

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse  
**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein  
**Band:** 116 (1965)  
**Heft:** 4-5  
  
**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:** 20.01.2026

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

## A propos du Dendromètre de l'EXPO

Par R. Badan, Lausanne

A l'instigation de l'Institut fédéral de recherches forestières de Zurich, le Technicum vaudois, la Maison Lumina S. A. de Montreux et le Service des forêts du canton de Vaud, ont collaboré au développement et à l'exploitation du dendromètre enregistreur présenté au pavillon de la recherche du secteur « Terre et Forêt ».

Cet ensemble électronique, composé d'un capteur et d'un pont de mesure Lumina, ainsi que d'un oscillographe Philips, a enregistré tout au long de l'été les variations de circonférence du tronc d'un peuplier avec une précision de l'ordre de 1/500 mm.

Aujourd'hui, les techniques de mesure par résistance ou par induction sont utilisées couramment dans le génie civil et l'industrie. Appliquée à la dendrométrie, la méthode par résistance consiste pratiquement à coller sur la surface dont on veut connaître l'allongement ou la déformation une jauge de contrainte, c'est-à-dire un fil de constantan très mince, aplati en zigzag entre deux feuilles de papier. Ce fil est traversé par un courant électrique; les déformations de la surface analysée sont reproduites par la jauge dont le filament s'allonge et change de section: il en résulte une modification de la résistance électrique qu'on mesure à l'aide d'un galvanomètre.

Lorsque l'observation des variations est poursuivie pendant longtemps, il convient de tenir compte de la température qui peut fausser la relation linéaire qui lie l'allongement du filament et la résistance. Sans entrer dans le détail, cet effet est corrigé par un capteur de compensation inactif (c'est-à-dire non collé), placé dans le voisinage immédiat du capteur actif. Dans le pont de Wheatstone, sa résistance est montée en opposition à celle de la jauge collée ( $R_1 \times R_3 = R_2 \times R_4$ ): l'effet de la température est ainsi annulé.

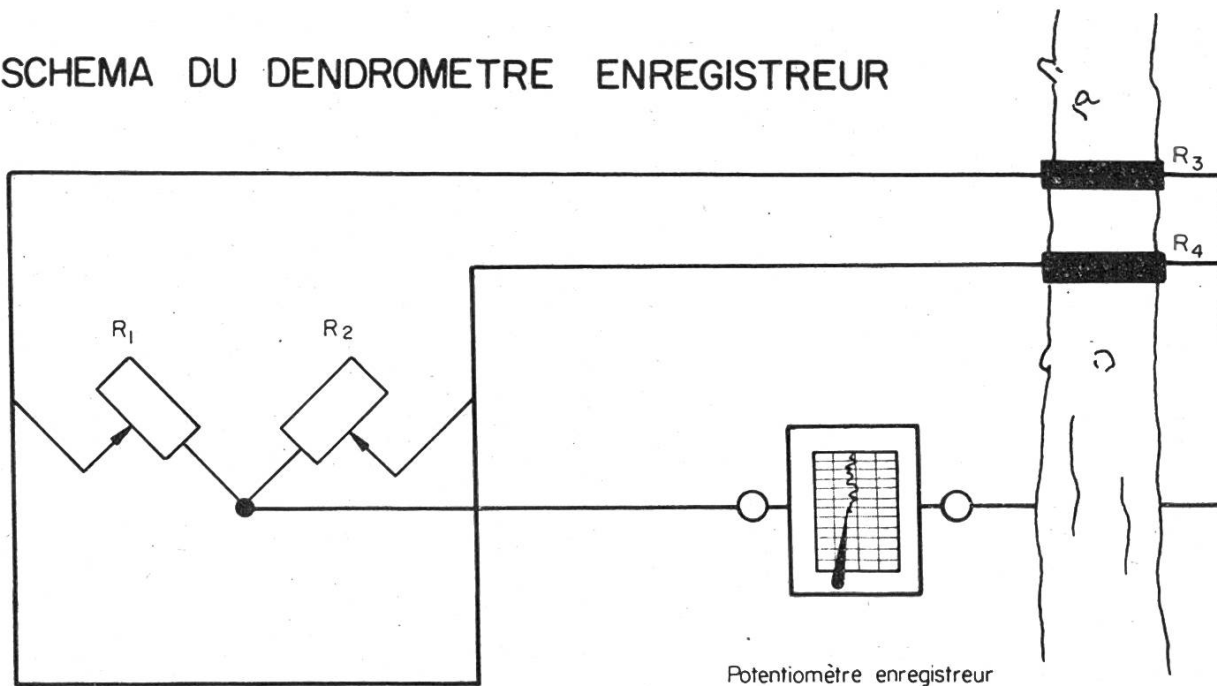
Lorsqu'on a voulu appliquer les jauges de contrainte standard à la mesure de la circonférence d'un tronc, on s'est heurté à de graves difficultés pratiques: l'impossibilité de coller la jauge sur l'écorce imposait une installation mécanique de haute précision permettant une mesure indirecte; l'élongation de la jauge se limitant à 1 mm au plus, un réglage mécanique était nécessaire tous les 2 jours, etc.

Le Technicum vaudois, alors qu'il cherchait à résoudre ces difficultés, découvrit sur le marché, tout à fait fortuitement, un produit caoutchouté à conducteur de haute résistance ohmique ( $\sim 700 \Omega$ ), servant à des fins d'un tout autre ordre.

Ce produit apportait une solution simple aux difficultés que nous avons mentionnées: pose facile d'un de ces cordons autour du tronc; pouvoir d'élongation 10 fois supérieur (remise à zéro dix fois moins fréquente); sensibilité identique.

Le dendromètre a été une de ces nombreuses installations de l'EXPO inconnue

## SCHEMA DU DENDROMETRE ENREGISTREUR



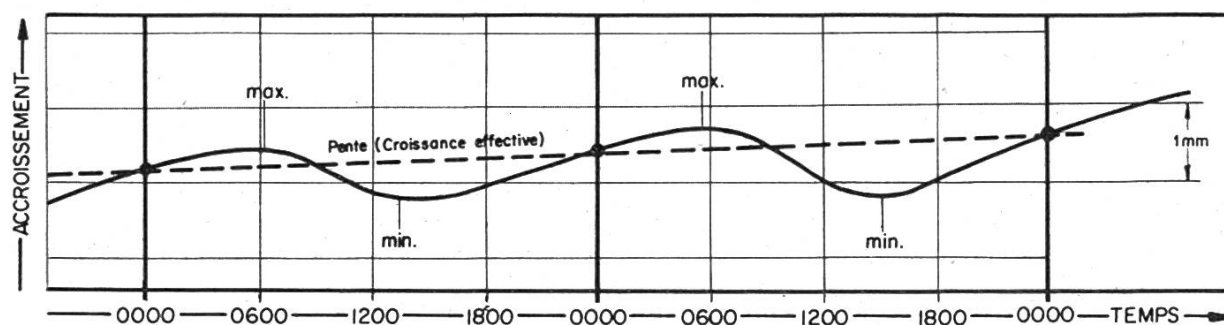
- $R_1$  } Resistances installées dans
- $R_2$  } le potentiomètre
- $R_3$  = Capteur de mesures
- $R_4$  = Capteur inactif de compensation

de la presse et du public, et pourtant unique en son genre, non seulement par la nouvelle application technologique dans le domaine des mesures, que nous avons signalée, mais aussi par le nombre et la qualité des informations sur l'accroissement du peuplier, recueillies continuellement pendant cinq mois. Outre la sensibilité de la mesure, c'est en effet l'enregistrement continu des variations de circonférence qui a fait la valeur de cette expérience (vitesse de déroulement du papier enregistreur : 4 cm/h). L'installation était complétée par un thermomètre et un hygromètre enregistreur.

L'analyse des données, et en particulier l'étude de l'influence de la température et de l'humidité de l'air sur les variations de circonférence, nécessitent un travail long et complexe d'un grand intérêt du point de vue de la physiologie végétale, de l'écologie et de la sylviculture.

Le mouvement journalier de la circonférence du peuplier se présente comme une courbe en S couchée, dont l'obliquité représente l'accroissement journalier global. L'amplitude de la courbe est variable mais son maximum se situe toujours au début de la matinée et son minimum au début de l'après-midi. La forme en S de la courbe est essentiellement liée à la transpiration. Lorsqu'elle est intense on observe sur le graphique une forte dépression diurne suivie d'un accroissement important dans la nuit suivante. Le facteur station mis à part, la transpiration et l'accroissement sont en relation étroite avec la température et l'humidité de l'air. L'accroissement est optimal quand ces deux facteurs sont maximaux. Si l'un des

## FORME DE LA COURBE ENREGISTREE



deux seul est maximal, l'accroissement est fortement ralenti. La température agit particulièrement sur la position dans le temps du maximum et du minimum, l'humidité de l'air, sur l'amplitude de la courbe. Ainsi, on a remarqué que le minimum, situé en moyenne vers 13 à 14 heures, est reporté par grosse chaleur jusque vers 16 heures. Dans le même ordre d'idées, notons en passant un fait curieux : le maximum journalier s'est trouvé constamment retardé au cours de la saison (5 à 6 heures en juin, 9 à 10 heures au début d'août).

Ces observations n'ont cependant rien de nouveau, elles découlent du bon sens. Leur intérêt réside dans le fait que leur description n'est plus purement qualitative, mais exprimée mathématiquement.

Par période de 24 heures, la valeur de  $\Sigma I \varnothing$  (somme des accroissements en diamètre) peut être mise en relation avec la température et l'humidité de l'air, et, si la corrélation est étroite, peut faire l'objet d'une équation mathématique, qui sur la base d'une connaissance de ces deux facteurs, permettrait de tirer  $\Sigma$ . On pourrait par cette méthode préciser la capacité de production d'une région donnée, et, en particulier, y adapter l'indice de Patterson. Il va sans dire qu'il faudrait aussi tenir compte de l'essence et de la station (altitude, exposition, pente, etc.); il vaudrait également la peine d'enregistrer d'une manière continue, la durée et l'intensité de l'ensoleillement, et de faire intervenir ces facteurs dans la formule.

On a observé également que l'allure de la courbe était fortement influencée par des phénomènes climatiques exceptionnels. Le cas des orages est particulièrement intéressant; à n'importe quelle heure du jour et de la nuit, un orage entraîne invariablement une à deux heures après son apparition, une hausse de circonférence pouvant aller jusqu'à 3 mm en un quart d'heure. D'autre part, un vent violent neutralise l'effet de la transpiration et par conséquent, l'accroissement est arrêté (la courbe s'aplatit).

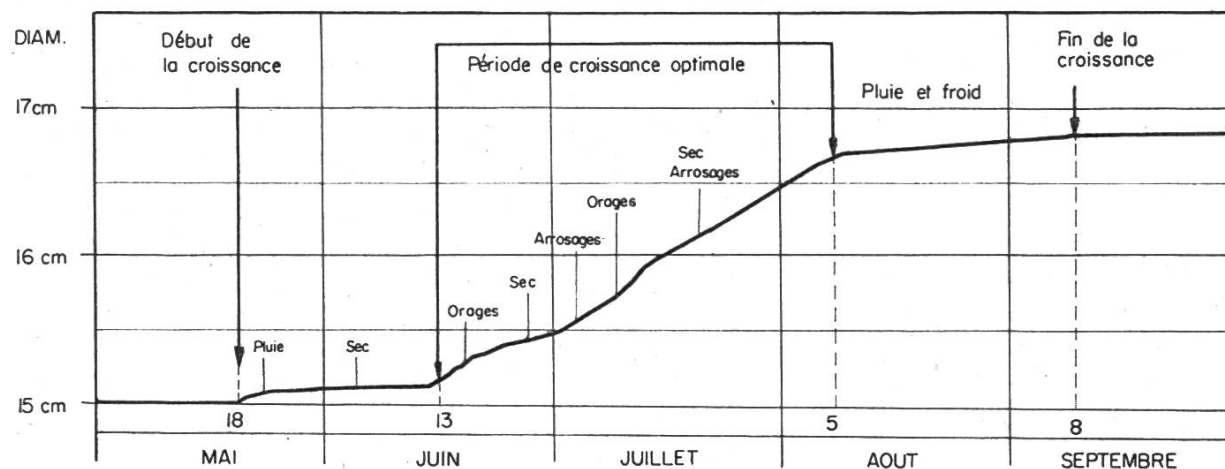
Sur la période de végétation de l'année 1964, le diamètre du peuplier qui était au départ d'environ 15 cm a augmenté de 1,83 cm. Cet accroissement réparti sur 114 jours, du 18 mai au 8 septembre, donne une moyenne journalière de 0,16 mm. La période de croissance optimale s'est étendue du 13 juin au 5 août, soit 54 jours avec une moyenne journalière de 0,24 mm. Ce taux de croissance est relativement faible. Il s'explique, en particulier par un mauvais emplacement du peuplier, protégé de la pluie par une paroi de béton; d'autre part, l'arbre, planté tardivement, était encore mal enraciné.

En conclusion, nous souhaitons que cette expérience soit reprise dans un peuplement forestier par l'Institut fédéral de recherches forestières. Elle pourrait être

The figure consists of three vertically stacked line graphs sharing a common x-axis representing a 24-hour cycle from 0000 to 0000.

- Top Graph:** The y-axis is labeled "HUMIDITE DE L'AIR" (Air Humidity) and ranges from 0% to 100% in 20% increments. The curve shows humidity starting at approximately 60% at 0000, peaking at about 70% around 0200, then fluctuating between 40% and 60% until 1600. It then rises sharply to a peak of about 85% at 1800, before settling around 70% by 0000.
- Middle Graph:** The y-axis is labeled "TEMPERATURE" and ranges from 10°C to 30°C in 10°C increments. The curve starts at about 18°C at 0000, remains relatively stable until 0600, then rises to a peak of about 28°C at 1300. It then falls to a minimum of about 15°C at 1800, before rising slightly to 18°C by 0000.
- Bottom Graph:** The y-axis is labeled "CIRCONEFENCE EN MM" (Precipitation in mm) and ranges from 0 to 3 mm in 0.5 mm increments. The solid line shows precipitation starting at 1 mm at 0000, rising to 1.1 mm at 0400, then to 1.3 mm at 0800. It remains at 1.3 mm until 1000, then gradually decreases to a minimum of about 0.5 mm at 1400. It then rises to 1.3 mm at 1800, where it jumps to 2.1 mm. From 1800 to 0000, it remains at 2.1 mm. A dashed line labeled "journee type sans orage" (typical day without storm) shows a similar trend but with lower values, peaking at about 1.8 mm at 1800. Annotations include "Nuit chaude" (0000-0600), "Soleil" (0600-0800), "Averse: depression diurne retardée" (0800-1000), "Soleil, chaud" (1000-1600), "Orage" (1600-1800), and "augmentation brusque" (1800-1900).

COURBE DE CROISSANCE DU PEUPLIER DE MAI A SEPTEMBRE



## **Die IV. Internationale Arbeitstagung Forstlicher Rauchschadensachverständiger, Wien 1964**

Von *Th. Keller*

Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf

Am IV. Rauchschadenssymposium, das vom 14. bis 17. September 1964 unter dem Vorsitz von Prof. Dr. J. Kisser an der Hochschule für Bodenkultur in Wien durchgeführt wurde, war neben Österreich, der Bundesrepublik Deutschland, der DDR, der Tschechoslowakei, Bulgarien und Holland erstmals auch die Schweiz vertreten. Angesichts der Aktualität des Immissionsproblems soll ein kurzer Überblick über die Vorträge<sup>1</sup> gegeben werden, wobei die Fülle des Gebotenen in die folgenden vier Abschnitte gegliedert sei:

1. Physiologie der Rauchschäden,
2. Widerstandsfähigkeit der Baumarten,
3. Methoden der Schadenerfassung,
4. Schadenverhütung.

Außerdem referierte der Berichterstatter über die gegenwärtige Rauchschadenssituation in der Schweiz, und dipl. Ing. Prokopiev erörterte die durch die Industrialisierung hervorgerufenen Immissionsverhältnisse in der Volksrepublik Bulgarien.

### **1. Physiologie der Rauchschäden**

Dr. Börtitz (DDR) untersuchte mit chemischen und physiologischen Methoden die Änderungen im Stoffwechselgeschehen SO<sub>2</sub>-begaster Koniferennadeln. Die Messung der Kohlensäureassimilation von Fichtenzweigen, die nicht bzw. mit 1 ppm SO<sub>2</sub> begast wurden, ergab, daß bereits nach fünfstündiger SO<sub>2</sub>-Einwirkung die Assimilation absank, ohne daß sich äußerlich sichtbare Symptome ausbildeten. In der Folge erholten sich die Nadeln wieder (2). Damit gelang der eindeutige Nachweis der vor allem vor dem Zweiten Weltkrieg sehr umstrittenen «unsichtbaren» Schäden, die — durch den URAS sichtbar gemacht — nun als physiologische Schäden klassiert werden. Eine chromatographische Untersuchung des Nadelpreßsaftes auf Zucker und Aminosäuren zeitigte keine markanten Unterschiede zwischen leicht begasten und unbegasten Nadeln.

Bei stärkerer Begasung jedoch, welche Nadelverfärbungen hervorrief, erreichte die Assimilation auch nach längerer Erholungspause die ursprüngliche Intensität

<sup>1</sup> Ein ausführlicher Bericht mit Zusammenfassungen aller Vorträge wurde von Prof. Kisser und Dr. Halbwachs in der Allgemeinen Forstzeitung (Wien) veröffentlicht (1).



nicht mehr. Wurde gar die Letalgrenze erreicht, so setzten irreversible Veränderungen des Stoffwechsels ein. Der Wassergehalt der Nadeln sank, was durch die erhöhte Transpiration (Folge der Lähmung der Stomata) zu erklären ist.

Begasungsversuche mit radioaktiv markiertem  $\text{SO}_2$  von Ing. Materna (CSSR) brachten u. a. folgende sehr interessante Ergebnisse:

- Die  $\text{SO}_2$ -Aufnahme im Winter (Februar) ist bei hohen Konzentrationen (Anfangskonzentration bis zu etwa 10 ppm) nur unwesentlich geringer als im Sommer.
- $\text{SO}_2$  wird relativ stärker aufgenommen als  $\text{CO}_2$ .
- Ein Teil des aufgenommenen  $\text{SO}_2$  wird aus den Nadeln abtransportiert. Bei Begasung von Einzelästen konnte die Translokation in die benachbarten Äste und in die oberste Wipfelregion festgestellt werden.
- Die  $\text{SO}_2$ -Aufnahme durch verschiedene Nadeljahrgänge ist unterschiedlich. Bei leichter, kurzer Begasung nehmen die aktivsten jüngsten Nadeln am meisten  $\text{SO}_2$  auf. Gleich alte Nadeln aus verschiedenen Kronenteilen variieren im S-Gehalt.
- Die  $\text{SO}_2$ -Aufnahme der Bäume ist individuell verschieden. Bei einer kurzen, starken Begasung fielen alle Abstufungen von ungeschädigt bis stark geschädigt an. Die am stärksten geschädigten Fichten wiesen die höchsten S-Gehalte in ihren Nadeln auf.

Dr. Halbwachs (Wien) befaßte sich mit dem Phänomen der Spitzen- und Randschäden. Obwohl die Rauchgase durch die Spaltöffnungen ins Blattinnere eindringen und die Stomata gleichmäßig über die ganze Spreite verteilt sind, treten die Schadenssymptome oft vorwiegend an Blattrand bzw. Nadelspitze auf. Es muß also ein Stofftransport stattfinden, dessen Ursachen in verschiedenen Versuchen nachgegangen wurde. Bereits seit einiger Zeit ist bekannt, daß Blattrand bzw. -spitze stärker transpirieren als die Mitte der Spreite. Durch Unterdrückung der Transpiration gelang es Halbwachs, die Ausbildung von Randnekrosen zu vermeiden und dadurch nachzuweisen, daß die Transpiration eine wesentliche Rolle spielt bei der Ausbildung dieser Randschäden. Eine kryoskopische Untersuchung der osmotischen Werte ergab, daß diese an Blattrand bzw. -spitze etwas höher sind als in der Spreitenmitte, so daß auch die osmotischen Verhältnisse zur Sogwirkung der Blattperipherie beitragen und für die Randnekrosen mitverantwortlich sind.

In einem weiteren Vortrag ging Dr. Halbwachs den Teerschädigungen nach, die nach Straßenteerungen an Alleebäumen beobachtet werden können. Die Symptome werden als lackartiger Glanz und braune bis schwarze Verfärbung der Blätter beschrieben, welche letztere Erscheinung durch ausgefällte Gerbstoffe verursacht wird. Die Schäden konnten auf jene Weichpechfraktion des Teers zurückgeführt werden, welche bei Temperaturen zwischen 0 und 250 °C verdampft. Dieser Dampf schlägt sich als kleine Tröpfchen auf den Blättern nieder, deren Epidermis durch Kontaktwirkung abstirbt und sich abhebt (silbriger Glanz). Es zeigte sich auch, daß die Schädigung besonders an sonnigen Tagen rasch eintritt und daß die ultraviolette Strahlung dafür verantwortlich ist. Es handelt sich offenbar um ähnliche photochemische Prozesse wie bei den Smogschäden.

In einer Arbeit von Dr. Steinhübel (CSSR) wurde der Einfluß von Hüttenstaub auf die Trockensubstanzproduktion behandelt. In Freilandversuchen bei einem Hüttenwerk ergab sich eine Steigerung der Produktion durch eine Blattreinigung. Die ungünstige Wirkung des Staubes ist in erster Linie auf Lichtentzug

und Erwärmung (Folge: Erhöhung von Transpiration und Atmung) zurückzuführen. Eine geringe Bestäubung kann allerdings unter Umständen (suboptimale Temperatur) die Assimilation auch leicht fördern.

## 2. Widerstandsfähigkeit der Baumarten

Der Vortrag von Prof. Rohmeder (BRD) stützte sich auf außerordentlich reiche, in mehrjährigen Begasungsversuchen gewonnene Erfahrungen und Versuchsergebnisse, die sich mit dem Einfluß von Umwelt und Erbgut auf die Widerstandskraft der Fichte gegenüber verunreinigter Luft befassen (3). In SO<sub>2</sub>- und HF-Schadengebieten wurden phänotypisch resistente Fichten ausgewählt und vegetativ vermehrt. Durch Begasungen im Gewächshaus wurde untersucht, ob die höhere Widerstandskraft dieser Bäume genetisch fixiert oder einfach eine Folge besserer Standortbedingungen (Nährstoffe, Wasser) sei. Dabei zeigte es sich, daß die selektierten Fichten sowohl gegen SO<sub>2</sub> als auch gegen HF wesentlich widerstandsfähiger waren als Fichtensämlinge und Pfropflinge normaler Fichten gleichen Alters, daß die Resistenz also im Genotyp verankert ist.

An zahlreichen Nadel- und Laubbaumarten wurde außerdem der Einfluß relativer Luftfeuchtigkeit (65–99 %) und Lichtintensität (500–5000 Lux) auf die Widerstandskraft untersucht. Es stellte sich heraus, daß mit steigender Luftfeuchtigkeit die Resistenz abnimmt, wobei vor allem eine Feuchte von 90 % und mehr sehr ungünstig wirkt. Die Schäden werden auch mit zunehmender Lichtstärke (intensivere Assimilation) wesentlich intensiver. Ebenso erwiesen sich die Pflanzen im Sommer als viel empfindlicher als während der Vegetationsruhe. Optimal ernährte Pflanzen zeigten eine erhöhte Widerstandskraft. In weiteren Untersuchungen wurde versucht, die Grenzkonzentrationen zu ermitteln, bei welchen Schäden eintreten, wobei die SO<sub>2</sub>-Konzentration von 0,2 auf 0,8 ppm gesteigert wurde. Als Schadenmaß diente der Prozentsatz der verätzten Assimilationsorgane. Unter den Versuchsbedingungen ergab sich, daß derartige Schäden erst eintraten, wenn bei zehntägiger Begasung (9–10 Stunden tagsüber, nachts nicht begast) 0,2 ppm überschritten wurden. Analoge Begasungen mit 0,8 ppm führten zu nahezu völliger Vernichtung der Assimilationsorgane, ausgenommen Eiche und Pappel, welche mit einigen Blättern davorkamen. Beim HF waren erste Schäden bei 0,025 mgF/m<sup>3</sup> zu bemerken, während die zehnfache Konzentration Totalschäden verursachte.

Angesichts der Ergebnisse von Börtitz ist es außerordentlich bedauerlich, daß für diese Versuche nicht auch ein URAS zur Verfügung stand, mit dem allfällige physiologische Schäden hätten ermittelt werden können.

Prof. Dässler (DDR) sprach über die Ergebnisse von Resistenzprüfungen an Nadelhölzern in Tharandt. Frühlreibende, dunkelgrüne Fichten waren SO<sub>2</sub>-härter als hellgrüne, spätreibende Fichten. Durch eine Stickstoffdüngung konnte die Widerstandskraft von Fichte, Kiefer und Strobe verbessert werden, doch wurden die Pflanzen frostanfälliger. Die blaue Douglasie war bei höheren Konzentrationen empfindlicher als die grüne Douglasie, bei niedrigen Konzentrationen war es umgekehrt. Innerhalb der Gattung *Pinus* ergab sich unter sächsischen Verhältnissen folgende Resistenzreihe:

*P. contorta* < *P. strobus* < *P. silvestris* < *P. montana* < *P. nigra*. In der Gattung *Picea* waren bei höheren SO<sub>2</sub>-Konzentrationen *P. obovata* und *P. pungens*, nicht aber *P. omorica*, rauchhärter als *P. Abies*. Sehr große Hoffnung wird auf die



*Larix leptolepis* und deren Hybriden mit der *L. decidua* gelegt, da die Japanlärche 0,3 ppm und mehr SO<sub>2</sub> viel besser erträgt als die einheimische Lärche.

In Chromatogrammen von Kiefernadeln traten mit zunehmender Schädigung Xylose und Ribose auf, während die Glucose zurücktrat.

Ing. Tesar (CSSR) orientierte über Schäden, welche in dichten, 40- bis 70-jährigen Fichtenbeständen durch die Abgase eines thermischen Kraftwerkes verursacht wurden. Besonderes Augenmerk wurde dem Benadelungsgrad in bezug auf Baumklasse und Freistellungsgrad der Krone geschenkt. Die Untersuchung führte zur Schlußfolgerung, daß in dichten Beständen beherrschte und unterdrückte Bäume entfernt werden sollten (ohnehin geringere Vitalität), um eine dichtere Benadelung der herrschenden und mitherrschenden Bestandesglieder zu erreichen.

In chronischen Rauchschadengebieten wird oft beobachtet, daß die Widerstandskraft der Baumarten allmählich nachläßt, so daß die Bäume gegen Umwelteinflüsse (Frost, Dürre) anfälliger werden. Auch tierische und pilzliche Schädlinge können sich stärker vermehren, sofern sie nicht selber auch unter den Immissionen leiden. Dr. Wentzel (BRD) untersuchte in der Umgebung einer Ziegelei, welche mitten in einen Fichtenwald hineingestellt worden war und rund 90 Hektar Jungbestände durch HF schädigte, den Befall der Jungfichten mit Gallenläusen (*Chermes abietis*). Es zeigte sich, daß sich der Befall mit zunehmender Entfernung vom Werk und abnehmender F-Schädigung verminderte, wobei in Werknähe bis über 2000 Gallen/Fichte gezählt wurden. Die Immissionen hatten somit eindeutig die Disposition der Fichte für den Gallenlausbefall erhöht.

### 3. Die Schadenerfassung

In Österreich werden schon seit längerer Zeit Luft- und Nadelanalysen mit Zuwachsmessungen an Bohrspänen gekoppelt, um Rauchschäden nachzuweisen. Über die bisherigen sehr guten Erfahrungen sprach Ing. Pollanschütz (Wien). Mit Hilfe jahrringchronologischer Untersuchungen konnte die produktionsbedingte Schwankung der Immissionen nachgewiesen werden, und es zeigte sich auch, daß stärker geschädigte Fichten eine längere Regenerationsphase benötigten. In einem andern Fall spiegelte sich die durch chemische Analysen von Luft und Nadeln festgestellte Verminderung der SO<sub>2</sub>-Immissionen (verursacht durch eine Umstellung im Brennmaterial) auch in der Jahrringbreite. In einem dritten Fall wurde plötzlich ein erheblicher Zuwachsrückgang und eine starke Ausweitung der Schadenzone festgestellt, ohne daß der Schwefelspiegel in den Nadeln änderte. Die Ausdehnung der Nadelanalyse auf Fluor zeigte dann, daß nach einer Betriebserweiterung auch dieser Schadstoff emittiert wurde und daß die erhebliche Schadenvergrößerung auf diese zusätzliche Immission zurückzuführen war.

Ebenfalls über eine reiche Erfahrung auf dem Gebiet der Jahrringanalysen verfügt Ing. Vins (CSSR). Er wies darauf hin, daß in rauchgeschädigten Fichten der Jahrring in Brusthöhe oft ganz ausfallen kann, so daß sehr sorgfältige jahrringchronologische Untersuchungen nötig sind, um diese Unregelmäßigkeiten aufzudecken. Ganz allgemein streuen die Jahrringbreiten in rauchgeschädigten Beständen viel stärker als in unbeeinflussten Beständen. Hinsichtlich des Bestandesaufbaues zeigte es sich, daß die vorherrschenden Bäume den relativ geringsten Zuwachsverlust aufweisen, während die beherrschten Bäume am stärksten mitgenommen werden.

Dr. Enderleins Bericht ist zu entnehmen, daß im Raume Leipzig-Halle ein Stichprobennetz über 100 000 Hektar Kiefernwald gelegt wurde, um den Zustand zu erfassen und eine Schadenzonenkarte zu erstellen. Die Zuwachsverluste wurden anhand von Stammanalysen und Jahrringmessungen an Bohrspänen ermittelt. Sie werden verursacht durch kalkhaltige Flugasche und Braunkohlenstaub, welche das pH des Bodens bis über den Neutralpunkt hinaufschieben. Dies kann die Bodenvegetation bis in eine Entfernung von 30 km von den geballten Emittenten verändern. Aber auch SO<sub>2</sub>-Immissionen tragen zu den Schäden das Ihre bei.

Waldschäden in der Nähe einer Glasfabrik und bei einem Stahlwerk konnten von Dr. Garber (BRD) durch Nadelanalysen auf Fluor-Emissionen zurückgeführt werden. Bei der Glasfabrik war der F-Gehalt der Nadeln auf 90 bis 110 ppm (normal etwa 5 ppm) angestiegen. Die Schäden entstanden durch die Verwendung des F-haltigen Flußspates als Flußmittel. Als das Werk zu andern Flußmitteln Zuflucht nahm, sank der F-Gehalt der Nadeln in einigen Jahren auf 25 ppm ab.

Ein Rauchschadenfall in Holland konnte durch Dr. Spierings ebenfalls mit Gewebeanalysen geklärt werden. Eine an einen Kiefern-Bestand angrenzende Email- und eine Chromfabrik emittierten F bzw. Cr, so daß in den vorjährigen Nadeln randständiger Kiefern Gehalte von bis zu 56 ppm F und 44 ppm Cr gefunden wurden.

Der Bericht von Ing. Lampadius orientierte über die Erfahrungen mit einer neuen Luftanalyse-Apparatur (Para-Rosanilin-Formaldehyd-Methode), welche leicht und transportabel ist, also gerade für Messungen im Bestand abseits von Netzanschlüssen entwickelt wurde.

Dr. Pelz und Mitarbeiter (DDR/CSSR) versuchen, die Farbe der vorjährigen Nadeln als Hilfsmittel zur Abgrenzung von Schadenzonen in Nadelwäldungen mit chronischen Rauchschäden zu verwenden. Die Farbe wird mit Hilfe des Pflanzenfarbenatlas von Biesalski bestimmt. Die Methode ist jedoch noch nicht ausgereift.

#### 4. Schadenverhütung

Dr. Wentzel (BRD) wies auf die drei grundsätzlichen Möglichkeiten der Schadenverhütung hin:

- Rauchgasverteilung und -verwirbelung (hohe Kamine),
- Reinigung der Rohstoffe oder Verwendung günstigerer Rohstoffe,
- Reinigung der Abgase.

Die erste Möglichkeit ist zwar die gebräuchlichste, wird aber vor allem in Ballungsgebieten immer illusorischer. Die zweite und dritte Möglichkeit dagegen bedürfen noch verstärkter Forschung zur technischen und wirtschaftlichen Realisierung des Zieles. Die Entschwefelung ist bei Kohle und Erz noch nicht möglich, bei Schweröl noch nicht wirtschaftlich, bei Leichtöl und Erdgas dagegen schon weitgehend verwirklicht. Zur Reinigung der Abgase sind schon verschiedene Verfahren entwickelt worden, die im großen aber nur unter begrenzten lokalen Verhältnissen in Frage kommen oder noch ungenügend ausprobiert sind. Es kommt aber auch auf die Einstellung des Emittenten an, und aus diesem Grunde berichtete Dr. Wentzel über die Rauchgasreinigung, wie sie aus einer vorbildlichen Gesinnung heraus schon 1934 in einer norwegischen Kupferhütte verwirklicht wurde (4), wenn diese Methode auch nicht ideal und unbeschränkt auf andere Verhältnisse übertragbar ist.

Der Berichterstatter hatte im letzten Sommer Gelegenheit, eine ähnliche Rauchwaschanlage des Kraftwerkes Bankside in London zu besichtigen. Mitten in London liegend, mußte das Werk dem  $\text{SO}_2$ -Ausstoß vollste Beachtung schenken. Trotz großen Investitionen würde diese Anlage jedoch nicht genügen, um Waldschäden zu vermeiden, wenn das Werk in der Nähe eines Nadelwaldes stehen würde. Beim Waschprozeß werden die Gase nämlich stark abgekühlt, so daß sie bei gewissen meteorologischen Verhältnissen in unmittelbarer Nähe des Kamins zu Boden sinken. Da die Waschanlage die Gase nicht völlig zu reinigen vermag, diese aber dann nur wenig verdünnt den Boden erreichen, können dennoch schädliche Konzentrationen erreicht werden.

Mit etwelcher Spannung werden daher die Erfahrungen erwartet, die in naher Zukunft im Ruhrgebiet mit dem Reinluft-Verfahren gesammelt werden können. Dort wurde bei einer chemischen Fabrik eine Anlage für  $55\,000\text{ Nm}^3/\text{h}$  gebaut (bei einem thermischen Kraftwerk mit  $300\text{ MW}$  Leistung fallen allerdings etwa  $900\,000\text{ Nm}^3/\text{h}$  an), die 1965 in Betrieb genommen wird und wertvolle Ergebnisse bringen sowie den Bau größerer Anlagen stimulieren dürfte. Das Reinluft-Verfahren besitzt den großen Vorteil, daß die Gase durch die Reinigung (Adsorption des  $\text{SO}_2$  an Halbkoks) nicht abgekühlt werden und daß nicht an die Stelle des Problems der Luftreinhaltung dasjenige der Abwasserreinigung tritt.

Anschließend an die Vorträge bildete eine zweitägige Exkursion nach Ranshofen bei Braunau einen letzten Höhepunkt. Diese Exkursion bot Gelegenheit, ein großes Aluminiumwerk zu besichtigen und die angrenzenden Waldungen zu begehen, welche unter den starken F-Emissionen Schaden genommen hatten. Das Werk hatte Prof. Kisser beauftragt, Versuche anzulegen als Grundlage für die Wiederbegrünung der Blöße und Bestandesumwandlung. Außerdem wurden leistungsfähigere Filter eingebaut. Dieser vorbildlichen Haltung des Werkes einerseits und den Anstrengungen von Prof. Kisser und Hofrat Jung andererseits ist es zu verdanken, daß die Blöße weitgehend wieder begrünt ist, wobei sich vor allem einige Weidenarten als besonders widerstandsfähig erwiesen haben. Auch mit Schwarzerle wurden bisher recht gute Erfahrungen gemacht. Im Schutz der Erle werden in größerer Entfernung vom Werk Birke, Aspe, Strobe und Lärche angebaut, wobei die Strobe allerdings dem Blasenrost ausgesetzt ist. Die noch stehenden, aber geschädigten alten Nadelbestände werden so langsam als möglich gelichtet und mit diesen Arten unterbaut. Man verzichtet aus zwei Gründen bewußt nicht auf das Nadelholz. Erstens will man feststellen, wie nahe ans Werk diese Arten noch mit Erfolg angebaut werden können und zweitens hegt man die Hoffnung, daß es in der Zukunft gelingen werde, die Emissionen noch weiter zu drosseln und dann die Nadelhölzer als Wertträger hochzuziehen.

Zum Schluß sei den österreichischen Organisatoren und Gastgebern herzlich für Ihre Bemühungen gedankt, welche die Tagung zu einem großen Erfolg werden ließen.

#### *Literaturhinweise*

- (1) Kisser J. und Halbwachs G. (1965): Bericht über die Internationale Arbeitstagung Forstlicher Rauchschadensachverständiger vom 14. bis 17. September 1964 in Wien. Allg. Forstztg. 76 (1), 4–11 (Wien)
- (2) Börtitz S. (1964): Physiologische und biochemische Beiträge zur Rauchschadenforschung. 1. Mitt. Untersuchungen über die individuell unterschiedliche Wirkung von

SO<sub>2</sub> auf Assimilation und einige Inhaltsstoffe der Nadeln von Fichten (*Picea Abies*) durch Küvettenbegasung einzelner Zweige im Freilandversuch. Biol. Zbl. 83 (4), 501–513

- (3) Rohmeder E. und von Schönborn A. (1965): Der Einfluß von Umwelt und Erbgut auf die Widerstandsfähigkeit der Waldbäume gegenüber Luftverunreinigung durch Industrieabgase. Forstwiss. Cbl. 84, 1–13
- (4) Wentzel K.F. (1963): Wirksame Rauchschadenverhütung durch Abgasreinigung. Allg. Forstztg. 18 (7), 114–117 (München)

## Witterungsbericht vom August 1964

*Zusammenfassung:* Der Monat zeigte im allgemeinen normale Verhältnisse, wobei im Nordosten die Niederschläge meist über dem langjährigen Mittel, im Südwesten dagegen darunter lagen.

*Abweichungen und Prozentzahlen in bezug auf die langjährigen Normalwerte* (Temperatur 1901–1960, Niederschlag und Feuchtigkeit 1901–1940, Bewölkung und Sonnenscheindauer 1931–1960):

*Temperatur:* Geringe Abweichungen, meist unter 1/2 Grad, im Osten leicht unternormal, im Westen etwas übernormal.

*Niederschlagsmengen:* Ziemlich unternormal im nordwestlichen Tessin und am westlichen Genfersee (30–60 %), sonst in der südwestlichen Landeshälfte meist 70 bis 90 %, dagegen leicht übernormal im Nordosten sowie strichweise im Kanton Bern (110–140 %).

*Zahl der Tage mit Niederschlag:* Am westlichen Genfersee und im Tessin (trotz unternormalen Regenmengen) leicht überdurchschnittliche Zahl der Tage, dagegen im übrigen Gebiet meist 1–3 Tage unternormal, z. B. Basel und Chur 10 statt 13.

*Gewitter:* Leicht unternormal, Hauptgewittertage 7./8., 17./18., 29. (mit Hagel am 8., 18. und 29. im Südtessin).

*Sonnenscheindauer:* Ungefähr normal, Werte zwischen 95 und 105 %, in der Zentralschweiz um 90 %.

*Bewölkung:* Ungefähr normal, Werte meist zwischen 90 und 105 %.

*Feuchtigkeit und Nebel:* Feuchtigkeit meist etwa 5 % unternormal, in den Bergen dagegen normal bis leicht übernormal. Nebelhäufigkeit im Gebirge leicht übernormal, im Flachland gering.

*Heitere und trübe Tage:* Heitere Tage im Tessin stark unternormal, z. B. Lugano 4 statt 13, am Genfersee leicht unternormal, im Nordosten etwas übernormal. Trübe Tage meist etwa normal.

*Wind:* In Genf am 29. starker Gewittersturm (33 m/sec), sonst keine bedeutenden Stürme.



Station	Höhe über Meer	Temperatur in °C					Relative Feuchtigkeit in %	Bewölkung in Zehnteln	Sonnenscheindauer in Stunden	Niederschlagsmenge				Zahl der Tage					
		Monats- mittel	Abweichung vom Mittel 1901—1960	nied- rigste	Datum	höchste				Datum	in mm	Abweichung vom Mittel 1901—1960	in mm	größte Tagesmenge in mm	Datum	mit			
																Schnee <sup>2)</sup>	Ge- witter <sup>3)</sup>	Nebel	trüb
Basel . . . . .	317	17,8	+0,2	9,0	31.	31,7	28.	72	216	81	—10	26	29.	10	—	4	1	9	6
La Chaux-de-Fonds	990	14,9	+0,1	8,7	29.	25,5	28.	68	208	80	—56	15	18.	14	—	—	2	10	7
St. Gallen . . . .	664	15,2	—0,6	7,2	30.	28,0	7.	76	164	169	+19	49	29.	13	—	1	2	8	8
Schaffhausen . . .	457	16,4	—0,2	8,8	31.	30,2	7. 28.	73	200	114	—17	38	29.	12	—	2	1	11	10
Zürich (MZA) . . .	569	16,5	—0,1	8,9	31.	29,3	27.	68	221	131	—1	44	29.	14	—	2	1	8	10
Luzern . . . . .	498	16,7	—0,4	9,3	31.	30,2	7.	80	185	150	+2	50	29.	13	—	4	1	7	9
Aarau . . . . .	405	16,9	+0,3	9,4	31.	29,2	6.	70	—	105	—4	32	29.	13	—	2	2	7	7
Bern . . . . .	572	17,3	+0,4	9,9	31.	29,4	28.	71	219	130	+16	55	29.	13	—	4	—	6	10
Neuchâtel . . . . .	487	18,2	+0,3	11,4	29.	29,4	7.	63	238	73	—31	26	29.	9	—	—	—	8	5
Genève-Cointrin . .	430	17,9	+0,3	11,0	13.	30,0	28.	62	257	55	—46	20	29.	12	—	5	—	7	6
Lausanne . . . . .	558	18,2	+0,4	10,8	31.	28,5	28.	62	243	85	—31	31	29.	12	—	4	—	10	6
Montreux . . . . .	408	19,0	+0,5	12,2	12.	28,9	1.	63	206	125	—19	43	29.	12	—	2	—	9	8
Sitten . . . . .	549	18,6	0,0	11,2	12.	29,9	17.	63	237	50	—15	13	21.	9	—	1	—	9	6
Chur . . . . .	586	17,0	—0,2	7,5	12.	29,5	6.	61	—	104	—3	30	29.	10	—	3	—	9	10
Engelberg . . . . .	1018	13,1	—0,4	4,7	31.	24,2	27.	76	—	145	—28	43	29.	14	—	2	1	5	10
Saanen . . . . .	1155	13,8	0,0	7,4	12. 31.	23,6	28.	81	—	116	—26	27	29.	12	—	2	1	6	10
Davos . . . . .	1588	10,7	—0,4	1,2	12.	26,1	26.	77	187	138	+6	38	29.	12	1	2	—	6	11
Bever . . . . .	1712	10,6	+0,3	2,7	13.	23,2	28.	72	—	99	—11	34	29.	11	—	2	—	8	9
Rigi-Kulm . . . . .	1775	9,1	—0,8	3,0	12.	18,8	26.	77	—	210	—39	66	29.	15	—	3	15	9	13
Säntis . . . . .	2500	4,8	—0,2	—	10.	14,9	26.	86	174	297	+15	71	2.	14	7	1	25	6	12
Locarno-Monti . . .	379	20,2	—0,1	13,2	12.	31,4	2.	61	274	116	—101	26	18.	12	—	3	—	6	4
Lugano . . . . .	276	20,2	—0,6	11,8	19.	29,6	28.	62	255	154	—38	30	18.	10	—	5	—	4	5

1) Menge mindestens 0,3 mm 2) oder Schnee und Regen 3) in höchstens 3 km Distanz



## Witterungsbericht vom September 1964

*Zusammenfassung:* Der Monat war vor allem auf der Alpennordseite warm und mit Ausnahme einzelner Teile des Alpennordhanges und des Wallis, welche normale Verhältnisse zeigen, zu trocken, vor allem südlich der Alpen. Die Sonnenscheindauer war allgemein übernormal.

*Abweichungen und Prozentzahlen in bezug auf die langjährigen Normalwerte* (Temperatur 1901–1960, Niederschlag und Feuchtigkeit 1901–1940, Bewölkung und Sonnenscheindauer 1931–1960):

*Temperatur:* Übernormal, nördlich der Alpen etwa 1 Grad, in den südlichen Landesteilen etwa  $1\frac{1}{2}$  Grad.

*Niederschlagsmengen:* In der Nordostschweiz, am westlichen Alpennordhang sowie im mittleren Wallis ungefähr normal (meist 90–120 %), sonst allgemein unternormal, in der Nordwestschweiz 50–70 %, im südöstlichen Wallis und in Mittelbünden sowie im Engadin 40–50 %, auf der Alpensüdseite meist nur 20–30 %.

*Zahl der Tage mit Niederschlag:* Allgemein unternormal, nördlich der Alpen meist 2–4, südlich 4–5 Tage unter dem langjährigen Wert, z. B. Zürich 9 statt 13, Lugano 5 statt 10.

*Gewitter:* Ungefähr normal, Hauptgewittertage 12./13. und 16.

*Sonnenscheindauer:* In der ganzen Schweiz übernormal, meist 105–115 %, in Graubünden um 125 %.

*Bewölkung:* Allgemein unternormal, meist 80–90 %, in Graubünden und in den Hochalpen 75–80 %.

*Feuchtigkeit und Nebel:* Feuchtigkeit meist einige Prozente unternormal, Nebelhäufigkeit ungefähr normal.

*Heitere und trübe Tage:* Heitere Tage im Süden und Westen etwa normal, sonst (besonders im Nordosten zum Teil stark) übernormal, z. B. Säntis 15 statt 5. Trübe Tage meist etwa normal, im Nordosten etwas unternormal, z. B. St. Gallen 8 statt 11.

*Wind:* Keine bedeutenden Stürme, jedoch am 16. sehr kräftige Westströmung in der Westschweiz.

Dr. Max Schüepp

