sich horizontal richten und dem Erdboden anliegen, abgesehen von einer Mitwirkung des Lichtes in erster Linie durch niedrige Temperatur (Psychroklinie) veranlafst wird. Diese Tatsache ist an Mimulus ausführlich experimentell festgestellt, bei einer Reihe anderer Pflanzen beobachtet worden. Vöchting nimmt an, dafs auch das Kriechen mancher Alpenpflanzen teilweise oder ganz auf den Einflufs niederer Temperatur beruht. Die Sache verhält sich demnach umgekehrt, wie Warming und andere annehmen. Nicht wegen der Erwärmung des Bodens schmiegen sich die Sprosse demselben an, sondern durch die Abkühlung. Nach Vöchtings Untersuchungen richten sich die Sprosse vielmehr bei einer Erwärmung auf. Auch durch neuere Untersuchungen an Kartoffeln[1]) wurde von Vöchting festgestellt, dafs sich etiolierte Sprosse, die aufrecht gewachsen waren, bei der Abkühlung horizontal richteten. Vöchting hat darauf hingewiesen, (l. c. pag. 81), dafs es wahrscheinlich sei, dafs die Tracht mancher Pflanzen der glazialen Region mit dem Einflufs der niederen Temperatur zusammenhängt. Auf die Dünenpflanzen geht er nicht ein, doch zweifle ich nicht, dafs auch hier äufsere Einflüsse für die Richtung mafsgebend sind. Diese Annahme ergibt sich aus den Untersuchungen von Lidfors[2]), die diejenigen von Vöchting in interessanter Weise ergänzen.

Vöchting hat unter Hinweis darauf, dafs manche Pflanzen, wie Salix retusa, herbacea u. a., in der höheren Temperatur der Ebene sowohl als auch in der niedrigen der Hochgebirge denselben kriechenden Wuchs zeigen, davor gewarnt, seine Beobachtungen zu verallgemeinern und angegeben (l. c. pag. 51), hier wirke vermutlich die intensive Beleuchtung auf die Richtung der Sprosse ein oder diese seien diageotropisch. Hier bringen nun die Untersuchungen von B. Lidfors erwünschte Aufklärung, welcher nachweist, dafs zahlreiche Pflanzen bei niederer Temperatur diageotropisch werden. Es entsprechen diese neuen Tatsachen den früheren Entdeckungen von Czapek und Oltmanns, dafs auch das Licht auf Sprofsrichtungen einwirkt, indem es den Geotropismus umstimmt und Diageotropismus hervorruft. Das ist von Czapek und Oltmanns bei Lysimachia Nummularia, Rubus caesius, Fragaria etc. nachgewiesen worden.[3])

---

1) Vöchting, Über die Keimung der Kartoffelknollen. Botan. Ztg. 1902.

2) Lidfors, Über d. Geotropismus einiger Frühjahrspflanzen. Jahrb. f. wiss. Botanik 1902 Bd. 38 pag. 344.

3) Czapek, Über Richtungsursachen der Seitenwurzeln und einiger plagiotroper Pflanzenteile. Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. W. CIV. Bd. 1. Abt. pag. 1197.

Ich verweise auf die interessante Abhandlung von Lidfors, wo an einer Reihe von Frühlingspflanzen, Holosteum umbellatum, Lamium purpureum, Veronicarten etc. die Hervorrufung des Diageotropismus durch niedere Temperatur bewiesen ist.

Dadurch werden Vöchtings Untersuchungen in so erwünschter Weise ergänzt, dafs man wohl eine Verallgemeinerung auf andere Fälle, also auch auf Dünenpflanzen unternehmen darf.

Dazu berechtigen Lidfors Untersuchungen umsomehr, als er auch die wichtige Beobachtung gemacht hat, dafs Salix herbacea im botanischen Gärten zu Lund bei der Kultur den kriechenden Wuchs aufgegeben hat und aufrecht wächst. Ebenso hat Saxifraga oppositifolia aufrechte Sprosse erzeugt.

Wenn ich diese Untersuchungen von Vöchting und Lidfors, die für die Erklärung der Pflanzenformen von grofser Wichtigkeit sind, hier für die von mir behandelte Frage über den Einfluſs des Windes auf die Formation heranziehe, so geschieht es deshalb, weil es zweifellos ist, dafs diese Wuchsformen den in den glazialen, alpinen und litoralen Gebieten wachsenden Pflanzen den unentbehrlichen Windschutz gewähren. Allein es ist ebenso begreiflich, dafs der Wind, der diese Anpassungen nicht selbst hervorruft, die Bedingungen fördert für ihr Zustandekommen. Er trägt in den genannten Gebieten wesentlich zur Abkühlung des Bodens bei, die die psychroklinen Erscheinungen hervorruft. Durch Verdunstung des oberflächlichen Bodenwassers im Winde wird so viel Wärme gebunden, dafs eine nachhaltige Erwärmung des Bodens ausgeschlossen ist, auch wenn zeitweise Insolation eintritt. Der Boden ist vielmehr eine bleibende Kältequelle. So schafft der Wind selbst die Bedingungen, die die Pflanze zwingen, ihre Schutzstellungen anzunehmen, und auf andere Weise wäre diese Regulierung auch nicht verständlich.

Über die alpinen Pflanzen äufsert M. Jerosch (Geschichte und Herkunft der schweizerischen Alpenflora, 1903) ganz auffallende Ansichten. Die Verfasserin hält es pag. 22 „für wichtig, dafs die Pflanzen unter austrocknenden und kalten Winden relativ wenig zu leiden haben, da die vorherrschende Windrichtung W., NW., SW. ist, welche wenig Feuchtigkeit bringt".

Dem ist zu entgegnen, dafs auch feuchte Winde austrocknend wirken, wie die Verhältnisse an der Seeküste lehren. Die Verfasserin

---

— Oltmanns, Über positiven und negativen Heliotropismus. Flora N. R. 83. Bd. pag. 1.

kennt offenbar die Alpen nur in der guten Jahreszeit und hat im Frühjahr oder Spätherbst keine alpinen Höhen besucht, wo die eisigen Winde sich nicht blofs in den nördlichen Alpen, sondern auch in den Südalpen ganz gewaltig bemerkbar machen. Die von beschneiten Gipfeln herunterwehenden Winde sind sowohl kalt als trocken. Demnach sind die Behauptungen der Verfasserin gänzlich einseitig. Noch auffallender ist der Satz pag. 24 des Buches: „Gerade für die alpine Region sind die Winde nur von untergeordneter und lokaler Bedeutung, schon weil hier Holzgewächse, die ihnen am schutzlosesten preisgegeben sind, mehr zurücktreten.“

Diese Ansicht ist auf das Entschiedenste zu bestreiten; sie zeigt aufs deutlichste, wie wenig man bisher dem Winde Einflufs auf die niedrige Flora zuschreibt. Diese wird über den Holzpflanzen ganz vergessen, und die Berechtigung, dafs ich in meiner ersten Arbeit ganz besonders darauf hingewiesen habe, kann nicht besser belegt werden als durch die zitierten Äufserungen von M. Jerosch.

Wenn der Mangel an Holzgewächsen die untergeordnete Bedeutung der Winde beweisen soll, so fehlt dafür bei Jerosch jede Begründung. Die Sache liegt gerade umgekehrt, die Holzgewächse fehlen, weil der Wind sie nicht aufkommen läfst; ihr Fehlen beweist die ungeheure Bedeutung des Windes in den baumlosen Alpenregionen.

Da Vöchting und Lidfors die biologische Wichtigkeit der Sprofsrichtungen in dem Schutz vor starker Transpiration, vor dem Erfrieren, vor Schneedruck sehen, so halte ich es für nötig, auf die Bedeutung dieser Formenbildung als Windschutz besonders hinzuweisen, was von beiden Forschern nicht geschieht. Der Wind wird gerade in dem von Lidfors besonders berücksichtigten nordischen Klima von wichtigstem Einflufs sein, weil er ein viel dauernderer Faktor ist als die anderen.

Ich habe demnach keine Veranlassung, auch nur einen Satz meiner Arbeit über die Vegetation der ostfriesischen Inseln abzuändern, vielmehr werden meine Ausführungen nicht nur durch die von mir mitgeteilten Versuche, sondern auch durch die zunächst nach ganz anderen Richtungen gehenden Untersuchungen anderer Forscher bestätigt.



Fig. 3

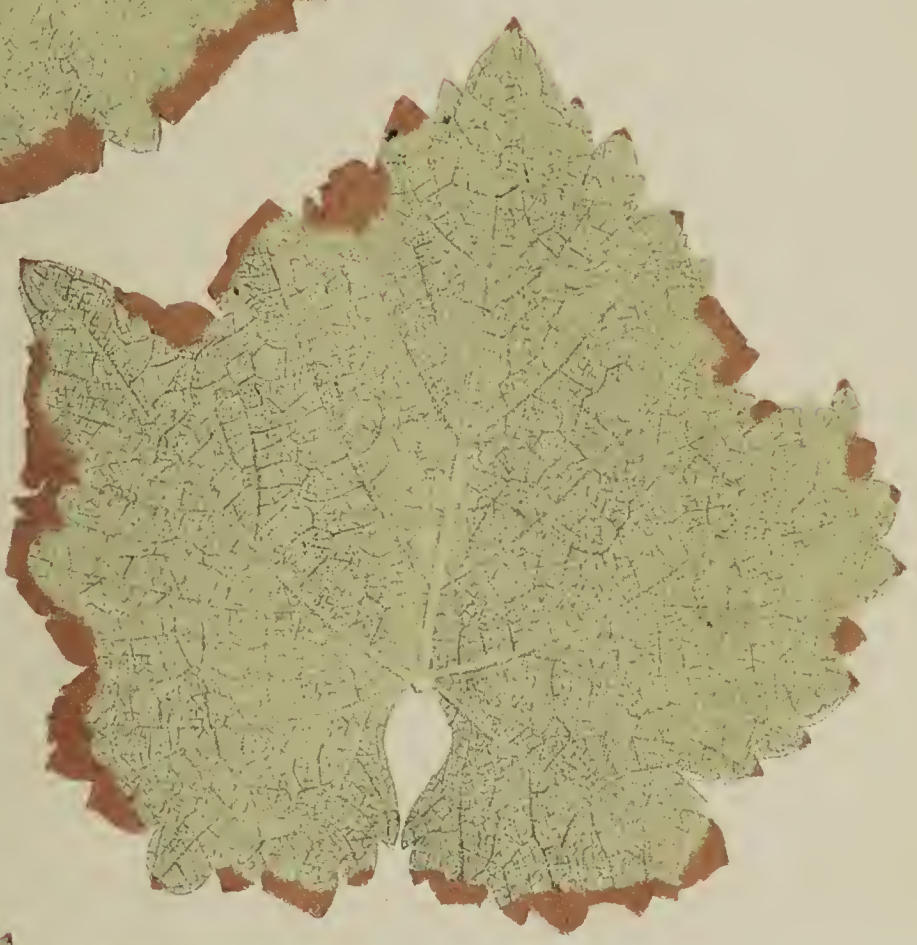


Fig. 2.



Fig. 1.

Lith. v. C. Bl. Jena. Druck v. E. Neupert.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: 93

Autor(en)/Author(s): Hansen Adolf [Adolph]

Artikel/Article: Experimentelle Untersuchungen über die Beschädigung der Blätter durch Wind. 32-50