

Die Einwirkung saurer Rauchgase auf Vegetation und Erdboden.

Von

Prof. Dr. A. Wieler,
Aachen.

Mit Tafel X und XI.

Die durch saure Rauchgase hervorgerufenen Schäden nehmen ihrer weiten Verbreitung wegen gegenüber anderen Rauchbeschädigungen das meiste Interesse in Anspruch; entwickeln sich doch aus jeder Kohlenfeuerung, also auch beim Hausbrand, die der Vegetation schädlichen Sauerstoffverbindungen des Schwefels, deren Gefährlichkeit allerdings von der Konzentration und der Dauer ihrer Einwirkung abhängt. Man spricht von akuten Schäden, wenn durch die einwirkende Säure sofort die Zellen der Blattsubstanz getötet werden¹⁾. Die abgestorbenen Blattpartien nehmen je nach der Natur der Inhaltsstoffe der Zellen weiße bis rotbraune Farben an. Die letzteren sind namentlich bei den Bäumen verbreitet. Dieselben Erscheinungen treten aber auch bei längerer Einwirkung geringerer Konzentrationen hervor; derartige Schäden bezeichnet man als chronische. Hierzu werden auch diejenigen gerechnet, bei

1) Vgl. hierzu und zum folgenden auch A. Wieler, Untersuchungen über die Einwirkung schwefeliger Säure auf die Pflanzen, Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1905.

denen keine Beschädigungen an den Blättern auftreten, sondern nur ein langsames Absterben der Bäume zu beobachten ist. Ihr Hinsiechen macht den Eindruck, als ob sie unter Wasser- und Nahrungsmangel litten, also unter einer vom Boden ausgehenden Wirkung ständen. Nur sehr unbefriedigend lassen sie sich aus einer Einwirkung der sauren Gase auf die Blätter erklären, und ganz unmöglich ist es, das Auftreten kleiner Rauchblößen um hohe Bäume, die Anhäufung unzersetzter Nadeln um die Fichtenstämme herum und die Entstehung der Rauchblößen in der Nähe der Hütten hieraus zu verstehen. Bei diesen Erscheinungen muß der Boden ausschließlich schuld tragen, und so ist es sehr möglich, daß er auch beim langsamen Absterben der Bäume mitwirkt oder ausschließliche Ursache davon ist. Da der Boden wie die Blätter von den sauren Gasen betroffen wird, kann er sich auch verändern, und er wird sich verändern, wenn die Basen, namentlich der Kalk, nicht in großen Mengen vorhanden sind. Wenn die niederfallende Schwefelsäure sich mit dem Kalk verbindet, so entsteht Gips, der in Wasser löslich ist und infolgedessen durch das Regenwasser ausgewaschen wird. Dadurch wird der Boden mit der Zeit kalkarm, und wenn er zu kalkarm wird, so ist es mit dem Pflanzenwuchs vorbei.

Sprechen mehrere Erscheinungen zugunsten der Auffassung, daß der Boden durch die niederfallende Säure entkalkt wird, und daß hierdurch die Bäume leiden, so fehlte es doch noch an einem sicheren Nachweis, daß es sich so verhält. Durch das Interesse, welches das landwirtschaftliche Ministerium dieser Frage entgegenbrachte, war ich in der Lage, sie experimentell im Clausthaler Rauchschaengebiet zu prüfen¹⁾. Die Blößen, die man

1) Eingehendere Angaben über diese Untersuchungen finden sich in A. Wieler, Pflanzenwachstum und Kalkmangel im Boden. Untersuchungen über den Einfluß der Entkalkung des Bodens durch Hüttenrauch und über die giftige Wirkung

hier beobachtet, die in der nächsten Nähe ganz frei von Vegetation sind, in etwas größerer Entfernung mit Heide und in noch größerer Entfernung mit Gras bewachsen sind, sollen nach der herrschenden Auffassung durch eine direkte Einwirkung der Säure auf die Blattorgane der Pflanzen entstanden sein. Da meiner Ansicht nach nur die Entkalkung des Bodens daran schuld hat, trug ich kein Bedenken, die Versuche an Ort und Stelle auszuführen. Die Versuchsanstellung war sehr einfach. Die Versuche begannen mit Herrichtung einer kleinen Versuchsfläche auf einem mit Heide bewachsenen Rücken (Hüttenkopf des Einersberges in der Oberförsterei Zellerfeld) in etwa 500 m Entfernung von der Hütte. Das Heidekraut wurde beseitigt. Nach der Bearbeitung und Düngung der einen Hälfte mit Kalk wurden Fichten ausgepflanzt und Lupinen ausgesät. Die letzteren kamen nur auf der gekalkten Parzelle. Die Fichten zeigten im ersten Jahre keine Unterschiede; nach drei Jahren waren sie aber auf der ungekalkten Parzelle tot, während sie auf der gekalkten ganz normal standen. Schon im zweiten Jahre war die erste Versuchsfläche aus verschiedenen Gründen vergrößert und mit Fichten bepflanzt worden. Außerdem wurden sehr verschiedene Leguminosenarten ausgesät, von denen die meisten nur auf den gekalkten Boden kamen. Soweit sie auf ungekalktem Boden wuchsen, waren sie kümmerlich, während sie auf gekalktem Boden gut standen. Abbildung 1 auf Tafel X zeigt links Exemplare von *Vicia villosa* von ungekalktem, rechts von gekalktem Boden.

Die auf dieser Versuchsfläche gemachten Erfahrungen geben der Annahme einer Entkalkung des Bodens recht. Es wurden nun noch drei weitere Versuchsflächen angelegt, und zwar in gleicher Richtung, aber in verschiedenen Entfernungen von der Hütte, um festzustellen, ob

sich das Wachstum der Pflanzen auf den ungekalkten Parzellen mit der Entfernung besserte. Die erste dieser Flächen wurde auf einem vollkommen kahlen, die zweite auf einem mit Heide und die dritte auf einem mit Gras bewachsenen Rücken bergerichtet. Die Entfernungen betrugen 500, 900 und 1300 m. Die Versuchsfelder selbst wurden in derselben Weise wie die erste bearbeitet, und auf ihnen wurde zunächst eine größere Anzahl von Arten ausgesät, von denen genannt sein mögen: Fichte, Kiefer, Krummholzkiefer, Buche, Eiche, Bergahorn und andere Baumarten, *Ulex europaeus*, Besenstrauch, Bohne und Lupinenarten. Später wurden mehrjährige Exemplare von Kiefer, Bergkiefer, Eiche, Bergahorn und Birke ausgepflanzt, da sich diese möglicherweise anders verhalten konnten als die Exemplare aus Saat.

Auf diesen Versuchsfeldern verhielten sich die Pflanzen im wesentlichen wie auf der Versuchsfeldfläche auf dem Hüttenkopf. Auf den gekalkten Parzellen kamen die Pflanzen alle gut, auf den ungekalkten kamen sie entweder gar nicht, oder sie kamen, aber hielten sich nicht lange, sondern starben meistens im Laufe des Sommers oder des folgenden Winters ab. Abbildung 2 auf Tafel XI führt Rotbuchen von den gekalkten Parzellen der drei Versuchsfelder vor. Die Pflanzen sind groß und kräftig. Dahingegen sind die in der Abbildung 1 der Tafel XI auf der linken Seite wiedergegebenen Rotbuchen von den ungekalkten Parzellen kümmerlich entwickelte Exemplare. Allerdings lassen sie erkennen, namentlich in der Ausbildung des Wurzelsystems, daß ihre Entwicklung sich mit der Entfernung der Fläche von der Hütte bessert. In der obersten Reihe sind Exemplare von der ersten, in der zweiten Reihe von der zweiten und in der dritten Reihe Exemplare von der dritten Versuchsfeldfläche abgebildet. Auch an den neben den Buchen von denselben Flächen genommenen Eichen erkennt man, daß das Wurzelsystem und die ganze Entwicklung der Eichen sich mit der Entfernung bessert. Bei diesen Eichen sind die Wurzeln sehr

lang, auch auf ungekalktem Boden, und hierin ist der Grund zu suchen, daß die Eichen nicht nur auf der ungekalkten Parzelle selbst der ersten Versuchsfläche hoch gekommen sind, sondern sich gegenüber anderen Pflanzen hier dauernd oder mehrere Jahre gehalten haben. Hiermit steht in gutem Einklang, daß erfahrungsgemäß von allen Bäumen die Eiche als Stockausschlag am dichtesten an die Hütte herangeht und sich hier am längsten hält. Auch bei einigen anderen Pflanzenarten bessert sich das Wachstum mit der Entfernung der Versuchsfläche von der Hütte. Wir werden demnach auch den Wechsel von Gras und Heide in der Umgebung der Hütte auf den verschiedenen Kalkgehalt im Boden zurückführen müssen.

Die ausgepflanzten Bäume verhielten sich analog den aus Samen gezogenen Gewächsen.

Auf den Versuchsflächen traten nach einiger Zeit auch die in der dortigen Gegend für Waldblößen charakteristischen Unkräuter auf, aber nur auf den ungekalkten Parzellen. Weder bei den wildwachsenden noch bei den Kulturpflanzen wurden an den Blättern Flecken beobachtet, die als Säureschäden angesprochen werden mußten, obgleich die Säure zu den Versuchsflächen gelangte, was sich daraus ergab, daß sich die schweflige Säure durch Destillation aus den Blättern erhalten ließ.

Worin es begründet ist, daß die Pflanzen auf den ungekalkten Parzellen kümmerlich kommen und meistens bald zugrunde gehen, ergibt sich, wenn man die Pflanzen aus dem Boden herausnimmt. Sie haben ein ganz kümmerliches Wurzelsystem, und dementsprechend sind die oberirdischen Teile auch nur kümmerlich entwickelt. Die Abbildung 3 der Tafel X zeigt in den beiden oberen Reihen einjährige Kiefern von ungekalktem, in den beiden folgenden Reihen einjährige Kiefern von gekalktem Boden von der allerersten Versuchsfläche. Bei den ersteren ist das Wurzelsystem fast verschwindend klein, während die gekalkten Exemplare ein ganz normales Wurzelsystem besitzen. Die Abbildung 2 auf derselben Tafel führt uns

zweijährige Fichten vor von einer Versuchsfläche der Oberförsterei Zellerfeld in der Nähe der allerersten Versuchsfläche. Es hatten sich auf der ungekalkten Parzelle einige Exemplare noch im zweiten Jahre erhalten, und diese sind in der oberen Reihe abgebildet worden. Die darunterstehenden, in gleichem Maßstabe gehaltenen Exemplare lassen den großen Einfluß des Kalkes auf die Entwicklung der Fichten erkennen. Das Wurzelsystem der Leguminosen von ungekalktem Boden ist meistens klumpig oder korallenartig infolge des verminderten Längenwachstums der Wurzeln (vgl. Abb. 1a auf Taf. X). Das verminderte Wurzelwachstum und die vielfach damit Hand in Hand gehende verringerte Verzweigung der Wurzeln ist die Wirkung des geringen Kalkgehaltes im Boden. Das Längenwachstum der Wurzeln aller Pflanzen ist in hohem Maße, wie auch aus anderen Versuchen hervorgeht, vom Kalkgehalt des Bodens abhängig. Der Kalk wirkt gleichsam wie ein Reiz auf das Längenwachstum und nicht etwa durch Abstumpfung der sogenannten freien Humussäuren. Die Böden aller Versuchsflächen sind sehr stark humussauer, was aber bei Waldböden nichts Seltenes ist. Nach Baumann und Gully¹⁾ existieren die sogenannten freien Humussäuren gar nicht, sondern es handelt sich bei ihnen um kolloidale Körper, die Säuren abspalten, wenn sie mit Salzlösungen zusammenkommen. An sich sind die organischen Massen nicht sauer. Die Wirkung des Kalkes auf das Wachstum kann demnach auch nicht auf einer Abstumpfung schädlicher Humussäuren beruhen.

Bei den Leguminosen wurden, wenn überhaupt, nur an den Exemplaren auf gekalktem Boden Knöllchen beobachtet. Auch die übrige Bakterientätigkeit dürfte im

1) Untersuchungen über die Humussäuren, Mitteilungen d. Kgl. Bayr. Moorkulturanst., Bd. 1; A. Baumann, Geschichte der Humussäuren, Heft 3; A. Baumann und E. Gully, Die freien Humussäuren des Hochmoores, ihre Natur, ihre Beziehungen zu den Sphagnen und zur Pflanzenernährung, Heft 4, Stuttgart 1910.

ungekalkten Boden geringer sein als im gekalkten. Wurde das auch nicht im einzelnen untersucht, so spricht doch dafür, daß alle die für die Fruchtbarkeit des Bodens in Betracht kommenden Bakterien des Kalkes bedürfen. Daß im Boden Bakterien vorhanden sind, die wegen Kalkmangels nicht zur Entwicklung gelangen, wurde durch folgenden Versuch erhärtet. Wurde etwas Boden zu einer Zuckerlösung gesetzt, so entwickelten sich keine buttersäurebildenden Bakterien, wohl aber traten sie massenhaft auf, wenn Kalk zugefügt worden war.

Ebenso wie die Pflanzen sich nicht normal entwickeln können, wenn der Kalkgehalt im Boden nicht groß genug ist, ebenso müssen die entwickelten Pflanzen Schaden leiden, wenn der Boden allmählich entkalkt und dadurch das Längenwachstum der Wurzeln ungünstig beeinflußt wird. Denn für jeden Baum müssen jährlich die für die Ernährung erforderlichen Saugwurzeln neu gebildet werden. Ihre Menge und Größe wird mit der Zeit zurückgehen, und dadurch ist ein allgemeiner Rückgang der Krone bedingt, der sich bei den Nadelhölzern in vorzeitigem Abfall der älteren Nadeln, bei den Laubhölzern in einer Verkleinerung und Verminderung der Blätter und im Absterben von Zweigen und Ästen bemerkbar macht. Auf diese Weise passen sich die Bäume mit ihren oberirdischen Teilen der verminderten Wasserversorgung durch die Wurzeln an. Eine derartige Entkalkung des Bodens muß mit der Zeit den Untergang der Bäume herbeiführen können. Dieser Untergang wird augenscheinlich noch gefördert durch Nährstoffmangel, namentlich Stickstoffmangel, den die Bäume durch die verminderte Bakterientätigkeit im Boden erleiden.

Auf den Blößen bei der Clausthaler Silberhütte ist die Entkalkung des Bodens, wie aus unseren Versuchen hervorgeht, Tatsache, findet übrigens auch eine Bestätigung durch die chemische Analyse. Auf der allerersten Versuchsfläche wurde ein Kalkgehalt von 0,012 % CaO bei reichem Gehalt an anderen Nährstoffen festgestellt.

Der Boden des nächsten, auch noch unter Hüttenrauch stehenden Fichtenbestandes enthielt dreimal soviel. Da nach den Untersuchungen von Wislicenus die schweflige Säure tief in die Bestände eindringt, wird man annehmen müssen, daß die Entkalkung bereits begonnen hatte zu einer Zeit, als die Bestände noch lebten, und deshalb werden wir mindestens eine Mitwirkung der Entkalkung des Bodens bei der Zerstörung der Wälder annehmen dürfen, wenn sie nicht in bestimmten Entfernungen ganz auf das Konto dieses Faktors zu setzen ist. Daß die Entkalkung beginnt, während die Wälder noch stehen, dafür sprechen einige Beobachtungen, die im Clausthale Rauchschaengebiet gemacht worden sind. In dem der allerersten Versuchsfläche benachbarten Fichtenbestande ist ein Kamp der Oberförsterei Zellerfeld vorhanden, in dem es nur gelingt, die für das Verpflanzen erforderlichen Fichten heranzuziehen, wenn dem Boden Kalk zugesetzt wird. Eine ähnliche Beobachtung konnte im Paulwasser in der Oberförsterei Clausthal gemacht werden. Hier, in der Entfernung von 500 m von dem Kamin der Hütte war ein Fichtenbestand durch akute oder chronische Beschädigung zugrunde gegangen. Nachdem die abgestorbenen Stämme abgetrieben worden waren, wurden einige Streifen Fichten gepflanzt, die Hälfte unter Zusatz von Kalk. Nur die letzteren gediehen befriedigend, ein Zeichen, daß schon eine ziemliche Entkalkung des Bodens eingetreten sein muß. Und ich möchte die Entkalkung, die man auf dem 4,5 km von der Hütte entfernten Eselsberg beobachtet hat, auch auf eine Wirkung der von dieser ausgehenden Säure ansehen. Seinerzeit hatten v. Schroeder und Reuß in den Nadeln der hier wachsenden Fichten Schwefelsäure nachgewiesen, aber in so geringen Mengen, daß eine Schädigung der Bäume als ausgeschlossen gelten mußte. Nach Abtreiben der alten Bestände auf dem Eselsberg hat sich der Boden als sehr kalkarm erwiesen, so daß brauchbare Fichten aus Saat nur nach einer Kalkung des Bodens erhalten wurden. Alle diese Beobachtungen

sprechen dafür, daß die Entkalkung des Bodens bei der Zerstörung der Wälder mitwirkt, eröffnen sogar die Möglichkeit, daß sie in größerer Entfernung die wesentliche Ursache der Vernichtung sind.

Unverkennbar handelt es sich nicht um eine Eigentümlichkeit des Clausthaler Rauchschadengebietes, sondern um eine allgemeine Erscheinung. Man wird, wenn es auch bisher nicht geprüft worden ist, in anderen Rauchschadengebieten die gleichen Erscheinungen auf dieselbe Ursache zurückführen dürfen. Überall, wo man vegetationslose Flächen oder Flächen mit Heide oder Gras nach der Vernichtung der Wälder antrifft, wird man eine Entkalkung des Bodens annehmen dürfen, so in den anderen Rauchschadengebieten des Harzes, bei Altenau, Oker und Goslar, bei Myslowitz-Kattowitz, im Eschweiler Walde bei Stolberg i. Rh. u. a. a. O. Man wird sogar allgemein mit diesem Faktor bei Rauchschäden, namentlich an Wäldern, rechnen müssen; ja gelegentlich wird die Entkalkung auch eine Rolle bei Ackerfrüchten spielen können. Es muß natürlich in jedem einzelnen Falle geprüft werden, ob und inwiefern die Entkalkung in Betracht kommt, und es dürfen ihr nicht kritiklos alle Schäden in die Schuhe geschoben werden.

Mir ist entgegengehalten worden, daß die Entkalkung erst in sehr langen Zeiträumen von Bedeutung werden könne, und daß infolgedessen das langsame Absterben der Bäume bei jüngeren Rauchschäden nicht hierauf zurückzuführen sei. Demgegenüber kann man aber geltend machen, daß in manchen Gegenden mit den feuchten Niederschlägen so bedeutende Mengen Säure heruntorkommen, daß eine nennenswerte Entkalkung schon in kürzeren Zeiträumen eintreten kann, namentlich, wenn berücksichtigt wird, daß in den Rauchschadengebieten die Böden an sich kalkarm zu sein pflegen.

Im Regenwasser von Borbeck bei Essen fand Freytag 0,085 g SO_3 im Liter. Nehmen wir die Niederschlagsmenge in dieser Gegend zu 800 Litern auf den Quadrat-

meter an, und setzen wir voraus, daß der Säuregehalt stets gleich groß ist, so vermöchte die niederfallende Säuremenge in 3—4 Jahren den Boden mit einem Kalkgehalt von 0,05 % bis zu einer Tiefe von 33 cm um die Hälfte zu entkalken. Bei der Eckardtshütte in Hettstedt stellte er einen Gehalt von 0,318 g SO_3 im Liter fest. Nehmen wir hier nur eine Niederschlagsmenge von 600 Litern im Jahre an, so würde der Boden bis zur Tiefe von 33 cm um denselben Betrag wie beim vorhergehenden Fall in weniger als einem Jahre entkalkt werden. Daß sich die Säure im Regenwasser nicht immer in freier Form findet, ist für die entkalkende Wirkung gleichgültig, da die Umsetzungen schließlich immer wieder zur Gipsbildung führen müssen.

In den angeführten Beispielen handelt es sich um zwei extreme Fälle, wenn man aber berücksichtigt, welche gewaltige Mengen Säuren alljährlich in die Luft gehen, so muß man sich doch fragen, ob nicht hier und da ansehnliche Mengen auf den Boden gelangen. Man hat für das Jahr 1908 berechnet, daß aus den Kokereien des Ruhrgebietes 167 481 Tonnen SO_3 in die Luft gelangt sind. Angenommen, diese Menge fiel gleichmäßig verteilt auf den Boden des rheinisch-westfälischen Industriegebietes, das wir zu 3000 qkm annehmen wollen, nieder, so vermöchte diese Säuremenge das ganze Gebiet bis zu einer Tiefe von 3 cm um 0,1 % CaO zu entkalken. Noch schlimmer liegen, strenge genommen, die Verhältnisse bei den großen Städten. Wislicenus berechnet aus dem Kohlenkonsum der Stadt Dresden die Menge Schwefelsäure, welche in einem Jahre in die Luft geht, zu 32 000 Tonnen, und in Düsseldorf können wir die Menge auf 40 000 Tonnen schätzen, bei Annahme eines Konsums von 1 600 000 Tonnen Kohlen mit einem durchschnittlichen Gehalt von 1 % brennbaren Schwefels. Wenn nun auch diese Säuremengen nicht an den Produktionsstellen wieder niederfallen, sondern in alle Winde verweht werden, so muß ein bestimmter Bruchteil wieder niederkommen, und

dort, wo größere Rauchquellen vorhanden sind, auch in reicherer Menge. Deshalb ist es meines Erachtens auch notwendig, bei Begutachtung von Rauchschäden die Entkalkung des Bodens im Auge zu behalten.

Im allgemeinen haben wir es bei der Entkalkung mit einem langsam wirkenden Vorgang zu tun. Es sind nun von Ruston in Leeds Untersuchungen veröffentlicht worden, welche, wenn sie sich als richtig ausweisen, den Boden in einem noch viel gefährlicheren Lichte erscheinen lassen. Er kommt zu dem Ergebnis, daß die mit den feuchten Niederschlägen niederfallende Säure direkt die Pflanzen im Boden und die Mikroflora schädigt. Drei Jahre hintereinander hat er in mit Erde gefüllten Kästen vergleichende Kulturen mit Gras angestellt. Die Kästen wurden mit so viel Regenwasser begossen, als dem durchschnittlichen Regenfall in Leeds entsprach. Für den einen Kasten wurde das unveränderte, saure Regenwasser benutzt, für den zweiten Kasten dasselbe Wasser, nachdem es vorsichtig neutralisiert worden war. In allen drei Jahren erwies sich der Ernteertrag in letzterem größer als in ersterem. Auch war hier der Gehalt an Bakterienkeimen etwa dreimal so groß als dort. Mit diesen Versuchsergebnissen harmonierten die Ergebnisse von Freilandkulturen mit Lattich und Radieschen, die in verschiedenen Teilen von Leeds ausgeführt wurden. Die Erträge waren um so geringer, je beträchtlicher die Säuremenge war, die an der betreffenden Stelle im Jahre niederfiel. Diese Untersuchungen verdienen volle Beachtung und sollten namentlich in unseren Städten nachgeprüft werden.

Als man anfangs, sich wissenschaftlich mit der Untersuchung der Rauchbeschädigungen zu befassen, tauchte zuerst der Gedanke auf, daß die Beschädigungen vom Boden ausgingen, doch wurde er bald verlassen und die Ursache in einer Beeinflussung der Blattoorgane durch die sauren Gase erblickt, die sich ja auch in vielen Fällen nachweisen ließ. Heute ist man wieder auf den ursprünglichen Gedanken zurückgekommen und muß man dem

Boden einen Anteil an der Ursache der Schäden in vielen Fällen zugestehen, da eben doch die Voraussetzung, daß im Boden ausreichend Basen vorhanden sind, nicht in allen Fällen zutrifft, oder sonstige Eigentümlichkeiten mit im Spiele sind. Je eingehender man sich mit der Untersuchung der Rauchschäden beschäftigte, um so verwickelter erwies sich das Problem, und zu einer befriedigenden Erklärung aller Erscheinungen fehlt auch heute noch die Aufhellung einer Reihe von Punkten. Pflanzenphysiologische Probleme sind zu lösen, meteorologische Fragen zu beantworten. Die Rolle, die der Boden spielt, ist eingehend zu erforschen, und dabei sind auch bakteriologische Untersuchungen nicht zu umgehen. Der Grund für diese lückenhafte Kenntnis dürfte darin zu suchen sein, daß manche von diesen Fragen nur in Angriff genommen werden können, wenn große Mittel zur Verfügung stehen, über die wohl selten ein Forscher verfügt hat. Manche der Untersuchungen sind direkt im Anschluß an Prozesse ausgeführt worden und haben sich dann nur auf das dringendste beschränkt. Eine Lösung der offenen Fragen scheint nur möglich bei zweckmäßiger Organisation der Forschung und bei Aufwendung reichlicher Mittel. Diese Lösung aber ist dringend nötig, um in der Bekämpfung der Rauchschäden einen sicheren Boden zu gewinnen und die Begutachtung, namentlich für Prozesse, zuverlässiger und einwandfreier zu gestalten. Es dürfte wohl der Erwägung wert sein, ob es nicht im Interesse der Industrie und der größeren Städte, als den Nächstbeteiligten, läge, die Mittel aufzubringen, um ein Institut für Rauchforschung, vielleicht teilweise mit ambulatorischem Charakter, einzurichten, und für eine Reihe von Jahren zu unterhalten. Denn man darf sich der Hoffnung hingeben, daß es dann gelingen würde, die Probleme schnell einer Lösung entgegenzuführen.

Die Industrie ist an einer sicheren und schnellen Rechtsprechung in Rauchschadenprozessen lebhaft interessiert, da heute in ganz unproduktiver Weise große

Summen für Gutachten und Gerichtskosten verausgabt werden. Da Industrien, die saure Gase in die Luft senden, schädigen können, muß es für sie wichtig sein, genau zu wissen, wieweit, in welchem Umfange und in welcher Höhe sie schädigen, damit sie den wirklichen Schaden, den sie verursachen, ersetzen können. Nicht minder wichtig ist aber auch für den Schädigenden, zu wissen, inwieweit eine wirksame Bekämpfung der Rauchschäden von seiten des Forstmannes oder des Landwirtes möglich ist. So wird man Schäden, die auf Entkalkung des Bodens durch die sauren Gase beruhen, durch rechtzeitige Kalkung entgegenwirken können.

Durch die umfangreichen Grünanlagen, die heute für die Städte unerläßlich sind und von ihnen große Opfer verlangen, ist auch für sie die ursächliche Aufhellung der Wirkungsweise der sauren Gase auf die Vegetation von der größten Bedeutung. Die Art der gärtnerischen Bewirtschaftung der Anlagen, die Auswahl geeigneter Pflanzen für dieselben wird sich auf solche Kenntnis stützen müssen. Leider fehlt es bisher in Deutschland durchaus an Untersuchungen, wie die Rauchschäden in den Städten zustande kommen. Man findet beispielsweise niemals Angaben, unter welchen Symptomen die Bäume absterben, sondern nur die lakonischen Mitteilungen, daß die und die Baumart in einer bestimmten Stadt der schlechten Luft wegen nicht mehr zu ziehen sei. Hier sind noch große Lücken auszufüllen.

Unzweifelhaft würde es sich für die Industrie und die großen Städte bezahlt machen, selbst große Mittel aufzubringen, um die Rauchschadenforschung zu fördern.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel X.

- Abb. 1. *Vicia villosa* von der ersten Versuchsfläche (Hüttenkopf des Einersberges in der Oberförsterei Zellerfeld). 1:4.
a von ungekalktem, b von gekalktem Boden.
- Abb. 2. Zweijährige Fichten aus einem Saatkamp der Oberförsterei Zellerfeld im Einersberge in der Nähe der Versuchsfläche auf dem Hüttenkopf. Herausgenommen am 14. Oktober 1908. Aus in der Oberförsterei gewonnener Saat gezogen. Vergr. 2:5.
1. Reihe: ungekalkt.
2. Reihe: gekalkt.
- Abb. 3. *Pinus sylvestris* L. (gem. Kiefer) von der Versuchsfläche auf dem Hüttenkopf. Einjährig.
1. und 2. Reihe: ungekalkt.
3. und 4. Reihe: gekalkt.
Herausgenommen am 14. Oktober 1908. Vergr. 13:20.

Tafel XI.

- Abb. 1. Rotbuche (links), Eiche (rechts). Aussaat Frühjahr 1909. Herausgenommen am 24. August 1910. Vergr. 1:8.
1. Reihe: Neue Versuchsfläche 1, ungekalkt.
2. Reihe: Neue Versuchsfläche 2, ungekalkt.
3. Reihe: Neue Versuchsfläche 3, ungekalkt.
- Abb. 2. Rotbuche. Aussaat Frühjahr 1909. Herausgenommen am 24. August 1910. Vergr. 1:8.
1. Reihe: Neue Versuchsfläche 1, gekalkt.
2. Reihe: Neue Versuchsfläche 2, gekalkt.
3. Reihe: Neue Versuchsfläche 3, gekalkt.

Die Abbildungen 2 und 3 auf Taf. X und 1 und 2 auf Taf. XI sind mit gütiger Erlaubnis der Verlagshandlung entnommen worden: A. Wieler, Pflanzenwachstum und Kalkmangel im Boden, Berlin, Gebr. Borntraeger, 1912.

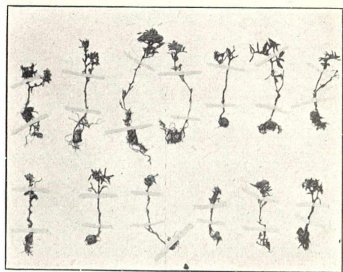


Fig. 1a. *Vicia villosa*, Zottige Wicke, ungekalkt.



Fig. 1b. *Vicia villosa*, gekalkt.

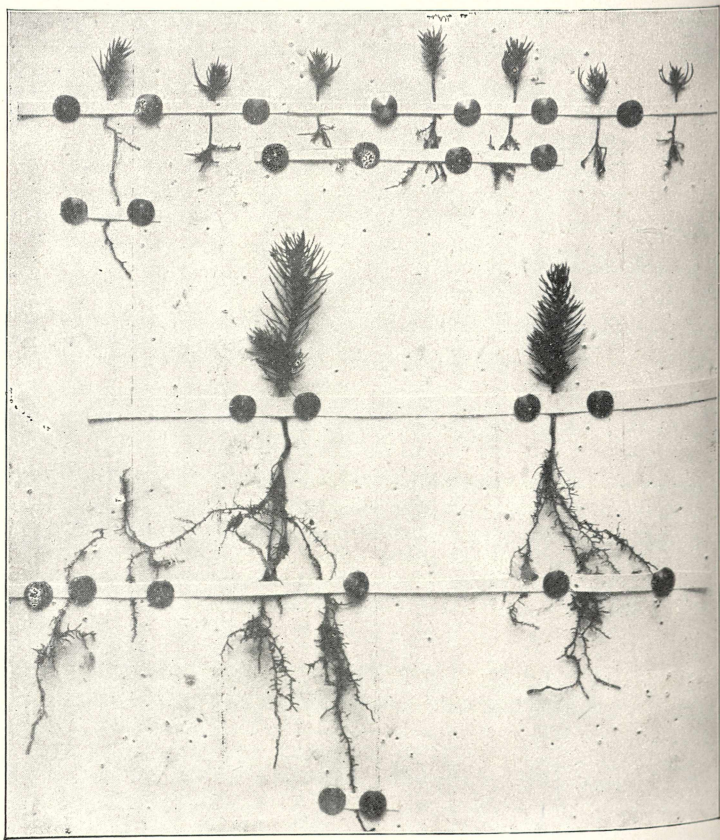


Fig. 2. Zweijährige Fichten, oben ungekalkt, unten gekalkt.

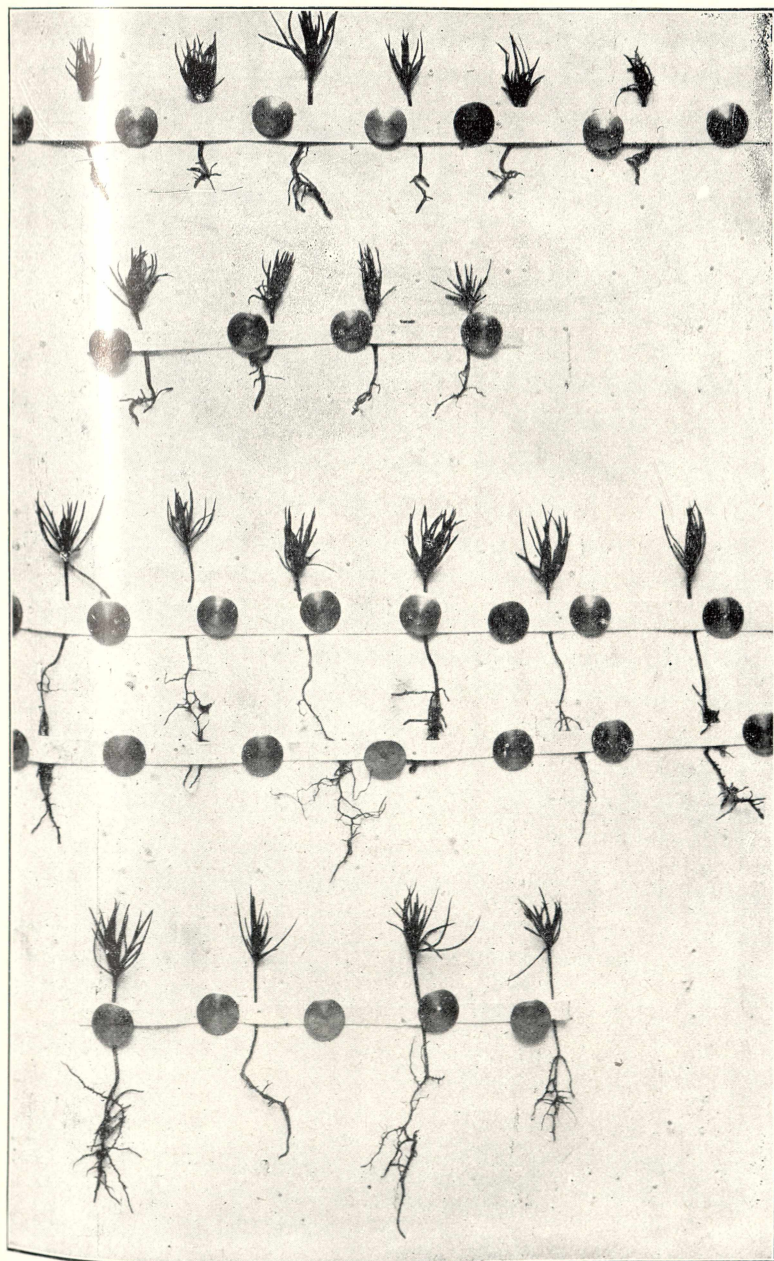


Fig. 3. Einjährige Kiefern, 1. u. 2. Reihe ungekalkt, 3. u. 4. Reihe gekalkt.

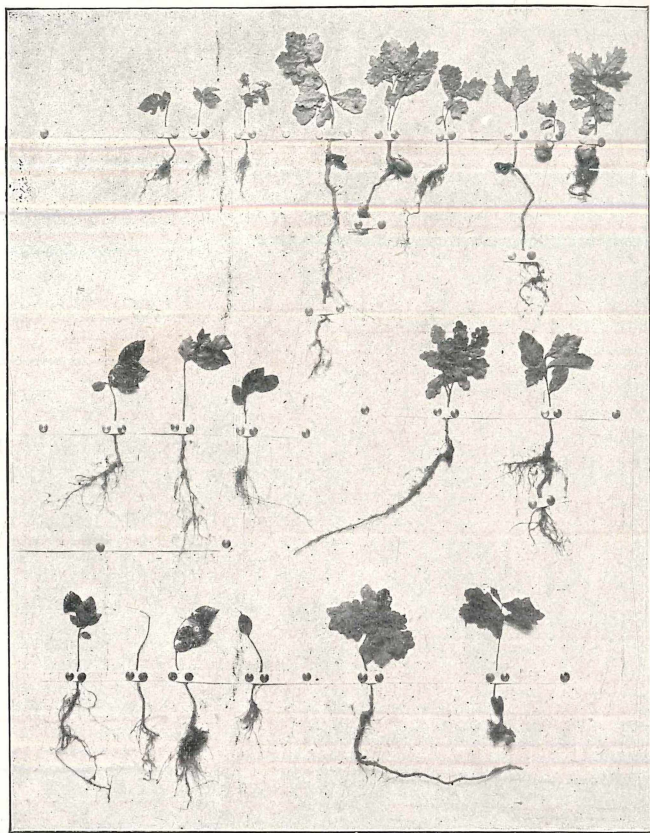


Fig. 1. Rotbuche und Eiche, ungekalkt, von den drei neuen Versuchsf lächen.

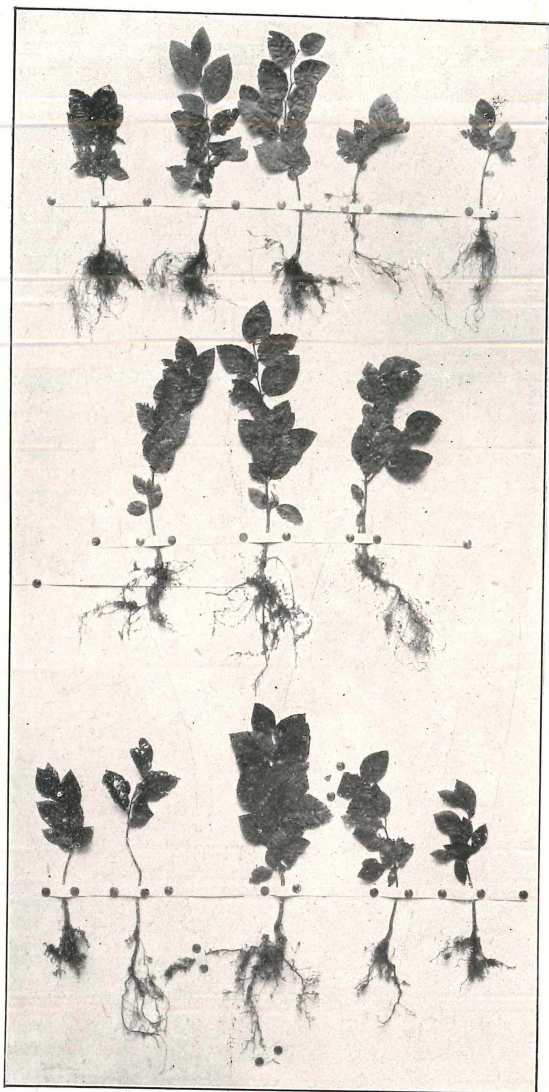


Fig. 2. Rotbuche, gekalkt, von den drei neuen Versuchsf lächen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande](#)

Jahr/Year: 1914

Band/Volume: [70](#)

Autor(en)/Author(s): Wieler Arwed

Artikel/Article: [Die Einwirkung saurer Rauchgase auf Vegetation und Erdboden. 387-400](#)

