Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 136 (1985)

Heft: 5

Rubrik: Mitteilungen = Communications

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: 13.07.2025

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

Erste Messungen des PAN-Gehaltes der Luft im Raume Birmensdorf (ZH)

Von *Werner Landolt, Fortunat Joos* und *Herbert Mächler*
(Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, CH-8903 Birmensdorf und
Laboratorium für Atmosphärenphysik ETH, CH-8093 Zürich)

Oxf.: 425:(494.34)

Dass Luftverunreinigungen und damit auch Autoabgase in einem ursächlichen Zusammenhang mit dem Waldsterben stehen, wird heute kaum noch bezweifelt. Den Autoabgasen kommt deshalb eine besondere Bedeutung zu, weil sie für den starken Anstieg der Stickoxidbelastung in den letzten zehn Jahren verantwortlich sind und zusammen mit den in ihnen ebenfalls vorhandenen Kohlenwasserstoffen unter Sonneneinwirkung zur Bildung des photochemischen Smogs (Los Angeles Smog) führen. Als Leitkomponente dieses Luftverschmutzungstyps wird normalerweise die giftige Komponente Ozon herangezogen. Da aber Ozon natürlicherweise auch in messbaren Konzentrationen in der Atmosphäre vorkommt, wird die belastende Bedeutung dieser Substanz von Emittentenseite – und das sind ja alle Autofahrer – nicht immer akzeptiert. Es wird dabei verkannt, dass dem Ozon Leitkomponentencharakter zukommt und diese Verbindung ebenso stellvertretend für teils viel giftigere steht. Eine dieser Verbindungen ist das Peroxidacetylnitrat, meist abgekürzt PAN genannt. Da PAN natürlicherweise in kaum messbaren Konzentrationen (0,01 bis 0,1 ppb*, ausnahmsweise 0,4 ppb (1) vorkommt, gilt diese Substanz als viel bessere Leitkomponente für den anthropogen bedingten, photochemischen Smog als Ozon. Obwohl PAN schon 1956 in Kalifornien als Bestandteil des Smogs entdeckt und 1960 identifiziert wurde (2), wird diese Verbindung von Lufthygienikern noch nicht routinemässig gemessen. Der Grund liegt einerseits in den tiefen Konzentrationen, in denen PAN auftritt und andererseits in der geringen Stabilität dieser Verbindung, die sowohl im gasförmigen wie im flüssigen Zustand durch Kontakte mit Oberflächen aller Art leicht zerstört wird. Angesichts der möglichen Bedeutung dieser Substanz für das Zustandekommen der derzeitigen Waldschädigungen und ihrem Zeigerwert für die Luftqualität, entschlossen wir uns an der EAFV, diese Immissionskomponente zu messen. Dies geschah auch darum, weil pflanzliche Reaktionen auf Luftverunreinigungen in der Regel recht unspezifisch sind und erst die chemische oder physikalische Luftanalyse als kausaler Schadensnachweis akzeptiert wird.

An Nadelbäumen erzeugen PAN-Einwirkungen wenig charakteristische Nadelverfärbungen, wie sie ebenfalls Milben, Trockenheit oder Salz hervorrufen (3). Ähnliche Symptome werden an Tomate auch durch eine Mischung von Ozon und Schwefeldioxid oder Milben und Fröste ausgelöst (4). Typischer sind aber an krautigen Pflanzen glän-

* 1 ppb = 1 part per billion = 10^{-9} v/v

zende, silber- oder broncefarbene Nekrosen auf der Blattunterseite. Ihnen vorangegangen sind vielfach wasserunterlaufene Stellen, die auf eine erfolgte Membranschädigung hinweisen. Bei Gräsern erzeugt PAN hellbraune, nekrotische Streifungen, die leicht mit der durch Pilze hervorgerufenen Streifenkrankheit verwechselt werden können. Die Toxizität von PAN ist jedoch verglichen mit Schwefel- oder Stickstoffdioxid sehr hoch. Nach *Jacobson* (5) sollen bereits 100 ppb während nur einer Stunde oder 40 ppb während vier Stunden genügen, um sichtbare Pflanzenschädigungen hervorzurufen. Bei der Tomate liegt die Schwellengrenze schon bei 14 ppb während vier Stunden. Pflanzenschädigungen durch PAN sind vor allem aus Kalifornien bekannt (6); sie wurden in Europa auch schon aus den Niederlanden gemeldet (7).

Die hier vorgelegte Messreihe ist das Resultat einer Diplomarbeit (8) aus dem Laboratorium für Atmosphärenphysik an der ETH Zürich, die an der EAFV durchgeführt wurde und in deren Verlauf eine neue Methode der PAN-Eichung erarbeitet wurde. Die Analytik wird von uns an anderer Stelle (9) beschrieben. Die Messdaten stammen aus der Zeit zwischen dem 15. Juni und 18. Juli 1984. Alle 15 Minuten wurden jeweils Luftproben im Garten der Versuchsanstalt angesogen und dann automatisch analysiert. Zur besseren Vergleichbarkeit mit den anderen Luftmessdaten werden hier die aus je zwei Viertelstundenwerten abgeleiteten Halbstundenmittelwerte angegeben. Insgesamt liegen 1502 PAN-Halbstundenmittel vor.

Das während der Messreihe gefundene arithmetische Mittel lag bei 0,4 ppb PAN bei einer Standardabweichung von 0,55 ppb. Die Häufigkeitsverteilung der Werte war jedoch schief: über 90 % aller Halbstundenmittel beliefen sich unter 1 ppb, beinahe 30 % gar unterhalb der Erfassungsgrenze von 0,1 ppb *(Tabelle 1)*. Zwischen PAN und Ozon sowie einigen weiteren Parametern, deren Verlauf ebenfalls stark von der Sonneneinstrahlung beeinflusst wird, besteht eine signifikante Korrelation *(Tabelle 2)*. So korreliert PAN posi-

Tabelle 1. Verteilung der gemessenen PAN-Halbstundenmittel auf die verschiedenen Konzentrationsbereiche (n=1502).

Konzentrationsbereich (ppb)	*Anzahl Halbstundenmittel (%)*
0,0–0,1	28,8
0,1–0,4	35,7
0,4–0,7	19,8
0,7–1,0	6,6
1,0–1,3	3,9
>1,3	5,2

Tabelle 2. Korrelationskoeffizienten zwischen PAN und einigen weiteren Luftmessgrössen (n=740).

Ozon	0,6564
Stickstoffdioxid	0,1080
Stickstoffmonoxid	−0,0607
relative Feuchtigkeit	−0,5419
Temperatur	0,6194
(Global-)Strahlung	0,5262
Windgeschwindigkeit	0,1134
Windrichtung	0,1481

tiv mit Ozon, der (Global-)Strahlung und der Temperatur, negativ mit der relativen Luftfeuchte (RH). Keine engere Korrelation ergibt sich hingegen zwischen PAN und den Stickoxiden, der Windrichtung und der Windgeschwindigkeit.

Deutlich ersichtlich ist der enge Zusammenhang zwischen den beiden Photooxidantien PAN und Ozon einerseits sowie den genannten meteorologischen Parametern andererseits auch aus dem Verlauf der täglichen Extremwerte *(Abbildung 1)*. Weiter fällt auf, dass die PAN- und Ozonspitzen zwischen dem 6. und 7. Juli ansteigen, obwohl die Sonneneinstrahlung während dieser Zeit mehr oder weniger konstant bleibt. Ähnliches ist aus der Literatur bekannt, und der Befund erklärt sich aus der Photochemie dieser Verbindungen (10). Da von beiden Substanzen neue Kettenreaktionen ausgehen können, steigen die täglichen PAN- und Ozon-Maxima umso höher, je mehr von diesen Verbindungen vom Vortag noch übriggeblieben ist. Trotz der hohen Instabilität dieser Imissionskomponenten werden diese nämlich während der Nacht häufig nicht abgebaut, wie dies aus dem Tagesgang vom 27. Juni ersichtlich ist *(Abbildung 2)*.

In *Abbildung 2* zeigen sowohl PAN als auch Ozon einen typischen Tagesverlauf: Morgens sind die Konzentrationen am geringsten; sie erreichen in den frühen Nachmittagsstunden ihren Höhepunkt und fallen dann gegen Abend wieder ab. Vielfach verschwinden PAN und Ozon nachts nicht ganz. Ja, es ist sogar möglich, dass dann relative Maxima auftreten können wie im vorliegenden Fall nach Mitternacht. Da in den Nachtstunden wegen der fehlenden Sonneneinstrahlung keine Neubildung der Photooxidantien stattgefunden haben kann, muss deren Konzentrationsanstieg mit der Verfrachtung erklärt werden. In der Tat ging dem erwähnten Anstieg von PAN und Ozon zuerst ein relatives Stickoxidmaximum und eine Änderung der Windrichtung voraus.

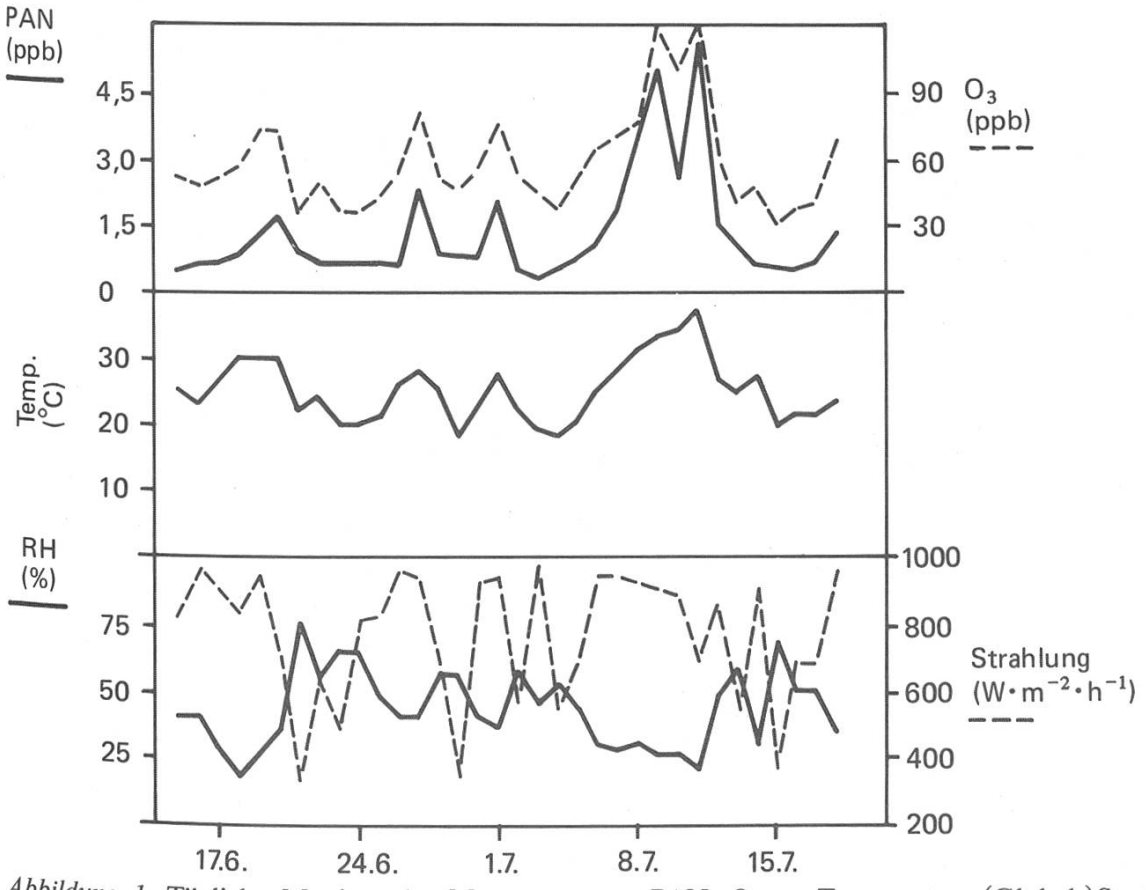

Abbildung 1. Tägliche Maxima der Messparameter PAN, Ozon, Temperatur, (Global-)Strahlung und die Minima der relativen Luftfeuchtigkeit (RH) in der Zeit zwischen dem 15.6 und 18.7.1984.

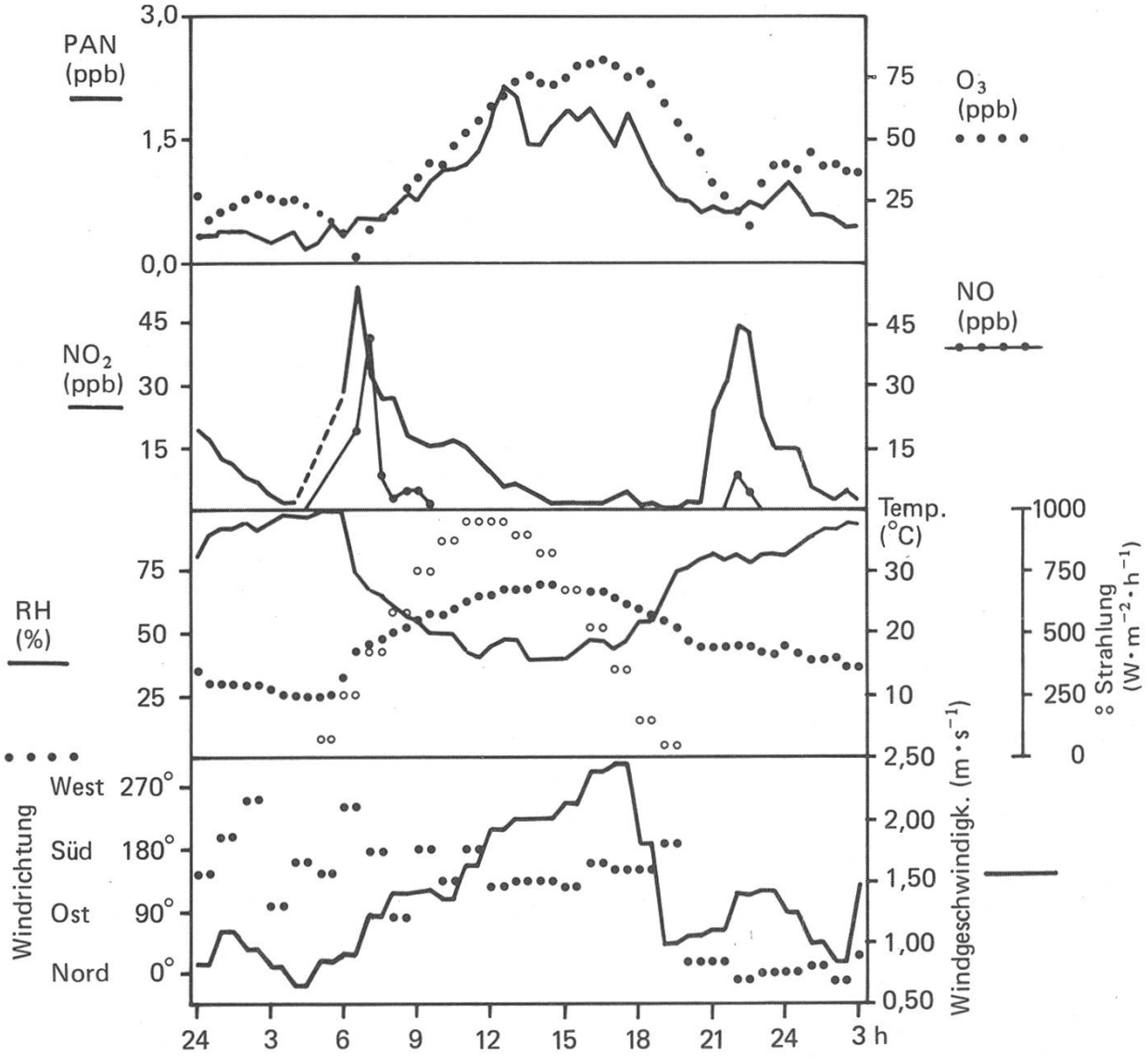

Abbildung 2. Tagesgang von PAN, Ozon, NO, NO_2. relative Luftfeuchtigkeit (RH) Temperatur, (Global-)Strahlung, Windrichtung und Windgeschwindigkeit vom 27.6.1984.

Die von uns gemessenen PAN-Spitzenkonzentrationen sind niedrig und liegen deutlich unter den Höchstwerten von 16,6 ppb in London (11) oder den über 30 ppb in Los Angeles (12). Interessant sind diese Messungen aber dennoch: Unter der berechtigten Voraussetzung, dass PAN nur durch die vom Menschen verursachte Luftverschmutzung in Konzentrationen oberhalb 0,1 ppb auftreten kann, können wir mit Hilfe der gemessenen PAN-Konzentrationen die anthropogen bedingte Ozonbelastung abschätzen und vom natürlichen Ozongehalt trennen. Trägt man nämlich, wie in *Abbildung 3*, die PAN- und Ozonspitzenwerte aus *Abbildung 1* gegeneinander auf, so zeigt sich eine starke, lineare Abhängigkeit zwischen diesen beiden Parametern (vergleiche auch 13). Der Schnittpunkt der Regressionsgeraden mit der Y-Achse entspricht dann mit 33,5 ppb Ozon der für diese Messperiode geltenden, approximativen Reinluftkonzentration von Ozon. Das bedeutet, dass die Differenz zwischen den Ozon-Spitzen und dieser Reinluftkonzentration denselben anthropogenen Quellen, also hauptsächlich den Autoabgasen, zugeordnet werden muss wie das PAN.

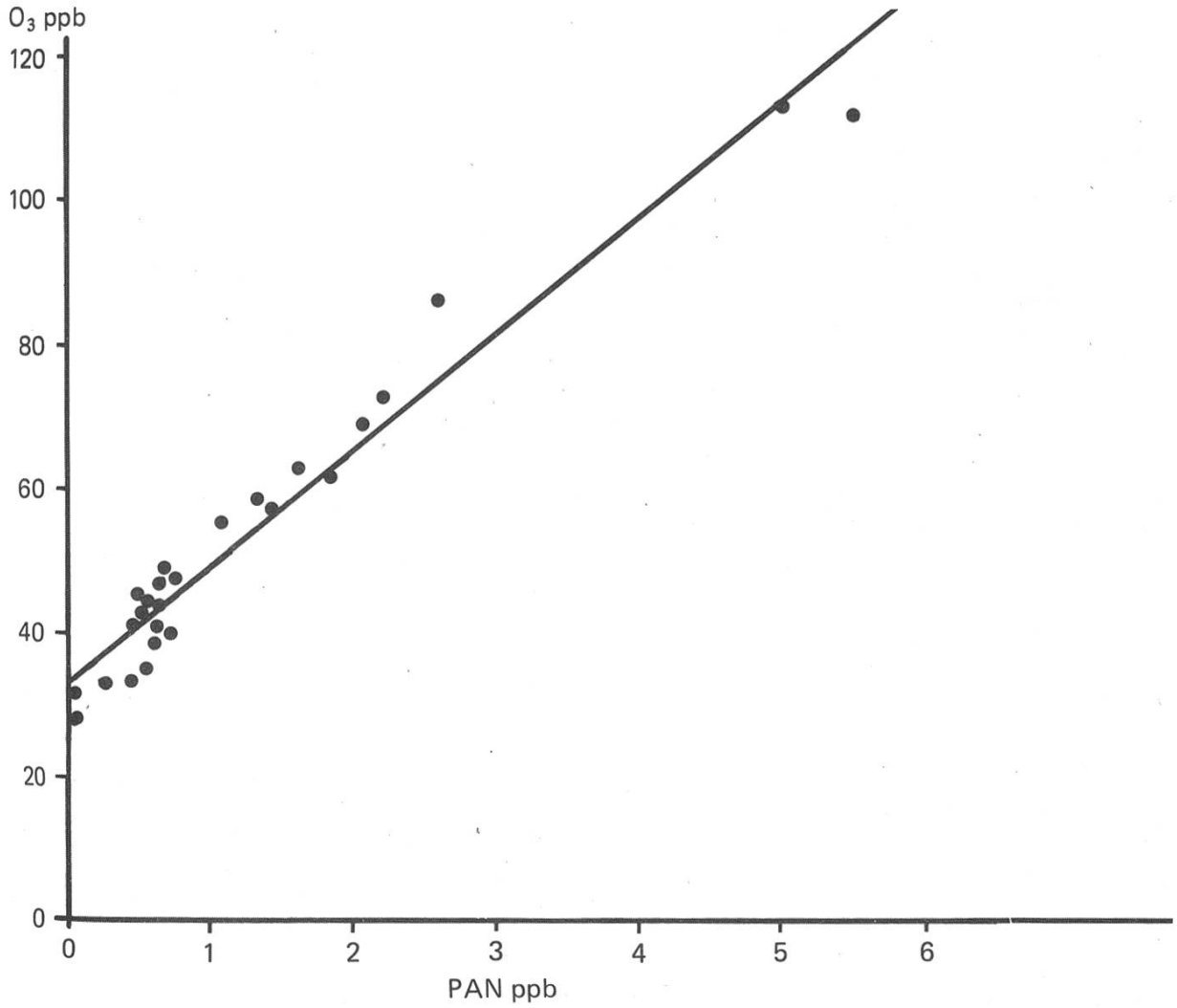

Abbildung 3. Gegenüberstellung der täglichen PAN- und Ozon-Maxima in der Zeit zwischen dem 15. Juni und 18. Juli 1984.

Lineare Regression: $[O_3]_{max} = 33{,}5 + 16{,}1\ [PAN]_{max}$, $r = 0{,}972$

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die von uns gemessenen PAN-Konzentrationen typisch sind für ländliche Gebiete Europas (13). Damit wird auch eine bereits früher geäusserte Vermutung (14) gestützt, wonach die lufthygienischen Verhältnisse im Raum Birmensdorf mit vielen anderen Standorten des schweizerischen Mittellandes vergleichbar sein dürften. Obschon die während dieser kurzen Messperiode erhobenen PAN-Werte nicht ausreichen, um bereits PAN-induzierte Schädigungen an Pflanzen in der Schweiz zu postulieren, geben sie doch eine Belastung wieder, die in Verbindung mit anderen Komponenten durchaus von Bedeutung sein könnte.

Dank

Wir danken Herrn Dr. H. Turner für die Überlassung der meteorologischen Daten, Herrn P. Bleuler für seine Mithilfe bei der Aufbereitung der Messwerte und Herrn Dr. J. Bucher für die Durchsicht des Manuskripts.

(1) *Sing, H.B., Salas, L.J.,* 1983: Methodology for the Analysis of Peroxyacety Nitrate (PAN) in the Unpolluted Atmosphere. Atmosph. Environmn. *17*, 1507–1516.
(2) *Stephens E.R., Burlesson, F.R., Cardiff, E.A.,* 1965: The Production of Pure Peroxyacyl Nitrates. J. Air Poll. Contr. Ass. *15*, 87–89.
(3) *Claussen, T.,* 1975: Die Reaktionen der Pflanzen auf Wirkungen des photochemischen Smogs. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 28–32.
(4) *Lewis, T., Brennan, E.,* 1983: The Non-Specifity of PAN-Symptoms on Tomato Foliage. Environ. Pollut. (Ser. A) *32*, 101–108.
(5) *Jacobson, S.* 1977: The Effects of Photochemical Oxidants on Vegetation. VDI-Berichte Nr. 270, 163–173.
(6) *Taylor, O.C., McLean, D.C.* 1970: Nitrogen Oxides and the Peroxyacyl Nitrates. in: Recognition of Air Pollution Injury to Vegetation: A Pictorial Atlas. eds. J. S. Jacobson, A.C. Hill, Pittsburgh.
(7) *Floor, H., Posthumus, A. C.,* 1977: Biologische Erfassung von Ozon- und PAN-Immissionen in den Niederlanden 1973, 1974 und 1975. VDI-Berichte Nr. 270, 183–190.
(8) *Joos, F.,* 1984: Messungen von Peroxiacetylnitrat (PAN), Diplomarbeit am Laboratorium für Atmosphärenphysik, ETH Zürich.
(9) *Joos, F., Landolt, W.,* 1985: The Calibration of PAN-Measurements with a No_X-Analyzer. In Vorbereitung.
(10) *Tuazon, E., Winer, A., Pitts, J.,* 1981: Trace Pollutant Concentrations in a Multiday Smog Episode in the California South Coast Air Basin by Long Path Length Fourier Transform Infrared Spectroscopy. Environ. Sci. & Technol. *15*, 1232–1237.
(11) *Penkett, S. A., Sandalls, F. J., Jones, B. M. R.,* 1977: PAN-Measurements in England – Analytical Methods and Results. VDI-Berichte Nr. 270, 47–54.
(12) *Lonnemann, A., Bufalini, J. J., Sala, R. L.,* 1976: PAN and Oxidant Measurement in Ambient Atmospheres. Environ. Sci. & Technol. *10*, 374–380.
(13) *Bruckmann, P., Mülder, W.* 1979: Die Messung von Peroxiacetylnitrat (PAN) in der Aussenluft – Verfahren und erste Ergebnisse. Schriftenreihe der Landesanstalt für Immissionsschutz des Landes NW *47*, 30–41.
(14) *Bleuler, P., Bucher, J. B.,* 1984: Luftbelastung im Raume Birmensdorf (ZH). Schweiz. Z. Forstwesen *135*, 801–805.

Einsatz des temporären Stützverbaus (Typ EISLF)

Von *Franz Leuenberger* und *Martin Meyer-Grass*
(Aus dem Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung,
Zweigbüro Flüelastrasse, CH 7260-Davos-Dorf)

Oxf.: 384.1

Sterben im Gebirgswald die Bäume einzeln oder gar flächig ab, gilt es, die entstandenen Lücken so schnell wie möglich zu schliessen, um weiterhin die vielerorts wichtige Lawinenschutzfunktion des Waldes erhalten zu können.

Im stark verlichteten Beständen und vor allem innerhalb grösserer Blössen muss mit dem Anbrechen von (Wald-)Lawinen gerechnet werden, so dass dort eine Aufforstung meist nur in Kombination mit einem temporären Stützverbau weiteren Schaden verhüten kann.

Das Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung hat in Zusammenarbeit mit der EMPA einen Rundholz-Schneerechen (Typ EISLF) entwickelt, der die nachstehenden Merkmale aufweist:

- Einheimisches Holz als Baustoff (Fichte, Tanne, Edelkastanie)
- Verankerung im Boden (Berme zugedeckt oder Seilanker)
- Rechenkonstruktion (nur 2 horizontal liegende Elemente, Schwelle komplett im Erdreich; Pfette gegen stagnierendes Wasser mit Alu-Folie bedeckt)
- Stütze auf Fundamentplatte oder Fels
- Büge zur seitlichen Versteifung.

Durch konstruktionstechnische Massnahmen, künstlichen Holzschutz (Imprägnierung) oder Verwendung von Holz mit grosser natürlicher Widerstandsfähigkeit gegen Pilzangriffe (zum Beispiel Edelkastanien-Kern) wird eine Standdauer von 30 bis 50 Jahren erreicht, was im Normalfall genügt, um eine Aufforstung aufzubringen, die dann den gewünschten Lawinenschutz wieder übernehmen kann.

An Standorten, an denen mit Schneegleiten gerechnet werden muss, zum Beispiel grasüberwachsene Hänge mit geringer Bodenrauhigkeit, Neigungen von 28° bis 50° und südlicher Exposition, sind die Verbauungen zusätzlich mit geeigneten Gleitschutzmassnahmen zu ergänzen. Dazu eignen sich Pfählungen, Bermentritte, Holzschwellen mit Seilanker usw.

Zwei von unserem Institut in dieser Art realisierte Versuchsverbauungen (Stillberg/Dischmatal, 1968, und Bleisa/Pusserein, 1978) erfüllen die an sie gestellten Anforderungen und haben die beträchtlichen jährlichen Belastungen bis heute ohne nennenswerten Schaden überstanden. Da der temporäre Stützverbau eine umweltgerechte und kostengünstige (Fr. 310.– bis 390.– pro Laufmeter bei H_K 3,4 m) Massnahme darstellt, dürfte seine Anwendung bald grössere Verbreitung finden.

Die für die Erstellung vom «Werktyp EISLF» erforderlichen Kenntnisse werden in den durch das EISLF etwa alle 4 bis 5 Jahre organisierten Baukursen vermittelt. Als Hilfe gibt das Institut gegen eine einmalige Verrechnung, welche meist dem jeweiligen Projekt belastet werden kann, spezielle Baumappen ab. Darin enthalten sind Massblätter, Dimensionslisten und Angaben über:

- Werkhöhen: H_K 1,8 / 2,6 / 3,4 / 4,2 m
- Werklängen: 4,0 m
- Randwerk/Innenwerk
- Fundationsvarianten (Graben/Seilanker)
- Stützenlängen
- Werkgeometrie usw.

Für die Werkreihenabstände gelten die Richtlinien für den Stützverbau (BFF 1968). Im weiteren ist unser Institut in der Lage, eine für die Bauausführung sehr dienliche und zeitsparende Alu-Baulehre leihweise abzugeben. Instruktionen, Beratungen sowie eine Besichtigung der beiden Versuchsflächen (Stillberg und Pusserein) sind nach Vereinbarung jederzeit möglich.

Da bei einigen der notwendigen Baumaterialien (Alu-Folie, Nägel) beim Bezug geringer Mengen gewisse Lieferschwierigkeiten beim Hersteller auftreten können, wird gegenwärtig die Bezugsmöglichkeit der erwähnten Artikel über die Forstwirtschaftliche Zentralstelle in Solothurn geprüft.

6. Nordamerikanische Mykorrhizakonferenz: Beitrag zum Stand der Forschung[1]

Von *Simon Egli*
(Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, CH-8903 Birmensdorf)

Oxf.: 183.351

Die NACOM (North American Conference on Mycorrhizae) ist der grösste und international wichtigste Fachkongress auf dem Gebiet der Mykorrhizaforschung. Seit 1969 wird er in Intervallen von 2 bis 4 Jahren durchgeführt. Am diesjährigen Jubiläumskongress (100 Jahre Mykorrhizaforschung im Jahre 1985) nahmen rund 350 Mykorrhizafachleute teil. 40 US-Staaten und 25 Länder aus aller Welt waren vertreten. Einmal mehr fehlten die Ostblockländer. Schade, vermutet man doch hier allgemein ein grosses Potential in diesem Forschungsbereich. Bis zu den sechziger/siebziger Jahren gehörten Leute wie Dominik, Lobanow und Shemakanowa zu den tonangebenden Forschern auf dem Gebiet der Mykorrhiza. Seither wird nur noch selten etwas für den Westen veröffentlicht.

Der Kongress war thematisch in vier Teile gegliedert, die im folgenden kurz besprochen werden sollen:

1. Künstliche Mykorrhizaimpfung

Die künstliche Impfung mit Mykorrhizapilzen ist heute noch immer das wichtigste Gebiet der Mykorrhizaforschung. In den USA wurden in den letzten Jahren gewaltige Geldsummen in den Aufbau einer grosstechnischen Produktion von Mykorrhiza-Impfstoff gesteckt. Am bekanntesten ist das Projekt von Donald Marx (Athens, Georgia), einem der Begründer der angewandten Mykorrhizaforschung in den USA, und den Abbott Industries. Nach jahrelanger Entwicklung wurde 1981 der Mykorrhizaimpfstoff mit dem Markennamen MycoRhiz® auf den Markt gebracht, ein Inokulum auf der Basis von *Pisolithus tinctorius*, einem in den USA wichtigen Mykorrhizapilz. In seinem allgemein mit Spannung erwarteten Referat bestätigte Marx offiziell das Scheitern des Projekts. Als Gründe nennt er fehlende Rentabilität und mangelnden Impferfolg. Die unter kontrollierten Bedingungen erzielten Erfolge wurden in der Praxis nicht annähernd erreicht.

Dieses gescheiterte Projekt ist symptomatisch für die gegenwärtige Situation im Bereich der künstlichen Impfung mit Ektomykorrhizapilzen. Es werden zwar grosse

[1] Reisebericht über die 6th North American Conference on Mycorrhizae (NACOM) in Bend, Oregon, USA (25. bis 29. Juni 1984).

Anstrengungen unternommen, sei das in der Selektion neuer Mykorrhizapilze oder in der Verbesserung der Impfmethodik; grosse Fortschritte in bezug auf die Sicherheit des Impferfolgs wurden in den letzten Jahren oder sogar Jahrzehnten keine erzielt. Marx weist in diesem Zusammenhang darauf hin, dass es praktisch unmöglich sei, alle die Mykorrhizabildung beeinflussenden Faktoren zu untersuchen und auszutesten — mindestens 30 Jahre Forschungsarbeit seien dafür nötig.

2. Ökologie

Jennifer Parke (Madison, Wisconsin) sieht den Hauptgrund für bisherige Misserfolge auf dem Gebiet der künstlichen Mykorrhizaimpfung darin, dass man sich in der Vergangenheit allzu stark auf die Beziehung Pflanze — Pilz konzentriert hat und dabei den Faktor Umwelt vernachlässigte. Sie sieht die Mykorrhiza nicht nur einfach als Symbiose zwischen Pflanze und Pilz, sondern als kompliziertes ökologisches Gleichgewicht zwischen Pflanze, Pilz und Umwelt, als Bestandteil des ganzen Ökosystems Wald. Es wurde auch der Vorschlag gemacht, ein gemischtes Inokulum zu verwenden, das heisst, mit verschiedenen Mykorrhizapilzen gleichzeitig zu impfen. Die Wettbewerbsfähigkeit des Inokulums kann dadurch vielleicht erhöht werden. Eine Idee, die Erfolg versprechen könnte — die grundlegenden Probleme sind damit jedoch nicht aus der Welt geschafft.

Man war sich einig, dass auf dem Gebiet der Mykorrhizaökologie noch ganz grosse Lücken offen sind und dass man diesen Problemen auf dem Weg zu einer erfolgreichen künstlichen Impfung nicht mehr weiter ausweichen darf.

3. Physiologie

In diesem Themenblock wurde vor allem auf die Bedeutung des Pilzes für die Nährstoffaufnahme der Pflanze eingegangen. Es wird heute allgemein anerkannt, dass Mykorrhizapilze die gleichen Nährstoffquellen benutzen wie die Wirtspflanze.

Untersuchungen von Vivienne Gianinazzi (Dijon, Frankreich) zeigen aber, dass VA-Mykorrhiza der Pflanze gewisse Phosphorquellen verfügbar machen, die diese allein nicht erschliessen kann.

Unterstrichen wurde im weiteren die Bedeutung der *siderophores* (Eisenchelatoren). Sie sind wichtig im Eisenhaushalt der Pflanzen und werden von verschiedenen Bodenorganismen, unter anderem auch Mykorrhizapilzen, produziert.

Siderophores sollen nach neuesten Erkenntnissen Peroxidasen auf der Wurzeloberfläche inaktivieren (Bindung des Fe-Kerns). Peroxidasen erfüllen gewisse Funktionen im Abwehrmechanismus mykorrhizierter Wurzeln gegenüber pathogenen Bodenorganismen, eine Funktion, die im Zusammenhang mit dem Waldsterben von Bedeutung sein kann.

4. Taxonomie, Klassifizierung

Es gibt heute noch immer keine brauchbaren Methoden, um Mykorrhizapilze im Boden zu identifizieren und zu klassifizieren. Fruchtkörper sind bekanntlich nicht repräsentativ für das Vorhandensein und vor allem die Verteilung von Pilzmycel im Boden. Mykorrhiza lassen sich zwar nach morphologischen und anatomischen Merkmalen beschreiben, diese Merkmale können jedoch im Laufe der Zeit und unter dem Einfluss verschiedener Faktoren sehr stark variieren. So können zum Beispiel die sogenannten E-strain-Pilze auf verschiedenen Wirtbaumarten sowohl Ekto- wie Ektendomykorrhiza ausbilden.

Im abschliessenden Epilog wurde die fachliche Zusammenarbeit auf nationaler wie internationaler Ebene gerühmt. Die Kommunikation mit der Öffentlichkeit sei jedoch bisher stark vernachlässigt worden. Der Mann auf der Strasse wisse nicht, was eine Mykorrhiza sei. Die Anstrengungen auf diesem Gebiet müssten ganz stark intensiviert werden – ein Problem, das nicht nur in den USA aktuell ist.

Witterungsbericht vom Januar 1985

Zusammenfassung: Eine lang andauernde Zufuhr kalter Polarflut brachte in der ersten Januarhälfte der ganzen Schweiz sehr strenge Kälte. Schon nach bemerkenswert kurzer Zeit wurden mancherorts die bisher tiefsten Januar-Temperaturen erreicht, zum Teil sogar unterschritten (zum Beispiel La Brévine mit minus 41,5 Grad). In weiten Teilen der Alpennordseite blieben die Temperaturen vom 5. bis 9. auch tagsüber mehr als 10 Grad unter dem Gefrierpunkt. Mit der Blockierung der Kaltluftzufuhr, in der zweiten Monatshälfte, stiegen die Temperaturen wieder auf normale, nördlich der Alpen und in den Alpen auch auf leicht überdurchschnittliche Werte. Die Spannweite der Temperatur erreichte mit dieser Erwärmung an verschiedenen Messorten 30 bis 40 Grad, ein selbst für Januar seltenes Ausmass. Im Monatsmittel beträgt das Wärmedefizit für die Alpennordseite 3,5 bis 5,0 und für die anderen Gebiete mehrheitlich 2,5 bis 4,5 Grad. Vergleichbare oder noch tiefere Januarmittel sind seit Messbeginn im Jahr 1864 schon mehrmals, im Durchschnitt etwa alle 15 Jahre, vorgekommen.

Der Januar brachte der Südschweiz beträchtliche Niederschlagsmengen. Im südlichen und östlichen Teil des Tessins sowie in den Bündner Südtälern fielen 250 bis 300 Prozent der Norm. Auch im westlichen Mittelland liegen die Monatssummen erheblich über dem vieljährigen Durchschnitt. Die restlichen Gebiete erhielten teils normale, teils defizitäre Mengen (besonders Rheinbünden, Unterengadin, östlicher Alpennordhang). Im Gegensatz zur Alpennordseite verzeichnete die Südschweiz auch sehr grosse Schneefälle, besonders im Mittel- und Südtessin. Am 15. fielen in den Niederungen innerhalb von 12 Stunden bis zu 40 cm Neuschnee und am Abend des 16. erreichte die Schneehöhe in der Magadinoebene 97 cm. Für das Südtessin dürfte es sich mancherorts um die grössten Schneehöhen dieses Jahrhunderts handeln.

Die Sonnenscheindauer erreichte nur in wenigen Gebieten der Alpennordseite normale Werte. In allen anderen Landesteilen blieb sie meist deutlich unter dem vieljährigen Durchschnitt.

Klimawerte zum Witterungsbericht vom Januar 1985

Schweizerische Meteorologische Anstalt

Station	Höhe m über Meer	Lufttemperatur in °C						Relative Feuchtigkeit in %	Sonnenscheindauer in Stunden	Globalstrahlung Summe in 10^6 Joule/m²	Bewölkung				Niederschlag						
		Monatsmittel	Abweichung vom Mittel 1901–1961	höchste	Datum	niedrigste	Datum				Monatsmittel in %	Anzahl Tage			Summe		Grösste Tag.menge		Anzahl Tage mit		
												heiter[1]	trüb[1]	Nebel	in mm	in % vom Mittel 1901–1961	in mm	Datum	Niederschlag[2]	Schnee[3]	Gewitter[4]
Zürich SMA	556	−5,1	−4,1	7,4	22.	−19,5	9.	84	33	112	75	1	17	5	78	114	21	23.	15	23	0
Tänikon/Aadorf	536	−6,4	−4,6	7,6	31.	−26,6	7.	87	32	122	84	0	22	9	78	98	24	22.	18	13	0
St. Gallen	779	−5,9	−4,4	9,4	22.	−21,1	7.	84	42	116	80	0	18	17	53	75	15	23.	12	15	0
Basel	316	−4,7	−4,9	9,8	31.	−20,6	6.	84	50	105	79	1	17	3	49	107	12	22.	13	19	0
Schaffhausen	437	−5,8	−4,1	8,0	31.	−22,6	9.	84	28	103	78	0	19	7	52	85	14	22.	14	18	0
Luzern	456	−5,1	−4,4	9,2	31.	−18,9	9.	84	38	101	79	1	19	3	72	122	18	22.	16	13	0
Buchs-Suhr	387	−5,4	−4,8	7,2	31.	−23,4	9.	87	38	95	92	0	26	6	49	67	14	22.	15	13	0
Bern	570	−5,6	−4,1	7,4	31.	−20,7	9.	85	54	122	78	2	19	5	100	181	40	22.	14	14	0
Neuchâtel	485	−3,7	−3,7	7,8	31.	−17,6	9.	84	34	95	83	1	20	3	64	84	22	22.	15	19	1
Chur-Ems	555	−5,3	−3,8	10,5	22.	−21,4	7.	74	68	130	65	4	14	0	35	77	16	31.	13	15	0
Disentis	1190	−6,7	−3,8	7,2	23.	−22,6	6.	75	63	144	63	4	11	1	56	69	21	15.	16	19	0
Davos	1590	−9,6	−3,8	5,3	22.	−27,6	6.	83	74	158	72	2	14	1	41	57	18	31.	13	21	0
Engelberg	1035	−7,8	−5,0	7,7	31.	−24,8	9.	86	37	104	66	4	14	13	89	84	17	31.	15	13	0
Adelboden	1320	−6,9	−4,4	9,7	31.	−23,5	8.	84	62	136	62	5	9	8	69	78	17	23.	14	13	0
La Frêtaz	1202	−6,8	−4,7	4,8	22.	−21,9	9.	80	88	142	–	–	–	–	87	76	28	22.	13	–	0
La Chaux-de-Fonds	1018	−7,2	−4,7	5,8	22.	−29,9	9.	85	81	143	70	5	15	4	77	71	20	22.	16	19	0
Samedan/St. Moritz	1705	−12,8	−1,1	3,3	30.	−36,9	6.	81	74	173	64	3	11	1	34	97	8	23.	13	20	0
Zermatt	1638	−8,9	−3,6	4,8	31.	−22,1	6.	66	78	157	52	8	8	1	19	42	5	22.	9	14	0
Sion	482	−4,4	−2,8	6,1	31.	−19,8	7.	80	68	130	62	4	12	3	66	128	30	22.	9	9	0
Piotta	1007	−4,6	−2,7	8,8	31.	−18,3	7.	70	23	87	59	6	11	0	114	187	36	15.	11	12	0
Locarno Monti	366	−0,6	−3,4	10,1	31.	−10,1	7.	66	104	144	58	6	12	10	153	295	41	16.	10	10	0
Lugano	273	0,1	−2,4	9,0	24.	−9,0	7.	69	98	114	60	4	13	0	160	280	41	15.	9	8	0

[1] heiter: < 20%; trüb: > 80% [2] Menge mindestens 0,3 mm [3] oder Schnee und Regen [4] in höchstens 3 km Distanz