

**MITTEILUNGEN
DER FORSTLICHEN BUNDES-VERSUCHSANSTALT
WIEN**

(früher „Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs“)

97. Heft

1972

WIRKUNGEN VON LUFTVERUNREINIGUNGEN AUF WALDBÄUME

VII. Internationale Arbeitstagung Forstlicher Rauchschadensachverständiger

ODC 425.1

Effects of Air Pollutants on Forest Trees

VII. International Symposium of Forest Fume Damage Experts

Effets des pollutions de l'air aux arbres de forêts

VII. Congrès internationale de travail des experts des dégâts de fumée

Влияние загрязнений воздуха на лесные деревья

**УП. Международное рабочее совещание экспертов по повреждению
лесных деревьев дымом**

Essen - BRD

7. bis 11. September 1970

**Herausgegeben
von der
Forstlichen Bundesversuchsanstalt in Wien**

Copyright by
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Wien.

Copyright by
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Wien.

Printed in Austria

Herstellung und Druck:
Forstliche Bundesversuchsanstalt
A - 1131 Wien

I N H A L T

1. B a n d

Vorwort	9
Tagungsprogramm	12
Teilnehmerverzeichnis	26
Begrüßungsansprachen	34
HARTKAMP, H.: Immissionsmessungen zur Luftüberwachung im Lande Nordrhein-Westfalen	45
KNABE, W.: Immissionsbelastung und Immissionsgefährdung der Wälder im Ruhrgebiet ..	53
DREYHAUPT, F.J.: Grundsätze des Luftreinhalteprogramms des Landes Nordrhein-Westfalen	89
ROST, F.: Maßnahmen des Landes Nordrhein-Westfalen zur Walderhaltung in immissionsbelasteten Gebieten	99
FRORIEP, S.: Die Bedeutung der Grünflächen im immissionsbelasteten Ruhrgebiet und Folgerungen für die Landesplanung ...	107
WENTZEL, K.F.: Forderungen des Umweltschutzes an die Luftreinhaltung	117
KERIN, D.: Waldrauchschäden der Blei- und Stahlindustrie im Voralpengebiet Jugoslawiens	129
BOHNE, H.: Klärung eines Rauchschadensfalles bei Kiefernbeständen im Ruhrgebiet	141
DONAUBAUER, E. und K. STEFAN: Nachweis der Vergrößerung von Immissionswirkungen nach Errichtung eines kalorischen Kraftwerkes	151

GRESZTA, J. und J. OISZOWSKI: Einfluß der chemischen Industrieimmissionen auf den Zuwachs von Kiefernbeständen	163
VINS, B. und R. MRKVA: Zuwachsuntersuchungen in Kiefernbeständen in der Umgebung einer Düngerfabrik	173
ELLERTSEN, B.W., C.J. POWELL & Ch. L. MASSEY: Report on study of diseased white pine in East Tennessee	195
WARTERESIEWICZ, M. & I. SZALONEK: Untersuchungen über die Schäden an Kulturpflanzen in der Nähe eines metallurgischen Kombi- nates	209
MATERNA, J.: Einfluß niedriger Schwefeldioxyd- konzentrationen auf die Fichte	219
WOOD, F.A. & J.B. COPPOLINO: The influence of ozone on deciduous forest tree species	233
SCHOLL, G.: Ein biologisches Verfahren zum Nachweis von Fluorverbindungen in Immissionen	255
KELLER, Th.: Über die Überwachung der Immissio- nen von Kehrriechverbrennungsanstalten mit Hilfe von Nadelanalysen auf Chlori- de	271
WERT, S.L.: Detecting and evaluating air pollu- tion damage to forest stands in the United States by using large-scale color aerial photography	281
KENNEWEG, H.: Zur Frage der Erkennung und Abgrenzung von Rauchschäden aus Luftbildern	295

2. B a n d

GODZIK, S.: Vergleichende Untersuchungen über die Aufnahme von Schwefeldioxyd aus der Atmosphäre durch einige Pinus-Arten	319
HORVATH, I.: Einfluß von Fluorverbindungen auf die Trockensubstanzproduktion von Buchweizen	335
DÄSSLER, H.G.: Zur Wirkungsweise der Schadstoffe. Der Einfluß von SO ₂ auf Blattfarbstoffe	353
GRILL, D. & O. HÄRTEL: Zellphysiologische und biochemische Untersuchungen an SO ₂ -begasteten Fichtennadeln - Resistenz und Pufferkapazität	367
HOUSTON, D.B. & G.R. STAIRS: Physiological and genetic response of Pinus strobus L. clones to sulfurdioxide and ozone exposures	387
SCHÜTT, P. & H.J. SCHUCK: Zusammenhänge zwischen Rauchhärte und Cuticularwachsen bei Koniferen	399
STEINHÜBEL, G.: Die Beeinflussung der Translokationen organischer Stoffe in den wachsenden Trieb durch feste Immissionen bei Koniferen	419
GRESZTA, J.: Die Beschädigung des Assimilationsapparates der Kiefer sowie die dadurch entstandenen Verluste der Holzmasse ..	431
MAMAJEW, S.A. & O.D. SHKARLET: Effects of air and soil pollution by industrial waste on the fructification of Scotch Pine in the Urals	443

LAMPADIUS, F.: Schädigung des Waldes durch Waschl- mittelstaub	451
CHROSCIEL, S., J. JUDA & J. PALUCH: Methodik der Beurteilung des Gefährdungsgrades von Waldkomplexen durch bestimmte Emissions- quellen	473
TESAR, V.: Immissions-situation, forstliche Lage und Auswirkung von Gegenmaßnahmen im Rauchschadensgebiet Trutnov/Riesenge- birge	481
FER, F., E. PELZ, A. PFEFFER & V. TOLLINGER: Die Bewertung des Wachstums von Fich- tenpflanzlingen aus rauchhärteren Klo- nen im Rauchschadensgebiet des Erzge- birges	493
GERHOLD, H.D., E.H. PALPANT, W.M. CHANG & M.E. DEMERITT Jr.: Tubing fumigation method for selection of pines resistant to air pollutants	511
STEFAN, K.: Nadelanalytische Ergebnisse von einem Düngungsversuch in einem rauchgeschädig- ten Fichtenbestand	521
MEURERS, H.: Lärminderungen durch Anpflanzungen	535
BERINDAN, C.: Öffentliche Grünflächen in Städten mit Luftverunreinigung - augenblickli- cher und zukünftiger Stand	541
KALETA, M.: Die Wirkung von Magnesit-Immissionen auf die Änderung der Pflanzengesell- schaften	569
MILLER, P.R., M.H. McCUTCHAN & B.C. RYAN: Influence of climate and topography on oxidant air pollution concentrations that	

damage conifer forests in Southern California	585
SIERPINSKI, Z.: Die Bedeutung der sekundären Kiefern- schädlinge in Gebieten chronischer Einwirkung industrieller Luftverunreinigungen	609
GÜNTHER, K.H.: Schädigung von Waldbäumen durch Grundwasserentzug in Immissionsgebieten	617
HANOVER, J.W.: Factors affecting the release of volatile chemicals by forest trees	625
Schlußresolution	645

V O R W O R T

Die VII. Internationale Arbeitstagung forstlicher Rauchschadensachverständiger in Essen vereinte erstmals Forstwissenschaftler aus ganz Europa und den USA zu einer längeren Diskussion der Probleme, die sich aus der weltweit zunehmenden Luftverunreinigung für die Waldwirtschaft ergeben. Dank des Entgegenkommens der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien ist es nunmehr möglich, den vollen Wortlaut der Vorträge in zwei Bänden der Fachwelt vorzulegen, nachdem eine Veröffentlichung in der Bundesrepublik Deutschland trotz größter Anstrengungen in angemessener Zeit nicht verwirklicht werden konnte. Ich möchte dem Direktor dieser Anstalt, Herrn Hofrat Dipl.-Ing. Hans EGGER zugleich im Namen aller Teilnehmer meinen herzlichen Dank für die Übernahme der Publikation aussprechen; in diesen Dank möchte ich die in Wien beteiligten Wissenschaftler, den Leiter der IUFRO-Arbeitsgruppe Rauchschäden Dr. Edwin DONAUBAUER, Herrn Dipl.-Ing. Otmar BEIN, Herrn Dipl.-Ing. Klaus STEFAN, sowie deren Mitarbeiterinnen Frau H. WOCHEIM und Frau M. HRUBY mit einschließen, die alle an der Redigierung und z.T. Reinschrift usw. mitgewirkt haben.

Fast alle Referenten haben ihr Vortragsmanuskript, das jedoch teilweise überarbeitet werden mußte, für diese Veröffentlichung zur Verfügung gestellt. Die Arbeiten werden in der Originalsprache veröffentlicht, jedoch durch eine Zusammenfassung in einer der beiden Konferenzsprachen ergänzt. Die Übersetzung der deutschen Zusammenfassung ins Englische schon vor Beginn der Konferenz verdanken wir der Forestry Commission, London, die damit einen wesentlichen Beitrag zur Internationalen Auswertung der Tagung

geleistet hat. Die Diskussion konnte nur auszugsweise veröffentlicht werden.

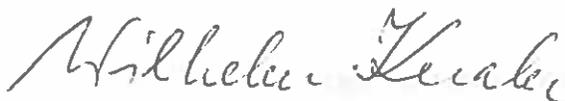
Es ist mir ein Bedürfnis, an dieser Stelle noch einmal allen zu danken, die zum Gelingen der Tagung beigetragen haben. An erster Stelle möchte ich die Veranstalter nennen. Der Internationale Verband Forstlicher Forschungsanstalten (IUFRO), hat sich mit seiner Arbeitsgruppe "Rauchschäden" fachlich engagiert. Die Schutzgemeinschaft Deutscher Wald ist durch ihren Geschäftsführer Forstmeister DECKEL an der finanziellen Abwicklung und Organisation der Tagung beteiligt gewesen. Der Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk hat nach Entscheidung von Herrn Verbandsdirektor NEUFANG die Mittel für die Simultanübersetzung der Vorträge bereitgestellt. Die finanzielle Basis für die Durchführung der Tagung ist durch einen zweckgebundenen Förderungsbeitrag des Ministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Nordrhein-Westfalen an die Schutzgemeinschaft Deutscher Wald geschaffen worden. Die Ministerien für Arbeit, Soziales und Gesundheit sowie für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten haben sich durch Stellung von Chairmen und Referenten auch am fachlichen Ablauf der Tagung beteiligt. Herrn Ministerialdirigent Dr. Klaus BOISEREE und Herrn Ltd. Ministerialrat MICHELS danke ich besonders dafür.

Gastgebende Institution der Arbeitstagung war die Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. Dem Präsidenten, Herrn Dr. H. STRATMANN, danke ich für die dabei gewährte Unterstützung. Weiterhin danke ich den Herren Dr. Uwe ARNDT und Dr. Gerhard SCHOLL, die verantwortlich im Organisationskomitee mitgearbeitet haben sowie Frau Helga MESCHER, Fräulein Solveig ZACKER

und Herrn Karl-Heinz BRUNS für die umfangreichen Arbeiten bei der Vorbereitung und Durchführung der Tagung sowie den Vorarbeiten für die Publikation der Vorträge.

Abschließend möchte ich auf die am Ende des zweiten Bandes veröffentlichte Resolution hinweisen, die von den Teilnehmern am Abschluß der Tagung einstimmig gebilligt wurde. Herrn Professor Dr.Dr.h.c. KISSER, Wien, gebührt als Initiator dieser Resolution besonderer Dank.

Essen, den 30.12.1971



Dr. Wilhelm KNABE
(Sprecher der Tagung)

P R O G R A M M

VII. INTERNATIONALE ARBEITSTAGUNG
FORSTLICHER RAUCHSCHADENS SACHVERSTÄNDIGER

7. bis 11. September 1970

In der Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes Nordrhein - Westfalen

43 Essen-Bredeney
Wallneyer Straße 6

Veranstaltet von:

Internationaler Verband Forstlicher Forschungsanstalten
(IUFRO) Arbeitsgruppe Rauchschäden, A 1131 Wien -
Schönbrunn

Schutzgemeinschaft Deutscher Wald - Landesverband
Nordrhein-Westfalen e.V., 43 Essen, Grugapark

Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk, 43 Essen, Kronprinzen-
straße 35

Beteiligte Institutionen:

Deutsche UNESCO-Kommission, 5 Köln, Komödienstraße 40
Forestry Commission, London W 1, 25 Savile Row

Vorbereitung und Durchführung:

Dr. W. Knabe, Dr. U. Arndt, Dr. G. Scholl
Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des
Landes Nordrhein-Westfalen, Telefon:(02141) 7 99 51

Tagungsraum:

Hörsaal der Landesanstalt für Immissions- und
Bodennutzungsschutz, 43 Essen, Wallneyer Straße 6

Tagungsbüro:

Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungs-
schutz, 43 Essen, Wallneyer Straße 6

Sitzungssaal B

Öffnungszeiten:

Montag,	7.9.1970,	7.30 - 11.30;	12.30 - 15.00
Dienstag,	8.9.1970,	8.00 - 9.30;	11.00 - 11.30
Mittwoch,	9.9.1970,	7.30 - 8.00;	
Donnerstag,	10.9.1970,	8.00 - 9.00;	11.00 - 11.30
Freitag,	11.9.1970,	8.00 - 9.00;	11.00 - 11.30

Teilnehmerbeitrag:

1	Tag	DM 30,--
2	Tage	DM 60,--
3-5	Tage	DM 80,--

Verkehrsverbindungen:

Ab Hauptbahnhof Essen Autobus A 42 und A 62 Richtung Kettwig

Hotel- und Reiseinformationen:

Reisebüro Hapag - Lloyd, 43 Essen, Am Hauptbahnhof 34,
Tel.Nr. 20401

Verkehrsverein Essen e.V., Haus der Technik (Bahnhofsvor-
platz), Tel.Nr. 22 11 21

Z E I T E I N T E I L U N G

M o n t a g , den 7. 9. 1970

7.30 - 9.00 Anmeldung
9.00 - 9.30 Begrüßungsansprachen

Prof. Dr. C O R D E S - Duisburg

Erster Vorsitzender der Schutzgemeinschaft
Deutscher Wald, Landesgruppe Nordrhein-Westfalen

Dr. H. S T R A T M A N N - Essen

Präsident der Landesanstalt für Immissions- und Boden-
nutzungsschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

Dr. E. D O N A U B A U E R - Wien

Obmann der Arbeitsgruppe Rauchschäden des Internationalen
Verbandes Forstlicher Forschungsanstalten

9.30 - 11.00

S E K T I O N I A:

Luftverunreinigung in Nordrhein-Westfalen; Darstellung
der Situation

Chairman: Dr. M. B U C K - Essen

1. Dipl.-Ing. W. B R O C K E - Essen:
Emissionen und Maßnahmen zu ihrer Verminderung
in Nordrhein-Westfalen
(9.30 - 10.00)

2. Dr. H. H A R T K A M P - Essen:
Immissionsmessungen zur Luftüberwachung in
Nordrhein-Westfalen
(10.00 - 10.30)

3. Dr. W. K N A B E - Essen:

Immissionsbelastung und Immissionsgefährdung der
Wälder im Ruhrgebiet

(10.30 - 11.00)

P A U S E (11.00 - 11.30)

11.30 - 15.15

S E K T I O N I B:

Luftverunreinigung in Nordrhein-Westfalen; Politische
Folgerungen

Chairman: Dr. K. B O I S S E R É E - Düsseldorf

1. Dipl.-Ing. F. J. D R E Y H A U P T - Düsseldorf:

Grundsätze des Luftreinhalteprogramms des
Landes Nordrhein-Westfalen

(11.30 - 12.00)

2. Dipl.-Forstw. F. R O S T - Düsseldorf:

Maßnahmen des Landes Nordrhein-Westfalen zur Wald-
erhaltung in immissionsbelasteten Gebieten

(12.00 - 12.30)

M I T T A G S P A U S E (12.30 - 14.15)

Chairman: Dipl.-Landw. K. M I C H E L S - Düsseldorf

3. Dr. Ing. S. F R O R I E P - Essen:

Die Bedeutung der Grünflächen im immissionsbelasteten
Ruhrgebiet und Folgerungen für die Landesplanung

(14.15 - 14.45)

4. Dr. K. F. W E N T Z E L - Wiesbaden:

Forderung des Naturschutzes an die Luftreinhaltung

(14.45 - 15.15)

15.15 - 17.30

S E K T I O N II A:

Immissionswirkungen auf Waldbestände; Diagnose

Chairman: Prof. Dr. J. K I S S E R - Wien

1. Dr. G. P E R I N - Padova:
Die Luftverunreinigung im Raum Bozen und ihre
Auswirkung auf die Vegetation (15.15 - 15.45)
2. Prof. Dr. K E R I N - Maribor:
Waldrauchschäden der Blei- und Stahlindustrie im
Voralpengebiet Jugoslawiens (15.45 - 16.15)

P A U S E (16.15 - 16.30)

3. Dr. H. B O H N E - Bad Godesberg:
Klärung eines Rauchschaadenfalles bei Kiefern-
beständen im Ruhrgebiet (16.30 - 17.00)
4. Dr. G. R E U S M A N N , Ing. J. W E S T P H A L E N -
Essen:
Automatische Bestimmung von Immissionskomponenten in
Pflanzen und Luft (17.00 - 17.30)

D i e n s t a g , den 8. 9. 1970

9.00 - 10.30

S E K T I O N II B:

Immissionswirkungen auf Waldbestände; Schadensermittlung

Chairman: Dr. J. M A T E R N A - Zbraslav

1. Dr. E. D O N A U B A U E R , Dipl.-Ing. K. S T E F A N
- Wien:

Nachweis der Vergrößerung von Immissionswirkungen nach Errichtung eines kalorischen Kraftwerkes in einem Rauchschadensgebiet

(9.00 - 9.30)

2. Dr. J. G R E S Z T A , Ing. O L S Z O W S K I - Zabrze:
Einfluß der chemischen Industrieimmissionen auf den Zuwachs von Kiefernbeständen

(9.00 - 10.00)

3. Dr. B. V I N Š , Ing. R. M R K V A - Zbraslav:
Zuwachsuntersuchungen in Kiefernbeständen in der Umgebung einer Düngerfabrik

(10.00 - 10.30)

10.30 - 14.45

S E K T I O N III A:

Verfahren zur Erfassung von Immissionseinwirkung auf Pflanzen;
Freilandversuche unter gegebener Immissionsbelastung

Chairman: Dr. W. K N A B E - Essen

1. B. W. E L L E R T S E N, C. J. P O W E L L , Ch. L. M A S S E Y - Norris, Tenn.

Untersuchungen an erkrankten Weymouthkiefern (*Pinus strobus* L.) im östlichen Tennessee (in Englisch)

(11.00 - 11.30)

P A U S E (11.00 - 11.30)

2. Dr. W. W. H E C K , D. E. W E B E R - Raleigh :
Versuchsordnung einer Feldversuchsserie zur Ermittlung der Wirkungen großer Kohlenkraftwerke auf die Vegetation (in Englisch)

(11.30 - 12.00)

3. Dr. P. M A T H É - Düsseldorf:
Ein Freilandversuch mit Gehölzpflanzen unter der Einwirkung mehrerer Immissionskomponenten

(12.00 - 12.30)

M I T T A G S P A U S E (12.30 - 14.15)

4. Dr. M. W A R T E R E S I E W I C Z , I. S Z A L O N E K
- Zabrze:

Untersuchungen über die Schäden an Kulturpflanzen in
der Nähe eines metallurgischen Kombines

(14.15 - 14.45)

14.45 - 15.45

S E K T I O N III B:

Verfahren zur Erfassung von Immissionseinwirkungen auf
Pflanzen; Versuche unter kontrollierten Bedingungen

Chairman: Dr. J. G. ten H O U T E N - Wageningen

1. Dr. J. M A T E R N A - Zbraslav:
Einwirkung niedriger Schwefeldioxidkonzentrationen auf
die Fichte

(14.45 - 15.15)

2. Dr. F. A. W O O D - University Park, Pa.:
Wirkungen photochemischer Luftverunreinigungen auf
Waldbäume (in Englisch)

(15.15 - 15.45)

15.45 - 17.00

S E K T I O N III C:

Verfahren zur Erfassung von Immissionseinwirkungen auf
Pflanzen; Biologische Indikatoren für Luftverunreinigungen

Chairman: Dr. J. G. ten H O U T E N - Wageningen

1. Dr. G. S C H O L L - Essen:
Ein biologisches Verfahren zum Nachweis von Fluorver-
bindungen in Immissionen

(15.45 - 16.15)

P A U S E (16.15 - 16.30)

2. Dr. Th. K E L L E R - Birmensdorf:
Über die Überwachung der Immissionen von Kehrriechtver-
brennungsanstalten mit Hilfe von Nadelanalysen auf
Chloride

(16.30 - 17.00)

17.00 - 18.00

S E K T I O N III D:

Verfahren zur Erfassung von Immissionseinwirkungen auf
Pflanzen; Luftbildauswertung.

Chairman: Dr. P. R. M I L L E R - Berkeley

1. Research Forester S. L. W E R T - Berkeley, Cal.:
Eine Methode zur Entdeckung und Abschätzung von Rauch-
schäden in Waldbeständen einiger Gebiete der USA mit
Hilfe großformatiger falschfarbiger Luftbilder
(in Englisch)
(17.00 - 17.30)
2. Dipl.Forstw. H. K E N N E W E G - Freiburg:
Zur Frage der Erkennung und Abgrenzung von Rauchschäden
aus Luftbildern
(17.30 - 18.00)

M i t t w o c h , den 9. 9. 1970

Ganztägige E X K U R S I O N E N in das Ruhrgebiet

E X K U R S I O N I

Dr. H. S C H Ö N B E C K , K. H. B R U N S - Essen:

Umweltbedingungen im Ruhrgebiet

Essen - Kettwig - Herten - Dortmund - Datteln - Oberhausen
- Duisburg - Essen

Ab Handelshof, Haltestelle Stadtrundfahrt 7.20

Ab Landesanstalt 7.45

(7.45 - 20.00)

E X K U R S I O N II

Dr. G. P E T S C H , Dr. W. K N A B E - Essen;

Dr. K. F. W E N T Z E L - Wiesbaden:

Immissionsschutz und Forstwirtschaft im Ruhrgebiet

Essen - Kettwig - Duisburg - Bottrop - Herten - Essen

Ab Handelshof, Haltestelle Stadtrundfahrt 7.40

Ab Landesanstalt 8.00

D o n n e r s t a g , den 10. 9. 1970

9.00 - 10.00

S E K T I O N IV A:

Wirkungsweise von Luftverunreinigungen; Schadstoffaufnahme

Chairman: Dr. Th. K E L L E R - Birmensdorf

1. Dr. S. G O D Z I K - Zabrze:

Vergleichende Untersuchungen über die Aufnahme von Schwefeldioxid aus der Atmosphäre durch einige Pinus-Arten

(9.00 - 9.30)

2. Ing. J. H O R V Á T H - Bratislava:

Einfluß von Fluorverbindungen auf die Trockensubstanzproduktion von Buchweizen

(9.30 -10.00)

10.00 - 14.45

S E K T I O N IV B:

Wirkungsweise von Luftverunreinigungen; Biochemische und physiologische Reaktionen

Chairman: Dr. Th. K E L L E R - Birmensdorf

1. Prof. Dr. H. G. D Ä S S L E R - Tharandt:

Zur Wirkungsweise der Schadstoffe. Der Einfluß von SO₂ auf Blattfarbstoffe

(10.00 - 10.30)

2. D. G R I L L , Prof. Dr. O. H Ä R T E L - Graz:

Zellphysiologische und biochemische Untersuchungen an SO₂-begasten Fichtennadeln

(10.30 - 11.00)

P A U S E (11.00 - 11.30)

3. Dr. G. R. S T A I R S , D. B. H O U S T O N - Madison:
Wirkungen von Luftverunreinigungen auf die Biochemie
und Physiologie von Pinus strobus-Klonen (in Englisch)
(11.30 - 12.00)

4. Prof. Dr. P. S C H Ü T T , Dr. H. J. S C H U C K -
Saarbrücken:
Zusammenhänge zwischen Rauchhärte und Cuticularwachsen
bei Koniferen
(12.00 - 12.30)

M I T T A G S P A U S E (12.30 - 14.15)

5. Dr. G. S T E I N H Ü B E L - Bratislava:
Die Beeinflussung der Translokationen organischer
Stoffe in den wachsenden Trieb durch feste Immissionen
bei Koniferen
(14.15 - 14.45)

14.45 - 16.15

S E K T I O N I V C:

Wirkungsweise von Luftverunreinigungen; Wachstumsstörungen

Chairman: Prof. Dr. H. G. D Ä S S L E R - Tharandt

1. Dr. J. G R E S Z T A - Zabrze:
Die Beschädigung des Assimilationsapparates der Kiefer
sowie die dadurch entstandenen Verluste im Holzmassen-
zuwachs
(14.45 - 15.15)

2. S. A. M A M A J E W - Swerdlowsk:
Einfluß von Verunreinigungen der Luft und des Bodens
durch industrielle Emissionen auf die Fruktifikation
der gemeinen Kiefer im Ural (in Englisch)
(15.15 - 15.45)

3. Dipl.Forsting. F. L A M P A D I U S - Dresden:
Schädigung des Waldes durch Waschmittelstaub
(15.45 - 16.15)

F r e i t a g , den 11. 9. 1970

9.00 - 14.45

S e k t i o n V:

Gefährdungsprognose und Anpassungsmaßnahmen zur Verminderung von Immissionsschäden

Chairman: Dr. E. D O N A U B A U E R - Wien

1. Dr. S. C H R O S C I E L , Prof. J. J U D A ,
Prof. Dr. J. P A L U C H - Zabrze:
Methodik der Beurteilung des Gefährdungsgrades von
Waldkomplexen auf Grund der Bestimmung der Emissions-
quelle
(9.00 - 9.30)
 2. Ing. CSo. V. T E S A R - Opocno:
Immissionssituation, forstliche Lage und Auswirkung
von Gegenmaßnahmen im Rauchschadensgebiet Trutnov/
Riesengebirge
(9.30 - 10.00)
 3. F. F E R , Dr. E. P E L Z , Prof. Dr. P F E F F E R ,
Ing. V. T O L L I N G E R - Most:
Die Bewertung des Wachstums von Fichtenpflöpfen
aus rauchhärteren Klonen im Rauchschadensgebiet des
Erzgebirges.
(10.00 - 10.30)
 4. Prof. Dr. H. G E R H O L D , E. H. P A L P A N T ,
W. M. C H A N G , M. E. DeM E R I T T - University
- Park, Pa.:
Begasungsmethode zur Auslese von immissionsresistenten
Kiefern (in Englisch)
(10.30 - 11.00)
- P A U S E (11.00 - 11.30)

5. Dipl.-Ing. K. S T E F A N - Wien:
Nadelanalytische Ergebnisse von einem Düngungsversuch
in einem rauchgeschädigten Fichtenbestand
(11.30 - 12.00)

6. Dr. H. M E U R E R S - Essen:
Lärminderungen durch Anpflanzungen
(12.00 - 12.30)

M I T T A G S P A U S E (12.30 - 14.15)

7. Architect C. B E R I N D A N - Cluj:
Öffentliche Grünflächen in Städten mit Luftverunrei-
nigung - augenblicklicher und zukünftiger Stand
(in Englisch)
(14.15 - 14.45)

14.45 - 17.30

S E K T I O N VI:

Ökologische und biocönotische Fragen in Immissionsgebieten

Chairman: Dr. F. A. W O O D - University - Park, Pa.

1. Dr. M. K A L E T A - Bratislava:
Die Wirkung von Magnesit - Immissionen auf Änderungen
der Pflanzengesellschaften
(14.45 - 15.15)

2. Dr. P. R. M I L L E R , M. H. M c C U T C H A N ,
B. C. R Y A N - Berkeley:
Einfluß von Klima und Topographie auf die durch Oxy-
dantien verursachten Schäden an Nadelwäldern des süd-
lichen Kaliforniens (in Englisch)
(15.15 - 15.45)

3. Dr. Z. S I E R P I N S K I - Warszawa:
Die Bedeutung sekundärer Kiefernscädlinge in Gebieten
chronischer Einwirkung industrieller Luftverunreinigung
(15.45 - 16.15)

P A U S E (16.15 - 16.30)

4. Dipl.Forstw. K. H. G Ü N T H E R - Essen:
Schädigung von Waldbäumen durch Grundwasserentzug
in Immissionsgebieten
(16.30 - 17.00)
5. Prof. Dr. J. H A N O V E R East Lansing (USA):
Faktoren, die die Abgabe flüchtiger Verbindungen
durch Waldbäume beeinflussen (in Englisch)
(17.00 - 17.30)

17.30

S C H L U S S W O R T

Prof. Dr. J. K I S S E R - Wien

R A H M E N P R O G R A M M

M o n t a g , den 7. September 1970

15.00 Uhr

Presse-Empfang im Sitzungssaal der Landesanstalt

D i e n s t a g , den 8. September 1970

9.00 - 17.00 Uhr

EXKURSION A Fahrt nach Köln, Besichtigung des Domes,
des Dionysos-Mosaik und des forstbotanischen
Gartens in Köln sowie Einkaufsbummel

Kostenbeitrag DM 12.00 ohne Verpflegung

A b f a h r t : Hotel Handelshof 9.00 Uhr

19.30 Uhr

Empfang für Referenten und Chairmen der VII. Internationalen
Arbeitstagung durch die Stadt Essen im Weißen Saal des Städt.

Saalbaus, Essen, Hyssenallee 55
(Teilnahme nur auf besondere Einladung)

M i t t w o c h , den 9. September 1970

14.00 Uhr

EXKURSION B Besichtigung des Grugaparkes, Führung:
Forstmeister Decker und Vertreter des
Garten- und Friedhofsamtes der Stadt
Essen.

Hier werden die Anlagen des Grugaparkes,
der anlässlich der großen Ruhrgebietsgarten-
ausstellung angelegt und später weiter aus-
gebaut wurde, besichtigt; außerdem der
Botanische Garten und das Haus des Deutschen
Waldes.

Treffpunkt: 14.00 Uhr Haupteingang Grugapark

D o n n e r s t a g , den 10. September 1970

9.00 - 13.00 Uhr

EXKURSION C Fahrt durch Essen, Besichtigung des
Folkwang-Museums und der Villa Hügel
sowie Bootsfahrt auf dem Baldeney-See

Einladung des Amtes für Wirtschafts- und
Verkehrsförderung der Stadt Essen

Treffpunkt: 9.00 Uhr Hotel Handelshof

15.00 Uhr

Presse-Empfang im Sitzungssaal A der Landesanstalt

16.30 Uhr

Treffen der IUFRO-Mitglieder im Sitzungssaal A der
Landesanstalt

Die Simultanübersetzung wird ausgeführt von Fräulein Barbara
Meißner, Berlin, und Frau Helga Timewell-Hoyer, Wiesloch

TEILNEHMERVERZEICHNIS

1. Arndt, Dr. Uwe, Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes NW, 43 Essen-Bredeneu, Wallneyer Straße 6
2. Berge, Dr. Helmut, Agrikulturchemisches Institut Dr. Helmut Berge, 5628 Heiligenhaus, Am Vogelsang 14
3. Berindan, Cornelia, Institute of Public Health and Medical Researches, 6 Pasteur Street - Cluj - Romania
4. Beuschel, Gerhard, Institut für Forstsaamenkunde und Pflanzenzüchtung der Forstlichen Forschungsanstalt München, 8 München 13, Amalienstraße 52
5. Beyer, Wolfgang, Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk, 43 Essen, Kronprinzenstraße 35
6. Blaurock, Helmut, Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk, 43 Essen, Kronprinzenstraße 35
7. Bohne, Dr. Helmut, 53 Bonn - Bad Godesberg, Horionstraße 55
8. Boisserée, Dr. Klaus, Arbeits- und Sozialministerium NW, 4 Düsseldorf, Landeshaus
9. Brandt, Dr. C. Stafford, 814 Holley Dr., E. RFD6, Annapolis, Md. 21401
10. Brocke, Werner, Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes NW, Essen-Bredeneu, Wallneyer Straße 6
11. Brünen, Eberhard, 41 Duisburg-Neudorf, Kammerstr.228
12. Bruns, Karl-Heinz, Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes NW, 43 Essen-Bredeneu, Wallneyer Straße 6
13. Buck, Dr. Manfred, Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes NW, 43 Essen-Bredeneu, Wallneyer Straße 6
14. Butzke, Hartmut, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, 4154 Krefeld, de-Greifstraße 195

15. Prof. Cordes, Dr. Walter, August Thyssen-Hütte AG
41 Duisburg-Hamborn, Kaiser-Wilhelm-Str. 100
16. Chrosciel, Dr., Polnische Akademie der Wissenschaften
Forschungsanstalt für den oberschlesischen Industrie-
bezirk, Hagera 17, Zabrze, Polen.
17. Größmann, Dr. Gerd, Joseph-König-Institut, 44 Münster,
v. Esmarchstraße 12
18. Däßler, Prof. Dr. H.G., Technische Universität Dresden,
Sektion Forstwirtschaft, DDR 8223 Tharandt, Weißiger
Höhe 1
19. Decker, Emil, Schutzgemeinschaft Deutscher Wald,
43 Essen, Grugapark, Haus des Waldes
20. Delbrück, Gerhard, Ministerium für Ernährung, Landwirt-
schaft und Forsten, 4 Düsseldorf-Nord, Ross-Str. 135
21. Deutsch, Josef, Gewerkschaft Auguste-Victoria,
437 Marl-Hüls
22. Donaubaueer, Dr. Edwin, Forstliche Bundesversuchsanstalt,
A-1131 Wien, Schönbrunn / Österreich
23. Dreyhaupt, Dipl.-Ing. Franz-Josef, Arbeits- und Sozial-
ministerium, 4 Düsseldorf, Lindemannstraße 41
24. Ellertsen, Birger W., Tennessee Valley Authority
Division of Forestry, Fisheries and Wildlife Develop-
ment, Norris, Tennessee 37828 / USA
25. Ellinger, Helmut, 3251 Copenbrügge, Schloßstraße 3
Staatl. Forstamt Copenbrügge
26. Franke, Dr. Rolf B., August Thyssen-Hütte AG
41 Duisburg-Hamborn, Kaiser-Wilhelm-Straße 100
27. Fratzian, Dr. Alexander, Institut de cercetari silvice
I.C.R.P.S., sos. Pipera nr. 46, Bucuresti / Romania
28. Froriep, Dr.-Ing., Siegfried, Siedlungsverband Ruhr-
kohlenbezirk, 43 Essen-Mitte, Kronprinzenstraße 35
29. Garber, Dr. Kurt, 2 Hamburg 62, Moorreye 74
30. Genßler, Dr. Horst, Höhere Forstbehörde Rheinland
Bonn-Duisdorf, Maarweg 56
31. Gerhold, Professor Henry D., The Pennsylvania State
University, Forestry Research Laboratory, University
Park, Pennsylvania 16802 / USA
32. Giebel, Josef, Landesanstalt für Immissions- und Boden-
nutzungsschutz des Landes NW, 43 Essen-Bredeney, Wall-
never Straße 6

33. Greszta, Dr. Jan, Polnische Akademie der Wissenschaften, Forschungsanstalt für den oberschlesischen Industriebezirk, Hagera 17, Zabrze / Polen
34. Godzik, Dr. Stefan József, ul. Hagera 17, Zabrze / Polen
35. Goerke, Wilfried, BMI Referat U II 5, 53 Bonn,
36. Guderian, Dr. Robert, Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes NW, 43 Essen-Bredeney, Wallneyer Straße 6
37. Günther, Karl-Heinz, Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes NW, 43 Essen-Bredeney, Wallneyer Straße 6
38. Härtel, Dr. Otto, Professor, Institut für Anatomie und Physiologie der Pflanzen an der Universität, A 8010 Graz, Schubertstraße 51
39. Hartkamp, Dr. Heinrich, Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes NW, 43 Essen-Bredeney, Wallneyer Straße 6
40. Halbwachs, Dr. Gottfried, Hochschule für Bodenkultur, Botanisches Institut, A-1180 Wien, Gregor-Mendel-Str.33
41. Handel-Mazzetti, Dipl.-Ing. Paul, Generaldirektion der Österr. Bundesforste, A-1030 Wien, Marxergasse 2
42. Hanover, Dr. James William, Department of Forestry, Michigan State University, East Lansing, Michigan 48823 / USA
43. Hasselbach, Michael, Nieders. Forsteinrichtungs- und Vermessungsamt, 33 Braunschweig, Fasanerie
44. van Haut, Dr. Hans, Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes NW, 43 Essen-Bredeney, Wallneyer Straße 6
45. Hawes, Francis Brunel, Central Electricity Generating Board, Planning Department, Sudbury House 15 Newgate Street, London E.C. 1 / U.K.
46. Herpertz, Elmar, Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes NW, 43 Essen-Bredeney, Wallneyer Straße 6
47. Hettche, Prof. Dr.Dr.Otto, Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes NW, 43 Essen-Bredeney, Wallneyer Straße 6
48. Höfling, Werner, Forsteinrichtungsamt NRW, 4 Düsseldorf, Völklinger Straße 49
49. Hollstein. Dipl.-Ing. Axel. Kali und Salz GmbH.

50. Horntvedt, Richard, Norwegian Research Institute,
Section of Forest Pathology and Entomology,
P.O.Box 62, 1432 Vollebekk / Norway
51. Horvath, Institut der Landschaftsbiologie der SAW,
Bratislava/CSSR
52. Houston, Daniel, Department of Forestry, University
of Wisconsin, Madison, Wis. 53706 / USA
53. ten Houten, Dr. Johan Gerard, Instituut voor Planten-
ziektenkundig Onderzoek, Binnenhaven 12, Wageningen
Niederlande
54. Kaleta, Dr. Milan, Institut der Landschaftsbiologie
der SAW, Bratislava / CSSR
55. Keller, Dr. Theo, Eidgen. Anstalt für das forstliche
Versuchswesen (EAFV), CH-8903 Birmensdorf / Schweiz
56. Kenneweg, Hartmut, Institut für Forsteinrichtung und
forstliche Betriebswirtschaft der Universität Frei-
burg, 78 Freiburg, Bertoldstraße 17
57. Kerin, Dr. Danimir, Agrokemijski laboratorij VAS
Maribor, Jugoslawien, Vrbanska 30
58. Killingsmo, Odd-Hroar, AV Svenska Salpeterverken, Fack,
S-731 01 Köping, Schweden
59. Kisser, Prof. Dr.Dr.h.c. Josef, Botanisches Institut
der Hochschule für Bodenkultur in Wien, A-1180 Wien,
Gregor-Mendel-Straße 33
60. Knabe, Dr. Wilhelm, Landesanstalt für Immissions- und
Bodennutzungsschutz des Landes NW,
43 Essen-Bredeney, Wallneyer Straße 6
61. Krause, Albrecht, Bundesanstalt für Vegetationskunde,
Naturschutz und Landschaftspflege,
53 BN - Bad Godesberg, Heerstraße 110
62. Krautscheid, Dr. Siegfried, Landesanstalt für Immissions-
und Bodennutzungsschutz des Landes NW,
43 Essen-Bredeney, Wallneyer Straße 6
63. Kühl, Dr. Ulfried, 6234 Hattersheim, Albanstraße 26
64. Külske, Siegfried, Dipl.-Met.,
43 Essen-Bredeney, Wallneyer Straße 6
Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz
des Landes NW
65. Lampadius, Dr. Felix, 8053 Dresden, Käthe Kollwitz Ufer 90

66. Luckat, Dr. Siegbert, Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes NW, 43 Essen-Bredeney, Wallneyer Straße 6
67. Lang, Klaus Jürgen, Forstbotanisches Institut 8 München 13, Amalienstraße 52
68. Leicht, Dipl.-Ing. Rudolf, Österreichische Draukraftwerke AG, A-9010 Klagenfurt, Anzengruberstraße 50
69. Leithner, Dipl.-Ing. Eustachius, Landwirtschaftskammer für OÖ., Promenade 37, A-4010 Linz / Österreich
70. Maranke, Günther, Landesforstschule 5771 Obereimer über Arnsberg
71. Materna, Dr. Jan, Forschungsanstalt für Forstwirtschaft und Jagdwesen, Zbraslav / Prag / CSSR
72. Mamajew, Dr. C.A. Institut für Ökologie Swerdlowsk, UDSSR
73. Meißner, Barbara, 1 Berlin 30, Fuggerstr. 9 + 11
74. Melchior, Dr. Egon, A-8010 Graz, Schmiedgasse 26
75. Meurers, Dr. Hans, Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes NW 43 Essen-Bredeney, Wallneyer Straße 6
76. Michels, Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 4 Düsseldorf, Ross-Straße
77. Miller, Dr. Paul, USDA - F.S. Forest Protection Research Air Pollution, Research Center, University of California, Riverside, Calif. 92507
78. Möhring, Karl, Präsident des Nds. Verwaltungsbezirks Oldenburg, 29 Ofen, Alte Dorfstraße 16
79. Neustein, Dr. Stephan Andreas, Forestry Commission, Northern Research Station, Roslin, Midlothian, Scotland.
80. Nündel, Dr. Otto, Kali und Salz GmbH, HV-Technikum beim Kaliwerk Wintershall, 6432 Heringen (Werra)
81. Olszowski, J., Polnische Akademie der Wissenschaften Forschungsanstalt für den oberschlesischen Industriebezirk, Hagera 17, Zabrze / Polen
82. Offner, Dr. Herbert, 53 Bonn - Bad Godesberg, An der Arndtruhe 12 c
83. Paluch, Prof. Dr. Jan, ul Hagera 17 PAN, Zabrze / Polen

84. Perin, Dr. Guido, Istituto d'Igiene,
Università di Padova, via Loreban 18
85. Perttu, Dr. Kurth Lennart, Royal College of
Forestry, S-104 05 Stockholm 50 / Schweden
86. Petsch, Dr. Gerhard, Siedlungsverband Ruhrkohlen-
bezirk, 43 Essen, Kronprinzenstraße
87. Piork, Alfred, Staatl. Forstamt Düsseldorf-Benrath,
4 Düsseldorf-Benrath, Urdenbacher Allee 25
88. Räuker, Adolf, 532 Bad Godesberg, Kurfürstenstr. 21
89. Reck, Dr. Siegfried, Bundesforschungsanstalt für
Forst- und Holzwirtschaft, Reinbek b.Hamburg, Schloß
90. Reusmann, Dr. Günther, Landesanstalt für Immissions-
und Bodennutzungsschutz des Landes NW
43 Essen-Bredeney, Wallneyer Straße 6
91. van Roay, Dr. Adelbert, Institut für Pflanzenkrank-
heiten, Wageningen / Niederlande
92. Ritter von Xylander, Eberhard, Holzverwertungsdezernat
Regierungspräsident in Hannover, 3 Hannover, Archivstr.2
93. Robak, Dr. Hakon, Professor, Vestlandets forstlige
forsoksstasjon, Stend / Norwegen
94. Rost, Fritz, Ministerium für Ernährung, Landw rtschaft
und Forsten, 4 Düsseldorf - Nord, Roststr. 135
95. Seng, H.-Jörg, Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk,
43 Essen, Kronprinzenstraße 35
96. Solar, Dipl.-Ing. Marjan, Biotehniska fakulteta,
Institut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana
97. Spierings, F., Institut für Pflanzenkrankheiten,
Binnenhaven 12, Wageningen / Niederlande
98. Schneider, Hans, VDI Kommission "Reinhaltung der Luft"
4 Düsseldorf, Graf-Recke-Straße 84
99. Schönbeck, Dr. Helfried, Landesanstalt für Immissions-
und Bodennutzungsschutz des Landes NW
43 Essen-Bredeney, Wallneyer Straße 6
100. Scholl, Dr. Gerhard, Landesanstalt für Immissions-
und Bodennutzungsschutz des Landes NW,
43 Essen-Bredeney, Wallneyer Straße 6
101. Schuck, Dr. Hans-Joachim, 8 München 13, Amalienstr. 52
Forstbotanisches Institut

102. Schütt, Prof. Dr. Peter, Forstbotanisches Institut
8 München, Amalienstraße 52
103. Sierpinski, Dr. Zbigniew, Instytut Badawczy Lésnictwa
ul. Wery Kostrzewy 3, Warszawa 22 / Polen
104. Stairs, Professor Gerald Ray, Department of Forestry
University of Wisconsin, Madison, Wisc. USA
105. Stefan, Dipl.-Ing. Klaus, Forstliche Bundesversuchs-
anstalt, A-1131 Wien, Schönbrunn
106. Stephan, B. Richard, Institut für Forstgenetik und
Forstpflanzenzüchtung der Bundesforschungsanstalt für
Forst- und Holzwirtschaft, 207 Schmalenbeck, Sieker
Landstraße 88
107. Steinhübel, Dr. G., VYSKUMNY USTAV Lesneho Hospodarstva
Zvolen, Strakonická c. CSSR
108. Steubing, Prof. Dr. Lore, Botanisches Institut der
Justus Liebig-Universität, Lehrstuhl Botanik II
63 Giessen, Senckenbergstraße 17-21
109. Stoewahs, Karl-Friedrich, 5668 Letmathe, Hagener Str.62
110. Stratmann, Dr. Heinrich, Landesanstalt für Immissions-
und Bodennutzungsschutz des Landes NW
43 Essen-Bredeney, Wallneyer Straße 6
111. Sunkel, Dr. Rainer, Landesanstalt für Immissions- und
Bodennutzungsschutz des Landes NW
43 Essen-Bredeney, Wallneyer Straße 6
112. Tesar, Vladimir, Forschungsanstalt für Forstwirtschaft
und Jagdwesen, Opocno / CSSR
113. Timewell-Hoyer, Helga, 6908 Wiesloch, Albert-Schweitzer-
Straße 10
114. Tollinger, Vladimir, Ustav pro tvorbu a ochranu
krajiny ČSAV pracoviště Most, Palackého 1586,
okres Most
115. Udenhorst, Klaus, Staatl. Revierförsterei Burgholz,
56 Wuppertal, Zur Kaisereiche 3
116. Ulrich, Prof. Bernhard, Inst. für Bodenkunde und Wald-
ernährung, 351 Hann.-Münden, Mitscherlichstraße 3
117. Vins, Dr. Bohuslav, Forschungsanstalt für Forstwirt-
schaft und Jagdwesen, Zbraslav n. Vlt - Strnady 167 CSSR
118. Walter, Dr. Wolfgang, Landeskulturamt Wiesbaden,
62 Wiesbaden, Parkstraße 44

119. Warteresiewicz, Dr., Polnische Akademie der Wissenschaften, Forschungsanstalt für den ober-schlesischen Industriebezirk, Hagera 17, Zabrze/Polen
120. Wentzel, Dr. Karl-Friedrich, Hess.Ministerium für Landwirtschaft und Forsten, 62 Wiesbaden, Schloßplatz 2
121. Weihe, Justus, Dr. Forsteinrichtungsamt NRW
4 Düsseldorf, Völklingerstraße 49
122. Wert, Dr. Steven, Pacific Southwest Forest & Range Experiment Station, P.O. Box 245, Berkeley, California 94701 / USA
123. Westfall, Robert Douglas, 126 Natural Resources, Michigan State University, East Lansing, Michigan 48823 / USA
124. Westphalen, Jürgen, Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes NW,
43 Essen-Bredeneu, Wallneyer Str. 6
125. Wohlrab, Prof. Dr. Botho, Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes NW
43 Essen-Bredeneu, Wallneyer Str. 6
126. Wood, Prof. Dr. F.A., The Pennsylvania State University, Department of Plant Pathology
210 A Buckout Lab. University Park. Pennsylvania 16802
127. Zahn, Dr. Richard, Farbwerke Hoechst AG
623 Frankfurt a.Main-Hoechst, Abt. RWL, Postfach
128. Ziegler, Prof. Dr. Hubert, Botanisches Institut
TH Darmstadt, 61 Darmstadt, Schnittspalmstr. 3-5

B E G R Ü S S U N G S A N S P R A C H E N

Prof. Dr. Walter CORDES
August Thyssen-Hütte AG

Meine sehr geehrten Damen und Herren!

Als Vorsitzender des Landesverbandes der Schutzgemeinschaft Deutscher Wald Nordrhein-Westfalen bin ich beauftragt, Ihnen die besten Grüße der Mitglieder des Landesverbandes zu entbieten. Die Schutzgemeinschaft Deutscher Wald ist erfreut, daß dieser Kongreß mitten im industriellen Ballungsgebiet hier in Essen stattfindet. Er wird dazu beitragen, neue Auswertungen, Erkenntnisse und Anregungen für die Praxis zu geben, die geeignet sind, die Luftreinhaltungsbestrebungen zu unterstützen.

Die Schutzgemeinschaft ist davon überzeugt, daß keine Zeit mehr verloren werden darf, um die Umweltprobleme, die sich aus der wachsenden Verunreinigung von Luft und Wasser ergeben, in den Griff der Menschen zu bekommen. Eine immer rationeller arbeitende Industriegesellschaft benötigt gesunde Menschen. Diese Forderung bedingt eine gesunde Landschaft.

Unser Land - besonders die Verdichtungsräume an Rhein und Ruhr sowie im Großraum Köln, Düsseldorf und im Raum Aachen - trägt den Charakter von Industrielandschaften. Die Bevölkerung, die hier lebt und arbeitet, ist nur durch eine moderne Industrie in der Lage, auf den hart umworbene Märkten im In- und Ausland den Absatz ihrer Produkte zu sichern, um so den hohen Lebensstandard aufrechtzuerhalten.

In diesen Verdichtungsgebieten, wo eine Vielzahl von Industrierwerken konzentriert ist, muß mit Umweltbelästigungen gerechnet werden.

Gerade für mich als Vorstandsmitglied einer der größten Industriegesellschaften Deutschlands, der August Thyssen-Hütte AG, wäre es unverantwortlich, wenn ich den Tatbestand leugnen oder bagatellisieren würde, daß die industrielle Großproduktion zwangsläufig Umweltschäden verursacht, die sorgfältig beachtet werden müssen.

Wenn man 40 Mio t Rohstahl produzieren will, wenn man die modernste chemische Industrie errichtet, wenn man anstrebt, daß jede deutsche Familie einen Kraftwagen besitzt, muß man sich darüber im klaren sein, daß hierdurch Umweltschäden nicht zu vermeiden sind. Die moderne technische Zivilisation hat uns einen Lebensstandard gebracht, von dem wir früher nicht geträumt haben. Wir müssen aber auch der Tatsache klar ins Auge sehen, daß wir hierfür einen Preis zu zahlen haben und dieser heißt: ständig wachsende Umweltschäden.

Die Bestrebungen, Rauchschäden und Wasserverunreinigung zu vermindern, haben schon Erfolge gezeigt. Für den Bau von Kläranlagen werden immer größere Mittel eingesetzt. In der Stahlindustrie sind die letzten Thomasstahlwerke stillgelegt und durch moderne Oxygenstahlwerke ersetzt, wodurch die braunen Rauchwolken vom Himmel verschwunden sind. Die Schornsteine, die das schädliche Schwefeldioxyd ableiten sollen, werden immer höher. Es läßt sich aber z. Zt. nicht vermeiden, daß die Verbrennungsprozesse der Großindustrie, des Straßen- und Luftverkehrs und nicht zuletzt der Haushalte, die heute noch ungeeignete Kohlen in Einzelöfen verbrennen, große Mengen von Kohlenmonoxyd und Schwefeldioxyd in die Luft ausstoßen. Wenn die chemische Industrie ständig wächst, müssen die Immissionen größer werden.

Diese zwangsläufig wachsenden Luftimmissionen und die damit verbundenen Umweltschäden erfordern einen verstärkten Umweltschutz.

Allen Angehörigen der Industrie ist dieser Umstand bekannt. Niemand ist sich mehr im unklaren über die Auswirkungen, die diese Belästigungen mit

sich bringen. Deshalb ist es eine Gemeinschaftsaufgabe, den Nachteilen der Verschmutzung mit den modernsten Mitteln der wissenschaftlichen Erkenntnis zu begegnen. Die Auswirkungen auf die Umwelt im negativen Sinne sind so gering wie möglich zu halten. Es ist ein optimal vertretbares Maß an finanziellen und technischen Mitteln einzusetzen, um diese Nachteile zu verringern.

Sie werden es mir sicher gestatten, daß ich als Vorsitzender der Schutzgemeinschaft Deutscher Wald hier auf die besondere Bedeutung des Waldes hinweise, die er für die Reinhaltung der Luft hat.

Die Schutzgemeinschaft ist nach Beendigung des Krieges gegründet worden. Damals entstand durch Abholzung des Waldes die Gefahr, daß der Wald in Deutschland verschwinden würde. Die Schutzgemeinschaft hat ihren Beitrag geleistet, daß die Gefahr endgültig gebannt wurde und die Öffentlichkeit neben dem allgemeinen Aufbau auch den Wiederaufbau des Waldes in Angriff genommen hat.

Heute ist ein anderes schweres Problem immer stärker in den Vordergrund getreten, dem sich die Schutzgemeinschaft widmen muß. Der Wald hat durch die sinkenden Holzpreise in vielen Teilen der Bundesrepublik Deutschland seine dominierende wirtschaftliche Stellung weitgehend verloren. Um so wichtiger ist gerade an diesen Orten seine landschaftshygienische Funktion geworden. Er hat mit dazu beigetragen, die wachsenden Umweltschäden zu vermindern.

Die Bewältigung der Umweltprobleme ist auch mit dem Schicksal des Waldes enger verbunden, als man gewöhnlich annimmt.

Der Wald als ein Faktor der Luftreinigung, als großer Schwamm, der für die gleichmäßige Bereitstellung von sauberem Wasser sorgt, als Wind- und Lärmschutz, ist heute aus einer gesunden Siedlungslandschaft nicht mehr

wegzudenken. Der Wald kann diese Aufgabe aber nur erfüllen, wenn er durch eine langfristige Planung in seinem Bestand gesichert wird.

Die landeskulturelle Funktion und der Erholungswert des Waldes müssen gerade in unserem Ballungsgebiet im Vordergrund stehen. Dieses wird auch dadurch ermöglicht, daß die hierfür am besten geeigneten Holzarten gewählt und daß eine entsprechende Holzarten-Anreicherung sichergestellt wird.

Eine zersplitterte, einseitig genutzte und durch Zersiedlung überlastete Landschaft, die das Anwachsen der Brache begünstigt, ist nicht geeignet dazu beizutragen, die Luftimmissionen und Rauchschäden zu reduzieren. Außerdem raubt sie der ständig wachsenden Bevölkerung die letzten Gebiete, in denen sie sich in natürlicher Umgebung erholen kann. Langfristige Planungen sind notwendig, die nur als Gemeinschaftsaufgabe von Bund, Ländern und Gemeinden erfüllt werden können. Notfalls sollte nicht davor zurückgeschreckt werden, auch das Prinzip der kommunalen Planungshoheit zu überprüfen. Die großräumigen Planungen dürfen nicht mehr an den Grenzen der Gemeinden aufhören.

Weiterhin muß das Entschädigungsrecht so ausgestaltet werden, daß die Erfüllung gerechter Entschädigungsforderungen sichergestellt wird. Maßnahmen von Land- und Forstwirtschaft für die Pflege und Erschließung von Erholungsgebieten müssen als Dienstleistung für die öffentliche Daseinsvorsorge anerkannt werden, wenn ein langfristiger Erfolg sichergestellt werden soll. Hierzu sollten die Planungsbehörden mit genügend Haushaltsmitteln ausgerüstet werden, um bestimmte Flächen, die unbedingt von jeglicher Bebauung freigehalten werden müssen, notfalls aufkaufen zu können.

Wenn man nach diesem Grundsatz hätte vorgehen können, wäre z. B. die Ansiedlung des Kraftwerkes West mitten im Erholungsgebiet Voerde/Niederrhein vermieden worden.

Man sollte aber auch beachten, daß zur Erreichung dieses Ziels sowohl beispielhaftes Vorgehen als auch gezielte Öffentlichkeitsarbeit erforderlich sind.

Es ist erfreulich, daß große Industriegesellschaften immer stärker dazu übergegangen sind, ihr Betriebserweiterungsgelände und die Haldengebiete aufzuforsten. Dabei wurden auch Flächen aufgeforstet, die später als Industriegelände benötigt werden und als solches ausgewiesen sind. Die Aufforstung "auf Zeit" soll hier vor allem die Umweltverhältnisse verbessern. Bei der Besichtigung der August Thyssen-Hütte, die im Zentrum beachtliche Rauchimmissionen liegt, werden Sie sicher persönlich feststellen können, welche Erfolge hierbei erzielt worden sind. Durch unseren preisgekrönten Film "Nur der Nebel ist grau" haben wir versucht, für diese Maßnahmen wirksam zu werben.

Für eine weiträumige Planung z. B. hat in unserem Revier der Ruhrsiedlungsverband, in dem politische Vertreter der Parteien, Vertreter der Wirtschaft und der Gewerkschaften vertreten sind, eine beispielgebende Arbeit geleistet. Er hat mit Erfolg versucht, in einer hochindustrialisierten Landschaft einer möglichst intakten Umwelt eine dauernde Existenzgrundlage zu geben.

Über die Planung hinaus hat er als Initiator für landschaftspflegerische und forstliche Pflegemaßnahmen Erfolge erzielt, die heute allgemein anerkannt sind und Gott sei Dank auch nachgeahmt werden. Wir sollten im Interesse der in diesem industriellen Ballungsgebiet lebenden Menschen alles tun, um diese Arbeiten des Ruhrsiedlungsverbandes zu unterstützen.

Diese Bestrebungen müssen auch durch eine breit angelegte interdisziplinäre ökologische Forschung, der ausreichende Mittel zur Verfügung zu stellen sind, weiter gefördert werden.

Wir sind deshalb so erfreut, daß ein internationales Symposium der Sachverständigen für Rauchschiiden gerade in unserem Revier stattfindet. Dieses Symposium wird dazu beitragen, daß neben dem Erfahrungsaustausch zahlreiches fachliches Einzelwissen als Ergebnis beharrlicher Forschungsarbeit in die Praxis gelangen wird. Ich darf an dieser Stelle all denen, die am Zustandekommen dieses Kongresses mitgearbeitet haben, für die Schutzgemeinschaft meinen Dank abstaten, insbesondere der Landesanstalt und ihrem Leiter, dem Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk und seinem Verbandsdirektor und nicht zuletzt dem Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sowie dessen Chef der Forstabteilung.

Ich darf den Wunsch aussprechen, daß Ihre Gemeinschaftsarbeit Erfolg hat. Es muß Allgemeingut werden, daß eine technisch hochentwickelte Industrie und eine vielseitige Stadtlandschaft auf die Dauer nicht leben und in letzter Konsequenz auch auf ihrem wirtschaftlichen Sektor nicht konkurrenz- und leistungsfähig bleiben kann, wenn nicht der Wohn- und Lebenswert seiner Menschen und der Umgebung langfristig gesichert wird.

Hierzu können Sie durch Ihre Veranstaltung beitragen, und für den Erfolg Ihrer Gemeinschaftsarbeit rufe ich Ihnen den Gruß unseres Reviers zu, ein herzliches "Glückauf"!

Dr. Heinrich STRATMANN
Präsident der Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen

Sehr geehrte Damen und Herren!

Mit einem herzlichen Willkommen begrüße ich Sie auch als Gäste der Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes Nordrhein-Westfalen.

Es ist mir eine Ehre und Freude zugleich, daß ich Ihnen zur

Durchführung der VII. Internationalen Arbeitstagung forstlicher Rauchsachverständiger Einrichtungen dieses Hauses zur Verfügung stellen kann.

Sie befinden sich in einem zwar noch jungen Institut, wenn man auf das Gründungsjahr 1963 blickt, jedoch sind gewisse traditionell gebundene und bewährte Arbeitsweisen, auf die insbesondere die forstlichen Rauchsachverständigen stolz sein können, auch uns nicht fremd. So können wir uns auf die Erfahrungen langjähriger Mitarbeiter stützen, die mit der Eingliederung der ehemaligen Landesanstalt für Bodennutzungsschutz und des Forschungsinstitutes für Luftreinhaltung in die jetzige Landesanstalt übernommen wurden oder von anderen Instituten hierher gekommen sind

Aber auch die besten Traditionen reichen nicht aus, um mit dem gewünschten Erfolg die Aufgaben zu lösen, die sich zunächst in der Rauchsachschadenforschung entwickelten, dann in den Bereich des Immissionsschutzes übergangen und nunmehr in dem übergeordneten Rahmen des Umweltschutzes zu sehen sind.

Für eine Anpassung an diese integrierende Entwicklung und damit an die Erfordernisse unserer Zeit ist die Mobilisierung zusätzlicher Kräfte erforderlich. Den alten Mitarbeitern sind deshalb junge Mitarbeiter zur Seite gestellt worden, die mit ihren Kenntnissen aus anderen Disziplinen und dem Drang nach neuen Wegen helfen sollen, stets die modernsten Methoden in Wissenschaft und Technik zu erarbeiten und einzusetzen.

Wenn sich auf diese Weise Erfahrung mit dem Fortschritt vereinigen kann, dann haben wir optimale Voraussetzungen für die Lösung der Tagesprobleme vorliegen.

Ich sehe deshalb eine Aufgabe dieses Hauses und einen Beitrag der Landesanstalt zu Ihrer Arbeitstagung darin, nicht nur den Erfahrungsaustausch zu pflegen, sondern auch neue Perspektiven

für unsere gemeinsame Tätigkeit zu eröffnen. Gleich hier, meine Damen und Herren, möchte ich damit beginnen. So sind Sie zu einer Arbeitstagung forstlicher Rauchsachverständiger zusammengekommen. Diese Bezeichnung ist historisch bedingt, aber keineswegs mehr zutreffend, denn es geht schon lange nicht mehr nur um Rauchsäden, sondern um die vielfältigen Einwirkungen der Luftverunreinigungen auf die Funktionen des Waldes, die es heute weniger aus ökonomischen als vielmehr aus ökologischen Gründen zu erhalten gilt. Ein Blick auf das Tagesprogramm zeigt, daß die Veranstalter den gewandelten Aufgaben Rechnung tragen wollen und eine Erweiterung des fachbezogenen Erfahrungsaustausches über eine interdisziplinäre Kommunikation anstreben. Es wäre zweckmäßig, dies auch für den Außenstehenden deutlich werden zu lassen.

Aber auch noch eine andere bemerkenswerte Tatsache sollte hier in ihrer Bedeutung hervorgehoben werden.

Die Arbeitstagungen forstlicher Rauchsachverständiger kommen nicht durch Initiative von Organisationen oder Institutionen zustande, sondern durch die persönliche Initiative der einzelnen Teilnehmer. Diese von der Bereitwilligkeit des Einzelnen getragene Aktion hat in Fachkreisen zunehmend die Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Dies mag ein Vergleich verdeutlichen:

Vor elf Jahren fand die II. Internationale Arbeitstagung forstlicher Rauchsachverständiger bei der ehemaligen Landesanstalt für Bodennutzungsschutz in Bochum statt.

Die damaligen Teilnehmer kamen nur aus Deutschland, Österreich, der Tschechoslowakei und den Niederlanden.

Die diesjährige Tagung wird von Vertretern aus 11 europäischen Ländern und aus den Vereinigten Staaten von Amerika besucht. In dieser Entwicklung kommt die Erweiterung der Basis für den

wissenschaftlichen Informationsaustausch zum Ausdruck, zu der auch die Landesanstalt ihren Beitrag leisten will. Unter den zur Zeit etwa 340 Mitarbeitern der Landesanstalt befaßt sich zwar nur eine kleine Gruppe mit forstlichen Immissionsproblemen jedoch ist auch dieser Aufgabenbereich so in die Gesamtkonzepte integriert, daß eine Wechselwirkung zu zahlreichen anderen Arbeitsgruppen der Landesanstalt besteht.

Meine Mitarbeiter sind bereit, Ihnen die Arbeitsmethoden darzulegen und die Arbeitsmöglichkeiten dieses so großzügig von der Landesregierung ausgebauten Institutes vorzuführen. Ich hoffe, daß wir damit die VII. Internationale Arbeitstagung forstlicher Rauchschadensachverständiger wirksam unterstützen können.

Allen Teilnehmern wünsche ich erfolgreiche Arbeitstage und einen fruchtbaren Informationsaustausch in diesem Hause.

Dr. Edwin DONAUBAUER
Vorsitzender der Arbeitsgruppe Rauchschäden des Internationalen
Verbandes Forstlicher Forschungsanstalten - IUFRO

Sehr geehrte Damen und Herren!

Der Internationale Verband Forstlicher Forschungsanstalten (IUFRO) wurde 1890 mit der Absicht gegründet, zwischen allen Forschern, die an forstlichen Problemen arbeiten, so enge Kontakte herzustellen, daß die gegenseitige Information zu einer wechselseitigen Befruchtung der Arbeit und möglichst auch zu einer Koordination - ja vielleicht sogar zu einer echten Zusammenarbeit über Landesgrenzen hinweg - führt. Das gilt auch für die Arbeitsgruppe Rauchschäden, die versuchen muß, ohne verfügbare Eigenmittel, die Kontakte und die Zusammenarbeit auf ihrem Gebiet zu stimulieren. Diesem Zweck dient die Ausarbeitung eines Adressenverzeichnisses

der Rauchschadensforscher aus vielen Ländern der Welt und diesem Zweck dienen in erster Linie solche Tagungen, die anfangs fast ausschließlich Experten aus Mitteleuropa zusammengeführt hatten; mehr und mehr können wir zu unserer Freude beobachten, daß sich der Teilnehmerkreis und die Zahl der Ursprungsländer erweitert. Dies bringt leider für den jeweiligen Veranstalter in zunehmendem Maße technische und finanzielle Probleme mit sich. Heuer haben wir die Freude und Ehre, Gäste der Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes Nordrhein-Westfalen zu sein. Gestatten Sie mir, im Namen der IUFRO und im Namen aller Teilnehmer, dem Präsidenten der Landesanstalt, Herrn Professor Dr. H. STRATMANN und dem Vorbereitungskomitee mit Herrn Dr. W. KNABE an der Spitze den herzlichsten Dank und die vollste Anerkennung für all die Mühen, die eine Organisation einer Tagung mit sich bringt, auszusprechen.

Am Gelingen und Zustandekommen der Tagung haben - wie Sie aus dem Programm ersehen haben - eine Reihe von Verbänden und Institutionen tatkräftig mitgewirkt; daß diese nicht nur ihr Interesse am Tagungsthema geäußert, sondern durch ihre Mitarbeit und Unterstützung bewiesen haben, verpflichtet uns zu großem Dank.

Viele forstliche Baumarten sind gegenüber Luftverunreinigungen empfindlicher als der Mensch. Rauchschäden an unseren Wäldern dürfen daher gewissermaßen als eine Vorwarnung aufgefaßt werden, die das Interesse und die Reaktion der Allgemeinheit wecken sollte.

Die Massenvermehrung vieler Organismen geht auf Kosten ihrer Umwelt vor sich und endet oft mit der Zerstörung ihrer Lebensgrundlage. Die Menschheit scheint gegenwärtig ebenfalls einem Massenvermehrungsstadium entgegenzugehen; parallel zur rascheren Zunahme der Populationsdichte erfolgen immer gravierendere Beeinträchtigungen unserer Um-

welt im allgemeinen und der Vegetation im besonderen. Die industrielle Entwicklung war und ist eine der wesentlichen Voraussetzungen für ein stetes Ansteigen des sogenannten Lebensstandards, bringt jedoch - wie wir heute mit Schrecken bemerken - in vielen Fällen eine großräumig wirksame, negative Beeinflussung unserer Umwelt mit sich.

Die Erforschung und das Erkennen dieser negativen Auswirkungen soll dem Wesen, das sich selbst den Namen Homo sapiens verliehen hat, die Grundlagen bieten, jede Gefährdung der menschlichen Existenz (durch Verunreinigung und Zerstörung lebensnotwendiger Umweltkomponenten) zu mindern oder zu vermeiden.

Im Hinblick auf diese Zusammenhänge erfüllt die forstliche Rauchschadensforschung ihre Aufgabe also nicht mehr allein im Interesse der Forstwirtschaft; ihre Ergebnisse sind vielmehr heute für alle Menschen von Bedeutung. Wir wollen unsere Arbeit und unsere Tagung auch in diesem Sinne verstehen.

Ich bin gewiß, daß uns diese Tagung wieder eine Reihe von Fortschritt verheißenden Ergebnissen vermitteln wird. Zumindestens ebenso wichtig werden aber die hier erneuerten oder neu geknüpften, fachlichen und persönlichen Kontakte sein. So darf ich im Sinne der kurz skizzierten Gedanken der Tagung einen guten Verlauf und viel Erfolg wünschen.

IMMISSIONSMESSUNGEN ZUR LUFTÜBERWACHUNG IM LANDE NORDRHEIN-WESTFALEN

von

Heinrich HARTKAMP

Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des
Landes Nordrhein-Westfalen, Essen-Bredeneu

Immissionsschutz wird im Lande Nordrhein-Westfalen auf der Grundlage des nordrhein-westfälischen Immissionsschutzgesetzes und bundeseinheitlicher Rechtsvorschriften mit aktiven und passiven, vorbeugenden und nachträglichen Maßnahmen betrieben. Die sinnvolle Planung und die wirksame und wirtschaftlich vernünftige Durchführung solcher Maßnahmen setzt weitreichende Kenntnisse über den Schadstoffauswurf insgesamt und im einzelnen, über die Ausbreitungsverhältnisse sowie über die Immissionsbelastungen und die damit verbundenen Risiken für Menschen, Tiere, Pflanzen und Materialien voraus. Aus diesem Grunde werden im Lande Nordrhein-Westfalen neben intensiven technologischen Untersuchungen und umfangreichen, private und gewerbliche Bereiche erfassenden Emissionserhebungen seit einer Reihe von Jahren ausgedehnte Immissionsmessungen zur Ermittlung und Überwachung von Luftverunreinigungen durchgeführt.

Die diesen Messungen zugrundeliegenden Planungen sind den jeweils zu beantwortenden Fragen angepaßt. Sie sind so ausgelegt, daß sie mit möglichst geringem personellem, finanziellem und technischem Aufwand diejenigen Informationen liefern, die für die Beantwortung der jeweiligen Fragen und für die Einleitung wirksamer Maßnahmen notwendig sind. Entsprechend den verschiedenartigen Fragestellungen unterscheiden wir Pegelmessungen, Messungen zur Ermittlung der Grundbelastung nach der "Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft", Monitor- und Warnsysteme zur Kennzeichnung

von Ausnahmesituationen und gezielte Messungen zur Beurteilung von Beschwerdefällen sowie zur Aufklärung von Kausalzusammenhängen zwischen Emission und Immission.

Alle diese Messungen zielen darauf ab, die Verunreinigung der Luft durch bestimmte Stoffe oder Stoffgruppen oder auch die Immissionsbelastung insgesamt zahlenmäßig so zu kennzeichnen, daß die Relation der Kennzahlen zu bestimmten kritischen Werten eine tragfähige Grundlage für die Beurteilung der Immissionssituation abgibt. Der Art und Weise, in der diese Kennzahlen gewonnen werden, kommt offenbar besondere Bedeutung zu. Auch die besten Meßwerte sind zu nichts nütze, wenn die in ihnen enthaltene Information verschleudert oder entstellt wird. Erlauben Sie mir deshalb bitte, einige Worte zu dem von uns benutzten Verfahren zur Kennzeichnung von Meßwertkollektiven zu sagen, von dem wir glauben, daß es wissenschaftlich solide fundiert ist und überdies dem Schutzgedanken in besonderer Weise Rechnung trägt.

Wir benutzen als Bewertungsmaße die Immissionskenngrößen I_1 und I_2 . Beide Größen sind Parameter zur Beschreibung der Häufigkeitsverteilungen von Meßwertkollektiven. Diese Häufigkeitsverteilungen sind durchweg unsymmetrisch und linksseitig schief und lassen sich mit den derzeit bekannten theoretischen Verteilungsfunktionen nicht befriedigend darstellen. Die erste Immissionskenngröße I_1 ist ein statistisch abgesichertes Maß für den Mittelwert des betrachteten Kollektivs, die zweite Immissionskenngröße I_2 gibt den 97,5 %- Summenhäufigkeitswert des Meßwertkollektivs an. In die Definitionsgleichungen dieser Immissionskenngrößen gehen der arithmetische Mittelwert \bar{x} und ein empirisch abgeleitetes Streuungsmaß s_0 ein. Damit wird erreicht, daß bei der Beurteilung der Immissionssituation durch Vergleich der Immissionskenngrößen I_1 und I_2 mit den Immissionsgrenzwerten IG_1 und IG_2 neben dem Mittelwert auch die natürlichen systematischen oder zufälligen Schwankungen der Belastung berücksichtigt werden, die z.B. technologisch bedingt oder auch

durch meteorologische Tages- und Jahresrhythmen aufgeprägt sein können. Überdies wird sichergestellt, daß diese Beurteilung auch dann nicht zuungunsten der schutzwürdigen Objekte ausfällt, wenn die einzelnen, dem Kollektiv angehörigen Meßwerte mit Hilfe ungenauer Meßverfahren gewonnen wurden. Eine wirklichkeitstreue Beschreibung der auf die jeweilige Luftverunreinigung bezogenen Belastung erlauben die Immissionskenngrößen jedoch nur dann, wenn sie aus Meßwertkollektiven abgeleitet werden, die nach bestimmten Regeln gewonnen worden sind. Die Meßwertkollektive müssen nämlich genügend groß sein; darüberhinaus müssen die Randbedingungen jeder einzelnen Messung - Ort, Zeitpunkt, Dauer und Methode - so gewählt werden, daß sich daraus keinerlei systematische Einflüsse auf das Kollektiv ergeben. Diese Regeln müssen beachtet werden, sobald das Meßwertkollektiv nicht die Grundgesamtheit, d.h. die Gesamtheit aller innerhalb des gegebenen Rahmens überhaupt möglichen Meßwerte darstellt, sondern als Ergebnis einer Stichprobe gewonnen wird. Zweckmäßig angesetzte Stichprobenmessungen liefern eine annähernd gleichwertige Informationsmenge wie die zugehörige Grundgesamtheit. Sie sind wegen des weitaus geringeren technischen Aufwandes fast immer der Ermittlung der Grundgesamtheit - z.B. mit Hilfe automatischer Analysenmaschinen - vorzuziehen. In vielen Fällen stellen sie überhaupt die einzige reale Möglichkeit dar, nämlich dann, wenn Aussagen über die Belastung mehr oder weniger ausgedehnter Gebiete gefordert werden, z.B. bei Pegelmessungen oder bei Messungen zur Ermittlung der Grundbelastung.

Pegelmessungen werden im Lande Nordrhein-Westfalen im Rahmen der Meßprogramme I, III und IV durchgeführt, an deren technischer Abwicklung neben der Landesanstalt eine Reihe von Meßinstituten beteiligt sind. Diese Meßprogramme erstrecken sich mit einem Überwachungsgebiet von annähernd 6.000 km^2 über den gesamten industriellen Ballungsraum an Rhein und Ruhr und stellen damit eines der größten Überwa-

chungsvorhaben der Welt dar. Das Überwachungsgebiet ist unter Benutzung der topographischen Gauß-Krüger-Koordinaten in quadratische Einheitsflächen von 1 km Kantenlänge aufgeteilt. Die Koordinatenschnittpunkte an den Ecken dieser Einheitsflächen bezeichnen die Lage der Meßstellen. Die faktische Lage der Meßpunkte kann je nach den örtlichen Gegebenheiten geringfügig von den durch das Meßstellennetz vorgeschriebenen idealen Meßorten abweichen. Dieses Meßstellennetz hat neben organisatorischen Vorzügen folgende wesentliche Eigenschaften:

Die Meßpunkte sind gegenüber der Lage der Emittenten zufällig verteilt, so daß die Aussagen über die räumliche Variation der Belastung nicht systematisch verfälscht werden.

Die hohe Meßstellendichte erlaubt differenzierte Aussagen über die Belastungen der einzelnen, jeweils 1 km² großen Einheitsflächen.

Diese Aussagen werden aus Meßwertkollektiven abgeleitet, deren Einzelwerte von den Ecken der jeweils zu beurteilenden Einheitsfläche stammen. Diese Einzelwerte sind in ihrer zeitlichen Folge gleichmäßig über den Auswertzeitraum - im Normalfalle ein Jahr - verteilt und werden zufallsgemäß zu verschiedenen Tageszeiten gewonnen, so daß auch die Aussagen über die zeitliche Variation der Belastung frei von systematischen Einflüssen sind.

Die geschilderte Meßplanung ergibt beim Meßprogramm I, der Staubbiederschlagspegelmessung, Meßwertkollektive von maximal 52 Einzelwerten je Einheitsfläche und Jahr, die aus jeweils vierwöchigen, lückenlos aneinander anschließenden Meßzeitintervallen stammen. Zu ihrer Ermittlung wird das Bergerhoff-Verfahren angewendet, das hinsichtlich seiner Verfahrenskenngrößen wohldefiniert ist. Die Meßergebnisse werden regelmäßig tabellarisch und kartographisch dargestellt und publiziert. Beispiele für diese Darstellungen,

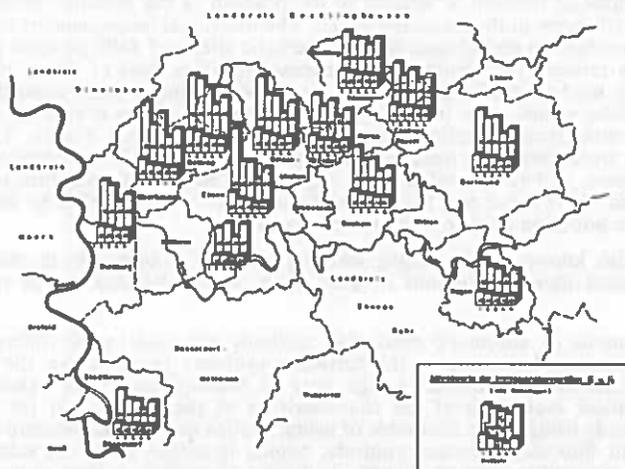
die nicht nur die räumliche Variation der Belastungen, sondern auch die in den vergangenen Jahren beobachteten Veränderungen erkennen lassen, sehen Sie in den folgenden Bildern. In ähnlicher Weise werden auch die Ergebnisse aus dem Meßprogramm III, der Schwefeldioxid-Pegelmessung, behandelt. Für die Bewertung der Einheitsflächen stehen hier Kollektive von maximal 104 Einzelwerten je Einheitsfläche und Jahr zur Verfügung. Die Einzelmessungen stammen aus Meßzeitintervallen von jeweils 10 Minuten, die gleichmäßig über den Beurteilungszeitraum von einem Jahr und zufällig über die Tageszeiten verteilt sind. Letzteres erreicht man durch zufallsgemäße Variation der Fahrrouten bei der Probenahme. Zur Probenahme und Messung wird das von Stratmann entwickelte Silicagel-Verfahren mit einem transportablen Probenahmegerät angewendet.

Mit zunehmender Fülle der Meß- und Überwachungsaufgaben ergab sich für uns die Notwendigkeit, die Meßplanung so zu optimieren, daß der technische Aufwand für die Messungen ohne Verlust an Information wesentlich reduziert wird. Dieses Ziel wurde unter Ausnutzung der Korrelation der an verschiedenen Orten gemessenen Immissionsbelastungen erreicht. Das Ergebnis dieser Überlegungen läßt sich an dem Planungsschema für das Meßprogramm IV erläutern. In diesem Meßprogramm wird nur noch die Hälfte aller für die Beurteilung einer Einheitsfläche notwendigen Einzelwerte an den Eckpunkten dieser Einheitsfläche selbst gemessen. Die aus diesen Einzelmessungen abgeleitete, noch unzureichende Information wird über eine Regressionsschätzung verstärkt mit Hilfe von Messungen, die mit relativ hoher zeitlicher Dichte an zentralen Bezugspunkten vorgenommen werden. Insgesamt ergibt sich auf diese Weise eine Verminderung des Aufwandes um etwa ein Drittel. Die in dieser Meßplanung berücksichtigten Informationszusammenhänge, die Verminderung des Aufwandes und die inzwischen erzielten wesentlichen Verbesserungen der Probenahme- und Analysetechnik eröffnen uns die Möglichkeit, im Pegelmeßprogramm IV anders

als bei den Meßprogrammen I und III eine große und zugleich variable Anzahl von Luftverunreinigungen in die Überwachung einzubeziehen. Dies geschieht zum Teil schon in dem räumlich dichten Meßstellennetz der Stichprobenmessung und in dem weitmaschigeren, zeitlich aber wesentlich dichteren Bezugspunktnetz. Weitere Komponenten werden mit noch höherer zeitlicher Dichte an jedem zweiten Bezugspunkt gemessen.

Derartige Meßsysteme setzen naturgemäß eine hochentwickelte Probenahme- und Analysentechnik voraus. Darüberhinaus müssen sie sich auf eine ausgefeilte Organisation und eine zuverlässige Datenverarbeitung stützen. Im Rahmen unserer Pegelmeßprogramme führen wir jährlich mehrere Hunderttausend Einzelmessungen des Staubbiederschlages, der Schwebstoffkonzentration als Kurzzeit- und Langzeitmessung, der Schwefeldioxidkonzentration, der Fluorwasserstoffkonzentration und der Konzentration organischer Substanzen durch. Weitere Komponenten, darunter Chlorwasserstoff, werden in nächster Zeit hinzukommen. Für eine noch wesentlich größere Anzahl von Komponenten, z.B. Stickstoffdioxid, Stickstoffmonoxid, Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Schwefelkohlenstoff, Ozon, Formaldehyd, Phenole, Blei, Zink, Phosphorwasserstoff oder Kohlenmonoxid, stehen Verfahren bereit, die von Fall zu Fall im Rahmen von Sonderprogrammen verschiedener Zielsetzung eingesetzt werden. Bei der Mehrzahl dieser Verfahren handelt es sich um diskontinuierliche Verfahren, die sich den besonderen Bedingungen der Stichprobenmessung besonders gut anpassen lassen. Daneben verfügen wir auch über eine Reihe von Verfahren zur kontinuierlich registrierenden Messung von Luftverunreinigungen. Die Anwendung solcher Verfahren erweist sich mitunter als zweckmäßig bei der Bearbeitung von Beschwerdefällen und bei der Aufklärung von Kausalzusammenhängen. Als Beispiel mögen hier die in Kürze anlauenden Untersuchungen über die Luftverschmutzung durch Flugzeuge im Bereich des Flughafens Düsseldorf dienen. Zwingend erforderlich ist jedoch der Einsatz kontinuier-

licher Meßverfahren beim Betrieb von Monitor- und Warnsystemen. Zweck dieser Systeme ist ja nicht die Ermittlung repräsentativer Meßwertkollektive, sondern die rechtzeitige Erkennung von Ausnahmesituationen, die ein besonders hohes Risiko bergen und deshalb besondere Abwehrmaßnahmen fordern. Solche Ausnahmesituationen können gelegentlich als Folge technischer Störungen oder Fehlleistungen auftreten. Sie wirken sich dann mehr oder weniger lokal aus und können auch meist mit verhältnismäßig einfachen technischen Mitteln gemeistert werden. Demgegenüber erfordert die Abwehr meteorologisch bedingter Gefahrenzustände, sogenannter Smogkatastrophen, von denen große Landstriche betroffen werden können, tiefe Eingriffe in die Volkswirtschaft und in die Freiheit des einzelnen Bürgers. Das Land Nordrhein-Westfalen unterhält seit mehreren Jahren einen Smogwarndienst, der fortlaufend in einer Reihe von Stationen die Immissionsbelastung unter Verwendung von Schwefeldioxid als Leitsubstanz verfolgt und Smogsituationen frühzeitig schon während ihrer Entstehung erkennbar macht, so daß rechtzeitig Maßnahmen zur Minderung des Risikos eingeleitet werden können. Diese Maßnahmen sind schon jetzt in den Smogalarmplänen vorbereitet.



SO₂-Immissionsbelastungen an den Stationen
des Smog-Warndienstes

Ich möchte darauf verzichten, Ihnen noch weitere Einzelheiten, zum Beispiel aus unserer alltäglichen Praxis der Aufklärung von Beschwerdefällen, darzulegen. Ich hoffe vielmehr, daß es mir gelungen ist, Ihnen zu zeigen, daß Immissionsmessungen zur Luftüberwachung wesentliche Hilfe bei der Abwehr der aus der Luftverschmutzung resultierenden Risiken leisten können und daß diese Hilfe in unserem Lande sinnvoll und in großem Umfange geleistet wird.

POLLUTION MEASUREMENTS FOR MONITORING THE AIR IN NORTH RHINE/WESTPHALIA

BY DR. HEINRICH HARTKAMP
*Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen, Essen-Bredeney.*

For some years now, measuring programmes have been made over an area of about 6,000 sq km to determine the pollution in the industrial conurbations on the Rhine and Ruhr. They provide information on pollution by various atmospheric pollutants occurring at a large number of measuring points, and therefore provide a basis for the use and evaluation of technical and planning measures to keep the air clean, and especially for authorization work within the framework of the regulations. Organization and planning of the measurements are arranged so that the pollution levels per unit area can be given per sq km. The measuring points are arranged in a one kilometre square grid and are distributed at random in relation to the position of the pollution sources, and this excludes any systematic error in the measured values. The individual measurements are distributed uniformly over the evaluation period (one year). Systematic effects of daily patterns of concentration are avoided by random distribution of the measuring times. Sets of about 100 individual measured values are used to evaluate each area; as in programme I (dust deposition) and III (sulphur dioxide), these values come from the corners of the area being evaluated, or as in programme IV they come from sampling measurements and additional points. The pollution parameters I_1 and I_2 are derived from these collected values. Programme IV supports its predictions by regression estimates, and is the optimum as regards the ratio of expenditure to amount of information obtained. As it is not tied to particular components, it is possible to determine connections between the pollution levels of different components.

Programme II, also known as the "smog warning service", is primarily to recognize acute meteorologically-caused danger situations in good time. Its results also enable prediction on long-term trends.

Manual discontinuous or automatic measuring methods are used in the different pollution measurement programmes, depending on the particular problem. In particular, the technique of discontinuous measurement has reached a high state of development in the Landesanstalt, not least because of critical evaluation of the characteristics of the method. At the moment the Landesanstalt is already using as, or is capable of using, routine methods to measure the following pollutants: hydrogen fluoride, hydrogen chloride, ozone, hydrogen sulphide, sulphur dioxide, ammonia, nitrogen monoxide, nitrogen dioxide, hydrogen phosphide, carbon monoxide, carbon dioxide, carbon disulphide, phenol, formaldehyde, hydrocarbons, polycyclic aromates, gaseous organic substances, dust, aerosols (long- and short-term measurement), lead and zinc in dust, and lead in aerosols.

IMMISSIONSBELASTUNG UND IMMISSIONSGEFÄHRDUNG DER WÄLDER IM RUHRGEBIET

von

Wilhelm KNABE

Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes
Nordrhein-Westfalen Essen

IMMISSIONSBELASTUNG IM BALLUNGSGEBIET "RUHR"

Die Wälder im Industriegebiet an Rhein und Ruhr stehen unter einer vielfältigen Belastung. Neben den Veränderungen des Grundwasserspiegels durch Wasserentnahme und Bergsenkungen, der Gewässerverschmutzung, der Verkipfung von Hausmüll und Industrieabfällen sowie dem Massenzustrom der erholungssuchenden Bevölkerung spielen die Luftverunreinigungen eine entscheidende Rolle.

Die Vielzahl industrieller Betriebe aller Art, die Massierung der Stromerzeugung auf Kohle- und Ölbasis sowie die dichte Besiedlung des Ruhrgebietes, in dem 1223 Menschen auf einem Quadratkilometer wohnen (FRORIEP 1971), schaffen eine besondere Situation.

Einzelquellen fern von Ballungsraumen

Abseits der großen Industriezentren wirkt ein einzelner Emittent in der Regel nur in einem begrenzten Bereich auf den Wald ein. In größerer Entfernung werden die Abgase durch den Wind und die turbulente Diffusion bis zur Unschädlichkeit verdünnt. Je nach Windrichtung wird nur die eine oder andere Seite der Nachbarschaft betroffen, so daß in einem Bestand häufig zwischen zwei Immissionseinwirkungen längere Erholungspausen auftreten. Durch den Bau von hohen, der Schadstoffmenge angemessenen Schornsteinen kann man in

ebenem Gelände auch die werksnahe Vegetation weitgehend vor schädlichen Konzentrationen schützen, da die längere Diffusionszeit vom Austritt aus der Schornsteinöffnung bis zum Kontakt mit der Vegetation eine größere Verdünnung bewirkt als bei bodennahen Quellen.

Ballungsgebiet

Im Ruhrgebiet ist die Situation grundlegend anders. Ein Wald inmitten des Reviers kann fast bei jeder Windrichtung von mehr oder weniger starken Immissionen betroffen werden, ohne daß man diese einer bestimmten Quelle zuordnen könnte. Erholungszeiten treten auch hier auf, aber kürzer und mit einem allgemein angehobenen Immissionsniveau. Jeder kleine Betrieb, jede private Ölheizung und jeder Kraftwagen, der über die Straße rollt, trägt zur allgemeinen Luftverschmutzung, zur Belastung der Wälder dieses Ballungsraumes bei, wenn auch die Hauptmenge der Schadstoffe von den großen Industriekomplexen, den Kraftwerken, Raffinerien, Sinteranlagen und Aluminiumwerken, um nur einige zu nennen, in die Atmosphäre abgegeben wird.

Auch im Ruhrgebiet bewirken hohe Schornsteine eine bessere Verdünnung der Abgase von Industrieanlagen und damit einen gewissen Schutz von deren unmittelbaren Umgebung, aber häufig gelangen die Schadstoffe noch innerhalb des Ballungsgebietes in Bodennähe, wobei sich die Abgasfahnen der einzelnen Werke vielfach überlagern. Nur solange Sperrschichten in der Atmosphäre unterhalb der effektiven Schornsteinhöhe einzelner Werke liegen, werden deren Abgase ganz vom Ballungsraum ferngehalten. Sie gelangen erst bei Auflösung der Inversion oder nach Abdrift in die meist ländlichen Bezirke der weiteren Umgebung in Bodennähe, wo sie auf Pflanzen einwirken können. So wurden im Winter 1968/69 in Velen, rd. 45 km nördlich von Essen, mehrfach Konzentrationen zwischen 0,2 und 0,4 mg SO₂/m³ gemessen, wenn der Wind aus Richtung

Süd vom Ruhrgebiet herwehte. Selbst bei Ostwind wurden dort Konzentrationen von 0,10 bis 0,22 mg SO₂/m³ festgestellt, was auf den Einfluß der 50 km entfernten Stadt Münster hindeutet.

Vergleich Biersdorf - Ruhrgebiet

Einige Unterschiede der Immissionsbelastung in der Nähe einer Einzelquelle - hier die Station IV des Freilandversuches Biersdorf (GUDERIAN und STRATMANN 1968) - und einigen Ruhrgebietsgroßstädten sind in Abb. 1 erkennbar. Dargestellt sind die Überschreitungshäufigkeiten der SO₂-Konzentrationen aller Wetterlagen auf Grund kontinuierlicher Messungen vom 1.4.-31. 10. eines Jahres jeweils von 0-24.00 Uhr mit dem Gerät Ultragas III bei Meßzeitintervallen von 1 Stunde. STRATMANN (1963, Tabelle 3) hat die Häufigkeitsverteilung dieser Station veröffentlicht (dort Druckfehler II statt IV). Meßergebnisse aus den Wintermonaten fehlen. Die Werte für die Ruhrgebietsgroßstädte wurden aus den Auswertungen des II. Meßprogramms entnommen, das bei STRATMANN und KÜLSKE (1966) näher beschrieben ist. Die Überschreitungshäufigkeiten sind in Abb. 1 nicht nur linear, sondern rechts oben auch halblogarithmisch dargestellt, weil das eine bessere Auflösung der sehr seltenen hohen Konzentrationen erlaubt. Aus der Steigung der Kurven ist abzulesen, daß in Biersdorf IV während der Vegetationszeit Konzentrationen unter 0,1 und über 0,75 mg SO₂/m³ häufiger auftreten als in irgendeiner der Ruhrgebietsgroßstädte, mittelhohe Konzentrationen dagegen seltener als im Ballungsgebiet. Die Vegetationszeitmittelwerte der dargestellten Meßstationen sind in Tab. 1 aufgeführt. Um die Werte von Biersdorf mit denen des II. und III. Meßprogrammes vergleichen zu können, wurde für Biersdorf IV zusätzlich ein Schätzwert für das arithmetische Mittel aller Messungen bestimmt, nachdem STRATMANN (1963, S. 17) wegen des festgestellten Meßfehlers von $\pm 0,06$ ppm zunächst nur Meßwerte ab 0,1 ppm = 0.25 mg SO₂/m³ zur Bildung des Mittelwertes herangezogen

Vergleich der Immissionstypen von Biersdorf und Ruhrgebietsstädten

Abb. 1

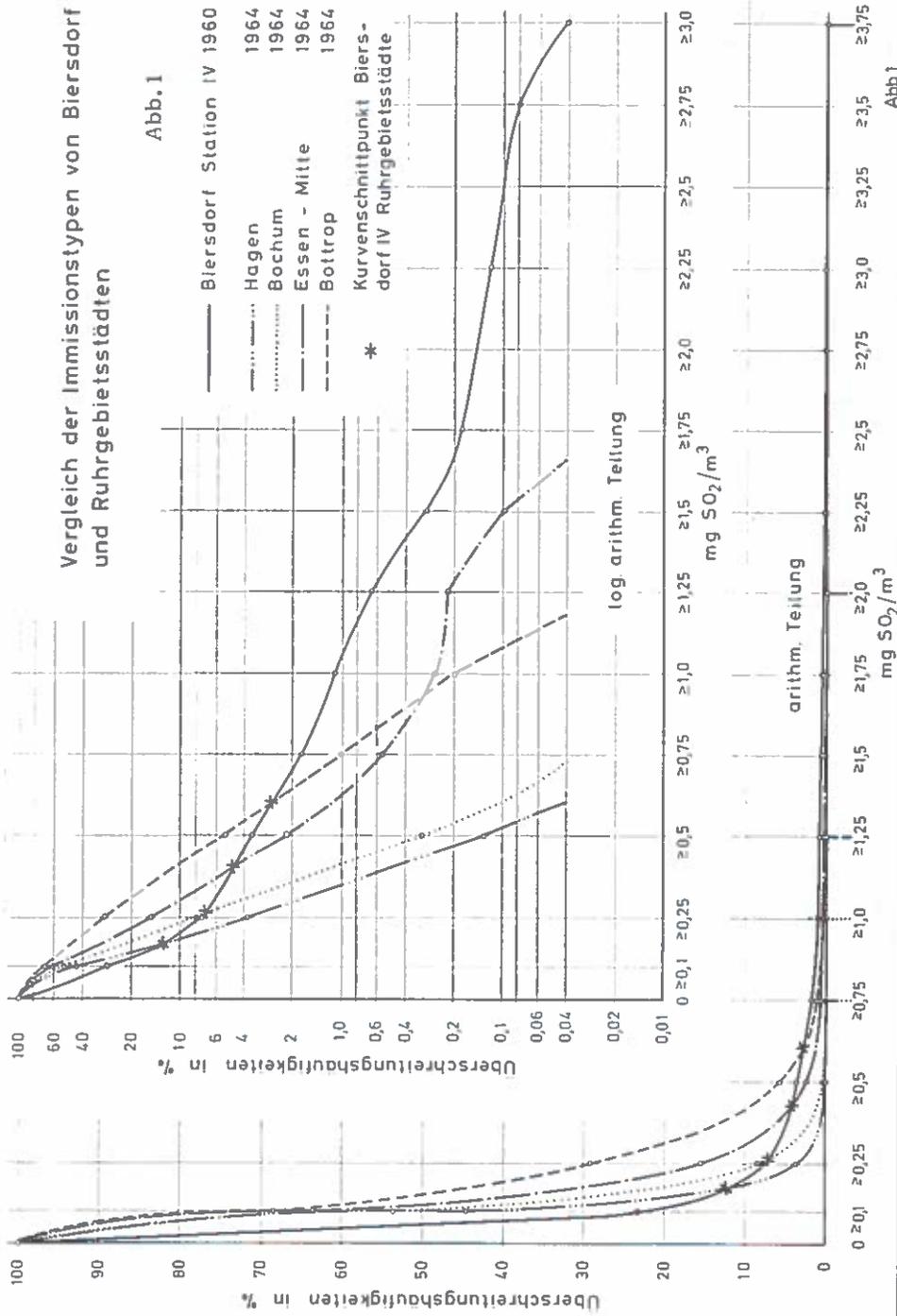


Abb 1

Relative Überschreitungshäufigkeiten der SO₂-Konzentrationen (Stundenmittelwerte) in der Vegetationszeit (1.4. - 31.10.)

hatte. Aus der Stichprobe von 581 Stunden hatte sich ein Schätzwert von $0,046 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$ für die sogenannte immissionsfreie Zeit ergeben.

Tabelle 1

Vegetationszeitmittelwerte der SO_2 -Konzentration in einigen Ruhrgebietsstädten und auf Station Biersdorf IV.
Alle Wetterlagen 0-24.00 h in $\text{mg SO}_2/\text{m}^3$ (zum Vgl. Jahresmittel)

Station	alle Meßwerte	nur Meßwerte $\geq 0,25 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3 \text{ h}$	(\bar{x} Jahr)
Bottrop 1964	0,192	0,125	(0,283)
Essen-Mitte 1964	0,156	0,067	(0,255)
Bochum 1964	0,128	0,033	(0,202)
Hagen 1964	0,097	0,007	(0,152)
Biersdorf IV 1959	0,073 ²⁾	0,038 ¹⁾	-
Biersdorf IV 1960	0,089 ²⁾	0,060 ¹⁾	-

1) nach STRATMANN 1963

2) Schätzwert aus 1) und zusätzlichen Stichproben der Konzentration $< 0,25 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3 \text{ h}$ aus den Originalstreifen berechnet.

Beim Vergleich stellt man fest, daß die Mittelwerte in den Ruhrgebietsstädten bei Verwendung aller Meßwerte der Vegetationszeit stets höher, bei Beschränkung auf die Meßwerte $\geq 0,25 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$ z.T. niedriger als in Biersdorf sind. Hätte man nicht nur SO_2 , sondern alle bekannten Luftverunreinigungen gemessen, wäre ein weiterer Unterschied zwischen Ballungsgebiet und Einzelquelle erkennbar, die große Vielfalt der Luftverunreinigungen einer Industriegroßstadt gegenüber den auf wenige Komponenten beschränkten Immissionen in der Nähe der Eisenerzröstanlage Füsseberg in Biersdorf.

Einzelquellen im Ruhrgebiet

Trotz der großräumigen Immissionsbelastung im Ruhrgebiet sind auch hier die Einwirkungen zahlreicher Einzelquellen

auf ihre unmittelbare Umgebung spürbar. Den an die Gewerbeaufsicht und die Landesanstalt gelangenden Schadensmeldungen liegen sehr häufig die Emissionen einer solchen Einzelquelle zugrunde. Oft sind es kleine Werke wie Feuerverzinkereien in enger Tallage, mittlere Werke mit zu niedrigen Schornsteinen oder ein ganzer Industriekomplex, bei dem zahlreiche Einzelquellen - hohe und niedrige - zusammenkommen. Beispiele solcher Vegetationsschäden in der Nähe einer brennenden Halde, einer Zinkhütte und einer chemischen Fabrik können auf Exkursionen gesehen werden. Im Gegensatz zu diesen lokalen Schadensfällen sind die Wirkungen einer großräumigen Immissionsbelastung nur mit erheblichem wissenschaftlichem Aufwand exakt nachzuweisen, da der Übergang zu "normalen" Verhältnissen nur allmählich erfolgt und oft von gleichsinnigen oder gegenläufigen Änderungen anderer Standortfaktoren überlagert wird.

FOLGEN DER IMMISSIONSBELASTUNG FÜR DIE WÄLDER IM RUHRGEBIET

Die Folgen der Immissionsbelastung für die Wälder im Ruhrgebiet können hier nur an Hand einiger Beispiele grob skizziert werden. Die im Vortrag gezeigten Farbdias, die im Druck nicht erscheinen können, werden durch Tabellen und Graphiken ersetzt. Auf den Bericht von WENTZEL (1962) über konkrete Schadwirkungen der Luftverunreinigung im Ruhrgebiet sei noch hingewiesen.

Wirkungen auf Nadelhölzer

Nadelwaldverbreitung

Der Nadelholzanbau im Ruhrgebiet ist durch die vorhandene Immissionsbelastung stark beeinträchtigt, im Kern nahezu

unmöglich gemacht worden. Bestände von Fichte (*Picea abies* Karst) und Kiefer (*Pinus sylvestris* L.), die erst im 19. Jahrhundert begründet wurden, sind aus dem Kern des Reviers verschwunden, während sie in unbelasteten Gebieten Deutschlands das Rückgrat der Forstwirtschaft bilden. Abbildung 2 soll dies veranschaulichen. Wie bereits früher (KNABE 1970) beschrieben, wurden im Jahre 1966 225 Kiefernbestände im Alter von 50-70 Jahren im möglichen Einflußbereich der Immissionen des Ruhrgebietes kartiert. Jede Probefläche ist als Punkt auf Abbildung 2 dargestellt. Im Kern des Reviers ist zusätzlich die Fläche schraffiert dargestellt, auf der mindestens in einem von 3 Jahren ein I_1 -Wert von 0,25 oder ein I_2 -Wert von $0,76 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$ erreicht oder überschritten würde, nachdem festgestellt war, daß so hohe Konzentrationen im Bereich der noch vorhandenen Kiefernbestände nicht aufgetreten waren. Diese stark belastete Zone fügt sich relativ gut in den "kiefernleeren" Streifen zwischen Ruhr und Lippe ein. Viele der noch vorhandenen Probeflächen waren bereits stark geschädigt, so daß die angegebenen Konzentration nicht als Schwellenwert einer Einwirkung, sondern als Indikator einer für Nadelhölzer bereits tödlichen Immissionsbelastung angesehen werden muß. Das Wort Indikator ist angebracht, um darauf hinzuweisen, daß neben SO_2 zahlreiche andere Luftverunreinigungen wie Fluorwasserstoff, Ozon, Chlorwasserstoff, Staub und organische Komponenten auftreten, so daß die Schadensursache im Einzelfall durch detaillierte Untersuchungen aufzuklären ist. Eine zweite solche Karte wurde unter Einzeichnung

des Jahresmittelwertes (\bar{x}_{Jahr}) $\geq 0,21 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$ und
 des Vegetationszeit-
 mittelwertes (\bar{x}_{veg}) $\geq 0,19 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$

hergestellt, hier jedoch nicht erneut abgebildet (s. KNABE 1970).

Innerhalb dieses stark immissionsbelasteten "kiefernleeren"

Abgrenzung hoher SO_2 -Belastung nach I_1 - u. I_2 -Werten im kiefernwaldleeren Kern des Ruhrgebietes

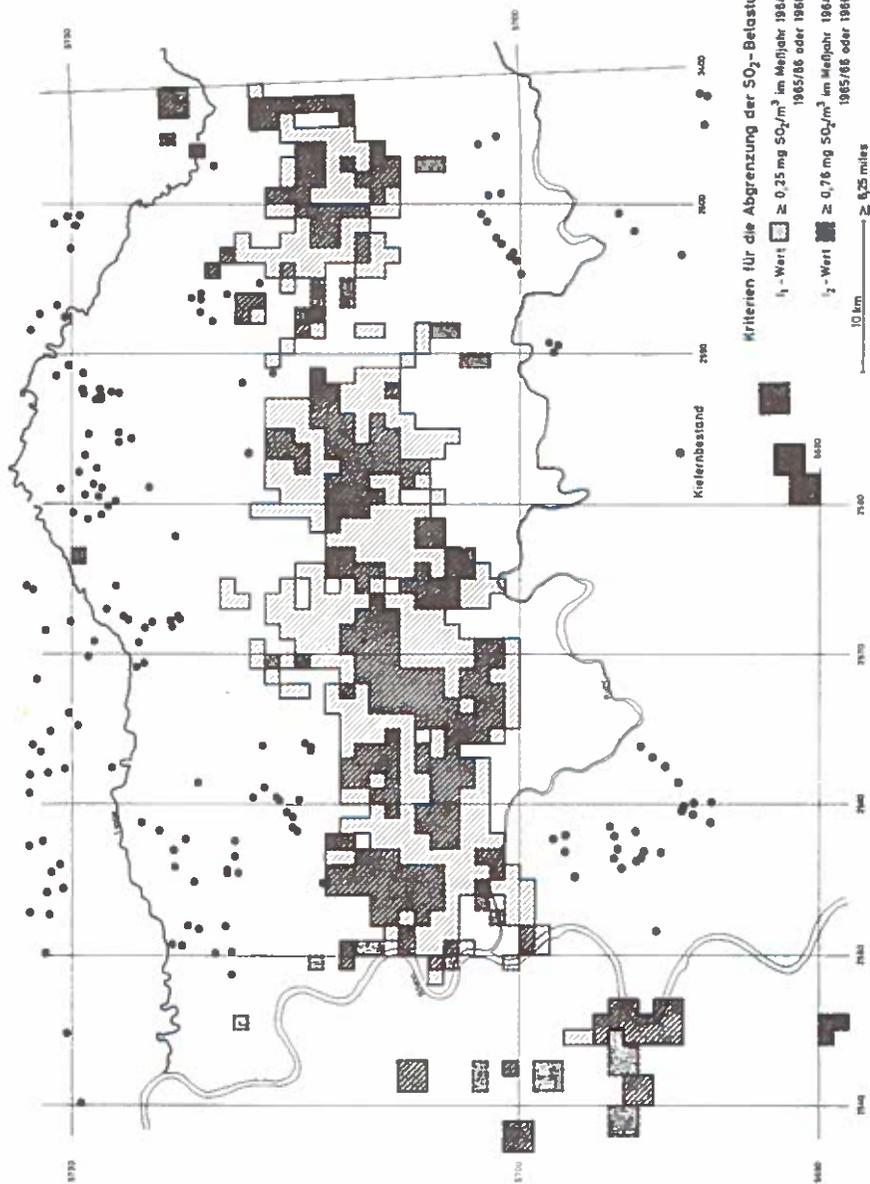


Abb. 2

Gebietes kommen auch keine Fichtenbestände vor. Der Anbau der Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*, Mürb. Franco), der in allen Bundesländern stark zugenommen hat, wurde im Ruhrgebiet nach ersten Fehlschlägen dieser immissionsgefährdeten Baumart schon im Ansatz erstickt. Die Weißtanne (*Abies alba* Mill.) schließlich, die in norddeutschen Küstengebieten beachtliches leistet, konnte wegen ihrer extremen Empfindlichkeit gegen SO_2 nicht einmal in Parkanlagen angepflanzt werden. Nur wenige Nadelhölzer haben sich dort gehalten, wo Fichte und Kiefer bereits ausgefallen sind, nämlich die Schwarzkiefer (*Pinus nigra* Arn var. *austriaca* und var. *corsicana*). Die langsamwüchsige Stechfichte (*Picea pungens* Engelm. var. *glauca*), die von Friedhöfen bekannten Scheinzypressen (*Chamecyparis lawsoniana* (A. Murr.) Parl), überraschenderweise auch die in Nordamerika so empfindliche Weymouthskiefer (*Pinus strobus* L.) und die extrem langsamwüchsige Eibe (*Taxus baccata* L.).

Verkürzung des Nadelalters

Bei allen Nadelhölzern mit mehrjährigen Nadeln sinkt das durchschnittliche Nadelalter im Ruhrgebiet ab, da diese Assimilationsorgane als Folge einer langsamen Vergiftung vorzeitig abgeworfen werden. Aber auch junge Nadeln können schon kurz nach dem Austrieb, insbesondere durch Fluorverbindungen abgetötet werden.

Die Verkürzung des Nadelalters ist bei Schatthölzern stärker ausgeprägt als bei Lichthölzern, bei denen von Natur aus nur wenige Nadeljahrgänge vorhanden sind. Außerdem leidet die im ozeanischen Klima wenig Schatten ertragende *Pinus sylvestris* zusätzlich stark unter der Kiefernenschütte (*Lophodermium pinastri*), der die meisten zweijährigen Nadeln lange vor dem Austrieb des 3. Jahrganges zum Opfer fallen. Abb. 3 und 4 mögen als Beispiel für die unterschiedliche Beeinträchtigung der Fichte und Kiefer dienen. Dargestellt sind Nadel-

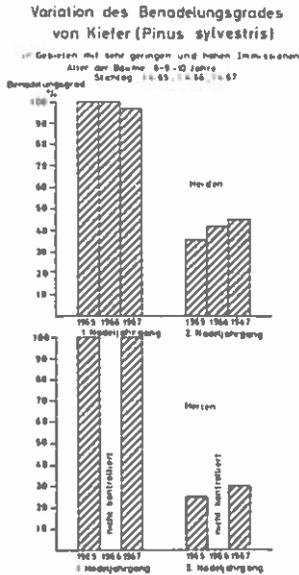


Abb. 3

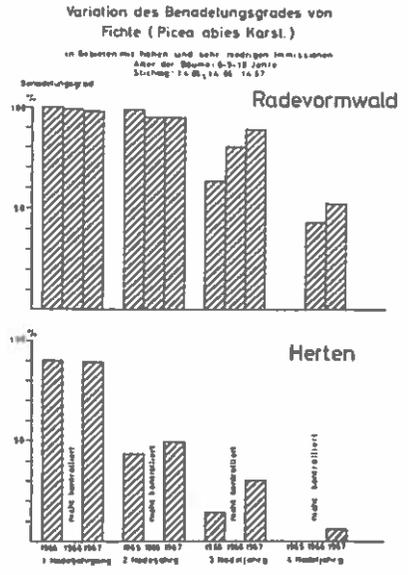


Abb. 4

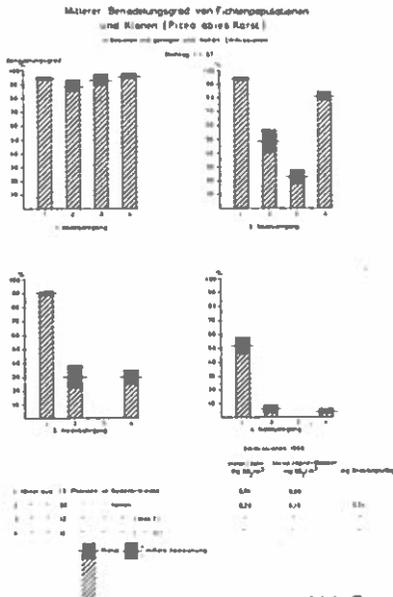


Abb. 5

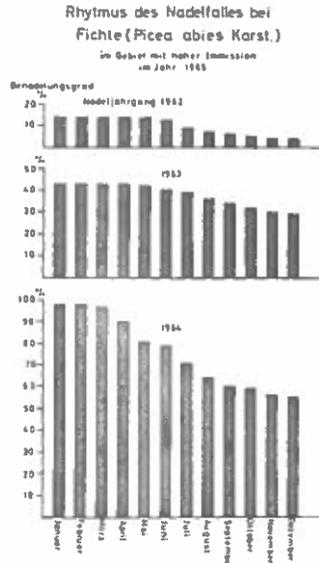


Abb. 6

bonitierungen an jeweils rd. 20 Pflanzen, die dreimal am Ende des Winters durchgeführt wurden. Die Fläche mit hohen Immissionen liegt in Herten, die Vergleichsflächen mit verhältnismäßig geringen Immissionen bei der Kiefer in Heiden, bei der Fichte in Radevormwald. Die Immissionsbelastung von Herten ist in Tabelle 2 angegeben. Bei beiden Baumarten sind am Ende des Winters die einjährigen Nadeln auch auf der belasteten Fläche noch voll vorhanden, während bereits die zweijährigen Nadeln zum Teil abgefallen sind. Nur bei Kiefer trifft das auch auf die schwachbelastete Fläche zu. Drei- und vierjährige Nadeln finden sich nur bei Fichte hier in wesentlich größerer Anzahl auf der schwachbelasteten Fläche. Im Norden des Kreises Siegen rd. 70 km östlich von Köln wurden 6 1/2 Nadeljahrgänge gezählt. Aus Baden-Württemberg berichtet SCHÖPFER (1961) von 9 lebenden Nadeljahrgängen, von denen die drei ältesten allerdings nur 5.2 % des Nadel Trockengewichtes ausmachten.

Die durch Immissionen bedingte vorzeitige Entnadelung streut infolge von individual-spezifischen Resistenzunterschieden stark. Auf Abb. 5 ist daher zusätzlich zum arithmetischen Mittelwert auch die mittlere Abweichung des Mittelwertes dargestellt. Säule 1 entspricht den Werten von Abb. 4 oben, Säule 2 denen von Abb. 4 unten. Säule 3 und 4 geben die Benadelung zweier Fichtenklone in Herten wieder, von denen der erste empfindlicher, der zweite resistenter als die Sämlingspopulation ist. Die mittlere Abweichung des Mittelwertes ist bei der Sämlingspopulation am größten.

Bonitiert man die Benadelung jeden Monat, kann man den Rhythmus des Nadelfalls verfolgen. Auf Abb. 5 ist das für 8-jährige Sämlingsfichten dargestellt. Zweierlei verdient Beachtung. Erstens fallen die Nadeln vorwiegend im Sommerhalbjahr zwischen April und August; von Dezember 1964 (auf Abb. 6 nicht dargestellt) bis zum Februar 1965 war keine Abnahme festzustellen. Zweitens ist die Benadelung im

Tabelle 2

Immissionsbelastung der Einheitsfläche 2578/5717 Herten / Ruhrgebiet
 nach Unterlagen des I. und III. Meßprogramms (ImmSchGes. NW)
 (Staubniederschlag: Heft 2, 5, 9, 11, 15, 19, 22;
 Schwefeldioxid: Heft 1, 3, 8, 13, 16, 20, 24 der Schriftenreihe der LIB Essen)

	1963 /64	1964 /65	1965 /66	1966 /67	1967 /68	1968 /69	1969 /70
Staubniederschlag							
(g/m ² d)							
I ₁ -Wert	0,41	0,35	0,39	0,48	0,38	0,44	0,47
I ₂ -Wert	0,64	0,50	0,66	0,97	0,63	0,83	0,85
SO ₂ -Konz.							
(mg/m ³)							
\bar{x}_{Veg}	-	0,20	0,14	0,14	0,12	0,12	-
(April-Oktober)	0,19 *	0,19	0,18	0,15	0,13	0,13	0,14
\bar{x}_{Jahr}	0,25 *	0,24	0,23	0,18	0,16	0,16	0,16
I ₁ -Wert	0,49 *	0,63	0,68	0,39	0,42	0,37	0,31

* berechnet aus nur 27 Meßwerten, statt aus 104 in späteren Jahren

Dezember 1965 relativ besser als im Januar 1965/Dezember 1964, da ja inzwischen ein neuer Nadeljahrgang hinzugekommen ist. Eine gleichsinnige Verbesserung vom 1.4.1965 bis 1.4.1967 ist auch aus den Abb. 3 und 4 zu entnehmen. Betrachtet man dazu die Entwicklung der Immissionsbelastung von Hertzen in Tabelle 2, die in diesen Jahren typisch für die Gesamtentwicklung im Ruhrgebiet ist, stellt man eine dem Anstieg der Benadelung entgegengesetzte Abnahme der SO_2 -Konzentration von 1964/1965 bis 1966/67 fest. Es verdiente daher geprüft zu werden, inwieweit die Benadelung der Fichte als Indikator einer großräumigen Luftverunreinigung benutzt werden kann. Zur Vorklärung eines Verdachtes auf Immissionsschäden ist diese Feldmethode gut geeignet. (KNABE 1971 a).

Zuwachsminderungen

Zuwachs und Ertrag von Kiefernbeständen sind im Ruhrgebiet deutlich gemindert. Einmal wird die Assimilation der grünen Nadeln durch Immissionswirkungen herabgesetzt, zum anderen wirkt sich das Fehlen der älteren Nadeljahrgänge ungünstig aus, da die im Frühjahr austreibenden neuen Nadeln zunächst eine negative Stoffbilanz aufweisen und auf eine zusätzliche Versorgung mit Assimilaten der älteren Nadeln angewiesen sind (POLSTER 1967). Besonders stark wirkt sich ein Verlust der Nadeln aus dem letzten und vorletzten Jahr aus, da diese im Frühsommer am meisten zur Nettoassimilation beitragen. Die unter Immissionsbelastung gebildeten, kurzen oder schwachbenadelten Triebe erzeugen dann ebenfalls nur schwache Knospen und lassen den jährlichen Holzzuwachs absinken. Nach WENTZEL (1962) erzeugten 70-jährige Kiefern im Raum Wulfen/Haltern rd. 400 fm Holz, im Raum Hertzen oder Wanne-Eickel dagegen nur 40 fm, d.h. 1/10. Am stärksten wird bei der Kiefer das Höhenwachstum begrenzt. Die Bäume bleiben im Raum Hertzen mehr oder weniger buschartige Krüppel (WENTZEL 1971). Im Bestand tritt gleichzeitig eine starke Auflichtung

ein. Die empfindlicheren Individuen der Ausgangspopulation sterben frühzeitig ab, so daß dichter Farn, hohes Gras oder Brombeeren und Holunder den Boden bedecken können. Am besten halten sich noch Kiefern, die in Laubholz eingesprengt sind.

Sekundäre Schäden

Die Nadelholzbestände im Ruhrgebiet zeigen z.T. auch sekundäre Schäden, wie sie von SCHNAIDER und SIERPINSKI (1968) in Oberschlesien beschrieben sind. Auf der Versuchsfläche Herten entstanden große Ausfälle bei fast allen angebauten Koniferen-Arten durch Hallimasch (*Armillaria mellea* Vahl.), der in Rauchschadensgebieten als besonders aggressiver Wurzelschädling auftritt.

Untersuchungen über die Zusammenhänge zwischen Immissionsbelastung und Insektenbefall sind in Zusammenarbeit mit Dr. Emschermann, Pflanzenschutzamt Münster, begonnen worden, nachdem ein verstärktes Auftreten des großen Waldgärtners (*Myelophilus piniperda* L.) in Kiefernbeständen des nördlichen Ruhrgebietes aufgefallen war. Die Frostresistenz mancher Koniferen scheint im Ruhrgebiet gemindert zu sein (WENTZEL 1965).

Wirkungen auf Laubhölzer

Auch die winterkahlen Laubhölzer leiden unter der Immissionsbelastung. Im Frühjahr überrascht das Ruhrgebiet den Fremden zwar stets mit einem frischgrünen Austrieb, aber schon bald sind die älteren Blätter von einer Schmutzschicht überzogen. An vielen Stellen bilden sich Interkostal-, Rand- oder Spitzennekrosen, und die Blätter fallen z.T. vorzeitig ab wie beim Nadelholz, nur daß ihre Lebensdauer hier auf 2, 3 oder 4 Monaten beschränkt ist. Die durch

viele Versuche nachgewiesene verminderte Assimilationsleistung bei Einwirkung von Immissionen mindert auch bei den Laubhölzern den Holzzuwachs. Im Freilandversuch von Biersdorf wurde nicht nur bei Fichte, Kiefer und Lärche, sondern auch bei Stieleiche und Rotbuche auf Station IV ein signifikant geringerer Dickenzuwachs gefunden (GUDERIAN und STRATMANN 1968). Das war bei den in Abb. 1 und Tab. 1 beschriebenen, im Vergleich zu Begasungsversuchen niedrigen SO_2 -Konzentrationen eine wesentliche neue Erkenntnis (WENTZEL 1968).

Im Unterschied zu den Nadelhölzern können zahlreiche Laubhölzer aber selbst wiederholte Beschädigungen einzelner Blattorgane ertragen und unter Ausnutzung der im Holz gelagerten Reservestoffe neue Blätter bilden. RANFT und DÄSSLER (1970) haben das Regenerationsvermögen von Gehölzen nach SO_2 -Einwirkung experimentell untersucht und dabei 91 Arten in drei Gruppen unterteilt.

HAUPTSCHADSTOFFE IM RUHRGEBIET

Welche Immissionskomponenten sind für die Waldschäden im Ruhrgebiet verantwortlich und welcher Anteil am Gesamtschaden entfällt auf die einzelnen Schadstoffe?

Wer so fragt, wird heute nur Teilantworten erhalten können. Die für die Aufklärung von lokalen Immissionsschäden erprobten Gutachterrezepte versagen hier wegen

- a) der großen Ausdehnung und Vielgestaltigkeit des Immissionsareals
- b) des Fehlens von Kontrollflächen in der Nähe der Schadzentren
- c) der Unkenntnis über die Wirkungsweise von Mischimmissionen auf Waldbäume, deren Vorhandensein von der Pflanzenanalyse zwar angezeigt wird, aber nur in Ausnahmefällen voll interpretiert werden kann.

Die Problematik der Aufschlüsselung der beobachteten Waldschäden auf einzelne Komponenten kann am besten anhand eines Beispiels dargelegt werden. Tabelle 3 enthält einen Vergleich von Nadelanalysen 9-jähriger Fichten- und Kiefernkulturen aus Hertens und als Kontrolle etwa ein Jahr älterer Pflanzungen nahe dem Luftkurort Tecklenburg im Teutoburger Wald, 85 km nordostwärts davon. Beide Flächen sind von Wald umgeben und so vor Seitenwind und der direkten Zuwehung lokaler Immissionen relativ geschützt. Die einjährigen Nadelproben wurden am Ende des Winters am 11. und 12.3.1969 etwa in Kopfhöhe entnommen. Die Analysenergebnisse sind in der gleichen Dimension wiedergegeben, um die Gehalte verschiedener Komponenten besser vergleichen zu können als bei den häufig benutzten Angaben in % für S und Cl, mg/100 g TS bei F und ppm bei Blei.

Alle Schadstoffe sind in den Nadeln von Hertens stärker angereichert als in den Kontrollproben, obwohl doch auch in Tecklenburg noch keine "reine" Luft zu erwarten ist. So fanden KELLER und PREIS (1967) in verkehrsferner Lage der Schweiz einen "Normalgehalt" 1-jähriger Fichtennadeln von 2-3 ppm Pb gegenüber den in Tab. 3 aufgeführten 11 ppm Pb in Tecklenburg.

Die Erhöhung liegt bei der Kiefer zwischen 163 und 270 % der Kontrolle in der Reihenfolge Cl - S - F - Pb, bei der Fichte zwischen 176 und 768 (!) % in der Reihenfolge S - Cl - Pb - F.

Folgende Differenzen sind signifikant:

Zwischen beiden Standorten bei allen untersuchten Komponenten mit $P = 0.001$

zwischen beiden Baumarten nur bei F, Cl und S mit $P = 0.01$, nicht dagegen beim Blei. Die Analysen erlauben keine Aussage, welchen prozentualen Anteil die einzelnen Schadstoffe an den chronischen Rauchschäden im Raum Hertens haben, da a) sowohl F als auch S-Gehalte bereits in einem für Koniferen unter

Tabelle 3

Schadstoffgehalte * ungewaschener 1-jähriger Koniferen-
 nadeln von 9-10 Jahre alten Kulturen in geschützter Lage
 Vergleich a) Teutoburger Wald, b) Ruhrgebiet
 Probenahme a) 11.3. b) 12.3.1968
 Werte sind Mittel von je 2 Analysen von 3 Einzelbäumen

Baumart	Standort	S	Cl	F	Pb
Kiefer (Pinus sylvestris)	a)Tecklenburg	1700	780	9	19 ppm
	b)Herten	3100	1270	25	46 ppm
	d = b-a	1400	490	16	27 ppm
	Signifikanz	+++	+++	+++	+++
	$\frac{b \cdot 100}{a}$	182	163	277	242 %

Fichte (Picea abies)	a)Tecklenburg	2400	420	7	11 ppm
	b)Herten	4220	1070	52	48 ppm
	d=b-a	1820	650	45	37 ppm
	Signifikanz	+++	+++	+++	+++
	$\frac{b \cdot 100}{a}$	176	255	742	437 %

1 ppm = 1 mg/kg Trockensubstanz = 0,1 mg/100 g TS = 0,0001 %
 +++ = signifikant mit P = 0,001

*Analysemmethode s. REUSMANN und WESTPHALEN, z.anal.Chem. in Vorbereitung

Umständen toxischen Bereich liegen, b) Ozonwirkungen aus den Analysen nicht abgelesen werden können und c) schließlich auch andere, gar nicht untersuchte Schadstoffe eingewirkt haben können.

Die Chlor- und Bleigehalte der Nadeln in Herten sind zwar erhöht, geben aber noch keine Auskunft über toxische Einwirkungen.

Auffällig ist, wie viel stärker die Fichte Fluor angereichert hat als die Kiefer, obwohl doch bei der Fichte eine starke Abnahme des Fluorgehaltes in Erholungszeiten festgestellt wurde (KNABE 1970 b).

Zur Klärung der quantitativen Beteiligung der einzelnen Immissionskomponenten an den Waldschäden im Ruhrgebiet sind weitere Untersuchungen dringend angezeigt, da die daraus gewonnenen Informationen sowohl für aktive als auch für passive Immissionsschutzmaßnahmen benötigt werden. Vielleicht kann man dabei von folgender Arbeitshypothese ausgehen und diese anhand neuer Erkenntnisse laufend berichtigen: "In einem weiten Bereich von vielleicht 50 km im Lee des engeren Ruhrgebietes beginnt die Zone, in der Photooxydantien im Sommer und SO_2 im Winter Konzentrationen erreichen können, bei denen empfindliche Pflanzen geschädigt werden.

Nachteilige Wirkungen der aus Immissionen stammenden sauren Niederschläge werden sogar noch aus dem fernen Skandinavien berichtet (OTTAR 1971).

In einem engeren, auf Anlage 1 dargestellten Bereich, der das ganze Ruhrgebiet umfaßt, werden auch in manchen Sommern die in Biersdorf als toxisch erkannten SO_2 -Konzentrationen von $\bar{x}_{\text{veg}} = 0,08 \text{ mg/m}^3$ erreicht oder überschritten, wobei die Konzentrationen zum Kern des Ruhrgebietes immer stärker ansteigen und ab $\bar{x}_{\text{veg}} \geq 0,19 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$ keine Nadelholzbestände mehr angetroffen werden. Eingebettet in diese groß-

flächigen Belastung liegen "Inseln" um Einzelemittenten, in denen die Wirkung von Fluor, Chlor oder Stickstoffverbindungen die SO_2 -Wirkung weit übertrifft, während auch die Zwischenflächen überhöhte Immissionskonzentrationen dieser Stoffe aufweisen können, was bisher allerdings nur bei Fluor durch Luftanalysen (BUCK und IXFELD 1971) und Pflanzenanalysen (SCHOLL 1971) nachgewiesen ist. Die Mitwirkung von Schwermetallen als Ursache der großflächigen Waldschäden im Ruhrgebiet ist noch offen.

ABSCHÄTZUNG DER IMMISSIONSGEFÄHRDUNG DER WÄLDER IM RUHRGEBIET

Die richtige Einschätzung der Immissionsgefährdung bildet eine unentbehrliche Grundlage für gezielte Anpassungsmaßnahmen der Forstwirtschaft an eine gegebene oder zu erwartende Immissionsbelastung. In bestimmten Fällen kann sie auch den Anlaß für aktive Immissionsschutzmaßnahmen geben, insbesondere wenn empfindliche Nadelwälder aus landeskulturellen Gründen wie im Erzgebirge oder aus sozialhygienischen Erfordernissen in der Nähe von Ballungsgebieten erhalten werden müssen. Für die Abgrenzung von Zonen gleicher Gefährdung muß man sowohl die zukünftige Immissionsbelastung dieser Räume als auch die Reaktionen der wichtigsten Holzarten der dortigen Wuchsgebiete abschätzen. Über die zahlreichen Methoden, die für eine Abgrenzung benutzt werden können, und die Ableitung von Luftqualitätsrisiken (air quality risks) als quantitative Schätzgröße der Gefährdung wurde an anderen Orten berichtet (KNABE 1971^{b,c}). Im Folgenden sollen ergänzend dazu einige Angaben zum Vorgehen bei der Abgrenzung der Gefährdungszonen im Ruhrgebiet gemacht werden.

Erste Abgrenzung 1965/66

Die Rauchschäden im Ruhrgebiet waren nach den meteorologisch besonders ungünstigen Jahren 1962-64 derart gravierend, daß der Fortbestand vieler Waldbestände ernstlich bedroht erschien. Aufgrund einer Initiative des Landtages hatte der Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten von Nordrhein-Westfalen als erste Gegenmaßnahme den Rund-erlaß vom 26.4.1966 erlassen. Damit wurde begonnen, die Umwandlung rauchgeschädigter Waldbestände in rauchhärtere Bestockung durch Zuschüsse an den Körperschafts- und Privatwald zu fördern. Die Förderung erstreckte sich auf das sogenannte "Umwandlungsgebiet", das auf Anlage 1 und 2 durch eine unterbrochene dicke Umrandung gekennzeichnet ist. Die Abgrenzung war nach einem Vorschlag der Landesanstalt vom 25.10.1965 vorgenommen worden. In dieser Stellungnahme heißt es: "Die Abgrenzung stützt sich auf eine optische Ansprache der Waldbestände im Raum nach einem bei den 10-jährigen immissionsökologischen Untersuchungen gewonnenen Erfahrungsschlüssel des bisherigen forstwissenschaftlichen Referenten der Landesanstalt. Sie ist nur in einem kleinen Teilgebiet durch analytische Untersuchungsergebnisse erhärtet. Da die Schädigungen in der Ebene nach außen allmählich ausklingen und sich ⁱⁿ den Berglagen zum Teil in engen Talzügen lokal fortsetzen, ist keine scharfe Grenze zu ziehen. Die festgelegte Abgrenzung stellt innerhalb eines (um das sichere Rauchschadengebiet liegenden) Umfassungsringses von etwa 5 km Breite, in dem sich die deutlich erkennbare Schädigung verliert, eine für die Zwecke der Verwaltung gewählte Linie dar. Sie umreißt somit lediglich eine vorläufige ü b e r s c h l ä g i g e Globalabgrenzung des forstwirtschaftlichen Hauptschadbereiches. Es wäre durchaus berechtigt, sie geringfügig nach innen oder außen zu verschieben.

Ausscheidungskriterium ist die biologisch waldbauliche Reaktion der deutschen Hauptholzarten Kiefer und Fichte. Dieses findet seine Begründung darin, daß die Bestände dieser Koniferen nicht

nur besonders empfindliche Immissionsobjekte, sondern auch die entscheidenden Träger einer forstwirtschaftlichen Rentabilität sind. Die Abgrenzung erfaßt somit den Raum, in welchem nach Maßgabe des äußerlich erkennbaren Gesundheitszustandes wesentliche Immissionsschäden, d.h. leistungsmindernde Einwirkungen am Nadelholz, wahrscheinlich sind und bei Aufnahme wissenschaftlicher Untersuchungen voraussichtlich nachgewiesen werden können. Mit anderen Worten: wo in dem abgegrenzten Raum Nadelholz angebaut wird, muß mit herabgesetzter Leistung durch die Immissionen gerechnet werden. Im Kern sterben die Kiefern und Fichten vorzeitig ab, in den Randzonen treten Zuwachsverluste ein. Laubholz ist dagegen in diesem Raum nicht großräumig, sondern nur örtlich betroffen." *

Nach dem Anlaufen der Förderung beantragten zahlreiche Waldbesitzer, auch für Kulturen außerhalb des Umwandlungsgebietes, Förderungsmittel zu erhalten, andere, besonders aus dem Kern des Ruhrgebietes, forderten, die Beihilfen generell zu erhöhen und auch für die Verjüngung von Laubholzbeständen zu gewähren. Damit ergab sich die Frage der Abgrenzung auf's Neue, diesmal auch für Wälder, in denen Wentzels "Leitholzart" Kiefer fehlte oder für waldfreie Gebiete, in denen Aufforstungen geplant waren. Anzustreben war eine praktikable, aber gleichzeitig auf objektiven Kriterien beruhende Abgrenzung, um Einsprüche und zeitraubenden Untersuchungen von Einzelfällen vorzubeugen.

*Die von Dr. Kirste unterzeichnete Stellungnahme beruhte auf Untersuchungen von Dr.K.F.Wentzel. Die angesprochene analytischen Untersuchungen beziehen sich auf Erhebungen in Kiefernbeständen im nördlichen Ruhrgebiet.

Zweite Abgrenzung 1969

Die Landesanstalt hat dem Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten NW am 13.1.1969 eine neue Abgrenzung des Förderungsgebietes vorgeschlagen. Sie beruhte auf folgenden Überlegungen:

1. Untersuchungen der Landesanstalt hatten gezeigt, daß in den nächsten 15 Jahren mit keiner Abnahme der phytotoxischen Luftverunreinigungen SO_2 , F und NO_x zu rechnen ist (vgl. BROCKE 1970). Aus dem allgemeinen Trend des Energieverbrauches in der Bundesrepublik war im Gegenteil mit einem weiteren Anstieg der Luftverunreinigung zu rechnen (KNABE 1966).
2. In Nordrhein-Westfalen liegen im Unterschied zu anderen Immissionsarealen mehrjährige Pegelmessungen der SO_2 -Konzentration und des Staubniederschlags vor, die ein Überwachungsgebiet von annähernd 6000 km^2 erfassen. Nähere Informationen darüber wurden im vorigen Referat gegeben (HARTKAMP 1970). Diese Pegelmeßprogramme ermöglichten es, die SO_2 -Immissionen für die Abgrenzung der Gefährdungszonen heranzuziehen.
3. Die Immissionsbelastung im Ruhrgebiet, dargestellt am Schadstoff SO_2 , folgt trotz starker Schwankungen bestimmten Konzentrationsmustern
 - a) einem häufig auftretenden Tagesgang mit einem Maximum am Vormittag zur Zeit der Auflösung von Inversionen sowie einem zweiten Maximum am Abend (STRATMANN und KÜLSKE 1966)
 - b) einem ausgeprägten Jahresgang mit einem breiten Minimum im Sommer und zahlreichen Maxima im Winter, die durch saisonbedingte Schwankungen der Emissionen und periodische Änderungen meteorologischer Einflüsse erklärt werden (STRATMANN und KÜLSKE 1966).

- c) Schwankungen zwischen den einzelnen Jahren, die nach STRATMANN und KÜLSKE 1970 mindestens teilweise auf Änderungen der Windrichtung zurückzuführen sind
- d) Überlagerten Änderungen meteorologischer Parameter mit Periodenlängen von mehreren Jahren.

Diese Schwankungen verbieten es, für langlebige Forstkulturen nur die Immissionsbelastung des letzten Jahres zur Risikoabschätzung heranzuziehen, wie es in der TAL für die Genehmigung neuer Anlagen praktiziert wird. Über die Größenordnung der Schwankungen rund um ein industrienahes Waldgebiet informiert Tabelle 2 am Beispiel des Raumes Herten.

4. In Biersdorf war erstmalig in einem Freilandversuch eine quantitative Beziehung zwischen kontinuierlich gemessenen SO_2 -Immissionen und der Schädigung von Laub- und Nadelgehölzen gefunden worden (GUDERIAN und STRATMANN 1962). Eine signifikante Wirkung lag bereits bei einem arithmetischen Mittelwert für die Vegetationszeit von rd. $0,07 - 0,09 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$ vor (vgl. Tabelle 1 und GUDERIAN und STRATMANN 1968).

Die Übertragung dieser Werte auf das Ruhrgebiet erschien zunächst wegen der einleitend besprochenen Unterschiede im Immissionstyp nicht möglich. Schließt man die Versuchsmethode jedoch mit ein, ergibt sich folgende Bilanz, die von BUCK (1970) angeregt wurde:

- a) Risiko bei Übertragung überschätzt wegen:
 - höherer Spitzenbelastung in Biersdorf (nachgewiesen nur im Sommer)
- b) Risiko unterschätzt wegen:
 - längeren Erholungszeiten in Biersdorf
 - geringerer Belastung mit anderen Luftverunreinigungen (HF, HCl, NO_x , Ozon, Kohlenwasserstoffe)
 - geringere Empfindlichkeit 4-5 J. gedüngter Versuchs-

pflanzen gegenüber hochragenden Waldbäumen, die höherem Luftwechsel ausgesetzt sind

geringere Dauer der Schadwirkungen bei 2-jährigen Versuchen gegenüber forstlichen Umtriebszeiten von 70-120 Jahren.

Alles in allem erschien so eine probeweise Übertragung gerechtfertigt, um so mehr, als später MATERNA et al. (1969) in den immissionsgeschädigten Fichtenwäldern des Erzgebirges ähnlich niedrige Konzentrationen gefunden hatten.

5. Mit Hilfe einer kartographischen Darstellung der Überschreitungshäufigkeiten der Vegetationszeitmittelwerte von > 0.07 , > 0.08 , > 0.09 , > 0.10 und > 0.11 war ein Vergleich zwischen der theoretischen Waldgefährdung bei Übertragung der Werte von Biersdorf und der von WENTZEL vorgenommenen Abgrenzung des Umwandlungsgebietes aufgrund von Freilandbeobachtungen möglich. Auf Anlage 1 ist eine dieser Belastungskarten mit den Überschreitungshäufigkeiten für $\bar{x}_{veg} > 0.08 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$ sowie mit den Grenzen des alten Umwandlungsgebietes und des neuen Förderungsgebietes wiedergegeben (> 0.08 heißt dabei = 0.09 und größer). Am Rande des Ruhrgebietes wird der Wert $\bar{x}_{veg} = 0.08$ nur in 1/4 bis 1/3 der Meßjahre überschritten (gelb), in einer schmalen Randzone in 1/2 - 2/3 der Meßjahre (orange) und im großräumigen Kern in 3/4 der Meßjahre oder in jedem Jahr (rot).

Die von WENTZEL am genauesten untersuchte Nordgrenze des Umwandlungsgebietes in den K i e f e r n beständen des Landkreises Recklinghausen deckt sich etwa mit der einmaligen Überschreitung des Wertes $\bar{x}_{veg} > 0.08 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$, während längs der Rheinschiene, wo WENTZEL nicht auf Probenflächen zurückgreifen konnte, auch außerhalb des alten Umwandlungsgebietes gleich hohe oder noch höhere Immissionskonzentrationen auftraten. Eine Überprüfung der Waldbestände im Landkreis Moers und in den Stadtkreisen Krefeld,

Düsseldorf, Leverkusen und Köln im Jahre 1968 zeigten auch dort Anzeichen für Immissionsschäden an Kiefern- und Fichtenbeständen. Es erschien somit gerechtfertigt, das Förderungsgebiet auszuweiten.

Im Stadtkreis Hagen, in der die Fichte die wichtigste Nadelbaumart ist, liegt die Grenze des Umwandlungsgebietes noch außerhalb des auf Anlage 1 gelb dargestellten Gebietes. Sie deckt sich aber sehr gut mit der Grenze der einmaligen Überschreitung des Wertes $\bar{x}_{veg} > 0.07 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$, was bei der bekanntermaßen größeren Empfindlichkeit der Fichte gegenüber SO_2 -Immissionen nicht überrascht.

6. Auch innerhalb der auf Anlage 1 einheitlich rot angelegten Fläche gibt es noch erhebliche Unterschiede in der Immissionsbelastung. Bei den hier nicht dargestellten Karten von $\bar{x}_{veg} > 0.09, > 0.10, > 0.11$ wird die rote Zone immer schmaler und rücken die gelb und orange gekennzeichneten Flächen immer weiter nach innen, bis schließlich bei $> 0.18 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$ der Außenrand der gelben Zone ein Gebiet umschließt, in dem keine älteren Kiefern- und Fichtenbestände der Ertragsklasse I bis V mehr vorkommen (vgl. dazu Abb. 2 und den anschließenden Text).

Oberhalb einer gewissen Immissionsbelastung erscheint somit der forstliche Anbau fast aller Nadelhölzer sinnlos.

Für die Abgrenzung dieser stark belasteten Zone wurden nach Vorliegen von drei Meßjahren zunächst folgende Überschreitungen gewertet

$\bar{x}_{veg} > 0.08 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$ in jedem Meßjahr oder

$\bar{x}_{veg} > 0.10 \text{ mg SO}_2/\text{m}^3$ in zwei von drei Meßjahren.

Nach Auswertung des vierten Meßjahres konnte die eben besprochene Karte auf Anlage 1 gezeichnet werden, deren Ergebnisse die ursprüngliche Abgrenzung untermauerte.

Die geringfügigen Änderungen rechtfertigen eine Neuabgrenzung nicht, jedoch ist diese periodisch nach Ablauf einiger Jahre den Veränderungen der Immissionssituation und den nach dem neuesten Stand der Forschung abgeleiteten Luftqualitätsrisiken anzupassen.

FOLGERUNGEN

Der Bericht der Landesanstalt vom 13.1.1969 endete mit folgenden Vorschlägen:

1. Das Land Nordrhein-Westfalen sollte aus der bisherigen Umwandlung rauchgeschädigter Waldbestände ein Förderungsprogramm für waldbauliche Vorsorgemaßnahmen gegen Immissionsschäden entwickeln.
2. In dieses Förderungsprogramm wären einzubeziehen:
 - a) das gesamte bisherige Gebiet zur Umwandlung rauchgeschädigter Waldbestände lt. Runderlaß vom 1.8.1967, auch dort, wo keine Immissionsmessungen vorliegen.
 - b) Gebiete außerhalb des jetzigen Geltungsbereiches, deren Immissionsbelastung in der Vegetationszeit nach den SO_2 -Messungen des III. Meßprogrammes mindestens ebenso hoch ist wie die in den Randzonen des bisherigen "Umwandlungsgebietes".
3. Bei der Abgrenzung nach den Unterlagen des III. Meßprogrammes ist zu beachten, daß die gemessenen SO_2 -Immissionen sowohl Schadursache als auch Indikator für die allgemeine Luftverunreinigung sein können. Untersuchungen über den Kausalnachweis zwischen SO_2 -Messungen und Nadelwaldschädigungen könnten zu einer Verschiebung der Grenzen führen. Die Erweiterung des bisherigen Umwandlungsgebietes ermöglicht jedoch die Gleichbehandlung von Waldbesitzern in Gebieten mit vergleichbarer Immissionsbelastung.

4. Aus Zweckmäßigkeitsgründen wurden in den Abänderungsvorschlägen Verwaltungsgrenzen bevorzugt. Auf die unterschiedliche Empfindlichkeit von Fichte und Kiefer wurde bei der Festlegung der Grenzen Rücksicht genommen.
5. Die waldbaulichen Vorsorgemaßnahmen sollten der Höhe der Immissionsbelastung angepaßt sein. Deshalb wird vorgeschlagen, ein "Kerngebiet" und eine "Randzone" zu unterscheiden. Das Kerngebiet ist in Anlage 2 rot, das Randgebiet orange dargestellt. Durch eine Verwaltungsneugliederung vor Inkrafttreten des Erlasses wurden die gelb angelegten Flächen nachträglich in das Förderungsgebiet mit aufgenommen.
6. Im stark immissionsbelasteten **K e r n g e b i e t** ist ein Anbau empfindlicher Holzarten sinnlos. Daher sollte sich die Förderung nur auf die bisher bereits als relativ rauchhart anerkannten Holzarten und zusätzlich auf die Robinie (*Robinia pseudoacacia* L.) erstrecken. Hierzu gehörten nach dem Runderlaß vom 1.8.67 je nach Standort Buche, Ahorn, Kirsche, Ulme, Roteiche, Stiel- und Traubeneiche, Erle, Pappel und als einzige Nadelbaumart Schwarzkiefer (Die botanisch ungenügende Kennzeichnung der Baumarten wurde im nächsten Erlaß verbessert - s. ROST 1970). Zur Erhaltung des Waldes sollte in Zukunft jede Bestandesbegründung mit diesen Holzarten bezuschußt werden, gleichgültig ob es sich dabei um die Umwandlung rauchgeschädigter Nadelwälder, um die Verjüngung von Laubwäldern oder um Erstaufforstungen handelt.
7. In der **R a n d z o n e** ist die Immissionsbelastung geringer. Daher erscheint der Anbau der japanischen Lärche (*Larix leptolepis* Gord.) auf ihr zusagenden Standorten gerechtfertigt und förderungswürdig. Bei günstigen Standortverhältnissen kann auch der Anbau anderer Nadelhölzer nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden. Bei Ge-

währung des vollen Zuschusses sollte deren Anteil jedoch 30 % nicht überschreiten. Eine solche Regelung räumte den örtlichen Forstorganen eine größere Selbstständigkeit bei der Holzartenwahl ein und verhilft außerdem zu Erfahrungen mit solchen Holzarten, deren Klima- und Immissionsresistenz zwar vermutet wird, aber noch nicht ausreichend erprobt ist. Ohne laufende Überwachung und zentrale Auswertung ist ein Erfolg derartiger Versuche allerdings nicht gewährleistet.

8. Auch außerhalb der Randzone kann eine Nadelwaldgefährdung durch Immissionen vorliegen. Besonders wahrscheinlich ist dies für die nördlich an das Förderungsgebiet angrenzenden Wälder und die Stadt Neuß, weil dort bis zum Rande des Meßgebietes überhöhte SO_2 -Konzentrationen auftreten. Zur Klärung der Frage, ob diese Belastung noch weiter reicht, wären SO_2 -Messungen mindestens für die Dauer einer Vegetationszeit erforderlich. In Fällen, in denen Pflanzenschädigungen nicht durch SO_2 , sondern durch andere Immissionskomponenten hervorgerufen werden, sind Sondermessungen durchzuführen.
9. Düngungsmaßnahmen zur Erhöhung der Widerstandskraft gegen Immissionen sollten im gesamten Förderungsgebiet nicht nur bei Neukulturen, sondern auch in älteren Beständen bezuschußt werden.

Der Runderlaß des Ministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Nordrhein-Westfalen vom 21.11.1969 entspricht diesen Vorschlägen weitgehend. Nur die 30 %ige Beimischung von Nadelhölzern im Randgebiet wurde nicht übernommen und durch eine Erweiterung des Holzartenkatalogs ersetzt. Einzelheiten bringt das folgende Referat (ROST 1970). Eine laufende Anpassung der Förderungsmaßnahmen an die Veränderungen der Immissionsbelastung und

die Erweiterung unserer Kenntnisse ist in mehrjährigen Abständen vorgesehen.

Mit der Herausgabe des Erlasses vom 21.11.1969 wurde erstmalig ein zur Überwachung der Immissionsbelastung bestimmtes Pegelmeßprogramm als Grundlage für forstliche Anpassungsmaßnahmen zur Walderhaltung benutzt. Damit wurde ein neues Anwendungsgebiet für die Untersuchung der Luftqualität erschlossen.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Wälder des Ruhrgebietes sind in erheblichem Maße durch gas- und staubförmige Immissionen belastet. Die Immissionsbelastung dieses Ballungsgebietes unterscheidet sich von derjenigen in der Nähe einer Einzelquelle, was anhand des Vergleichs Ruhrgebiet - Biersdorf erläutert wird.

Im Kern des Ruhrgebietes werden keine älteren Fichten- und Kiefernbestände der Ertragsklasse I-V mehr angetroffen. Die im Randgebiet noch erhaltenen Bestände sind durch verkürztes Nadelalter, schütterere Kronen, geminderten Höhen- und Dickenzuwachs sowie erhöhten Dürrrholzanfall unter Mitwirkung sekundärer Schädlinge gekennzeichnet. In Nadeln und Blättern werden Schadstoffanreicherungen, z.B. an S, F, Cl, Pb gefunden. Während chronische Schäden an Laub- und Nadelhölzern im gesamten Industriegebiet zu erwarten sind, konzentrieren sich die akuten Schädigungen der Laubhölzer auf die Umgebung bestimmter Anlagen, von denen viele Fluor- und Chlorverbindungen emittieren. Als Ursachen der chronischen Immissionsschäden kommen vor allem Schwefeldioxid, Halogenverbindungen, Oxydantien und Stäube in Betracht. In welchem Umfang Schwermetalle an den Schäden ursächlich beteiligt sind, ist noch nicht geklärt.

Die Immissionsgefährdung der Nadelwälder wird in Nordrhein-Westfalen z.Zt. auf grund der Ergebnisse der SO₂-Meßprogramme abgeschätzt, wobei SO₂ sowohl als Schadstoff als auch als Indikator für die allgemeine Luftverunreinigung angesehen wird. Das Anbaurisiko für Nadelhölzer wird z.Zt. nach der Überschreitungshäufigkeit bestimmter Vegetationszeitmittelwerte abgeschätzt (s.Karten auf Anlage 1 und 2). Im Kerngebiet wurde der Vegetationszeitsmittelwert von 0.08 mg SO₂/m³ in der Regel in mindestens 3 von 4 Jahren überschritten, im Randgebiet in der Regel mindestens in einem Jahr erreicht oder überschritten. Die unterschiedliche Empfindlichkeit von Fichte und Kiefer wurde bei der Abgrenzung berücksichtigt. Abschließend werden einige Folgerungen aus der Risikoabschätzung gezogen und auf einer Karte ausgewiesen.

LITERATUR

BROCKE, W., 1970:

Emissionen und Maßnahmen zu ihrer Verminderung in Nordrhein-Westfalen.

Vortrag VII. Intern.Arbeits-Tagung forstl. Rauchschadensachverständiger, Essen (in Veröff.)

BUCK, M., 1970:

Die Bedeutung des Immissionsschutzes für die Vegetation. Staub- Reinhaltung der Luft, 30, Nr. 1, S. 26-31

BUCK, M., H. Ixfeld, 1971:

Fluorid-Immissionsmessungen im Lande Nordrhein-Westfalen. Erste Mitt. der Ergebnisse des IV. Meßprogrammes des Landes NW für die Zeit vom 2. Januar 1970 bis zum 31. Dezember 1970. Schriftenreihe der Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Heft 24, S. 53-64

FRORIEP, S., 1970:

Die Bedeutung der Grünflächen im immissionsbelasteten Ruhrgebiet und Folgerungen für die Landesplanung.

Vortrag VII. Int. Arb. Tagung forstl. Rauchschadensachverständiger, Essen (in Veröff.)

GUDERIAN, R., H. STRATMANN, 1962:

Freilandversuche zur Ermittlung von Schwefeldioxidwirkungen auf die Vegetation. I. Teil: Übersicht zur Versuchsmethodik und Versuchsanordnung.

Forschungsber. NW, Nr. 1118, Westdeutscher Verlag, Köln und Opladen

GUDERIAN, R., H. STRATMANN, 1968:

Freilandversuche zur Ermittlung von Schwefeldioxidwirkungen auf die Vegetation. III. Teil: Grenzwerte schädlicher SO₂-Immissionen für Obst- und Forstkulturen sowie für landwirtschaftliche und gärtnerische Pflanzenarten.

Forschungsber. NW, Nr. 1920, Westdeutscher Verlag, Köln und Opladen

HARTKAMP, H., 1970:

Immissionsmessungen zur Luftüberwachung im Lande Nordrhein-Westfalen.

Vortrag VII. Int. Arb. Tagung forstl. Rauchschadensachverständiger, Essen (in Veröff.)

KNABE, W., 1966:

Rauchschadensforschung in Nordamerika. Neue Erkenntnisse und Folgerungen für deutsche Verhältnisse.

Forstarchiv 37, 5, S. 109-119

KNABE, W., 1970:

Kiefernwaldverbreitung und Schwefeldioxid-Immissionen im Ruhrgebiet.

Staub- Reinhaltung Luft, 30, Nr. 1, S. 32-35

KNABE, W., 1970 b:

Natürliche Abnahme des aus Immissionen aufgenommenen Fluors
in Fichtennadeln.

Staub- Reinhalt. Luft, 30, Nr. 9, S. 384-385

KNABE, W., 1971 a:

Luftverunreinigungen - Forstlicher Standortfaktor oder
abwehbares Übel?

Forstarchiv 42, H. 8/9, S. 172-179

KNABE, W., 1971 b:

Pflanzenbauliche Maßnahmen zur Verminderung von Immissions-
schäden.

Sonderheft 26/I zur Zeitschrift "Landwirtschaftliche
Forschung", S. 41-54

KNABE, W., 1971 c:

Air quality criteria and their importance for forests.

In: Methoden zur Erkennung und Beurteilung forstschädlicher
Luftverunreinigungen.

Mitteilung der Forstl. Bundesversuchsanstalt Wien, 92. Heft,
S. 129-150

MATERNA., J. JIRGLE, J. KUČERA, 1969:

Výsledky měření koncentrací kysličníku siřičitého v lesích
Krušných hor.

(Die Ergebnisse der Messungen der SO₂-Konzentration im Erz-
gebirge)

Ochrana ovzduší 6, S. 84-92

MINISTER F. ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT U. FORSTEN, NORDRHEIN-
WESTFALEN:

Runderlaß vom 26. 4. 1966, Minbl. NW, A Nr. 78 S. 893-895

Runderlaß vom 1. 8. 1967, Minbl. NW, A Nr.132 S.1625-1627

Runderlaß vom 21.11. 1969, Minbl. NW, A Nr. 24 S. 271-272

OTTAR, B. 1971:

Über die Entstehung und Folgen der sauren Niederschläge in Skandinavien.

Vortrag (in Veröff.) Landw. Forschung, Sonderheft Jahrestagung des VDLUFA in Kiel

POLSTER, H., 1967:

Photosynthese, Atmung und Stoffproduktion.

In: LYR, H., H. POLSTER, H.-J. FIEDLER: Gehölzphysiologie VEB Gustav Fischer Verlag, Jena

RANFT, H., H.-G. DÄSSLER, 1970:

Rauchhärte test an Gehölzen im SO₂-Kabinenversuch.

Flora, 159, S. 573-588

ROST, F., 1970:

Maßnahmen des Landes Nordrhein-Westfalen zur Walderhaltung in immissionsbelasteten Gebieten.

Vortrag VII. Int. Arb. Tagung forstl. Rauchschadensachverständiger Essen (in Veröff.)

SCHNAIDER, Z., Z. SIERPINSKI, 1968:

Probleme des Forstschatzes im Oberschlesischen Industriebezirk.

Referat d. VI. Int. Arb. Tagung forstl. Rauchschadensachverständiger, Katowice 9.-14.IX.1968, S. 45-62

SCHÖPFER, W., 1961:

Beiträge zur Erfassung des Assimilationsapparates der Fichte.

Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg, Band 10

SCHOLL, G., 1971:

Die Immissionsrate von Fluor in Pflanzen als Maßstab für eine Immissionsbegrenzung.

VDI-Berichte Nr. 164, S. 39-45

SCHRIFTENREIHE der Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes NW, Verlag W. Girardet, Essen, 1966-1970, H. 1, 2, 3, 5, 8, 9, 11, 13, 15, 16, 19, 20, 22, 24

STRATMANN, H., 1963:

Freilandversuche zur Ermittlung von Schwefeldioxidwirkungen auf die Vegetation, II. Teil: Messung und Bewertung der SO₂-Immissionen

Forschungsber. NW, Nr. 1184, Westdeutscher Verlag, Köln und Opladen

STRATMANN, H., S. KÜLSKE, 1966:

Smogwarndienst im Lande NW. Erste Mitteilung der Ergebnisse des II. Meßprogrammes nach §7 des Immissionsschutzgesetzes NW für die Zeit vom 1.10.1963 bis zum 30.9.1964

Schriftenreihe der Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes NW, H. 2, S. 7-19

STRATMANN, H., S. KÜLSKE, 1970:

Smogwarndienst im Lande NW. Sechste Mitteilung der Ergebnisse des II. Meßprogrammes nach §7 des Immissionsschutzgesetzes NW für die Zeit vom 28.10.1968 bis zum 26.10.1969.

Schriftenreihe der Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes NW, H. 19, S. 7-40

WENTZEL, K.F., 1962:

Konkrete Schädwirkungen der Luftverunreinigung in der Ruhrgebietslandschaft.

Natur und Landschaft, 37, S. 118-124

WENTZEL, K.F., 1965:

Die Winterfrost-Schäden 1962/63 in Koniferen-Kulturen des Ruhrgebietes und ihre vermutlichen Ursachen.

Forstarchiv, 36, H. 3, S. 49-59

WENTZEL, K.F., 1968:

Empfindlichkeit und Resistenzunterschiede der Pflanzen gegenüber Luftverunreinigung.

Forstarchiv, 39, H. 9, S. 189-194

WENTZEL, K.F., 1971:

Habitus-Änderung der Waldbäume durch Luftverunreinigung.

Forstarchiv, 42, H. 8/9, S. 165-172.

POLLUTION AND ITS THREAT TO FORESTS IN THE RUHR

BY WILHELM KNABE

*Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen, Essen, West Germany.*

The forests in the Ruhr region are suffering considerably from pollution by fumes and dust. Examples are given of damage to stands of spruce, pine and broadleaved species. In the heart of the Ruhr there are no longer any closed stands of spruce and pine. Although chronic damage occurs to broadleaved and coniferous species in the whole industrial region, the acute damage to broadleaved species is concentrated in the region of definite sources of pollution, e.g. chemical factories, aluminium works, galvanizing works, glass factories, and burning tips. They are frequently caused by halogen compounds (e.g. HF, HCl).

The causes of chronic fume damage to forests are sulphur dioxide, fluorine compounds, oxidants and dusts, the dust affecting the foliage by cutting out light and reducing assimilation, and affecting the roots by accumulating injurious substances in the soil.

The danger of pollution to conifer forests in North Rhine/Westphalia is estimated on the basis of the results of the programme of measuring SO₂, the SO₂ being regarded both as an injurious substance and as an indicator of the general air pollution.

The basis for predicting the risk of planting conifers is the frequency of occurrence of certain growing-season mean values (\bar{x}_{reg}). In the heart of the region a growing-season mean value of 0.08 mg SO₂ per cu m was exceeded in at least three out of four years, and in the margin of the region was usually reached or exceeded in one year out of four.

GRUNDSÄTZE DES LUFTREINHALTEPROGRAMMS DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN

von

Franz-Josef DREYHAUPT

Arbeits- und Sozialministerium, Düsseldorf

Das Thema "Luftverschmutzung - Luftreinhaltung" ist nicht in allen Teilen der Bundesrepublik von gleicher Bedeutung. Mit dem Trend zur Zentralisierung (1), d.h. mit dem Trend zur Bildung von Entwicklungsschwerpunkten (2), geht die Ballung der Industrie und der Bevölkerung in bestimmten Räumen parallel. Ein Beispiel für einen Raum dieser Art ist das industrielle Dreieck Bonn-Wesel-Hamm (der sog. Rhein-Ruhr-Raum) in dem 10 Millionen Menschen - das sind 2/3 der Bevölkerung des Landes Nordrhein-Westfalen - leben und arbeiten (2). In der Bundesrepublik haben wir 24 Verdichtungsräume dieser Art, allerdings unterschiedlichen Ausmasses (1): Rhein-Ruhr, Rhein-Main, Hamburg, Stuttgart, München, Rhein-Neckar, Nürnberg, Hannover, Bremen, Saar, Aachen, Bielefeld-Herford, Karlsruhe, Augsburg, Kiel, Braunschweig, Kassel, Lübeck, Koblenz-Neuwied, Münster, Osnabrück, Freiburg, Siegen, Bremerhaven. Diese Verdichtungsräume stellen im allgemeinen Gebiete mit gesunden räumlichen Lebens- und Arbeitsbedingungen dar; es können sich aber "auch in raumbedeutsamem Umfang Anzeichen nachteiliger Verdichtungsfolgen sowie unausgewogener Wirtschafts- und Sozialstrukturen zeigen" (1). Ein Anzeichen nachteiliger Verdichtungsfolgen ist die Gesundheitsgefährdung der Menschen und die Gefährdung seiner Umwelt - Pflanzen, Tiere, Materialien - durch Luftverunreinigungen.

Das Phänomen "Luftverunreinigung" spielt in der Tat in den Ballungsräumen des Landes Nordrhein-Westfalen eine bedeutende Rolle und ist seit etwa 15 Jahren ein politisches Faktum. In

der ersten Wiederaufbauphase nach dem 2. Weltkrieg standen verständlicherweise andere Gesichtspunkte im Vordergrund als die Luftreinhaltung; es ging zunächst darum, die Wirtschaft wieder anzukurbeln, um den Menschen Arbeit und Brot und ein Dach über den Kopf zu geben. Damals sind vom Standpunkt der Luftreinhaltung Fehler gemacht worden, Fehler in der Stadt- und Regionplanung, Fehler in der Konstruktion der Industrieanlagen. Doch wer könnte diese Entwicklung heute den Verantwortlichen vorbehalten ? Wir hatten damals - 1945 - den blauen Himmel über der Ruhr, aber keine Arbeit, kein Brot und keine Wohnungen, Glücklicherweise gibt es nur selten solche Situationen. Diese eine Situation hat uns aber etwas Entscheidendes gezeigt: die saubere Luft ist etwas, das der Mensch nur zusätzlich verlangt, sein originäres Interesse gilt den vitalen Lebensinteressen: essen, trinken, wohnen - kurz: man will leben. Erst mit der Befriedigung dieser vitalen Interessen kommen andere Wünsche auf: man will etwas vom Leben haben. Und in dieser Phase setzt das Interesse an der Umwelt, an der sauberen Luft ein. Bis etwa 1955 sprach in der Bundesrepublik kaum einer von Luftverunreinigungen. Dann aber kamen plötzlich Beschwerden aus der Bevölkerung über die Verschmutzung der Wohngebiete durch Staub und Ruß, kamen Hinweise der Land- und Forstwirtschaft auf Schäden an Nutzpflanzen und an den Wäldern, kamen Warnungen der Mediziner vor Gesundheitsgefahren durch Luftverunreinigungen. Die Politiker konnten und wollten sich dieser neuen Situation nicht entziehen: die politische Aktivität führte 1959 zum Erlaß eines sogenannten Luftreinhaltegesetzes durch den deutschen Bundestag, dem 1962 ein ergänzendes Immissionsschutzgesetz für das Land Nordrhein-Westfalen folgte.

Auf der Grundlage dieser gesetzlichen Regelungen konnte die Landesregierung ein Programm zur Verbesserung der inzwischen im Ruhrgebiet schon unerträglichen Staub- und Schwefeldioxid-Situation aufstellen. Dabei ist die Landesregierung von folgenden Grundsätzen ausgegangen (3):

Erster Grundsatz: Alle Luftverschmutzer müssen erkannt und in Verbesserungsprogramme einbezogen werden

An der Luftverschmutzung haben Industrie, Verkehr und Hausbrand Anteil, ohne daß die Beteiligung im einzelnen für das Land einheitlich ermittelt werden konnte. Daher hat die Landesregierung den Grundsatz aufgestellt, daß gegen alle Luftverschmutzer - entsprechend den technischen Möglichkeiten und den Erkenntnissen der Naturwissenschaft - gleichermaßen vorgegangen werden muß.

Zweiter Grundsatz: Die Luft so rein wie möglich und nicht so schmutzig wie gerade noch tragbar

Es ist erreicht worden, daß keine industrielle Anlage mehr errichtet wird, die nicht mit dem modernsten Stand der Technik entsprechenden Einrichtungen zur Luftreinhaltung ausgerüstet ist. Bis 1960 war es nicht möglich, Anlagen, die einmal genehmigt waren, nachträglich zu verbessern, auch wenn der Stand der Technik längst erheblich fortgeschritten war. Diese Lücke ist durch das Luftreinhaltegesetz von 1959 geschlossen worden. Die von der Landesregierung angeordneten branchenmäßigen Verbesserungsprogramme sollten einer weiteren Verschlechterung der Verhältnisse vorbeugen und gleichzeitig eine stufenweise Verbesserung herbeiführen.

Dritter Grundsatz: Gleichmäßige Belastung der Wirtschaft zur Vermeidung von Wettbewerbsverzerrungen

Nachdem Nordrhein-Westfalen zunächst die Behörden mit festen Anweisungen für Luftreinhaltemaßnahmen versehen hatte, hat sich die Landesregierung sehr stark für den Erlass bundeseinheitlicher Ausführungsbestimmungen zur Reinhaltung der Luft eingesetzt. Sie hat erreichen können, daß im wesentlichen die bisherigen fortschrittlichen Anforderungen des Landes Nordrhein-Westfalen in die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft vom 8. September 1964 - TA Luft - eingegangen sind und somit einheitlich für das Bundesgebiet gelten.

Vierter Grundsatz: Die Aufwendungen zur Reinhaltung der Luft muß grundsätzlich der Verschmutzer tragen; der Einsatz öffentlicher Mittel ist auf die Lösung spezieller Probleme zu beschränken

Die Landesregierung verfolgt das Ziel, zur Reinhaltung der Luft das technisch Mögliche anzustreben, dabei aber die wirtschaftlich vertretbaren Grenzen nicht zu überschreiten; Förderung der Wirtschaft muß mit Förderung der Luftreinhaltung Hand in Hand gehen. Das öffentliche Interesse an der Luftreinhaltung wird durch Gewährung von Steuerermäßigungen berücksichtigt. Nur in Härtefällen soll darüber hinaus weitere staatliche Hilfe durch Bereitstellung von Krediten oder Bürgschaften gewährt werden.

Fünfter Grundsatz: Reinhaltung der Luft ist eine Gemeinschaftsaufgabe; sie erfordert Zusammenarbeit aller Beteiligten

Die Landesregierung hat als erste in der Bundesrepublik dafür gesorgt, daß alle für die Reinhaltung der Luft wichtigen industriellen Anlagen der Genehmigungspflicht unterliegen und daß keine Anlage errichtet und betrieben werden darf, bevor nicht die Pläne einer eingehenden Prüfung - auch durch die Nachbarn der Anlage unterzogen worden sind. Auch in allgemeinen Fragen der Reinhaltung der Luft hat sich die Landesregierung von dem Prinzip der Gemeinschaftsarbeit leiten lassen; sie hat z.B. im Landesbeirat für Immissionsschutz die Vertreter der Wirtschaft, der Wissenschaft, der Gewerkschaften, der Verwaltung und anderer öffentlicher Institutionen zur Behandlung aktueller Fragen der Luftreinhaltung zusammengefaßt.

Diese Grundsätze sind teilweise umstritten.

Über den ersten Grundsatz "Alle Luftverschmutzer müssen erkannt und in Verbesserungsprogramme einbezogen werden" hat es lange Zeit Diskussionen gegeben. Zuerst wurde die Industrie mit speziellen Verbesserungsprogrammen zur Verminderung der Staub-

und SO₂-Immissionen angegangen, und zwar insbesondere Thomasstahlkonverter, Steinzeugwerke, Zementwerke, Dampfkraftwerke, Erzsinteranlagen, Kupolöfen, Kokereien und Brikettfabriken. Dagegen wurde von der Industrie eingewandt, daß auch der Hausbrand und der Verkehr an den Immissionen beteiligt seien und besonders wegen der niedrigen Quellhöhen im städtischen Bereich erheblich zur Luftverschmutzung beitragen. Dieser nicht ganz unberechtigte Einwand der Industrie konnte inzwischen ausgeräumt werden, nachdem 1965 eine Regelung für ölgefeuerte Heizungsanlagen, 1968 eine Regelung für den Kraftfahrzeugverkehr und 1970 eine Regelung für den Hausbrand mit festen Brennstoffen erlassen werden konnten.

Eine sehr umstrittene These ist der zweite Grundsatz: "Die Luft so rein wie möglich und nicht so schmutzig wie gerade noch tragbar". Hiergegen wendet sich die Industrie mit wirtschaftlichen Argumenten; sie ist es gewohnt, in Kosten - Erfolg - Kategorien zu denken. A priori scheint auch der Grundsatz nicht frei von puristischen Emotionen zu sein. Wenn man aber bedenkt, daß über die Frage des "Notwendigen" heute nicht viel mehr bekannt ist als vor 10 Jahren, gewinnt der Grundsatz an Weisheit. Die wissenschaftlichen Erkenntnisse über die schädlichen Wirkungen der zahlreichen Luftverunreinigungs-komponenten - einzeln und namentlich in Kombinationen - sind unzureichend für einwandfreie Grenzwertfestsetzungen im Sinne des "Notwendigen". Solange solche Erkenntnisse nicht vorliegen, hat das Postulat, die Emissionen ohne Rücksicht auf den jeweiligen Standort nach dem Stande der Technik zu begrenzen - denn das ist letztlich der Inhalt des Grundsatzes -, politisch seine Berechtigung.

Über den dritten Grundsatz "Gleichmäßige Belastung der Wirtschaft zur Vermeidung von Wettbewerbsverzerrungen" gibt es keine Differenzen, im Gegenteil, diese Forderung wird von der Wirtschaft nachhaltig unterstützt. Die Einhaltung des Grundsatzes macht auch innerhalb der Bundesrepublik keine großen Schwierigkeiten, wohl aber innerhalb des gesamteuropäischen Raumes. Immer wieder

führt die Industrie als eine ziemlich starke Waffe das Argument der Wettbewerbsvorteile im Ausland - vor allem an der belgische und holländischen Küste - ins Feld. In einem Land wie Nordrhein-Westfalen, das wie jedes andere Land auf sein Wirtschaftswachstum bedacht ist, stellt die Drohung, eine geplante Industrienerweiterung oder -ansiedlung im benachbarten Ausland vorzunehmen, wenn bestimmte Auflagen zur Luftreinhaltung nicht unterbleiben, ein ernst zu nehmendes Faktum dar. Der Druck in diese Richtung hat allerdings in letzter Zeit etwas nachgelassen, nachdem bekannt geworden ist, daß die Nachbarstaaten an der Küste offenbar doch nicht die Absicht haben, eine hemmungslose Verschmutzung der bisher so guten Luft zuzulassen.

Über den vierten Grundsatz, der die Kostenpflicht des Luftverschmutzers postuliert, gehen die Meinungen scheinbar auseinander. Aus Kreisen der Industrie ist die Auffassung vertreten worden, daß die Kosten zur Verminderung der Emissionen von der Gesamtheit der Bevölkerung durch Konsumverzicht aufgebracht werden müßten. In der Tat ist das auch schon die Praxis, denn die Kosten für die Luftreinhaltung gehen in die Produktionskosten ein und werden auf den Käufer - letztlich auf den Konsumenten - abgewälzt. Die Praxis findet allerdings dort ihre Grenze, wo ein scharfer internationaler Wettbewerb besteht, der evtl. allein durch einseitigen Zwang zur Luftreinhaltung entschieden werden kann; damit kommen wir aber praktisch zum dritten Grundsatz zurück. Die Forderung der Landesregierung nach Kostendeckung durch den Luftverschmutzer steht der geschilderten Praxis nicht im Wege; es ist selbstverständlich, daß die Luftreinhaltungskosten zu den Produktionskosten rechnen und in der Preiskalkulation entsprechend berücksichtigt werden. Die Landesregierung wollte mit ihrem Grundsatz zum Ausdruck bringen, daß die Kosten für die Luftreinhaltung prinzipiell nicht von der öffentlichen Hand aus Steuergeldern zu tragen sind. An diesem Prinzip wird festgehalten; die staatlichen Förderungsmaßnahmen zur Luftreinhaltung - Steuerermäßigung, Kredite, Zinszuschüsse - bewegen sich im gleichen Rahmen wie andere entsprechende Maßnahmen, z.B. zur Wirtschaftsförderung.

Der fünfte Grundsatz von der Luftreinhaltung als Gemeinschaftsaufgabe schließlich ist unproblematisch; gegen das Postulat einer Gemeinschaftsaufgabe kann vernünftigerweise niemand etwas haben. Die Unverbindlichkeit der Zusammenarbeit aller Interessentengruppen bietet oft die Voraussetzung für offene Gespräche über die Lösung akuter Probleme.

Eine Bilanz über die letzten 10 Jahre Luftreinhaltungspolitik in Nordrhein-Westfalen (3) hat gezeigt, daß die Grundsätze der Landesregierung sich sehr bewährt haben.

Im letzten Jahr ist das Luftreinhaltungsprogramm auf einen neuen Grundsatz ausgerichtet worden:

Angesichts der zunehmenden Rasanzen der technischen Entwicklung kommt einer planmäßigen Vorsorge für eine gesunde Umwelt immer größere Bedeutung zu; die technischen Maßnahmen zur Luftreinhaltung müssen daher Schritt halten mit der technologisch-produktiven Entwicklung.

Der Grundsatz beruht auf den Erfahrungen der vergangenen 10 Jahre. Wir mußten feststellen, daß die weitgehende Bindung der sachlichen und finanziellen Mittel an die Verbesserung der bestehenden Situation dazu verleitet, neu hinzukommende Luftverschmutzungsprobleme zu unterschätzen, bis sich von der Immissionsseite das neue Problem offenbarte. Die Folge ist, daß heute Lösungen zur Luftreinhaltung an Anlagen - vor allem der chemischen und petrochemischen Industrie - gesucht werden, die erst während des letzten Dezenniums errichtet worden sind (vgl. (3)). Die Tendenz geht dahin, auf wissenschaftlicher Grundlage Emissionsprognosen zu erarbeiten, die in Bezug zu Wirtschafts- und Industrieprognosen stehen. Wir streben an, nach der Erkennung relevanter zukünftiger Emissionsprobleme gemeinsam mit den beteiligten Wirtschaftszweigen technische Lösungen zu entwickeln, die

sicherstellen, daß bei der praktischen Einführung der neuen Produktionsverfahren auch geeignete Luftreinhalteverfahren zur Verfügung stehen. Gerade dieser Aufgabe wird angesichts der eingangs erwähnten Ballungstendenzen von der Landesregierung große Aufmerksamkeit zugerechnet. Noch in diesem Jahr wird eine besondere Arbeitsgruppe "Emissionsprognose" bei der Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz ihre Arbeit aufnehmen; Erfahrungen - insbesondere über die angestrebte Zusammenarbeit mit der Industrie - liegen leider noch nicht vor.

Zusammenfassung

Die Entwicklung der Luftverschmutzungsprobleme im Lande Nordrhein-Westfalen und die politischen Grundsätze zur Lösung werden aufgezeigt. Ein großer Teil der Ende der 50er Jahre einsetzenden Aktivität zur Luftreinhaltung erstreckte sich auf die in der ersten Wiederaufbauphase nach dem Kriege heraufbeschworenen Luftverschmutzungsprobleme. Gestützt auf 5 Grundsätze konnten mit Hilfe neuer gesetzlicher Vorschriften beachtliche Verbesserungen der Luftqualität erreicht werden. Aus den Erfahrungen mit dem Luftreinhalteprogramm 1960 - 1969 hat sich ein neuer wichtiger Grundsatz ergeben, der das Schritthalten der Luftreinhaltetechnik mit der rapiden technologisch-produktiven Entwicklung zum Ziele hat. Unter diesem Aspekt werden Emissionsprognosen angestrebt, die die rechtzeitige Bereitstellung geeigneter Luftreinhalteverfahren für neue Betriebsverfahren mit neuartigen Luftverschmutzungsproblemen gewährleisten sollen.

Literatur

- (1) Raumordnungsbericht 1968 der Bundesregierung (BT-Drucksache V/3958)

- (2) Nordrhein-Westfalen-Programm 1975,
Landesregierung Nordrhein-Westfalen,
Düsseldorf 1970
- (3) Reinhaltung der Luft in Nordrhein-
Westfalen, herausgegeben vom
Arbeits- und Sozialminister
des Landes Nordrhein-Westfalen,
Düsseldorf 1969

BASIC PRINCIPLES OF THE
CLEAN AIR PROGRAMME OF NORTH RHINE/WESTPHALIA

BY F. J. DREYHAUPT
*Arbeits- und Sozialministerium des
Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf.*

The development of air pollution problems in North Rhine/Westphalia and the political principles for solving them are described. A large part of the activity of the clean-air movement in the late 1950s was devoted to the air pollution problems that had arisen in the first phase of post-war reconstruction. On the basis of five principles, considerable improvements in air quality were achieved with the aid of new legal regulations. Experience with the Clean Air Programme in 1960-1969 has revealed an important new principle, viz. that clean-air technology must keep pace with the rapid technological development in production. In this context efforts are made to get pollution predictions which will enable timely preparation of suitable clean-air methods for new processing techniques that present novel air pollution problems.

MASSNAHMEN DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN ZUR WALDERHALTUNG IN IMMISSIONSBELASTETEN GEBIETEN

von

Fritz ROST

Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des
Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf

EINLEITUNG

Nordrhein-Westfalen ist das am dichtesten besiedelte Land der Bundesrepublik. Seine Ballungsräume dehnen sich immer weiter aus und haben Dimensionen erreicht, die die Forstwirtschaft dieses Landes vor aussergewöhnliche Probleme stellen. Die Erhaltung des Waldes ist eine überregionale Aufgabe geworden, die von den staatlichen, kommunalen und privaten Forstbetrieben allein nicht gelöst werden kann, sondern nur mit Unterstützung durch die Landesregierung.

WALDFLÄCHEN IN IMMISSIONSGEBIETEN

Für die Forstwirtschaft stellten sich zunächst die Fragen, wie hoch die Immissionsbelastung der Waldflächen in den rauchgeschädigten Gebieten einzuschätzen ist und welche Abgrenzung der Immissionsareale in Betracht kommt. Entsprechende Untersuchungen sind von der Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes Nordrhein-Westfalen durchgeführt worden. Auf der Grundlage vierjähriger SO_2 -Messungen konnte dann 1969 eine Gebietsabgrenzung erarbeitet werden, bei der ein stark belastetes Kerngebiet und eine geringer belastete Randzone unterschieden werden. Zur Zeit wird im Rhein-Ruhrgebiet mit einer Immissionsfläche von rd. 5.200 km^2 , das sind etwa 15 % der Landesfläche Nordrhein-Westfalens, gerechnet.

Über die Bewaldung des Ruhrgebietes gibt eine Veröffentlichung des Siedlungsverbandes Ruhrkohlenbezirk aus dem Jahre 1969 Auskunft. Danach sind rd. 15.000 ha Wald im sogenannten Naherholungsbereich der Ruhrgrößtädte vorhanden, und zwar 62 % Privatwald und 38 % Staats- und Körperschaftswald. Der hohe Privatwaldanteil zeigt sich auch in den weiter entfernt liegenden Waldgebieten von ca. 15.000 bis 20.000 ha und hat entscheidend dazu beigetragen, daß 1967 ein spezielles forstliches Förderungsprogramm aufgestellt wurde. Dieses ist inzwischen verbessert und erweitert worden.

Aus den Beobachtungen der Emissionen wissen wir, daß neben dem Schwefeldioxyd auch andere chemische Stoffe, zum Beispiel Fluor und Kohlenwasserstoffe, an der Verschmutzung der Luft maßgeblich beteiligt sind. Außerdem ist bekannt, daß die Ausdehnung der industriellen Wirtschaftsräume eine Veränderung der Immissionschwerpunkte mit sich bringt. Aus diesem Grunde ist eine Korrektur der Abgrenzung der Immissionsareale in verhältnismäßig kurzen Zeiträumen erforderlich, ein Umstand, der die langfristige forstliche Planung sehr beeinträchtigt.

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Forsteinrichtung und forstliche Betriebswirtschaft der Universität Freiburg wird nach neuen Wegen zur besseren und schnellen Abgrenzung geschädigter Waldbestände gesucht, die die Interpretation falschfarbiger Luftbilder als Hilfsmittel benutzen.

BAUMARTENWAHL IN IMMISSIONSGEBIETEN

Für die waldbauliche Planung in Immissionsgebieten ist die Baumartenwahl von entscheidender Bedeutung. Leider ist der Katalog eng begrenzt, da unsere wichtigsten Wirtschaftsbaumarten, insbesondere Fichte und Kiefer, auf Rauchimmissionen empfindlich reagieren. Für den praktischen Waldbau ist es notwendig, die für den jeweiligen Standortstyp besonders geeigneten, relativ rauchresistenten Baumarten zu kennen. Leider reichen unsere Erfahrungen noch nicht aus, um zum Beispiel im Rahmen der erwähnten Richtlinien zur Förderung der Forstwirt-

schaft im Rauchschadensgebiet nicht nur für das Immissionsareal insgesamt, sondern auf den jeweiligen Standortstyp bezogen, die anbauwürdigen Baumarten anzugeben. Für den Anbau im Kerngebiet der Immissionen werden daher generell folgende Baumarten empfohlen:

- Stieleiche (*Quercus robur* L.)
- Traubeneiche (*Quercus petraea* Liebl.)
- Roteiche (*Quercus rubra* L.)
- Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.)
- Hainbuche (*Carpinus betulus* L.)
- Bergahorn (*Acer pseudoplatanus* L.)
- Spitzahorn (*Acer platanoides* L.)
- Bergulme (*Ulmus glabra* Huds.)
- Feldulme (*Ulmus carpinifolia* Gled.)
- Vogelkirsche (*Prunus avium* L.)
- Schwarzerle (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.)
- Robinie (*Robinia pseudoacacia* L.)
- Pappel (*Populus*)
- Schwarzkiefer (*Pinus nigra* Arn.)

Für Immissionsrandgebiete wird der Baumartenkatalog um drei Koniferen erweitert:

- Japanische Lärche (*Larix leptolepis* Gord.)
- Weymouthskiefer (*Pinus strobus* L.)
- Serbische Fichte (*Picea omorica* Purkyne).

Auf die Nadelbaumarten soll kurz eingegangen werden. Für den Anbau im Kerngebiet wird nur die Schwarzkiefer empfohlen. Ausschlaggebend für diese Entscheidung waren Beobachtungen des Wachstums verschiedener Schwarzkiefernvorkommen im Immissionsgebiet sowie eingehende Besprechungen mit Wissenschaftlern verschiedener forstlicher Forschungsinstitute. Besonders wertvoll waren in diesem Zusammenhang die holländischen Erfahrungen. Bekanntlich ist der Anbau der Schwarzkiefer in holländischen und norddeutschen Gebieten durch das Schwarzkiefertriebsterben (*Brunchorstia*) nicht ohne Risiko. Eine

sorgfältige Abwägung aller Faktoren war aus diesem Grunde erforderlich, damit bei einem verstärkten Anbau dieser Holzart vor allem am Nordrande des Ruhrgebietes, wo die Schwarzkiefer die Kiefer auf bestimmten Standorten ersetzen könnte, Rückschläge soweit wie möglich vermieden werden. Die Entscheidung konnte deshalb positiv ausfallen, weil die großklimatischen Voraussetzungen für eine optimale Entwicklung des Pilzes, der das Triebsterben auslöst, nach unserem bisherigen Wissen in diesem Gebiet nicht gegeben sind. Trotzdem ist es erforderlich, den Schwarzkieferanbau ständig im Auge zu behalten.

Im Randgebiet sind neben der Schwarzkiefer japanische Lärche, serbische Fichte und Weymouthskiefer auf Grund örtlicher Anbauerfahrungen förderungswürdig. Für die befriedigende Wachstumsleistung der japanischen Lärche gibt es mehrere Beispiele, obwohl gerade bei dieser Baumart zu berücksichtigen ist, daß sie auf Standorten mit ungünstigen Wasserverhältnissen versagt.

Über den bestandesweisen Anbau der serbischen Fichte liegen bisher kaum Erfahrungen vor. Es ist auch nicht damit zu rechnen, daß die serbische Fichte schon wegen ihrer geringen Wuchsigkeit ein vollwertiger Ersatz der Fichte werden kann. Meines Erachtens sind daher Provenienzversuche und Selektionen rauchharter Einzelbäume von *Picea abies* interessanter. Das Land Nordrhein-Westfalen hat sich aus diesem Grunde auch durch die Landesanstalt mit mehreren Versuchsflächen am internationalen Fichten-Provenienzversuch beteiligt, wobei das Versuchsziel auf die Ermittlung relativ rauchresistenter Herkünfte ausgerichtet ist. Die Versuchsflächen sind so angelegt, daß Vergleiche mit Fichtenklonen rauchharter Mutterbäume möglich sind.

FINANZIELLE FÖRDERUNG FORSTLICHER MASSNAHMEN

Wie bereits erwähnt, handelt es sich im Immissionsgebiet in erster Linie um nichtstaatlichen Waldbesitz. Betriebswirtschaftliche Gesichtspunkte, die Holzerzeugung als Einnahmequelle für den privaten Forstbetrieb können trotz der über-

ragenden Bedeutung der Schutz- und Erholungsfunktionen des Waldes nicht außer acht bleiben. Richtlinien für die Gewährung von Landeszuschüssen zur Förderung der Walderhaltung in Rauchschadensgebieten sollen den nichtstaatlichen Waldbesitzer in die Lage versetzen, durch Umwandlung geschädigter Bestände in rauchhärtere Bestockung, durch Pflege und Schutz der Neukulturen einen entsprechenden Beitrag zur Walderhaltung und Waldvermehrung zu leisten. Finanzielle Zuschüsse sind für derartige Zwecke seit 1967 in dem erforderlichen Umfang zur Verfügung gestellt worden. Die Landesregierung hat darüber hinaus erhebliche Beträge für den Ankauf von ertragslosen Privatwaldflächen in Erholungsgebieten bereitgestellt, um auch auf diese Weise die Erhaltung des Waldes im öffentlichen Interesse sicherzustellen.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Luftverschmutzung in den Ballungsgebieten an Rhein und Ruhr stellt die Forstwirtschaft vor große Probleme. Nachdem die Schutz- und Erholungsfunktionen des Waldes gerade hier eine außerordentliche Bedeutung erlangt haben, ist die Walderhaltung in den Immissionsarealen eine Aufgabe von größter Bedeutung geworden.

Die Landesregierung hat aus diesem Grunde ein Programm zur Förderung der nichtstaatlichen Forstwirtschaft entwickelt, das auch den privaten und kommunalen Waldbesitzer in die Lage versetzen soll, an der Walderhaltung mitzuwirken.

Kernstück der Förderungsrichtlinie ist der Katalog relativ rauchharter Baumarten, bei deren Anbau auf Antrag Landeszuschüsse gewährt werden.

Auf dem Gebiet der forstlichen Forschung finden Provenienzversuche, Resistenzzüchtungen und neue Methoden zur Abgrenzung rauchgeschädigter Waldbestände besondere Beachtung.

LITERATUR

- 1 Mellinghoff/Stolzenwald, Die Naherholungswälder des Ruhrgebietes
Schriftenreihe des Siedlungsverbandes Ruhrkohlenbezirk Nr.26,
1969
- 2 Gremmen, J. Das Triebsterben der Schwarzkiefer, insbesondere in den Niederlanden und in Nordwestdeutschland
Der Forst- und Holzwirt Nr. 7,
1967
- 3 - Richtlinien für die Gewährung von Landeszuschüssen zur Förderung der Walderhaltung im Rauchschadensgebiet
RdErl.d.MELF vom 21.11.1969
Min.Blatt NW Nr. 24, 1970

MEASURES TO MAINTAIN THE FORESTS IN THE REGIONS OF NORTH RHINE/WESTPHALIA SUFFERING FROM POLLUTION

BY F. ROST

Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Düsseldorf.

Air pollution in the steadily expanding industrial and residential conurbations on the Rhine and Ruhr presents great problems for forestry. Since the social functions of the forest have become extraordinarily important in these regions, the maintenance of forests in the pollution areas has become a central task in forestry.

According to the data at present available, the polluted area in the Rhine-Ruhr region alone amounts to about 5,200 sq km, i.e. about 15% of the total area of North Rhine/Westphalia. The Ruhr region proper is already extremely short of forests, but on the northern and southern sides the forest still covers comparatively large areas with differing site conditions.

Different growth regions adjoin here. This is shown by the fact that on the northern edge of the Ruhr the Scots pine, and on the southern edge the spruce, have been the important species for forestry before the natural broadleaved species (oak and beech).

These conifers can no longer be managed on normal rotations, without accepting considerable losses in increment. These stands are becoming unsuitable for the social tasks of the forest.

In order to maintain the forest, the regional government has therefore developed a programme to promote non-state forestry, which will put the private and communal forest owners into a position to collaborate in the task of maintaining the forest by conversion, afforestation and tending. As a result of a special move to promote the maintenance of forest in the pollution region, subsidies have been made available by the Provincial administration for a series of measures.

The focal point of this programme is the recommendation to plant only three species relatively resistant to fumes. The following are listed:

Sessile oak, Pedunculate oak, Red oak
beech, hornbeam
Sycamore maple, Norway maple, and elm (*Ulmus glabra*, *U. campestris*)
cherry (*Prunus avium*), robinia, poplar, alder
and *Pinus nigra* as the only conifer.

A sum of 1.03 million Deutschemarks was made available to promote plantations with these species in 1966-1969.

In the field of forestry research, special attention has been paid to provenance research, breeding for resistance, and differentiated demarcation of damaged stands by interpretation of false-colour aerial photographs.

Moreover we must mention forest policy measures aimed at taking into public control (by purchase) private forests that produce no yield.

D I S K U S S I O N

DONAUBAUER:

Es wurde hier in Zusammenhang mit dem Schwarzkiefernproblem ein Detail, die Frage der Brunchorstia pinea, erwähnt. Diese Krankheit hat jüngst in manchen Gebieten Nordamerikas große Bedeutung erlangt. Wir dürfen auch nicht vergessen, daß in West- und Nordeuropa große Schwarzkiefernbestände letztlich durch diese Krankheit zugrunde gegangen sind. Es ist noch nicht hinreichend genau bekannt, welche Voraussetzungen für eine Brunchorstia-Epidemie notwendig sind. Es erscheint daher beim etwaigen ausgedehnteren Anbau von *Pinus nigra* eine gewisse Vorsicht am Platz.

WOOD:

I have been observing damage to vegetation around coal fired steam generating stations in the eastern United

States for the last 6 years and it has been my observation that Austrian pine is the most sensitive of the conifers in the area and it is more sensitive than Scotch pine, more sensitive than Norway Spruce and as sensitive I think as Eastern White Pine.

ROST:

Auf Grund der Besitzstruktur kommt es nicht zur Umwandlung größerer Flächen; damit kommt es wegen der noch vorhandenen Laubholzbestände auch nicht zu zusammenhängenden Flächen einer Holzart.

Bezüglich der Empfindlichkeit der Schwarzkiefer glaube ich, daß diese sehr stark vom Standort beeinflusst wird. Eine wichtige Hilfe und Voraussetzung für den gezielten Anbau wäre das Vorhandensein einer Standortskartierung.

BERGE:

Die europäische Lärche (*Larix europaea*) wurde auf ihrer Resistenzliste weggelassen. Bestimmte Herkünfte (z.B. Tatalärche) sind in Fluorimmissionsbereichen der japanischen Lärche überlegen.

ROST:

Hinsichtlich der europäischen Lärche konnten im Ruhrgebiet keine positiven Erfahrungen gesammelt werden; auf einer Reihe von Standorten ist der Lärchenanbau auch problematisch.

DIE BEDEUTUNG DER GRÜNFLÄCHEN IM IMMISSIONSBELASTETEN RUHRGEBIET UND FOLGERUNGEN FÜR DIE LANDESPLANUNG

von

Siegfried FRORIEP

Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk, Essen.

Dieser Kongreß findet innerhalb eines Verdichtungsgebietes statt, das in dieser Ausdehnung wie kein anderes in der Bundesrepublik von Industrie- und Wohnsiedlungen sowie von Infrastrukturen in engster gegenseitiger Verflechtung in Anspruch genommen wird, und zwar unter der Erdoberfläche, auf der Erdoberfläche und über der Erdoberfläche - Boden, Wasser und Luft.

Dieses Verdichtungsgebiet, das Ruhrgebiet, ist in den Grenzen des hier tätigen Regionalverbandes mit 4.502 qkm nach dem Großraum Tokio, New York und London das viertgrößte Verdichtungsgebiet der Welt. Die hier lebenden 5,6 Millionen Menschen sind fast 10 % der Einwohner der Bundesrepublik auf 2 % ihrer Fläche. Die durchschnittliche Bevölkerungsdichte beträgt 1.225 Einwohner je Quadratkilometer. In einigen Teilen steigt diese Zahl bis auf etwa 4.000 Einwohner je Quadratkilometer an.

Diese Zahlen lassen die besondere Problematik dieser Region deutlich erkennen. Zum Vergleich nenne ich noch die Bevölkerungsdichte der Bundesrepublik Deutschland: 225 Einwohner je Quadratkilometer.

DIE PROBLEMATIK DES RUHRGEBIETES ZWINGT ZU GANZHEITLICHER PLANUNG.

Die ursprüngliche Landschaft im Ruhrgebiet hat diese Entwicklung mit ihren Begleiterscheinungen und Folgewirkungen hinnehmen und verarbeiten müssen. Die vielfältige Beanspruchung der Landschaft hat schon seit der Jahrhundertwende neben den klassischen Verwaltungsträgern besondere, die allgemeinen Verwaltungsgrenzen überschreitende Körperschaften notwendig gemacht. Sie nahmen sich zunächst des hier hart bedrängten Wasserhaushalts an. Es erwies sich

aber bald als notwendig, die räumliche Entwicklung als ein Ganzes zu behandeln und die wasserwirtschaftlichen Fragen, die Siedlung, Verkehr, Industrie usw. nicht getrennt und jedes für sich allein zu planen. Hier ist vor allem die grundlegende Denkschrift von Robert Schmidt aus dem Jahre 1912 zu erwähnen. Schmidt hat erstmals diese zusammenfassende Betrachtungs- und Planungsweise dargelegt. Diese Denkschrift war auch die geistige Grundlage für die Gründung des hier tätigen Regionalverbandes, des Siedlungsverbandes Ruhrkohlenbezirk (SVR) in Essen im Jahre 1920. Er ist ein kommunaler Zweckverband und eine Selbstverwaltungskörperschaft, die aus der kommunalen Initiative des Ruhrgebietes selbst entstanden und dann in einem besonderen Landesgesetz sanktioniert worden ist.

Die dem SVR obliegende Betreuung der Landschaft des Ruhrgebietes ist ein Teil seiner regionalen Aufgaben im Bereich der Landesplanung, der städtebaulichen Planung, der regionalen Infrastrukturpolitik und nicht zuletzt der regionalen Grünflächenpolitik.

LANDSCHAFTSPFLEGE ALS SOZIALPOLITISCHE AUFGABE

Die Erhaltung und Pflege der Landschaft gerade auch innerhalb eines Verdichtungsgebietes ist eine eminent wichtige sozialpolitische Frage. Das Optimum der Ballung wird nicht durch die ökonomisch mögliche Ballung, sondern durch die Vitalsituation der Menschen bestimmt. Auch die Forschung - und dazu trägt auch Ihre Arbeit bei - weist zunehmend auf die sozialen Funktionen der Landschaft und die Auswirkung auf den Menschen hin: Die freie Landschaft trägt im Verdichtungsgebiet wesentlich dazu bei, das Klima zu verbessern, Temperaturextreme auszugleichen und die Luft zu regenerieren, sie dient auch der land- und forstwirtschaftlichen Tragsanreicherung und nicht zuletzt der Erholung der Bevölkerung.

Es ist verständlich, daß die Grünflächen in einem Verdichtungsgebiet mit steigender Bevölkerungszahl und der damit verbundenen Ausdehnung der städtischen sowie der industriellen Besiedlung der Gefahr ausgesetzt sind, jeweils aus der Sicht einzelner örtlicher Interessengruppen zweckentfremdet zu werden. Das Rechtsinstrumente

tarium des SVR erlaubt aber rechtzeitig einzugreifen. Mit Hilfe eines 2-stufigen Planungsverfahrens - nämlich 1. der Festlegung regional bedeutsamer Grünflächen in einem sog. Verbandsgrünflächenverzeichnis und 2. - falls erforderlich - der parzellenscharfen rechtlichen Festlegung derartiger Grünflächen - hat er seit 1920 rd. 50 % der gesamten Gebietsfläche erfassen können. Dabei erlaubt dieses Instrument zugleich eine Lenkung der Siedlungsentwicklung, indem Grünflächen nur dann für Bauzwecke freigegeben werden, wenn regionale, z.B. Landschaftsinteressen dem nicht widersprechen.

Ganz allgemein ist zu sagen, daß die mit der weiteren Besiedlung verbundene Inanspruchnahme und damit Verkleinerung der Landschaft die Planung heute immer stärker, z.B. zur Schaffung von Naturparks und Landschaftsschutzgebieten, von Erholungszentren und zur Zusammenfassung von Kiesgruben und Tagebauen zu gestaltungsfähigen Erholungseinrichtungen drängt. Das sind jedoch mehr oder weniger Ersatzhandlungen. Wir brauchen vielmehr eine Umwelt- und Landschaftsplanung zur vorbeugenden und verbessernden Umweltgestaltung. Diesen Weg hat jetzt die Landesregierung mit ihrem "Nordrhein-Westfalen-Programm 1975" beschritten. Neben einem Abschnitt über "Wasser, Abfall, Luft und Lärm", der auch die schützende Seite umfaßt, finden wir einen weiteren Abschnitt über "Freizeit und Kultur", die vorsorgend gefördert werden sollen. Auch die rechtlichen Grundlagen müssen den Aufgaben der Zukunft angepaßt werden, wie z.B. im Bodenrecht. Die Sozialpflichtigkeit des Bodens in der freien Landschaft muß stärker betont werden. Ein Beispiel in dieser Richtung bietet das neue Forstgesetz von Nordrhein-Westfalen mit der Öffnung des Waldes für die Öffentlichkeit und zugleich mit seinem Schutz und seiner Förderung.

ERHALTUNG UND PFLEGE DES WALDES IN BALLUNGSGEBIET BESONDERS ERFORDERLICH

Nun hat die steigende Industrialisierung trotz bedeutender eigener Bemühungen der Industrie zur Luftreinhaltung dazu geführt, daß die Wuchsleistung der Pflanzen in einigen Bereichen erheblich

beeinträchtigt wird. Besonders sichtbar sind diese Nachteile für den Wald. Er nimmt 15,5 % der Gesamtfläche des Gebietes des SVR ein (zum Vergleich: Land Nordrhein-Westfalen 22,8 %, Bundesgebiet 28,3 %). Diese Zahl von 15,5 % ist recht niedrig, während eine solche Bevölkerungsballung doch gerade einen hohen Waldanteil fordert. Betrachten wir die flächenmäßige Ausdehnung, so haben wir hier trotz erheblicher siedlungsmäßiger Entwicklung seit 1922 = 82.000 ha - immerhin noch Waldflächen von insgesamt 72.000 ha. Der relativ geringe Rückgang der Waldfläche um 10.000 ha ist der Erfolg des Zusammenwirkens des Siedlungsverbandes Ruhrkohlenbezirk und seiner Mitgliedskörperschaften. Bereits 1922 hat der SVR als erste öffentlich rechtliche Körperschaft in der Welt privaten Waldbesitzern finanzielle Zuschüsse zur Erhaltung der Wälder gegeben. Damit ist eine forstpolitische Entwicklung in Gang gesetzt worden, die sich heute in allen Industriegebieten durchgesetzt hat. Wenn heute kraft Gesetzes die Waldflächen den Einwohnern dieser Industrielandschaft zur Erholung zur Verfügung stehen, erwächst der öffentlichen Hand umso mehr die Verpflichtung, die Unterhaltung des Waldes und den Aufschluß durch Wege finanziell zu unterstützen. In enger Zusammenarbeit mit den Waldbesitzern und den zuständigen Forstbehörden sind in den letzten 20 Jahren bereits über 5,5 Millionen DM aus dem Aufkommen der Städte und Kreise vom Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk zur Unterstützung der Forstwirtschaft ausgegeben worden. Die Pflege und Erhaltung der Baumbestände einschließlich des Aufschlusses der Waldflächen für die Bevölkerung durch derartige finanzielle Hilfen sind - auch nach Erfahrungen in den anderen Verdichtungsgebieten der Welt - der einzige Weg, um den Wald für den Besitzer leistungsfähig und für den Besucher attraktiv zu erhalten. Es kommt darauf an, beiden Partnern gerecht zu werden. Der Waldbesitzer - vor allem der private - darf keinen Schaden erleiden, und die Öffentlichkeit, die den Wald benutzt, muß sich entsprechend helfend und rücksichtsvoll verhalten.

Zur Sicherung der landeskulturellen Belange wird nicht nur die Landschaft, sondern auch der Waldaufbau unter Berücksichtigung

der biologischen und Immissionsforschungsergebnisse so gestaltet, daß die Anbaumöglichkeiten und Formen der einzelnen Baumarten in den Waldbeständen für die Umweltgestaltung voll ausgenutzt werden. Neben dem Waldaufbau wird der Wald intensiv und mit erheblichem Mitteleinsatz im Interesse der Umwelthygiene permanent gepflegt. Der Waldaufbau geschieht horizontal und vertikal stufenweise aufgrund der natürlichen Pflanzengesellschaft. Dabei werden die widerstandsfähigsten Baumarten in eine bestimmte räumliche Ordnung gebracht. Diese Ordnung soll nicht nur das Gefühl natürlicher Weite hervorrufen, sondern gleichzeitig die Last der Immissionen aufgrund der raumgestalterischen Konzeption durch die Abwechslung von Wald und Feld vermindern.

Nun kann dieses Ziel aber nur erreicht werden, wenn der Wald in einem solchen Verdichtungsraum nicht losgelöst betrachtet wird von der gesamten Landschaftspflege und letztlich auch nicht losgelöst von allen anderen, sich hier drängenden Bodennutzungen der verschiedensten Art. Die seit 40 Jahren im Ruhrgebiet intensiv betriebene und weit über die Grenzen hinaus bekannte Haldenbepflanzung bedeutet - um nur einmal diese Einzelheit herauszugreifen - mehr als eine reine Aufforstungsmaßnahme. Sie trägt mit dazu bei, die geschädigte Landschaft zu heilen und Flächen, die der Mensch zerstört hat, wieder organisch in die Umwelt einzubauen. Die große Aufgabe ist heute bei steigenden Lebensansprüchen der Menschen, eine möglichst geordnete und gesunde Umwelt zu erhalten bzw. zu schaffen.

FOLGERUNGEN FÜR DIE LANDESPLANUNG

Welche Folgerungen werden daraus für die Landesplanung im Ruhrgebiet gezogen ?

Der maßgebende Plan ist der Gebietsentwicklungsplan als Grundlage für die Struktur- und Investitionspolitik des SVR.

Der Gebietsentwicklungsplan ist nach § 15 Landesplanungsgesetz ein "übergemeindlicher Plan, nach dem sich die künftige Struktur des Gebietes und die geordnete Nutzung des Bodens in den Grund-

zügen richten sollen, insbesondere im Hinblick auf die Erfordernisse der Siedlung, der Land- und Forstwirtschaft, der Wasserwirtschaft, der Industrie, der Energiewirtschaft, der Gewinnung von Bodenschätzen, des Verkehrs, des Schutzes des Heimatbildes und der Erholung".

Dieser Plan ist 1966 vom Parlament des Siedlungsverbandes Ruhrkohlenbezirk beschlossen und vom Land Nordrhein-Westfalen genehmigt worden. Damit ist er eine Richtlinie für alle behördlichen Planungen, Entscheidungen und Maßnahmen, die für die Raumordnung Bedeutung haben.

Der Gebietsentwicklungsplan stellt die entscheidende Voraussetzung für die Erhaltung und Gestaltung der Landschaft - nämlich eine gesunde Land- und Forstwirtschaft heraus, andererseits wird die Landschaft hier im Zusammenhang mit der Erholung behandelt. Wir lesen u.a. folgendes : Die land- und forstwirtschaftlichen Interessen stehen besonders in solchen Gebieten im Vordergrund, in denen keine andere Flächennutzung zu erwarten ist oder in denen ihnen in Verbindung mit Erholungsfunktionen, dem Landschaftschutz oder wasserwirtschaftlichen Belangen ein Vorrang gegenüber anderen Nutzungsabsichten zukommt.

Weitere Forderungen fasse ich kurz zusammen :

Das dicht besiedelte Kerngebiet wird durch ein regionales Grünflächensystem gegliedert. Es dient der Luftverbesserung, der Erholung, der Wasserwirtschaft und der Gliederung der Stadtlandschaft. Die regionalen Grünflächen sollen soweit wie möglich mit den innerstädtischen Grünflächen verbunden werden.

Der Waldbestand soll im Hinblick auf seine Wohlfahrtswirkungen erhalten und durch Aufforstungen von Grenzertragsböden, Ödland, Halden und Kippen vergrößert werden. Durch Umbau rauchkranker Wälder in rauchfestere Bestände soll die biologische Gesundheit des Waldes gefördert werden. Die Ertragsfähigkeit der Forstwirtschaft soll auch durch Verbesserung der Betriebsgrößenstruktur gesteigert werden.

Bei zeitlich begrenzten Eingriffen in land- und forstwirtschaftliche Flächen (z.B. Aufschüttungen und Abgrabungen) ist eine Reaktivierung sicherzustellen, der vor allem in Erholungsgebieten besondere Aufmerksamkeit zu widmen ist.

LANGFRISTIGE UND SCHWIERIGE VERWIRKLICHUNG DES GEBIETSENTWICKLUNGSPLANES

Die praktische Durchführung des Gebietsentwicklungsplanes ist ebenso langfristig zu sehen wie aber auch überaus schwierig. In einem Ballungsraum drängen sich die verschiedensten Flächenansprüche auf engem Raum. Dazu kommt, daß das Ruhrgebiet ein altes Industriegebiet ist, das noch unter vielen Sünden und Schäden der "planlosen" Vergangenheit leidet. Wir haben es bei der Weiterentwicklung vielfach nicht nur mit einem "Neubau", sondern auch mit einem "Umbau" zu tun. Dabei geht die allgemeine Tendenz dahin, gleichsam einen Rückzug aus der Fläche anzutreten - hin zu Achsen und Siedlungsschwerpunkten. Die Planung strebt eine Konzentration dort an, wo die günstigsten Voraussetzungen für zukünftige räumliche Entwicklungen vorhanden sind. Nur dort soll von der öffentlichen Hand investiert werden. Diese Landesplanungspolitik gibt uns die Möglichkeit, daß die Landschaft ihrer besonderen sozialen Funktion entsprechend geschont und gefördert wird.

AUFGABEN FÜR DIE WISSENSCHAFT

Ich fasse meine Ausführungen dahingehend zusammen, daß es der Wissenschaft darauf ankommen sollte, gerade auf dem Gebiete der Umweltforschung intensiv weiterzuarbeiten und sich dabei auch einer möglichst verständlichen Sprache zu bedienen. Viele wertvolle Forschungsergebnisse bleiben nach meiner Erfahrung ungenutzt, weil sie für den Praktiker nicht genügend verständlich dargestellt werden. Daher pflege ich in meinem Bereich Forschungsaufträge so zu vergeben, daß derartige Untersuchungen gewissermaßen unter Anleitung und Hilfe des Wissenschaftlers mit ihm gemeinsam durchgeführt werden. Auf diese Weise lernt der Wissenschaftler die Nöte und die Denkweise des Praktikers kennen und

der Praktiker zwingt sich zum wissenschaftlichen Durchdringen seiner Probleme.

Die Ergebnisse der Forschung interessieren aber nicht nur den Raumplaner - wenn ich einmal diese Berufssparte herausgreifen darf. Noch viel mehr müssen die Politiker für diese brennenden Probleme unserer Umwelt interessiert werden, damit sie die entsprechenden politischen und gesetzgeberischen Folgerungen ziehen. Auch hier spielt das "Sich-verständlich-machen" der Wissenschaft eine große Rolle.

Wir gehen einer rasanten Verstädterung entgegen. Die Verdichtungsgebiete werden zahlen- und umfangmäßig zunehmen. Hier gilt es, aus sozialpolitischen Gründen so weit wie möglich eine gesunde Landschaft zu erhalten und fortzuentwickeln. Wenn wir in diesem Zusammenhang an die auch zunehmende Freiheit denken, dann brauchen wir auch mehr Freiraum, also Landschaft. Diese Frage gewinnt in der Industriegesellschaft immer mehr an Bedeutung. Qualifizierte Kräfte kann man heute nur in einer gepflegten Umwelt mit hohem Wohnwert halten bzw. gewinnen. Die Forschungsergebnisse über die Verminderung oder gar Ausschaltung der Immissionsauswirkungen sind dabei ein unentbehrlicher Beitrag.

Z U S A M M E N F A S S U N G

Der Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk (SVR) ist ein Regionalverband, der 1920 gegründet wurde, und der den viertgrößten Ballungsraum der Welt umfaßt. In ihm leben z.Zt. mehr als 5 1/2 Millionen Menschen auf einer Fläche von fast 4.600 qkm, das sind fast 10 % der Einwohner der Bundesrepublik auf 2 % ihrer Fläche. Die Einwohnerdichte beträgt rd. 1273 E/qkm gegenüber dem Bundesdurchschnitt von 225 E/qkm.

Neben den ihm gesetzlich zugeschriebenen Zuständigkeiten im Bereich der Landesplanung nimmt er weitere wesentliche Aufgaben auf dem Gebiet der Landespflege wahr. Gerade die Erhaltung und Pflege der Landschaft ist innerhalb eines Verdichtungsgebietes

eine eminent wichtige sozialpolitische Frage. Dabei spielt die Grünflächenpolitik eine ganz besondere Rolle. Die Landschaft hilft im Verdichtungsraum das Klima zu verbessern, Temperaturextreme auszugleichen, die Luft zu regenerieren und Möglichkeiten der Erholung außerhalb der Wohnsiedlungsbereiche zu planen.

Die Grünflächen sind in einem Verdichtungsgebiet mit steigender Bevölkerungszahl und der damit verbundenen Ausdehnung der städtischen wie der industriellen Besiedlung der Gefahr der zweckfremden Nutzung besonders ausgesetzt. Dies trifft in besonderer Masse auf die Waldflächen zu. Immerhin konnte die Waldsubstanz trotz der erheblichen baulichen Tätigkeit in den letzten 50 Jahren soweit erhalten werden, daß nur etwa 10.000 ha (von 12.000 ha im Jahre 1920) verloren gingen. Der Anteil des Waldes beträgt heute 15,5 % der Gesamtfläche des SVR-Gebietes. Es wird angestrebt, diesen Prozentsatz möglichst zu erweitern. Möglichkeiten dazu liegen in der Aufforstung von Grenzertragsböden, Ödland, Halden und Kippen u.a. sonst nicht zu nutzender Flächen.

Mehr denn je bedarf es heute einer vorausschauenden Umweltplanung, in der die Belange der Landschaftspflege von vornherein als gleichberechtigte Disziplin voll berücksichtigt werden. Der GEP, der vom Parlament des SVR 1966 beschlossen und vom Land Nordrhein-Westfalen genehmigt worden ist, stellt die entscheidende Voraussetzung für die Erhaltung und Gestaltung der Landschaft heraus. Gleicherweise wird die natürliche Landschaft als wesentliche Voraussetzung für Erholungsmöglichkeiten außerhalb der Kerngebiete behandelt. Voraussetzung für die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen des Menschen ist jedoch eine weitere Reduzierung der die Vegetation negativ beeinflussenden Emissionen. Die Umwelthygiene muß auch in die Umweltplanung mit einbezogen werden.

THE IMPORTANCE OF OPEN (GREEN) SPACES IN THE POLLUTED RUHR AND THE RESULTANT CONSEQUENCES FOR LAND-USE PLANNING IN THE RUHR

BY **A. FROEIP**
Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk, Essen.

The Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk (SVR) is a regional association formed in 1920, which covers the fourth largest conurbation in the world. At the present time, over 5½ million people live in it, on an area of nearly 4.600 sq km. i.e. almost 10 % of the population of the Federal Republic

Apart from its legal obligations in the field of land-use planning, it also undertakes other important tasks in the field of landscape care and conservation. The conservation and care of the landscape inside a conurbation is an extremely important social and political problem. Here the open-space policy is of special importance. Open (green) spaces help to improve the climate in the development area, to reduce temperature extremes, to restore the air, and to provide scope for recreation outside the residential areas.

It is obvious that the open spaces in a conurbation, with a rising population and associated extension of civic and industrial development, are exposed to the danger of being alienated. This applies especially to forest areas. Even so, despite the considerable building activity in the last 50 years, the forest has been maintained so that only about 10,000 ha. (out of 82,000 ha. in 1920) have been lost. The forest forms 15.5% of the total surface area of the SVR region. Every effort should be made not merely to maintain but to increase this percentage. This can be done by afforestation of marginal land, waste land, tips and spoil mounds, and other unused areas.

More than ever before we now need forward-looking planning of the environment, in which the requirements of landscape care are taken into full account from the start as a valid discipline. The regional development plan, drawn up by the parliament of the SVR in 1966 and ratified by the province of North Rhine-Westphalia, is the basic prerequisite for the conservation and shaping of the landscape. Also the natural landscape is treated as an important prerequisite for recreation outside the central areas. However, a further reduction of the pollution which adversely affects the vegetation is a prerequisite for the conservation of the natural basis of life for man. Environmental hygiene must therefore be included in environmental planning.

D I S K U S S I O N

DONAUBAUER:

Die Ertragsfähigkeit des Waldes hängt in den meisten Ländern Mitteleuropas im wesentlichen mit dem Vorkommen eines hohen Nadelholzanteiles zusammen. Es ist natürlich möglich, daß in manchen Arealen auch Laubhölzer den Wald ertragsfähig gestalten, aber um einer möglichen Verallgemeinerung vorzubeugen, möchte ich darauf hinweisen, daß dies für die meisten Waldflächen der Alpenländer nicht gilt. Außer, daß Laubwälder den Alpenländern meist nicht ertragsfähig genug sind, ist es oft auch aus ökologischen Gründen in vielen Fällen gar nicht möglich, die Nadelwälder durch Laubwälder zu ersetzen.

WENZEL:

Die Ausführungen von Herrn Dr. FRORIEP gelten selbstverständlich nur für das Ruhrgebiet. Beim Ruhrgebiet handelt es sich ursprünglich um ein Laubholzgebiet, in dem die Nadelhölzer erst vor 200 - 250 Jahren eingeführt wurden; Nadelholz bringt der Forstwirtschaft zwar mehr als Laubholz, aber Laubholz hat sich hier als die bei weitem standfestere Bestockung erwiesen.

FORDERUNGEN DES UMWELTSCHUTZES AN DIE LUFTREINHALTUNG

von

Karl Friedrich WENTZEL

Hessisches Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt,
Oberste Naturschutzbehörde, Wiesbaden

S e i t Anfang dieses Jahres Präsident Nixon die sehr eindringlichen Appelle seiner Vorgänger Kennedy und Johnson an den amerikanischen Kongress wiederholte, die natürlichen Hilfsquellen (natural resources) nicht zu verschwenden, sondern zu erhalten und zu pflegen, weil Reichtum und Fortschritt eines jeden Volkes davon abhängen,

s e i t sich die faszinierende Erkenntnis verbreitet, daß jährlich die Erhöhungsbasis Boden auf der Welt für rd. 50 Millionen Menschen zerstört wird, während die Bevölkerung gleichzeitig um rd. 70 Millionen steigt,

s e i t UNO-Generalsekretär U Thant vor wenigen Wochen eine Weltbehörde für Umweltschutz forderte, " weil Giftwolken und Giftströme über nationale Grenzen hinwegziehen ",

s e i t der Europarat in Straßburg das Europäische Naturschutzjahr 1970 proklamierte, dem alle seine Mitgliedstaaten mit Kongressen, Naturschutzwochen, Ausweisung weiterer Schutzgebiete, Konzipierung neuer Naturschutzgesetzentwürfe, Bereitstellung von Mitteln zur Landschaftspflege und Maßnahmen gegen die Verunreinigung der Umwelt folgten,

ist Umweltschutz in aller Munde. Man beginnt allgemein zu begreifen, daß die Zerstörung des biologischen Gleichgewichtes durch die in jüngster Zeit ungeheuer gewachsenen Kräfte von Technik und Chemie ein weltweiter Vorgang ist. Rücksichtslose Produktion unter dem D i k t a t n a c k t e r

N o t oder e i n s e i t i g e n G e w i n n s t r e -
b e n s führt in fast allen Teilen der Erde zum R a u b -
b a u a n d e r N a t u r . Die Gesetzgebung reicht zu-
meist nicht aus oder kann nicht durchgesetzt werden, diese
Ausbeutung zu verhindern.

Jetzt plötzlich greifen auch die Politiker ernstlich auf, was
die Fachwissenschaftler der ökologischen Disziplinen und die
Vertreter des Naturschutzes und der Landschaftspflege auf
Grund unzweifelhafter und örtlich zum Teil beängstigender For-
schungsergebnisse schon seit Jahrzehnten fordern. Ein Sprich-
wort sagt: " Erst wenn das Kind in den Brunnen gefallen ist,
wird er zugedeckt ". Unsere Umwelt aber besteht aus Lebens-
vorgängen. Für sie könnte es einmal zu spät sein.

Naturschutz bedeutet im Zeitalter von Technik und Wohlstand
heute in erster Linie Bewahrung und Gesunderhaltung der
natürlichen L e b e n s g r u n d l a g e n Luft, Wasser,
Boden, Flora und Fauna. Über die Erhaltung seltener Pflanzen
und Tiere weit hinaus ist Naturschutz zur umfassenden Landes-
pflege, zu " environmental conservation " geworden.

Der Deutsche Bundeskanzler hat sich einen Beauftragten für
Angelegenheiten des Naturschutzes bestellt. Der Bundesinnen-
minister, der die Immissionsverhütung vom Gesundheitsministe-
rium übernahm, während die Lärmbekämpfung noch beim Bundesar-
beitsminister liegt, streitet mit dem Bundesminister für Er-
nährung, Landwirtschaft und Forsten um dessen Zuständigkeit
für Naturschutz und Landschaftspflege. Es ertönt der Ruf nach
Sonderministerien für Umweltschutz, in denen alle umweltrele-
vanten Ressorts zusammengefaßt werden sollen. Über Nacht ist
der Naturschutz im Kleide des Umweltschutzes politisch inter-
essant und attraktiv geworden. Es gibt Politiker und hohe
Verwaltungsbeamte, die sich heute eifrig um den Naturschutz
bemühen, nachdem sie ihn noch vor kurzem für eine antiquierte
Marotte hielten. Doch nicht selten steht die Lautstärke der
erhobenen Forderungen in umgekehrtem Verhältnis zu der Tiefe
des Wissens, was Naturschutz, Umweltschutz oder Landespflege

überhaupt umfassen, wie die große Vielfalt ihrer Probleme zu wägen ist und wie diese gelöst werden können.

UNERWARTETE AKTUALITÄT

Wer seit fast zwei Jahrzehnten für den Umweltschutz wissenschaftlich arbeitet, wie einige Mitglieder dieser unserer Arbeitsgemeinschaft forstlicher Rauchschadensachverständiger, sieht diesen Wandel mit Genugtuung und innerer Freude. Mancher Teilnehmer mag jedoch befürchten, daß die ersehnte Welle in Appellen, Veranstaltungen, Kongressen, Demonstrationen, schönen Reden und vordergründigem Imponiergehabe schnell verflachen könnte, bevor es zu Taten und wirklichen Leistungen kommt. Mag langes Reden (jedenfalls in der Demokratie) eine notwendige Vorstufe zum Handeln sein, die Bewältigung der Probleme ist so lebenswichtig, daß es nicht länger allein beim Reden bleiben darf.

Gewiß ist mehr Forschung und mehr Aufklärung nötig. Aber so notwendig die Forschung ist, es ist auch nicht mit der Gründung von Instituten und Landesanstalten getan. Vor allem muß die Verwaltung tätig werden ! Sie braucht dafür zwar schlüssige Erkenntnisse, aber keineswegs immer neue Erhärtung von schon weitgehend bekannten Daten drei Stellen hinter dem Komma genau. Wenn die Hauptergebnisse gesichert sind - und speziell auf dem Gebiet der Luftverunreinigung verfügen wir heute über ein gesichertes Bild vielerorts unerträglicher und unzumutbarer Belastung der Landschaftsgesundheit - dann muß die Verwaltung handeln und darf nicht zulassen, daß Untätigkeit mit dem Ruf nach weiterer Forschung bemäntelt wird.

Das Streben nach Luftreinhaltung steht heute in einem breiten Rahmen weltweiter Umweltschutzbemühungen. Die Luftverunreinigung ist nur e i n Problem des Umweltschutzes und abgesehen von örtlichen Sonderheiten gewiss nicht das dringlichste. Land- und Wasserverschwendung sind zweifellos insgesamt noch prekärer. Zur Gewinnung eines Überblickes habe ich mich bei der Vorbereitung dieses Vortrages gefragt, vor wem oder gegen

UMWELTSCHUTZKOMPLEXE

Complex	A n l a ß	Teilfolgen	Endstadien der Einwirkung
1	Übernutzung, Raubbau und Ausbeutung (Häufige Ausgangsstufe : Entwaldung)	Bodenerosion Wassermangel totale Biotopveränderungen	Zerrüttung des biologischen Gleichgewichtes, fortschreitende Ausrottung von Pflanzen und Tieren, schließlich Verödung ganzer Landschaften und Erdteile, Wüste, Karst.
2	Industrialisierung, Automation, Überbetonung des rein ökonomischen Denkens und Profitstrebens	Luftverunreinigung, Gewässerverschmutzung, Lärmbelästigung	Erkrankung, vorzeitiger Tod oder Vertreibung empfindlicher Lebewesen, Minderung der Reichhaltigkeit, Verlust der Landschaftsgesundheit.
3	Wohlstand	Müllprobleme, Abfallberge, Landschaftsverunreinigung, Zersiedlung	Entwertung und Verschwendung des Lebensraumes.

Komplex 1 ist seit Jahrtausenden bekannt; die anthropogenen Wüsten dehnen sich über einen namhaften Anteil der Erdoberfläche. Die Komplexe 2 und 3 enthalten dagegen relativ junge Probleme des Industriezeitalters. Aber wer wollte heute schon entscheiden, ob sie auf Dauer weniger gefährlich sind ?

was der Lebensraum hauptsächlich geschützt werden muß. Unter Beschränkung auf die größeren Gefahren und Ordnung nach der Zeitperiode, da diese das Leben auf der Welt in beachtlichem Umfang zerstören oder in Mitleidenschaft zogen, bin ich dabei zu folgender, hier nur grob skizzierten Dreigliederung gekommen:

UMWELTSCHUTZ UND WIRTSCHAFTSWACHSTUM

Allen genannten Anlässen, die Umweltschutz oder Landespflege erfordern, ist gemeinsam, daß sie letztlich durch Ü b e r g r i f f e d e s M e n s c h e n selbst auf das Naturgeschehen verursacht sind. Die Entwicklung früher Kulturen, das heutige wirtschaftliche Wachstum der Industrienationen, der sogenannte "Fortschritt" sind zu einem großen Teil nur mit ungedeckten, auf die Zukunft gezogenen Wechsellern erreicht worden. W i r l e b e n a u f K o s t e n s p ä t e r e r G e n e r a t i o n e n. Die biologischen Kräfte in den industrialisierten Ländern reichen heute nicht mehr aus, die pathologischen Begleiterscheinungen von Technik und Chemie zu heilen. Unwissenheit, Gedankenlosigkeit, falsch verstandene Freiheit, übertriebenes Profitstreben und der Egoismus einzelner Menschen leisten dabei üblen Vorschub.

Ich muß mir hier versagen, Beispiele anzuführen. Zuviel wirtschaftliche Freiheit ist mißverstandene Freiheit. Technik und Chemie sind nicht an sich schon Fortschritt. Sie können grausamer Rückschritt sein. Sie bringen nur dann zivilisatorischen Fortschritt, wenn sie keine bleibenden Nachteile für das Leben zur Folge haben oder wenn sie solche Nachteile eben durch mehr Technik und mehr Chemie vermeiden. Mit sehr viel Mühe ist die Produktionstechnik ständig verbessert worden. Auf die V e r h ü t u n g s t e c h n i k muß gleicher Wert gelegt werden.

Wer einmal von den heute geradezu unglaublichen Zuständen in der Nachbarschaft vieler Gewerbebetriebe in der Frühindustrialisierungsperiode in alten Archiven gelesen hat, weiß, daß die Gewerbeaufsicht inzwischen viel erreicht hat. Um 1850 mußten hohe Schornsteine, Staubfilter, Gasabsorptions- und Abwasser-

kläranlagen noch erfunden werden. Sie sind im Laufe der Zeit erst nach schweren Kämpfen entwickelt , durchgesetzt und immer wieder verbessert worden. Allerdings genügt die Summe aller solcher Einzelverbesserungen örtlich bei weitem immer noch nicht. Viel mehr tut not !

Die folgenden Generationen werden sich im Wohlstandsstreben ihrem Lebensraum gegenüber nicht mehr so nachlässig verhalten können, wie wir es tun. Sie werden keine industrielle Produktion mehr ohne Einbeziehung von Umweltschutzvorrichtungen beginnen können. Sie werden mit erhöhten Kosten nur in solcher Weise produzieren können, daß die Landschaft unbeschädigt bleibt. Sie werden dazu noch alle die großen Landschaftsschäden beseitigen müssen, die wir und die Generationen vor uns leichtfertig verursacht haben.

Der Staat muß die Abfallprobleme ernster nehmen, viel ernster als insbesondere manche Wirtschaftsfachleute und Politiker dies heute noch tun. Luft und Wasser dürfen nicht so schmutzig sein, wie gerade noch erträglich ist, sie müssen so sauber gehalten werden wie irgend möglich. Reine Luft und sauberes Wasser sind Vorbedingung gesunden Lebens. Das ausschließliche Denken in Profitspannen der Produktion muß kontrolliert und eingeschränkt werden durch **V e r a n t w o r t l i c h k e i t s d e n k e n** gegenüber dem Leben, gegenüber unserer Umwelt. Es ist verfehlt, Industrialisierung um jeden Preis anzustreben, sondern nur unter Aufrechterhaltung aller Voraussetzungen für die Gesundheit der Lebewesen und der Funktionsfähigkeit der Landschaft als Lebensraum. Die **T e c h n i k** soll gebraucht, **n i c h t m i ß b r a u c h t** werden.

Wer sich der Güter und Hilfsquellen der Natur bedient, z.B. Kohle und Öl in Massen verbrennt, wer Steine und Erze aufschließt, Chemikalien herstellt, muß zugleich verpflichtet sein, Luft und Wasser sauber, den Boden ertragreich, die Pflanzen- und Tierwelt lebensfähig und die Harmonie des Lebensraumes insgesamt intakt zu halten. Alle Ausbeutung der Naturgüter muß hier eine selbstverständliche Grenze finden.

POLITISCHE ANERKENNUNG

Um die Ziele des Umweltschutzes zu erreichen, sind zweifellos manche Lücken der Gesetzgebung zu schließen. Indessen fehlt es weniger an Gesetzen und Vorschriften, als an der Entschlossenheit und dem Willen der Verwaltung, die vorhandenen Gesetze anzuwenden, d.h. ihre Einhaltung notfalls zu erzwingen. Es mangelt auch an Personal zur Überwachung. Außerdem wird die Verwaltung nur zu oft auf politischer Ebene zurückgepfiffen.

Umweltgesundheit ist nicht weniger wichtig wie Wirtschaftswachstum. Auf diesen beiden Säulen beruht unser Wohlstand. Die tiefen Gründe für die bisher relative Nichtachtung des Naturschutzes liegen im politischen Feld. Die Hauptforderung des Umweltschutzes ist seine p o l i t i s c h e A n e r k e n n u n g . In der Rangordnung politischer Prioritäten muß ihm eine zumindest gleichberechtigte Stellung neben Wirtschafts- und Verkehrspolitik eingeräumt werden. Umweltschutz ist echte Sozial- und Gesundheitspolitik.

So muß im politischen Feld noch manche Einsicht gewonnen werden, damit die Verwaltung handeln kann. Es bedarf einer U m w e l t p l a n u n g a u f l a n g e S i c h t . Es bedarf der Suche nach umweltfreundlichen Techniken. Es ist notwendig, Landschaftsschäden vorher zu verhindern, damit sie nicht mit weitaus höheren Aufwendungen nachträglich beseitigt werden müssen. Wir werden lernen müssen, auf Wachstumsraten der Industrie auch einmal verzichten zu können, wenn sie örtlich nur mit unerträglicher Luftverunreinigung oder anderer Verschwendung der natürlichen Lebensgrundlagen erkaufte werden müssen. Wir brauchen auch i n t e r n a t i o n a l e K o n v e n t i o n e n , um die Hemmnisse der Konkurrenzverzerrung zu überwinden.

Die Staubbelastung des Ruhrgebietes ist rückläufig. Das ist ein großer Teilerfolg. Die Abgasbelastung ist es nicht. Zwar steigen die Schornsteinhöhen, es steigen allgemein aber auch die Gas-Emissionen, da die Installationen von Absorb-

tionsanlagen selbst bei den Großemittenten noch eine seltene Ausnahme ist. Dementsprechend weiten sich die Abgasschäden flächenmäßig weiter aus. Deutlich zeigt dies z.B. der Gesundheitszustand der Waldgebiete nördlich der Lippe.

Die unterschiedliche Wirkung der Abgase auf das empfindliche Landschaftsobjekt Wald, das nicht nur Produktionsstätte für Holz sondern auch bevorzugter Naherholungsraum der Bevölkerung ist, konnte schon 1959 bei der II. Internationalen Tagung unseres Arbeitskreises in Bochum in zwei Zonen ungleicher Intensität kartiert^{*)} werden: Eine Zone mit deutlich nachweisbarer Wachsminderung auf damals mindestens 3000 qkm Fläche (darunter rd. 25 000 ha Wäldern) und innerhalb derselben eine Sterbezone für Fichten- und Kiefernwald von etwa 1400 qkm Fläche, in der rd. 6200 ha Wälder vorhanden sind.

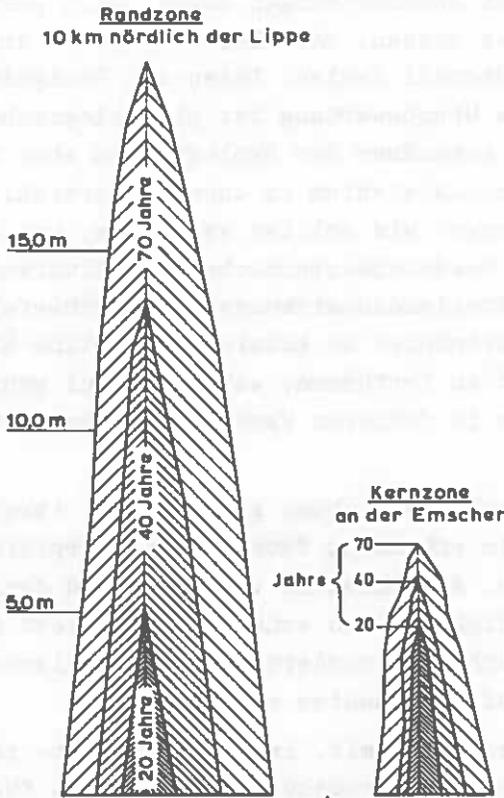
Nadelholzbestände sind empfindliche Immissions-Indikatoren in der freien Landschaft. Ihr Lebensalter ist deutlich verkürzt. Das Höhenwachstum der Bäume leidet stärker als das Dickenwachstum. Sie flachen die Krone ab, wachsen anstatt in die Höhe vermehrt in die Äste und versuchen sich damit aus den Höhenschichten besonders starker Abgaszuwehung herauszuhalten. Die Folge ist ein ausgesprochener "Immissionshabitus" der Bäume und Waldbestände, der in dieser Besonderheit das Bild der Industrielandschaft und ihren Erholungswert wesentlich mitbestimmt.

Die beigegefügte Gegenüberstellung der aus Mittelstammanalysen gewonnenen Schaftwuchsbilder (näheres dazu siehe Forstarchiv 1971, S. 165 - 172) mag das Phänomen durchaus meßbarer Gesundheitsminderung pflanzlicher Lebewesen durch die Luftverunreinigung im Ruhrgebiet beispielhaft veranschaulichen. Besonders interessant dürfte dabei der Nachweis sein, daß das Wachstum der ersten 20 Jahre kaum vermindert ist. Erst wenn die Bäume etwa dieses Alter und ungefähr

*) Karte siehe Handbuch für Landschaftspflege und Naturschutz, Band 3, S. 14, BLV München.

5 m Höhe erreicht haben, beginnt die Wuchshemmung. Ich freue mich, daß zu diesen frühen Versuchen, die großflächige Belastung der Landschaft an Ruhr und Lippe durch Immissionen nachzuweisen, heute elf Jahre später Aussagen getroffen werden können, die sie mit verbesserter Methodik bestätigen und ergänzen.

Schaftanalysen 70 jähriger Kiefern aus dem Ruhrgebiet



Wachstumsvergleich

Bestandeshöhe	19,7	6,8 m
Ø in Brusthöhe	27,0	13,8 cm
Holzmasse je ha.	401	38 fm
Wert je ha.	20050,-	1,520.- DM

IMMISSIONSÖKOLOGISCHE GESAMTAUSWERTUNG

Als einer der Begründer dieser Arbeitstagungsreihe 1957 und Veranstalter der II. Tagung 1959 hier im Ruhrgebiet erlaube ich mir, einen Wunsch des Umweltschutzes an diesen Kongress zu äußern. Es ist der, über der Behandlung so vieler Einzelprobleme die Einordnung der Details in das Gesamtbild nicht zu vergessen.

Die moderne Wissenschaft hat sich ganz allgemein immer mehr in experimentelle Richtung entwickelt. Die Denkarbeit, welche nach Zusammenhängen sucht, wird geringer eingeschätzt als das Messen, daß bloße Tatsachen erfaßt. Mit Akribie werden überall Zahlen, Daten und Ereignisse zusammengetragen. Die Überbewertung der physiologisch-chemischen Arbeitsrichtung gegenüber der ökologischen aber führt zunehmend zum Spezialistentum in unserem Bereich. Um es noch deutlicher zu sagen: Wir sollten vermeiden, uns zu Spezialisten z.B. für Gewächshausversuche oder Fluorwasserstoff einerseits und Freilandauswirkungen oder Schwefeldioxid andererseits auseinander zu entwickeln. Solche Einseitigkeit verleitet leicht zu Irrtümern, wobei ich auf mehrfach genannte Beispiele in früheren Veröffentlichungen verweisen darf.

Zum Wesen wirklicher Forschung gehört auch, ihre Erkenntnisse mit bereits erkannten Tatsachen zu vergleichen, an diesen zu messen, mit ihnen zu verbinden und damit ökologische Gesetzmäßigkeiten zu erhärten, die nicht nur der Überprüfung standhalten sondern auch den logischen Schluß von Bekanntem auf Unbekanntes erlauben.

Es ist wenig erreicht damit, immer wieder neue physiologische oder chemische Versuchsergebnisse, die für den speziellen Fall gelten, nebeneinander zu stellen. Es bedarf ihrer Zusammenschau mit dem Ganzen, der geistigen Einordnung jedes Versuchsergebnisses in das Wissensgebäude. Erst die Prüfung der Gültigkeit des Festgestellten am Ge-

sambild und seine Ergänzung über den ursprünglichen Stand hinaus führt zum Fortschritt der Erkenntnis. Die Verengung des Gesichtsfeldes aber gefährdet besonders die Entwicklung der Wissensgebiete, bei denen die Zusammenhänge wichtiger sind als die Einzeltatsachen. Ein solches Gebiet ist auch die Immissionsökologie.

Der heutige Umweltschutz ist so realistisch, nicht etwa "absolut" reine Luft zu fordern. Er weiß, daß es sie in den Industrieländern nicht mehr geben kann. Er muß aber überall in unserem Lebensraum Landschaft so reine Luft wie technisch möglich fordern, damit Gesundheit, Ertragskraft und Schönheit der Landschaft erhalten bleiben. Dies zu garantieren, ist eine kulturpolitische Aufgabe ersten Ranges, der der Staat und alle seine Bürger gerecht werden müssen.

DEMANDS OF NATURE PROTECTION IN AIR POLLUTION CONTROL

BY K. F. WENTZEL

Hessisches Ministerium für Landwirtschaft und Forsten, Wiesbaden.

In today's age of technology and affluence, nature protection means chiefly the preservation and conservation of the *natural foundations of life*, viz. air, water, soil, flora, and fauna. Nature protection has gone far beyond the conservation of rare plants and animals, and has become 'environmental conservation'.

Within environmental conservation, air hygiene has become a social-political task of the first importance for mankind. Early calls by scientists have been incorporated into urgent appeals by authoritative politicians of the most powerful nations in the world, e.g. Kennedy 1962, Johnson 1965, Nixon 1970 (USA), Organov 1965 (USSR). The Council of Europe made 1970 the European Conservation Year. In May 1970, the General Secretary of UNO, U Thant, demanded a *world authority* for environmental protection in UNO, as 'poison clouds and streams go beyond national boundaries'.

Appeals, congresses, fine speeches, demonstrations, published research results and more new experiments (however clear their message) are not enough. They can only be preliminary steps: the air *must* become cleaner.

Dust pollution in the Ruhr is on the decrease and this is a great success as far as it goes. Fume pollution is not. Its effect on forest, the sensitive landscape which is the preferred recreation area of the population, was mapped into two zones of different intensity as long ago as 1959 at the Second International Conference of Forest Fume-Damage Experts in Bochum: one zone with manifest growth reduction on at least 3,000 sq km, and within this a mortality zone of 1,400 sq km for conifer forest. Since 1959 its extent has by no means become smaller.

The biological forces are no longer sufficient to heal the pathological side-effects of technology and chemistry, which in themselves are progress only when they do not involve lasting disadvantages for life or avoid such disadvantages by *more* technology and chemistry.

Man needs cleanliness and peace in his 'living-space'. We will have to learn to be able to do without industrial growth rates if they can only be bought by locally unacceptable air pollution or other squandering of the natural foundations of life.

WALDRAUCHSCHÄDEN DER BLEI- UND STAHLINDUSTRIE IM VORALPENGEBIET JUGOSLAWIENS

von

Danimir KERIN

Agrokemijski laboratorij VAŠ, Marburg

E i n l e i t u n g

Die von der Bleihütte M e Ž i c a (unweit der österreichisch-jugoslawischen Grenze) ausgehenden Exhalationen werden durch die Röst- und Schmelzprozesse sulfidischer Bleierze verursacht. Die Abgase enthalten SO_2 und Schwermetallaerosole, welche vorwiegend aus Blei und Bleioxyden bestehen. Das Schadensgebiet hat einen Durchmesser von 30 km. Dies wurde von D. KERIN (1963) und Ž. KERIN (1968 a) durch Boden-, Pflanzen-, Luft- und Schneeanalysen nachgewiesen. Die Gesamteinwirkung der vegetationsgefährdenden Immissionen erstreckt sich auf eine Gesamtfläche von 800 ha, welche vorwiegend bewaldet ist. Das Bleiwerk hat einen täglichen Auswurf von 12 Tonnen SO_2 und rund eine Tonne Blei. Durch Pflanzen- und Bodenanalysen wurde festgestellt, daß die Bleikonzentration weiter reicht als die Kontamination durch SO_2 . Besonders umfangreich sind die Untersuchungen der Bleikontamination von Gemüse, welche in diesem Gebiet durch sieben Jahre von Ž. KERIN (1967, 1968 b) sowohl an Blattgemüse als auch an Knollengemüse durchgeführt worden sind.

Die Schadsymptome, wie Nekrosen, Verfärbungen und Entlaubung, sprechen eindeutig für Rauchschäden durch SO_2 , da sich die Schadintensität mit der Entfernung von der Exhalationsquelle verringert hat. Natürlich ist die Verteilung der Rauchschäden im Gelände nicht gleichmäßig, sondern es treten auch Windkanäle und Prallhänge auf, wie sie von K.F.

WENTZEL (1960) beschrieben wurden.

Ähnliche Waldrauchschäden treten auch durch die Abgase des Stahlwerkes R a v n e auf. Diese Abgase enthalten SO_2 sowie auch Schwermetallaerosole. Alle diese Stoffe sind an Pflanzenteilen der Waldbäume in erhöhter Konzentration nachweisbar.

M a t e r i a l u n d M e t h o d e

Die Boden- und Pflanzenproben wurden nach Anweisungen der Forstverwaltung an verschiedenen Stellen der Schadzonen entnommen.

Die Bodenproben wurden nach der von D. KERIN (1964) beschriebenen Methode auf den Gesamtschwefelgehalt untersucht. Nach völliger Oxydation mit Kaliumchlorat und der Entfernung aller Kationen durch Ionenaustauscher folgt eine komplexometrische Bestimmung oder Flammenatomabsorptionsmessung von Barium und die Berechnung des Schwefelgehaltes als Sulfat.

Bleibestimmungen am Pflanzenmaterial wurden nach der Methode von Z. KERIN (1968 c) nach nasser Veraschung mit redistillierter Salpetersäure mit Dithizon durchgeführt.

Der Schwefelgehalt der Pflanzenproben wurde nach oxydativer Veraschung mit Na_2O_2 nach W. OELSCHLAGER (1956) bestimmt. Der Schwefeldioxydgehalt in der Außenluft wurde mit dem "Ultragasgerät" der Firma WÖSTHOFF bestimmt.

Der Eisengehalt der Blattproben wurde mit alfa-alfa Dipyridil nach W. SCHOLL (1959) bestimmt.

Mit den Koniferennadeln wurde auch der "Trübungstest" nach HÄRTEL (1960) durchgeführt.

E r g e b n i s s e

1. Rauchschadensgebiet der Bleihütte Mežica

Die Mehrzahl der untersuchten Böden wiesen einen erhöhten Schwefelgehalt auf, wobei der Schwerpunkt der Werte im Bereich von 0,11 bis 0,40 % Sulfat lag (Tabelle 1). Es konnten keine Hinweise auf die versauernde Wirkung von SO_2 auf die Bodenreaktion gefunden werden. Mehr als die Hälfte der Böden mit erhöhtem Sulfatgehalt hatten pH-Werte über 6,5. Einige Böden sind auch karbonhaltig.

Tabelle 1: Sulfatgehalt im lufttrockenen Boden

SO_4 (%)	Anzahl der Proben	% der Proben
bis 0,10	4	9
0,11 - 0,15	19	40
0,16 - 0,20	11	23
0,20 - 0,40	9	20
0,40 - 0,60	1	2
0,61 - 1,00	3	6
Gesamtprobenzahl	47	100

Der Durchschnitt des Sulfatgehaltes der Fichtennadeln aus industriefreier Gegend beträgt 0,29 %; im Stadtgebiet in der Nähe mit Kohle betriebener Eisenbahnen usw. lag der Schwefelgehalt bei 0,41 % Sulfat, ohne daß Schadenanzeichen auftraten. Der erhöhte Schwefelgehalt der Pflanzenproben aus dem genannten Untersuchungsgebiet ist aus Tabelle 2 zu ersehen.

Tabelle 2: Sulfatgehalte der beschädigten Laub- und Nadelproben

Sulfat in der Trockensubstanz %	
Kiefer	0,51 bis 1,25 1)
Fichte	0,60 bis 1,29 1)
Lärche	0,62 bis 1,44
Buche	0,46 bis 1,25
Ahorn	0,99 bis 1,23

1) Nadelproben: Gemisch aus gleichen Teilen ein- und zweijähriger Nadeln

Der Bleigehalt der Nadelproben betrug 24 bis 1.136 mg Pb/kg Trockensubstanz mit dem Schwerpunkt 100 bis 300 mg Pb/kg.

Tabelle 3: Bleigehalt der Nadelproben

mg Pb/kg T.S.	Anzahl der Proben	% der Proben
bis 30	2	9
30 - 50	5	23
50 - 70	2	9
70 - 100	1	4
100 - 200	6	27
200 - 300	3	14
300 - 500	0	0
über 500	3	14
Summe	22	100

Die Laubproben wiesen etwas niedrigere Bleigehalte (von 34 bis 770 mg Pb/kg T.S.) als die Nadeln auf. Der Schwer-

punkt lag im Bereich von 100 bis 200 mg Pb/kg mit 41 % der untersuchten Proben.

Fichtennadeln aus industriefreier Gegend enthalten 3 mg Pb/kg, Buchenblätter aber 1,4 mg Pb/kg T.S.

Im Gebiet der Rauchscha-denuntersuchung wurden mit einem automatisch registrierenden Gerät an verschiedenen Stellen, wo sichtbare Schadsymptome an der Vegetation auftraten, Durchschnittskonzentrationen von 0,2 bis 0,5 mg SO₂/m³ Luft gemessen. Zeitweise traten auch kurzzeitige Spitzen auf, wobei Konzentrationen bis 5 mg SO₂/m³ Luft erreicht wurden. Oft wird auch stundenlang SO₂ in niedriger Konzentration von 0,10 mg SO₂/m³ gehalten.

2. Rauchscha-densgebiet des Stahlwerkes R a v n e

Innerhalb des Schadscha-densgebietes wurden 78 Nadelproben (ein- und zweijährige Nadeln) von Fichten und Kiefern entnommen. Die Ergebnisse der Analyse des Schwefelgehaltes und ihre Verteilung gehen aus Tabelle 4 hervor.

Tabelle 4 Schwefelgehalt der Nadeln

	% der untersuchten Proben
a) Normalwerte bis 0,33 % SO ₄	9,3
b) Teilweise beschädigte Nadeln (0,34 - 0,60 % SO ₄)	35,0
c) Beschädigte Nadeln (0,61 - 1,0 % SO ₄)	44,0
d) Stark beschädigte Nadeln (über 1,0 % SO ₄)	11,7

Der Durchschnittswert in industriefernen Gebieten liegt bei 0,23 % SO₄, bei einem Höchstwert von 0,33 % SO₄ in der Trockensubstanz.

Aus den Analysenergebnissen geht hervor, daß 90,7 % der untersuchten Nadelproben einen erhöhten Sulfatgehalt aufweisen.

Dementsprechend sind auch die Werte des Trübungstestes nach O. HÄRTEL (1960) erhöht. Der Test ergibt bei Nadelproben aus industriefernen Gebieten Werte zwischen 29 bis 38, die man als normal anzusehende Grenzen des Testes betrachten kann.

Werte des T-Testes von 56 - 75 (mittlere Schädigungsstufe) hatten 30 % der untersuchten Nadelproben; T-T-Werte über 75 (starke Schädigungsstufe) hatten 46 Proben oder 60 %. Erhöhte Trübungstest-Werte hatten insgesamt 90 % der untersuchten Proben.

Der Eisengehalt der Nadelproben aus industriefernen Gebieten lag zwischen 65 mg Fe/kg T.S. bis 190 mg Fe/kg. Der Durchschnittswert von 14 Vergleichsproben betrug 123 mg Fe/kg.

Der kleinste Wert im Rauchschadensgebiet des Stahlwerkes war 125 mg/Fe/kg, der größte dagegen 1.215 mg Fe/kg.

Die Untersuchungsergebnisse über den Eisengehalt sind in Tabelle 5 angeführt.

Der höchste Wert 1.215 mg Fe/kg ist das Zehnfache vom Durchschnitt der Normalwerte.

Über 40 % der untersuchten Proben hatten einen Eisengehalt über 400 mg/kg.

Tabelle 5: Eisengehalt der Nadeln

mg Fe/kg Trockensubstanz	Anzahl der Proben	% der Proben
bis 200	12	16
201 bis 400	32	41
401 bis 700	22	27
über 700	12	16
Summe	78	100

F o l g e r u n g e n

Die angegebenen Untersuchungsergebnisse lassen erkennen, daß den chemischen Untersuchungsmethoden der Luft, des Bodens und des Pflanzenmaterials eine entsprechende Stellung einzuräumen ist, um erforderliche Beurteilungsunterlagen zu schaffen.

Bei den konkreten Rauchsadensfällen metallurgischer Industrie können sowohl gasförmige, nichtmetallische Verbindungen, als auch Metallaerosole, die sich auf Boden und Pflanzen absetzen, als ein Kriterium für die Beurteilung der Rauchsäden und für die Abgrenzung der Rauchsadensgebiete dienen.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Die von der Bleihütte MEŽICA und von der Eisenhütte RAVNE ausgehenden Immissionen verursachen im Voralpengebiet unweit der österreichischen Grenze seit Jahren bedeutende Waldrauchsäden. Die Gesamtwirkung der vegetationsgefährdenden Immissionen erstreckt sich auf eine Gesamtfläche von über 2.000 Hektar.

Beim Röstprozeß der sulfidischen Bleierze entweichen täglich über 10 Tonnen SO_2 und Aerosole, die Blei und Bleioxyd enthalten, in die Atmosphäre.

Der Boden ist stark mit Schwefel und Blei angereichert. Über 90 % der untersuchten Kiefern- und Tannennadeln weisen einen erhöhten Schwefelgehalt auf.

Der Bleigehalt der Nadelproben aus industriefreien Gegenden beträgt 3 bis 6 ppm Pb; aus dem Rauchsadensgebiet der Bleihütte MEŽICA jedoch 24 bis 1.136 ppm/Pb, mit einem Schwerpunkt von 50 bis 200 ppm Pb in der Trockensubstanz.

Im Gebiet, wo sichtbare Waldrauchschäden auftraten, wurden Durchschnittskonzentrationen von 0,2 bis 0,5 mg SO₂/m³ in der Luft bestimmt. Bisweilen traten auch kurzzeitige Spitzen auf, wobei Konzentrationen bis 5 mg SO₂/m³ Luft vorkamen.

Der Eisengehalt der Nadelproben aus industriefreien Gegenden betrug im Durchschnitt 123 ppm Fe (65-190 ppm Fe). Über 80 % der untersuchten Proben aus dem Rauchscha- densgebiet der Eisenhütte RAVNE enthalten 200 bis 1.200 ppm Fe; der Schwerpunkt der Proben liegt im Bereich 200 - 700 ppm Fe.

Der Durchschnittswert des Trübungstestes aus industrie- freier Gegend liegt bei 29; 60 % der Nadelproben aus dem Rauchscha- densgebiet RAVNE haben dagegen Werte des Trübungstestes von über 75 (starke Schädigung), 30 % der Proben haben Werte des Trübungstestes zwischen 56 und 75, die man als mittlere Schädigung auffassen kann.

Die chemisch ermittelten Werte stimmen mit den sicht- baren Schadenszeichen in den untersuchten Gebieten der Nadelwälder überein.

L i t e r a t u r

- HÄRTEL, O. (1960): Über neuere Erfahrungen mit dem "Trübungstest".
Der Forst- und Holzwirt, Heft 13.
- KERIN, D. (1963): Schädigung der Pflanzen durch die Exhalationen der Zink- und Bleiindustrie.
Chemie & Industrie 90, p. 259.
- KERIN, D. (1964): Komplexometrische Gesamtschwefelbe- stimmung im Boden.
Agrochimica (Pisa), VIII, 3, p. 222.

- KERIN, Ž. (1967): Contamination of plant products by the industrial exhalation of lead.
Hrana i ishrana (Beograd), VIII, II-12, p. 729.
- KERIN, Ž. (1968 a): Lead - contaminated vegetables in the Mežica Valley.
Nova Proizvodnja (Ljubljana), XIX, 4, p. 120.
- KERIN, Ž. (1968 b): Verunreinigung von Gemüse aus Emissionen einer Bleihütte.
Qualitas Plantarum et Materiae Vegetabiles, XV, p. 372.
- KERIN, Ž. (1968 c): Bestimmung von Mikromengen Blei in pflanzlichem Material.
Mikrochimica Acta (Wien), 5, p. 927.
- OEISCHLÄGER, W. (1956): Schriften über Mangelkrankheiten, Heft 5, 6.
- SCHOLL, W. (1959): Spurenelementuntersuchung in Gesteinen, Böden und Pflanzen des Schwarzwaldes.
Diss. T.H. Karlsruhe.
- WENTZEL, K.F. (1960): Untersuchungen über die von einer Bleihütte ausgehenden Immissionen.
Berichte aus der Landesanstalt für Immission und Bodennutzungsschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, 63.

FUME DAMAGE TO FORESTS BY THE LEAD AND STEEL INDUSTRY IN THE FORE-ALPS REGION OF JUGOSLAVIA

BY DANIMIR KERIN
Agrokemijski Laboratorij, Visja Agronomska Skola, Maribor, Jugoslavia.

The fume pollution from the Mežica lead works and the Ravne iron works has for years caused damage to forests in the Fore-Alps region, not far from the Austrian border in Carinthia. The pollution threat affects a total area of over 2,000 hectares.

The roasting of the sulphidic lead ores releases over 10 tons of SO_2 and aerosols containing lead and lead oxide into the air every day.

There are large accumulations of lead and sulphur in the soil. Over 90% of the pine and silver fir needles investigated exhibited a high sulphur content. We consider values of up to 0.33% SO_4 (86% dry matter) as a normal value from an unpolluted area. The sulphate content of the needle samples from this region is 0.61 to 1.0% SO_4 ; in 10% of the samples studied it was over 1.0% SO_4 .

The iron content of needle samples from unpolluted areas averages 123 parts per million (65-190 ppm Fe). Over 80% of the samples investigated from the pollution area of the Ravne ironworks contained 200 to 1,200 ppm Fe; most of the samples were in the range 200-700 ppm Fe.

The lead content of the needle samples from an unpolluted area was 3 to 6 ppm Pb; from the Mežica lead works pollution area it was 30 to 500 ppm Pb, most of the samples being in the range 50 to 200 ppm Pb in the dry matter.

Using the Wösthoff 'Ultragasgerät' we carried out air analyses. The values lay on average between 0.1 and 0.2 ppm SO₂ in the air, and short-term peaks of 0.5 to 1.5 ppm SO₂ can occur.

The average value of the turbidity test from an unpolluted area is 29, whereas 60% of the needle samples from the pollution area gave turbidity test values of over 75 (severe damage), and 30% of the samples gave values between 56 and 75 (medium damage).

The chemical values agree with the visible signs of damage in the conifer forest regions investigated.

D I S K U S S I O N

BOHNE:

Wurden die geschädigten Pflanzenproben auf ihren Fluorgehalt untersucht?

KERIN:

Aus den chemischen Zusammensetzungen der Erze ist auf keinen Fluorgehalt zu schließen.

BOHNE:

Die Erze, die in die Sinteranlage eingebracht werden, enthalten durch ihre Verunreinigungen bis zu 300 mg % Fluor. Bei den auftretenden Temperaturen muß mit einem Freiwerden des größten Teiles dieses Fluors gerechnet werden.

KERIN:

Wir werden die Anregung aufgreifen und bei unserer weiteren Arbeit berücksichtigen.

KELLER:

Haben sie einen Fall von Bleivergiftung an Pflanzen feststellen können, die sich in Zuwachsverlusten zeigte und

wurde durch hohe Bleigehalte ein Spurenelementmangel induziert, z.B. Kupfer- oder Zinkmangel?

KERIN:

Wir konnten auch bei erhöhter Bleikonzentration keine sichtbaren Schädigungssymptome beobachten. Wir konnten aber feststellen, daß sich die Bleiimmissionen über das SO₂-Immissionsgebiet hinaus bis in eine Entfernung von 20 - 30 km erstreckten. Hinsichtlich der Spurenelemente konnten keine Zusammenhänge festgestellt werden

MATERNA:

Die Werte der Analysen bezüglich Blei und Eisen deuten darauf hin, daß die Nadeln nicht gewaschen wurden.

SCHOLL:

Bis zu welcher Höhe wurden Bleianreicherungen im Boden gefunden?

KERIN:

Die höchsten Werte liegen über 2.000 mg Blei pro 100 g Boden; in Entfernungen von 30 km waren noch 30 mg Blei/100 g Boden zu finden.

KELLER:

Wird das Blei im Boden verlagert?

KERIN:

Bei bearbeitetem Boden ist in 30 cm Tiefe noch eine gewisse Konzentration vorhanden; bei Wiesen, die nicht bearbeitet werden, ist bis 10 cm Tiefe ein erhöhter Bleigehalt festzustellen.

KLÄRUNG EINES RAUCHSCHADENSFALLES BEI KIEFERNBESTÄNDEN IM RUHRGEBIET

von

Helmut BOHNE

Bonn - Bad Godesberg

EINLEITUNG

Wer vor die Aufgabe gestellt ist, ein Gutachten über die Frage zu erstatten, ob die von Gärtnern, Land- oder Forstwirten an Pflanzen beobachteten Schäden durch Rauchgase aus dem von ihnen vermuteten Werk verursacht sind, steht oft beachtlichen Schwierigkeiten gegenüber. Daher ist es verständlich, wenn die Ansichten über die zur Klärung dieser Frage einzuschlagenden Wege in Fachkreisen nicht selten weit auseinandergehen.

Schwört die eine Seite auf Luftmessungen, ergänzt durch chemische Pflanzenanalysen, so stellen die Vertreter der Biologie und Landwirtschaft das Lebewesen, die Pflanze, in den Mittelpunkt ihrer Betrachtungen und lassen die Luftmessungen als mitunter wertvolles zusätzliches Hilfsmittel gelten.

Im Folgenden soll anhand eines Rauchschadenfalles an Kieferbeständen der Weg beschrieben werden, durch dessen Beschreiten in den letzten 16 Jahren zahlreiche Rauchschadenfälle im Gartenbau, Land- und Forstwirtschaft geklärt wurden.

70- bis 80-jährige Kieferbestände im Zentrum des Ruhrgebietes nahe beieinander gelegener Parzellen ließen seit einigen Jahren den Zuwachs vermissen. Ins Auge fallend waren deutlicher Krüppelwuchs im obersten Teil, schütterere Benadelung, das fast völlige Fehlen zweijähriger Nadeln sowie eine weit über das übliche Maß hinausgehende Zahl trockener Bäume, die alljährlich zu verstärktem Schlagen zwang. Dies wiederum begünstigte wegen des nunmehr möglichen verstärkten Einfalles von Licht eine starke Verunkrautung, so daß die Bestände im ganzen einen trostlosen Anblick machten.

Dies alles führte der Besitzer der Bestände auf Einwirkungen industrieller Immissionen zurück, wobei er auf Grund der im Ruhrgebiet noch immer vorherrschenden landläufigen Meinung das SO_2 als verantwortlicher Schadstoff ansah.

4 - 4,5 km südlich bis südwestlich der Kiefernbestände liegen nebeneinander 4 große Industrierwerke, von denen 3 Steinkohle verarbeiten, während das vierte petrochemische Erzeugnisse und Düngemittel herstellt.

I. BEOBACHTUNGEN AN DER PFLANZENWELT

Die erste und bei weitem wichtigste Aufgabe bei Klärungen von Rauchschadenfällen sind Beobachtungen an der Pflanzenwelt. Da sich die Einwirkungen von Immissionen niemals nur auf ein Objekt, in unserem Beispiele auf die Kiefern, erstrecken, vermittelte wiederholte eingehende Besichtigungen der im Umkreis um die vermuteten Rauchquellen befindlichen Vegetation wertvolle Aufschlüsse. Das gleichzeitige Vorkommen völlig abgestorbener und teils abgestorbener Bäume und Büsche sowie einseitig ausgebildeter, asymmetrischer Wuchs vieler Pflanzen sind untrügliche Kennzeichen für Einwirkungen von Immissionen und das Erkennen dieser Merkmale der erste erfolgreiche Schritt auf dem Wege zur Klärung von Rauchschadenfällen. Gestützt wird diese Feststellung durch Farbveränderungen, die sich bis zu einer Entfernung von ca. 3 km von der Rauchquelle durch den Übergang von grün über gelb nach braun kundtun. Das alljährliche Auftreten dieser Verfärbungen spricht gegen die immer wieder ins Feld geführten Einwände, wie unsachgemäße Düngung und Bodenbearbeitung, Pflanzenkrankheiten oder gar falsche Pflanzenwahl.

Da auch in dem vorliegenden Beispiel alle erwähnten Erscheinungen nach allen Himmelsrichtungen hin mit fortschreitenden Entfernungen von den vermuteten Rauchquellen an Intensität verloren und an den werkszugewandten Seiten stärker ausgeprägt waren, war bewiesen, daß aus dem Bereich der Standorte dieser Werke Rauchsäuren emittiert wurden. Darüber hinaus lehrten die

Farbveränderungen an den Pflanzen, daß die teils äußerst starken Schäden an der Vegetation nicht durch SO_2 , sondern durch fluorhaltige Rauchgase verursacht waren, wobei das unterschiedliche Ausmaß dieser Symptome im nächsten Bereich der Werke wertvolle Hinweise auf die Emissionsquelle ergab.

II. CHEMISCHE PFLANZENUNTERSUCHUNGEN

Herrscht jetzt auch Klarheit darüber, daß der dortige Bereich und somit auch der Standort der Kiefern in erheblichem Maße unter dem Einfluß fluorhaltiger Immissionen stand, so soll durch chemische Untersuchungen von Pflanzenteilen das bisherige Ergebnis gefestigt werden.

Voraussetzungen zur Erzielung sachgemäßer Ergebnisse bei diesem zweiten Schritt zur Klärung des Rauchschaufalles war die einwandfreie Probenahme. Zunächst war eine eingehende Betrachtung der auszuwählenden Pflanzen, wobei Beobachtungen über den Gesamteindruck, Größe der Blätter und Länge der Triebe an den einzelnen Seiten notiert werden, erforderlich. Bei der nunmehr folgenden Probenahme bedarf es neben der Angabe des Datums der schriftlichen Fixierung der Blattart und solcher Erscheinungen, wie aufgehellter oder schmaler oder breiter brauner Ränder sowie des Alters, also ob alte oder junge, d.h. nach Juni wegen Abfalles der alten im Juli bereits wieder gebildeter neuer Blätter. Da nach 8 Hauptwindrichtungen hin bis zu Entfernungen von 5 - 6 km von der vermuteten Rauchquelle zahlreiche Pflanzenproben entnommen wurden, bestätigten die Ergebnisse der chemischen Analysen die visuell beobachteten Schadbilder und sie waren der analytische Nachweis für Einwirkungen fluorhaltiger Immissionen im dortigen Bereich einschließlich des Standortes der Kiefern.

Werden diese für die Probenahme für erforderlich gehaltenen Gesichtspunkte nicht oder nicht genügend berücksichtigt, sondern werden statt dessen, wie es mitunter geschieht, die Blätter wahllos den Bäumen und Sträuchern entnommen, dann können allerdings die Ergebnisse der Fluoranalysen zu der Ansicht

verleiten, der Nachweis einer Fluorschädigung von Pflanzen sei durch Pflanzenanalysen nicht möglich. Eine noch so sorgsam ausgeführte Fluoranalyse vermag nämlich nicht das zu korrigieren, was bei der Probenahme außeracht gelassen wurde.

Wenden wir jetzt unsere Aufmerksamkeit 2 Abb. zu. Die erste zeigt die Lage der Werke und den Standort der Kiefernbestände sowie die Probenahmestellen. Eindeutig erkennbar ist die weit größere Zahl Punkte im Bereich zwischen den Werken und den Kiefern. Abb. 2 gibt die Ergebnisse einiger Fluoranalysen wieder.

Fluorgehalte von Birnenblättern (15.9.)

Nr.	Entfern.u.Lage zur Rauchquelle	Fluor mg %	Bemerkungen
1	0,5 km NO	24,2)	
2	5,0 km NO	12,3)	schwarzbraune Ränder
3	6,5 km NO	7,2	völlig grün
4	1,0 km N	11,9	schwarzbraune Ränder
5	6,5 km N	6,0	völlig grün
6	0,5 km S	11,0)	
7	1,5 km S	8,4)	völlig grün

Nach allen Himmelsrichtungen hin fielen die Fluorgehalte mit fortschreitenden Entfernungen von der Rauchquelle ab. Da die weit ab von dieser wachsenden Pflanzen in viel geringerem Maße fluorhaltigen Abgasen ausgesetzt waren, konnten sie sich im Laufe der Vegetation mit Fluor erheblich anreichern, ohne daß ihre Blätter ihre grüne Farbe verloren. Dies beweist einmal mehr, daß der Fluorgehalt allein kein Maßstab für die Beeinträchtigung der Pflanzen zu sein braucht, es sei denn, es ginge um die Beurteilung der Brauchbarkeit des Futters für das Rindvieh. Schließlich lehrt die Übersicht, daß die Fluorgehalte und die Verbrennungen an den Blättern in nordöstlicher Richtung am größten waren. Noch nahe dem Standort der Kiefern (Probe Nr. 2) hatten die Blätter schwarzbraune Ränder und einen Fluorgehalt von 12, 3 mg %. Somit konnte kein Zweifel

bestehen, daß auch die Kiefern in beachtlichem Umfange diesen Immissionen ausgesetzt waren. Hierüber wiederum unterrichtet die folgende Abb. 3.

Fluorgehalte v. Kiefernadeln			
mg % F			
Jagen	2-jähr.N.	1-jähr.N.	
11 b	14,2	4,9	Berücksichtigen wir, daß zwei-jährige Nadeln in industrie-freien Gegenden durchweg 0,2 mg % und einjährige 0,1 mg % F enthalten, dann erkennen wir leicht, in welchem Umfange die Kiefernbestände unter dem Einfluß fluorhaltiger Immissionen ge-standen haben.
11 g	10,8	3,1	
12 a	10,0	3,9	
C	4,8	2,4	
Normal- werte	0,2	0,1	

Insgesamt gesehen haben unsere Bemühungen zur Klärung des Rauchschadenfalles zwei wesentliche Erkenntnisse erbracht:

1. Auf Grund der Beobachtungen an der Pflanzenwelt und des Ausfalles der Fluoranalysen emittiert nur eines der vier Industrierwerke in solchem Ausmaße fluorhaltige Abgase, daß derartige Beeinträchtigungen an der Vegetation entstehen und derartig hohe Anreicherungen von Fluor in Pflanzenteilen stattfinden konnten.
2. Auch die Kiefernbestände blieben von diesen Abgasen des Werkes nicht verschont.

Wäre damit der Fall auch geklärt, so ist es, vornehmlich um den Gerichten ihre Entscheidung zu erleichtern, vorteilhaft, kurz darzulegen, warum aus dem als Emittenten erkannten Werk auf Grund des Fabrikationsprozesses nicht unbeträchtliche Mengen Fluor freiwerden können. Es genügt in diesem Kreise der Hinweis, daß beim Aufschluß von Rohphosphaten mit Salpetersäure fluorhaltige Abgase entweichen.

Der durch Jahrringmessungen erbrachte Nachweis der zeitlichen Übereinstimmung zwischen Beginn der Düngerproduktion und Beginn des völligen Stillstandes des Dickenwachstums der Kiefern war eine zusätzliche Bestätigung über die Rauchquelle. Die nächste Abb. 4 zeigt deutlich das Aufhören weiteren Zuwachses ab 1956, also von dem Jahr an, in dem die Düngerproduktion

aufgenommen wurde.

Trotz dieser eindeutigen Klärung des Rauchschadenfalles bedarf es noch einiger zusätzlicher Darlegungen. Dies erscheint angebracht, weil die Beeinträchtigungen der Kiefernbestände nach Ansicht ihres Besitzers als eine Folge der Einwirkungen von SO_2 aus den kohleverarbeitenden Werken waren und weil dieses Gas auch heute noch von verschiedenen Stellen als der verbreitetste Schadstoff und die größte Gefahr für die Vegetation angesehen wird.

Eben aus diesen Gründen untersuchten wir die an 63 Stellen entnommenen Pflanzenproben auch auf ihre Schwefelgehalte. Die folgende Abb. 5 gewährt einen Einblick in eine Gegenüberstellung von Schwefel- und Fluorgehalten einiger Proben.

S-F-Gehalte von Birnenblättern

Probe Nr.	% SO_3	mg % F
1 gr. Teil	1,17	10,4
br. Rand	1,41	34,7
2 gr. Teil	1,63	10,7
br. Rand	1,63	23,8
3 gr. Teil	1,29	12,3
br. Rand	0,85	21,8
4 gr. Teil	0,87	6,8
br. Rand	0,72	12,9

Die ausnahmslos überhöhten Schwefelgehalte sind die Folgen der Aufnahme von SO_2 aus der Luft. Wenn aber, wie bei Probe Nr. 2, der grüne Teil und der schwarzbraune Rand übereinstimmend 1,63 % SO_3 enthielten, und bei den anderen Proben die Ränder teils mehr und teils weniger Schwefel hatten als die zugehörigen grünen Teile, dann scheidet das SO_2 als Ursache der starken Nekrosen aus. Die

Fluorgehalte, die ohne Ausnahme in den Rändern viel höher waren, besagen, daß diese durch Fluorimmissionen hervorgerufen wurden.

Bleibt noch die Frage, warum nicht die kohleverarbeitenden Werke Urheber der starken Fluorschäden sind.

Ganz abgesehen davon, daß die geschilderten starken Verbrennungen an den Pflanzen im nächsten Bereich dieser Unternehmen nicht beobachtet wurden, ist uns bislang kein Fall begegnet, bei dem im Einflußbereich solcher Werke derart lokal begrenzte Fluorschäden an der Pflanzenwelt auftraten. Dies besagt jedoch nicht, daß durch diese Werke kein Fluor emittiert wird. Das ständige Entweichen gewisser, wenn vielleicht auch nur geringer Mengen Fluorgase aus kohleverarbeitenden Werken sowie

aus metallschmelzenden Werken aller Art - einschließlich der Hochöfen - hat einen gewissen Fluorpegel zur Folge. Da beide Arten von Industriebetrieben im Ruhrgebiet sehr zahlreich vertreten sind, brauchen wir uns wegen des nunmehr schon jahrzehntelangen Einwirkens dieser Gase über das Dahinvegetieren und den ständigen Rückgang der Koniferenbestände in dem industriereichsten Teil der BR nicht zu wundern.

Eben diese Erkenntnisse veranlaßten uns, bereits im Jahre 1962 darauf hinzuweisen, daß die Zahl der Fluor emittierenden Werke nicht geringer sei als die der SO_2 ausstoßenden und daß es die Aufgabe der an dieser Materie interessierten Fachkreise sein müsse, sich mit den Einzelheiten der technischen Chemie der Fabrikationsprozesse vertraut zu machen.

Bei unserer 16-jährigen Tätigkeit bei der Erstellung von Rauchschadengutachten waren bei Einwirkungen von Rauchsäuren durchweg fluorhaltige Immissionen Ursache der Beeinträchtigung der Pflanzenwelt und dies, obwohl in allen Fällen SO_2 hierfür verantwortlich gemacht wurde. Durch Beobachtungen an der Vegetation und aus den Ergebnissen der Untersuchungen vieler tausend Pflanzenproben wurde bereits vor 8 Jahren die Gewißheit erhalten, daß der weitaus größte Teil der im Gartenbau, Land- und Forstwirtschaft auftretenden Rauchgasschäden an der Pflanzenwelt durch fluorhaltige Verbindungen verursacht wird und daß die auch heute noch herrschende Lehrmeinung, wonach dies durch SO_2 bedingt sei, nicht länger haltbar ist.

Z U S A M M E N F A S S U N G

H. B o h n e

Für das äußerst schlechte Aussehen und den Stillstand des Dickenwachstums 70-80-jähriger, im Zentrum des Ruhrgebietes stehender Kiefern wurde das von mehreren etwa 4 km entfernten Kohle verarbeitenden Werken emittierte SO_2 verantwortlich gemacht.

Während der Vegetationszeit in einem weiten Umkreis um die Werke wiederholt durchgeführte Beobachtungen an der Pflan-

zenwelt - völlig oder einseitig abgestorbene Bäume oder Büsche, asymmetrischer Wuchs vieler Pflanzen, Farbveränderungen an den verschiedensten Pflanzenarten sowie Rückgang der Intensität dieser Erscheinungen mit fortschreitenden Entfernungen von den Werken nach allen Himmelsrichtungen hin - gaben Aufschluß über das Vorliegen von Rauchschäden sowie über die Lage der Emissionsquellen.

Charakteristische werkseitig stärker ausgeprägte Schadsymptome an Blättern sprachen für fluorhaltige Immissionen aus einem der vermuteten Industriebetriebe.

Da bei den Probenahmen, die sich im Juni und Oktober nach allen Himmelsrichtungen hin bis zu Entfernungen von 6 km von den Rauchquellen erstreckten, die an den Pflanzen gemachten Beobachtungen berücksichtigt wurden, bestätigten die Ergebnisse der chemischen Blattanalysen auf Schwefel und Fluor die bereits visuell gewonnenen Erkenntnisse bezüglich Schadstoff und Emittent. Bei Fluorgehalten von 24 mg/100 g TS in Blättern und 10-14 mg/100 g TS in Kiefernadeln ist jeglicher Zweifel über die Schadenursache ausgeschlossen.

Jahresringmessungen ergaben einen völligen Stillstand des Dickenwachstums ab 1956, d.h. genau seit dem Jahre, in dem von dem Emittenten die Produktion von Volldüngern (Aufschluß der Rohphosphate mit Säure) aufgenommen wurde.

Auch dieses Beispiel bestätigt die schon vor 8 Jahren geäußerte Auffassung, wonach der weitaus größte Teil der durch Rauchsäuren an der Pflanzenwelt auftretenden Schäden durch fluorhaltige Immissionen verursacht ist und dem SO₂ im Vergleich dazu eine nur untergeordnete Bedeutung beizumessen ist.

EXPLANATION OF A CASE OF FUME DAMAGE IN SCOTS PINE STANDS IN THE RUHR

BY DR. H. BOHNE

SO₂ emitted from coal-burning factories about 4 km to the south and southwest has been found to be responsible for the extremely poor appearance and stagnation of the diameter growth of pine stands 70-80 years old in the centre of the Ruhr.

During the growing season, observations on the vegetation were made repeatedly in a wide circle round the works. These revealed trees or bushes completely dead or killed off on one side, asymmetrical growth of many plants, colour changes on a wide range of plant species, and a progressive reduction in the intensity of these phenomena with increasing distance from the works in all directions. All these gave indications on the occurrence of fume damage and on the position of the pollution sources.

The injury symptoms on the leaves were characteristically more pronounced on the side nearer the works, this indicating fluorine pollutants from one of the works.

As the observations made on the plants were taken into account in the sampling (done in June and October at all points of the compass for distances up to 6 km from the fume sources), the results of the chemical leaf analyses for sulphur and fluorine confirmed the visual observations as regards toxic substance and pollution source. With fluorine contents of 24 mg% in leaves and 10-14 mg% in the pine needles, there can be no doubt as to the cause of damage.

Measurements of the annual rings showed that diameter increment ceased completely from 1956, i.e. precisely since the year when the pollution source started the production of complete fertilizers (treatment of crude phosphate with acid).

This example also confirms the opinion, already voiced eight years before, that by far the greatest part of the damage to plants due to acid fumes is caused by pollutants containing fluorine, and that SO_2 is of less importance by comparison.

D I S K U S S I O N

GUDERIAN:

Das Ergebnis der Beweisführung Dr. BOHNEs ist nicht in Zweifel zu stellen. Zur Methodik wäre aber zu erwähnen: Der Schwefelgehalt in den nekrotischen Pflanzenteilen kann je nach Immission einmal höher, gleich oder niedriger sein als in den grünen. Gegen die Ansicht, daß in Biersdorf Fluorverbindungen wesentlich beteiligt gewesen seien, sprechen die Schädigungssymptome, die Schädigungsreihe der einzelnen Pflanzenarten (z.B. die fluorempfindlichen Steinobstarten relativ gering geschädigt) und der niedrige Fluorgehalt in Pflanzenproben.

BOHNE:

Die gleichzeitige Immission von HF und SO_2 ist in vielen Gegenden existent; wenn sich die Schadsymptome gleichen, spricht dies nicht gegen die Beteiligung von Fluor; jedenfalls kann man auch nicht von reinen SO_2 -Schäden im Falle Biersdorf sprechen, wo nicht unbeträchtliche Mengen von Fluorgasen emittiert wurden.

Im besonderen ist immer die unterschiedliche Toxizität der beiden Schadstoffe im Betracht zu ziehen.

MATERNA:

Ich finde, daß Herr Dr. BOHNE die Gefahr einer SO_2 -Schädigung ein wenig unterschätzt. Wir haben im Erzgebirge Untersuchungen durchgeführt, wo nur geringe SO_2 -Konzen-

trationen auf die Bestände einwirken und ein Mitwirken von Fluor am Zustandekommen der Schäden vermutet wurde. Wir konnten aber nirgends eine Fluoreinwirkung nachweisen.

Bei einer weiteren Untersuchung in der Umgebung von Kraftwerken wurde am Rande und im Zentrum des Schadensgebietes in den einjährigen Nadeln der gleiche Fluorgehalt von 10 - 20 ppm gefunden, woraus geschlossen werden muß, daß die Fluoreinwirkung kaum eine ernste Gefahr darstellte.

KELLER:

Sie geben an, daß das Wachstum völlig zum Stillstand gekommen war; in der von ihnen gezeigten Abbildung waren aber doch deutliche Jahrringe zu sehen.

BOHNE:

Es wurden insgesamt 60 Stammscheiben untersucht, bei denen es zwar im strengen Sinn nicht zu einem Zuwachsstop, aber zu einer starken Reduktion der Jahrringbreiten gekommen ist.

KNABE:

Wir müssen Herrn Dr. BOHNE dafür dankbar sein, daß er auf das Fluor als Schadstoff hingewiesen hat; die Feststellung, daß SO_2 im Ruhrgebiet als Schadstoff ausscheidet, ist aber durch nichts bewiesen. Nur in Teilversuchen könnte diese Frage eindeutig geklärt werden. Durch Experimente müßte geklärt werden, ob es sich bei der Korrelation zwischen Analysenwerte und Schädigung nur um eine zufällige gehandelt hat oder ob ein kausaler Zusammenhang besteht.

NACHWEIS DER VERGRÖßERUNG VON IMMISSIONSWIRKUNGEN NACH ERRICHTUNG EINES KALORISCHEN KRAFTWERKES

von

Edwin DONAUBAUER und Klaus STEFAN

Institut für Forstschutz der Forstlichen Bundesversuchsanstalt
Wien

1 EINLEITUNG

Im Aichfeld, Steiermark, befinden sich einige Industriebetriebe, die seit einer mehr oder weniger langen Zeit Luftverunreinigungen verursachen. Es handelt sich vorwiegend um SO_2 -, Feststoff- und zu geringem Teil auch um HF-Emissionen. Im Jahr 1962 wurde zusätzlich ein kalorisches Kraftwerk in Betrieb genommen, das vor allem Braunkohle (Gesamtschwefelgehalt ca. 3,2 - 4 %) verwendet. Erst 1967 stellte sich uns die Aufgabe zu untersuchen, ob der neu hinzugekommene Emittent Schädigungen an nahe gelegenen Waldkomplexen verursache.

Die Ausgangssituation der Untersuchung war vor allem dadurch gekennzeichnet, daß weder vor Errichtung des Kraftwerkes noch unmittelbar nachher ausreichende Beweissicherungen und Erhebungen in forstlicher Hinsicht vorgenommen worden waren, weil man offenbar auf allen Seiten die Meinung gehegt hatte, daß zwar eine gewisse - unbekannte (!) - Grundbelastung bestehe, die hinzukommenden Emissionen aber keine wesentliche Verschlechterung der gesamten Immissionsituation mit sich bringen könne. Eine solche Einstellung erscheint zwar dem heutigen Rauchschadensexperten unerklärlich, ist aber in der Praxis überall dort nicht ungewöhnlich, wo nicht eine entsprechende Immissionsgesetzgebung die Erhebung von Fakten (Grundbelastung etc.) fordert.

Im vorliegenden Fall sollten wir außerdem mit dem fachlich vertretbaren Minimum an Arbeits- und Sachaufwand eine fundierte Aussage treffen. Die Situation und die durchgeführten

Untersuchungen mögen einen gewissen Modell-Charakter haben und dürfen daher hier in ihren wesentlichen Problemen und Ergebnissen vorgelegt werden.

2 MATERIAL UND METHODE

Für die Beurteilung der Ausgangslage wurde es als wichtiges Element angesehen, die emittierten Schadstoffmengen (SO_2) zu erheben. Weiters wurden auf Probeflächen, die in verschiedener Distanz zum Werk lagen, Nadelproben und Bohrkerne entnommen. Die Gewinnung der Nadelproben erfolgte am 6. und 7. Quirl von oben. Die Nadeln wurden nach Jahrgängen getrennt auf ihren Gehalt an Schwefel und Fluor analysiert. Die Bohrkerne - je 5 pro Fläche - wurden von vor- und mitherrschenden Bäumen entnommen. Die Messung der Jahrringbreiten wurde mit der POLLANSCHÜTZ'schen Bohrkernmeßlupe mit einer Ablesegenauigkeit von 0,1 mm durchgeführt. Die Verifizierung der Jahrringkurven erfolgte an Hand bekannter Samenjahre (z.B. 1958) und anderer markanter Punkte der Kurve. Zur Bestimmung des Wachstumstrends wurden mit wenigen Ausnahmen (wo dies infolge Kernfäule oder Baumalter nicht möglich war) 50 Jahrringe pro Baum erfaßt. Die Zuwachskurven von sämtlichen Einzelbäumen graphisch dargestellt und nach der Verifizierung wurden die Daten einer Probengruppe zusammengefaßt ausgewertet.

Die Ermittlung der Zuwachskurven und des sich daraus ergebenden Wachstumstrends erfolgte graphisch-rechnerisch mit Hilfe des Biegelinienausgleichgerätes von BITTERLICH. (Vgl. BITTERLICH 1965 u. 1967; RABENAU 1967). Das Gerät hat sich für derartige Untersuchungen bestens bewährt und gestattet eine ebenso einfache wie rasche Auswertung des umfangreichen Datenmaterials.

Eine Probefläche, die außerhalb des beeinflussten Gebietes lag, wurde als Null- und Vergleichsprobe herangezogen.

Zur Kenntlichmachung der etwaigen Zuwachsmindernden Schädigungen wurde nach der Methode der sogenannten 'relativen Indizes'

vorgegangen (vgl. POLLANSCHÜTZ 1966, VINŠ 1962), die es gestattet, klimatische oder sonstige allgemeine Einflüsse auf den Wachstumstrend zu eliminieren.

3 ERGEBNISSE

3,1 Die Emissionssituation:

Ab 1962 war ein deutlicher Anstieg der Jahressummen der emittierten SO_2 -Mengen erkennbar, der 1964 in einem Wert gipfelte, der um 147 % über dem Mittel aus 1960/61 gelegen war. Weiters ist zu entnehmen, daß die erhöhte Gesamt-Emission vollkommen auf die hinzugetretene Emissionsquelle zurückzuführen war.

Ohne diese wäre es sogar zu einer Entlastung der Immissionen gekommen. (S.Tab. 1 und Abb.1). Es ist zu beachten, daß der SO_2 -Ausstoß des Dampfkraftwerkes im Gegensatz zu den anderen Emissionen keineswegs in gleichmäßiger zeitlicher Verteilung erfolgte; betrachtet man nur die besonders gefährliche Zeitspanne von April bis Oktober, so zeigt sich, daß

1962	ein durchgehender Betrieb mit einer SO_2 -Emission v.7945t				
1963	eine dreimonatige Pause	"	"	"	v.5298t
1964	eine einmonatige Pause	"	"	"	v.11651t
1965	eine dreimonatige Pause	"	"	"	v.2978t
1966	"	"	"	"	v.3620t
1967	"	"	"	"	v.2916t

stattgefunden hatte. Nach dieser Gegenüberstellung scheinen die Waldbestände besonders in den Jahren 1962 - 64 gefährdet gewesen zu sein.

Die Emissionsspitzen sind auch in Zusammenhang mit der orographischen und meteorologischen Situation des Aichfeldes von Bedeutung: Das Aichfeld stellt ein inneralpines Talbecken dar, das vor allem durch die häufig auftretenden Kalmen gekennzeichnet ist (in manchen Monaten über 50 %). Von ganz besonderem Interesse sind weiters jene Wetterverhältnisse, die eine allmähliche Konzentrierung der Luftverunreinigungen bedingen: Es sind dies einerseits die häufigen Inversionen und andererseits die Nebeldecken, - beides Wetterlagen, die das

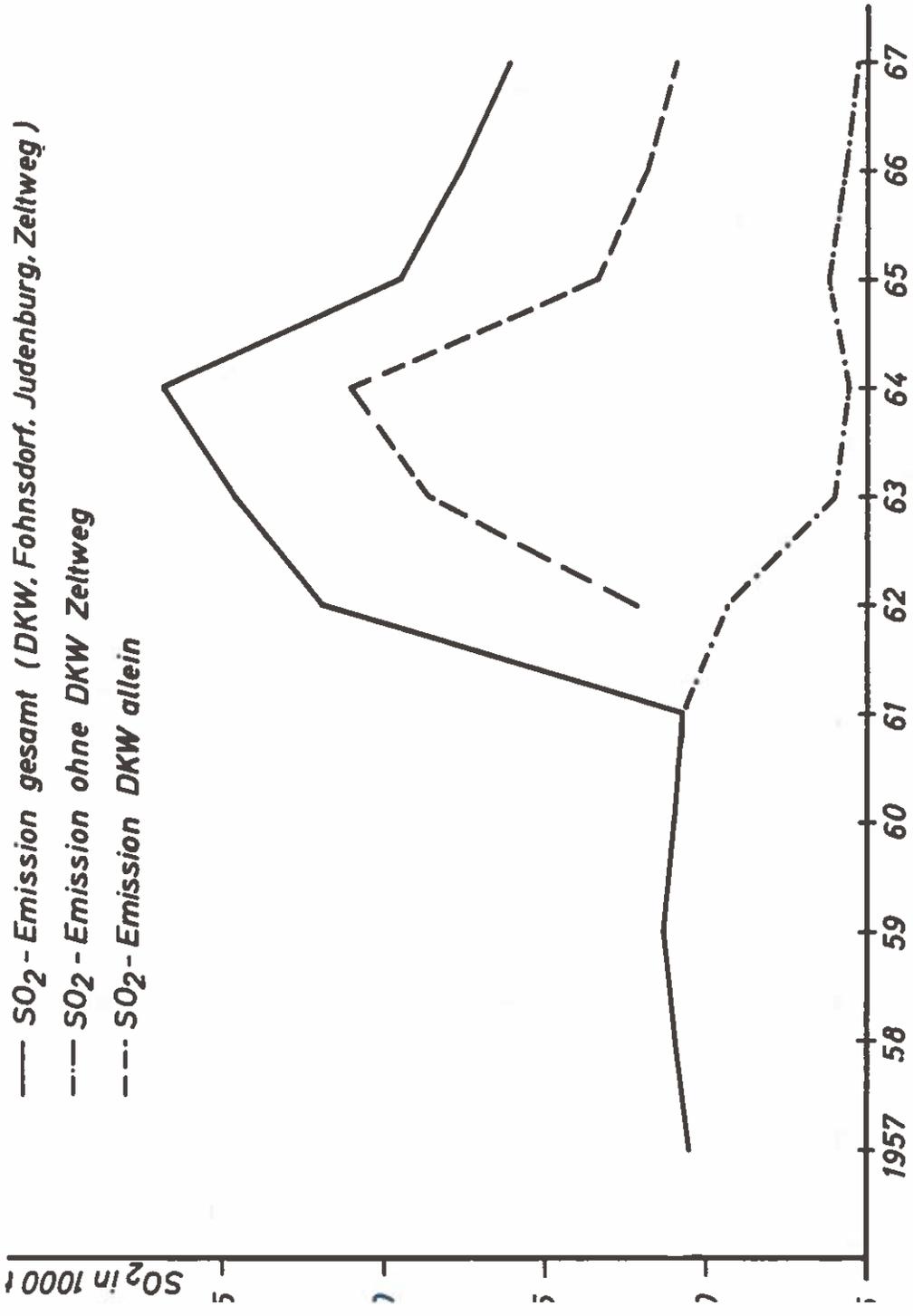


Abb.1: Die Jahressummen der Gesamtemission der Haunt.

Tal meist in einer Seehöhe von etwa 900 m wie mit einem Deckel abschließen und die oft sehr stabil sein können. Besonders im Spätsommer und Herbst treten mitunter wochen- bis monatelang Hochnebelperioden ein. In einem Gelände, das den raschen Abfluß und die Verteilung der Exhalate gestattet, müssen die oben genannten SO_2 -Mengen unter Umständen gar keine besondere forstliche Bedeutung erlangen. Im vorliegenden Fall können jedoch dieselben Quantitäten zu schwersten Schädigungen an der Vegetation führen. Um einen Begriff von diesen Umweltwirkungen zu gewinnen, haben wir ein einfaches Rechenbeispiel versucht: Unter der hypothetischen Annahme, daß sich die SO_2 -Emission unter einem Nebel-"Deckel" in 900 m S.H. anreichert und keinerlei Abfluß und dgl. Verluste (Absorption u.ä.m.) eintreten, ergibt sich ein verfügbarer Luftraum von $16.260,007.500 \text{ m}^3$. Die genannten Werke emittierten an Spitzentagen während der Vegetationsperiode zwischen rd. 110 und 125 t/ SO_2 in diesen Luftraum; dies ergäbe eine SO_2 -Belastung von über 7 mg/m^3 pro Tag. Dieser hypothetische Wert wird allerdings in der Praxis kaum eintreten, weil die unterlegten Voraussetzungen nicht voll erfüllt werden. Es muß jedoch erwähnt werden, daß stichprobenartig durchgeführte Luftanalysen (mit Hilfe von WÖSTHOFF-Gasspurenanalysen-Geräten) immerhin Spitzenwerte von rd. 3 mg/m^3 Luft ergeben haben.

3.2 N a d e l a n a l y s e n :

Die Ergebnisse der chemischen Nadelanalysen sind in der Tabelle 2 zusammengestellt. Nach den Untersuchungsergebnissen von STEFAN 1968 können bei der angewandten Analysenmethode die natürlich vorkommenden S-Gehalte einjähriger Fichten-Nadeln bis zu 0,08 % S i.d.Tr.S.reichen, bewegen sich aber mit 95 %iger Sicherheit in einem Bereich zwischen 0,04 und 0,07 %. Bei den zweijährigen Nadeln ist mit einem oberen Grenzwert des natürlichen S-Gehaltes von 0,11 % und bei dreijährigen von etwa 0,13 % zu rechnen. Der Schwefelgehalt der Proben eines Baumes kann von Jahr zu Jahr auch ohne Immission um $\pm 0,02 \text{ % S i.d.Tr.S.}$ schwanken.

Tab.1: Die SO₂-Emissionen/Jahr der Hauptemittenten im Aichfeld

Jahr	Emittent 1 t	Emittent 2 t	Emittent 3 t	Dampfkraftwerk t
1957	10.650	x)	x)	-
1958	11.050	x)	x)	-
1959	11.200	x)	x)	-
1960	10.800	206	65	-
1961	10.500	213	51	-
1962	9.350	231	68	12.244
1963	5.700	229	46	18.696
1964	5.350	265	40	21.271
1965	5.900	266	43	13.298
1966	5.450	255	40	11.932
1967	4.950	251	52	10.966

x) keine Angaben.

Tab.2: Die Schwefel- und Fluorgehalte von Fichtennadeln an 10 Probestellen im Aichfeld, Steiermark.

Probe	% S im Nadeljahrgang:					mg% HF:
	1967	1966	1965	1964	1963	1963
1	0,11	0,21	0,29	0,32	0,30	2,8
2	0,13	0,23	0,26	0,29	0,31	1,3
3	0,13	0,19	0,23	0,27	0,33	2,7
4	0,18	0,26	0,37	0,44	0,48	1,6
5	0,15	0,25	0,31	0,29	0,41	1,1
6	0,08	0,12	0,17	0,23	0,25	1,7
7	0,09	0,13	0,17	0,21	0,22	1,4
8	0,08	0,14	0,20	0,24	0,27	1,7
9	0,11	0,17	0,23	0,29	0,34	2,8
10	0,08	0,10	0,17	0,23	0,25	3,2

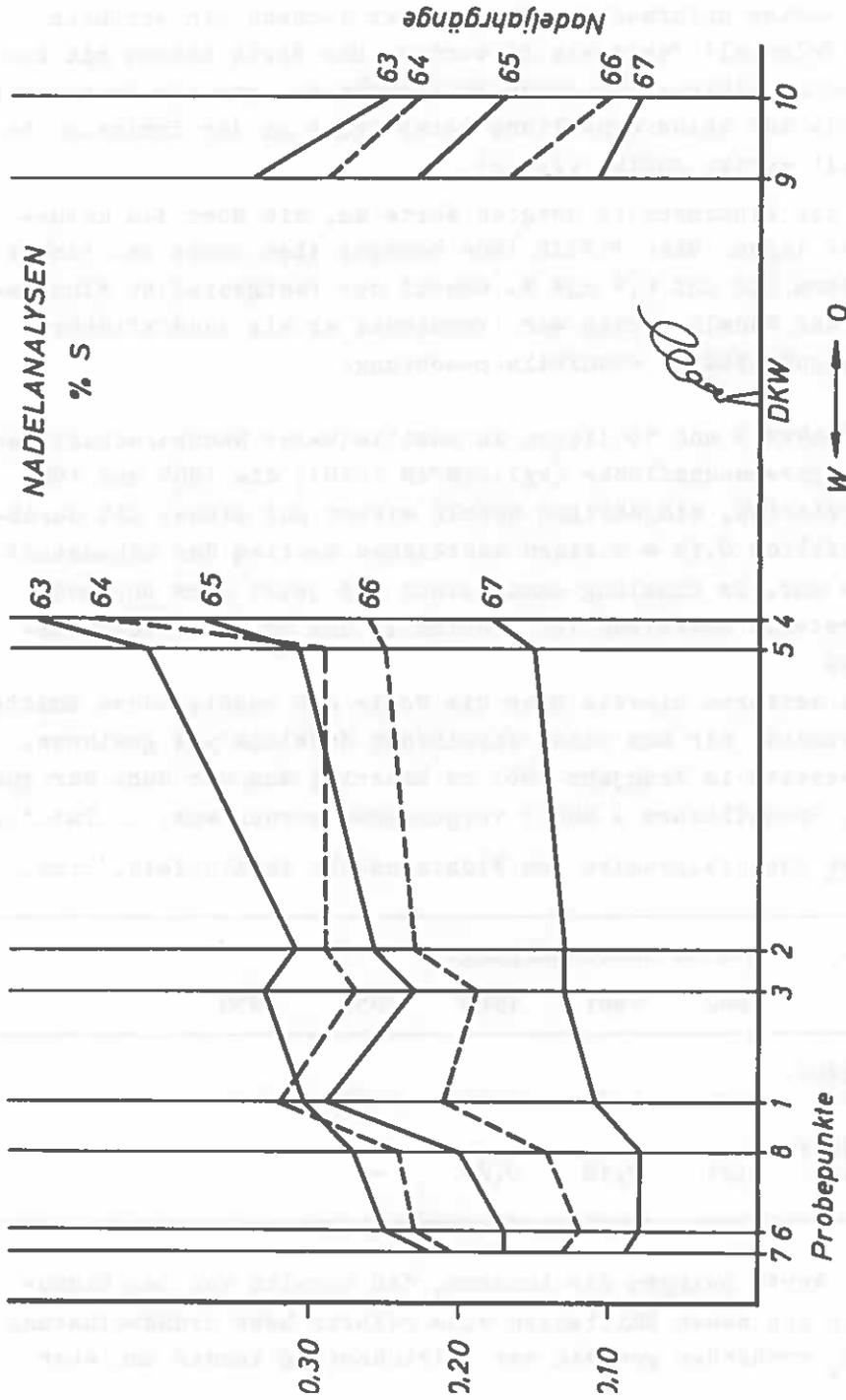


Abb. 2: Die Ergebnisse der chemischen Nadelanalysen in verschiedenen Entfernungen vom Dampfkraftwerk.

Im gesamten untersuchten Bereich war demnach ein erhöhter Schwefelgehalt festgestellt worden. Die Werte nahmen mit zunehmender Distanz vom neuen Emittenten ab, was als deutlicher Hinweis auf seine erhebliche Beteiligung an der Immission beurteilt werden mußte. (Abb.2).

Auch die Fluorgehalte zeigten Werte an, die über den natürlichen lagen. Nach PAVLIK 1964 bewegen sich diese bei Fichte zwischen 0,2 und 0,9 mg% F. Obwohl der festgestellte Fluorgehalt der Nadeln gering war, verdiente er als zusätzlicher Schädigungsfaktor ebenfalls Beachtung.

Die Punkte 9 und 10 liegen in unmittelbarer Nachbarschaft der Düngungsversuchsfläche (vgl. STEFAN 1970); die 1968 und 1969 analysierten, einjährigen Nadeln wiesen auf dieser mit durchschnittlich 0,19 % S einen deutlichen Anstieg der Schadstoffmenge auf. Im Einklang damit steht das jetzt mehr und mehr eintretende Absterben von Fichten in und um diese Versuchsfläche.

Einen weiteren Hinweis über die Rolle des zusätzlichen Emittenten konnten wir aus einer chemischen Nadelanalyse gewinnen, die bereits im Frühjahr 1963 an Material aus der Nähe der späteren Probestellen 4 und 5 vorgenommen worden war. (S.Tab.3).

Tab.3: Schwefelgehalte von Fichtennadeln im Aichfeld, Stmk.

Probe	% S im Nadeljahrgang:				
	1962	1961	1960	1959	1958
40-jähr. Fichte	0,21	0,21	0,24	0,32	0,32
15-jähr. Fichte	0,21	0,18	0,23	-	-

Diese Werte belegen die Annahme, daß bereits vor dem Hinzukommen des neuen Emittenten eine relativ hohe Grundbelastung an SO₂ vorhanden gewesen war. Gleichzeitig konnte man aber

auch erkennen, daß die Immission 1962 sprunghaft und beträchtlich zugenommen hatte. Nach den Analysendaten der mehrjährigen Nadeln zu schließen, hätten die Werte 1962 bei gleichbleibender Immission zwischen 0,12 und 0,15 % S liegen müssen. Da die tatsächlich gefundenen Werte weit darüber lagen, weist dies auf eine wesentliche Steigerung der Immission seit Mai/Juni 1962 (Entwicklungsbeginn dieses Nadeljahrganges) hin. Dieser Zeitpunkt deckt sich mit dem des Betriebsbeginnes des Dampfkraftwerkes.

3,3 Bohrkernanalysen :

Die Auswertung der Bohrkernanalysen hat ergeben, daß seit Inbetriebnahme der zusätzlichen Emissionsquelle auf den einzelnen Probeflächen eine - z.T. beträchtliche - Reduktion der Jahrringbreiten eingetreten war. (S.Tab.4). Die Ergebnisse ließen eine weitgehende Parallele zu den Nadelanalysen erkennen: Die stärkste Beeinträchtigung war auf den Flächen 4, 5 und 1, 2 zu verzeichnen. Das in den meisten Probeflächen seit 1965 bemerkbare Abklingen der Jahrringbreiten-Reduktion ging mit der allgemeinen (-und mit der des Dampfkraftwerkes-) Emissionssituation konform.

Die Anzahl der Proben reichte für die Untersuchung der Frage, ob und wo sich die zusätzlichen Immissionen in einer Reduktion der Jahrringbreiten ausgewirkt haben; als Mittel der qualitativen Diagnose war diese Bohrkernanalyse ausreichend, doch wäre die Probenanzahl für Berechnung der Schadenshöhe als zu gering anzusehen gewesen.

Alle gewonnenen Ergebnisse und besonders ihre zeitliche und räumliche Koinzidenz wiesen auf einen kausalen Zusammenhang zwischen der Inbetriebnahme des Dampfkraftwerkes und den immissionsbedingten Schädigungen hin. Die gewählte Kombination von chemischer Nadelanalyse und Bohrkernuntersuchung war imstande, auch noch Jahre nach der Änderung der Immissionsverhältnisse objektive Unterlagen für die Beurteilung zu liefern, womit sich diese kombinierte Diagnosemethode (DONAUBAUER et al.1965) auch für diesen komplizierten Fall als brauchbar erwiesen hatte.

Tab.4: Der Rückgang der Jahrringbreiten bei Fichte auf verschiedenen Probeflächen im Aichfeld 1962 - 1966.

Probe- fläche	1962 %	1963 %	1964 %	1965 %	1966 %
1	-	50	24	-	-
2	3	32	24	30	26
4	16	35	43	36	21
5	-	17	17	26	-
7	-	13	-	4	8
8	-	19	14	-	-
9	-	24	-	4	-
10	6	27	10	-	-
12	11	41	22	5	-

LITERATUR

- BITTERLICH, W., 1965: Das Biegelinien-Ausgleichs- und Interpolationsgerät. Allg.Forstztg., 76, 158-161.
- BITTERLICH, W., 1967: Die Ermittlung von Ausgleichskurven mit dem Biegeliniengerät (BAI). Mitt.d.Forstl. Bundesvers.Anst., 77/I, 107-112.
- DONAUBAUER, E., H.MANSCHINGER, J.POLLANSCHÜTZ, K.STEFAN & J. ZAWORKA, 1965: Forstschäden durch Industrieabgase. Exkursionsführer d.Öst.Forsttagung 1965, Forstl. Bundesvers.Anstalt, 28 pp.
- PAVLIK, A. 1964: Beiträge zur Resistenzzüchtung der Fichte und Kiefer gegenüber verunreinigter Luft. Diss. München 1964.
- POLLANSCHÜTZ, J., 1966: Verfahren zur objektiven "Abschätzung" (Messung) verminderter Zuwachsleistung von Einzelbäumen und Beständen. Mitt Forstl. Bundesversuchsanst. 73

- RABENAU, G., 1967: Biegelinien-Ausgleichs- und Interpolationsgerät von Bitterlich.
Allg.Forstztg., 78, 124-126.
- STEFAN, K., 1968: Über den natürlichen Schwefelgehalt von Fichtennadeln und seine Bedeutung für die Rauchschadensdiagnose.
Materialy VI Miedzynarodowej Konferencji,
"Wplyw Zanieczyszczeń Powietrza na Lasy",
Katowice, Polen, 297 - 312.
- STEFAN, K. 1970: Nadelanalytische Ergebnisse von einem Düngungsversuch in einem rauchgeschädigten Flechtenbestand. Vortr. Manusk., VII.Intern. Arbeitstg.Forstlicher Rauchschadenssachverständiger, 7.-11. Sept.1970, Essen, BRD.
- VINS, B., 1962: Pouziti letokruhových analýz k prukazu kourových škod. (Verwendung der Jahrringanalysen zum Nachweis von Rauchschäden).
Lesnictví 8, 263-280.

PROOF OF THE INCREASE IN POLLUTION EFFECTS AFTER THE CONSTRUCTION OF A THERMAL POWER STATION IN A FUME-DAMAGE AREA

BY EDWIN DONAUBAUER AND KLAUS STEFAN
Institut für Forstschutz der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, Vienna, Austria.

In 1962 an additional pollution source went into operation in a valley basin (Aichfeld) already suffering (to an unknown extent) from SO₂. Five years later an investigation was made to find out whether this had caused a demonstrable increase in pollution in the adjacent forest areas. In addition to recording the individual pollution values, chemical needle analyses and core analyses were made. The annual-ring curves and increment trend were determined by a graphical/computational method using Bitterlich's curve compensating instrument which has proved extraordinarily useful for such diagnoses. The results showed that the amounts of SO₂ emitted annually from the new source were up to three times those of the other SO₂ pollution sources. The orographic situation and the relative frequency of calms and inversions promote temporary increase in air pollutants, especially in the region below about 900 m above sea level. The results of chemical needle analyses from different years indicated an increase in the pollutant content in the direction of the new pollution source. The percentage content of sulphur in the 1967 analyses in 1-year needles was between 0.08 and 0.18; in 1969 the values reached 0.25% S, in part of the region, which indicates that the pollution varies greatly from year to year; this can be explained by the working of the new pollution source. The core analyses showed that since 1962 (especially 1963) an increment-inhibiting factor had arisen (decrease of up to 50% in ring widths). The coincidence in space and time of the different results enables us to draw the confident conclusion that the new pollution source has caused a considerable worsening of the forestry fume-damage situation in Aichfeld. By combining several methods of recording and investigation, it was still possible to prove this, even though prior investigations had not been made at the proper time to provide evidence.

EINFLUSS DER CHEMISCHEN INDUSTRIEIMMISSIONEN AUF DEN ZUWACHS VON KIEFERNBESTÄNDEN

von

Jan GRESZTA und Janusz OLSZOWSKI

Forschungsinstitut für den oberschlesischen Industriebezirk
der Polnischen Akademie der Wissenschaften, Zabrze.

EINLEITUNG

Die Ausdehnung und der Charakter der in Wäldern infolge industrieller Immissionen auftretenden Schäden erweckt ständig wachsende Beunruhigung nicht nur bei Fachleuten der Forstwirtschaft. Die Folgen dieser Schädigungen bestehen in der Hemmung des Zuwachses der Holzmasse auf vieltausend Hektar von Waldflächen, in der Herabsetzung der technischen Qualität des Holzes, der Degradation von forstlichen Standorten, in Veränderungen im Klima und in der Landschaft u.s.w. Rauchschäden in Wäldern bedeuten einen vollständigen Umsturz in der planmäßigen Forstwirtschaft und eine als Schutzmaßnahme angewandte Umgestaltung der bestehenden Baumbestände kann nur mit großem Kostenaufwand unternommen werden. Die vorliegende Arbeit bringt keineswegs eine generelle Lösung der Probleme, die mit der Einwirkung der chemischen Industrie auf Waldbestände verbunden sind.

Es treten hier zuviel einander beeinflussende Elemente auf, sodaß die durchgeführten Untersuchungen nur auf die Folgen hinweisen, die in Baumbeständen auftreten, die der Einwirkung von Immissionen der chemischen Industrie ausgesetzt sind.

FORSCHUNGSMETHODIK

a) U n t e r s u c h u n g e n i m G e l ä n d e

Die vorliegende Arbeit verfolgt den Zweck, den Einfluß der Emission eines chemischen Industriewerkes auf die umliegen-

den Baumbestände festzustellen. Das Werk liegt im mittleren Teil des oberschlesischen Hochlandes. Es bestand hier schon im 17. Jahrhundert an der Stelle des heutigen Betriebes eine Hütte, in der Blei- und Silbererze verarbeitet wurden. Später unterlag sie verschiedenen Umgestaltungen; zuerst in ein chemisches Werk, dann in eine metallurgische Anlage, in eine Zellulosefabrik und nachher wiederum in einen chemischen Betrieb. Gegen Ende des 19. Jahrhunderts stabilisierte sich das Produktionsprofil und das Werk begann seine Spezialisierung in der Erzeugung von Produkten und Halbfabrikaten auf der Basis von Verbindungen des Bariums, Zinks, Kupfers, Bors, Aluminiums und anderen. Nach dem Jahr 1945 erfolgte eine weitere sehr intensive Entwicklung des Werkes, wobei als Hauptprodukte Verbindungen des Bors und Bariums, Lithopone und weitere anorganische Verbindungen sowie Ruß erzeugt werden. Bei den Immissionsuntersuchungen wurde auch auf diese das Hauptaugenmerk gerichtet. Es wurde ebenfalls die Immission von Luftverunreinigungen mit der aus dem zentralen Teil des oberschlesischen Industriebezirkes zuströmende Luft berücksichtigt (Tab.1).

Die frühere, wie auch die derzeitige Produktion übt einen entscheidenden Einfluß auf die in unmittelbarer Nachbarschaft des Werkes befindlichen Baumbestände und Standorte. Die Schädigungen der Baumbestände wurden im Aspekt der Größe und Menge emittierter Verunreinigungen und der herrschenden meteorologischen Verhältnisse untersucht. Die Probeflächen wurden in drei Richtungen (NW, N und E) angeordnet, in verschiedener Entfernung von der Emissionsquelle (Abb.1). Außerhalb der Reichweite der Immission des Werkes wurden zwei Vergleichsflächen (X und XI) auf ähnlichen Standorten angelegt. Die Lage der Immissionsmeßstellen und der Untersuchungsflächen zeigt die Abb.1.

b) Analytische Untersuchungen

Die Bestimmung des Schwefeldioxydes erfolgte nach dem Kontaktverfahren mit Bleidioxid (PbO_2). Der Staubbiederschlag wurde

Tabelle 1: Mengen von Luftverunreinigungen in der Umgebung des chemischen Werks

Ort	Entfernung von der Emissionsquelle km	Richtung	Staubnieder- schlag G/m ² Monat	Menge der Teersub- stanzen G/m ² Monat	SO ₂ mg/m ²	Menge der einzelnen Elemente im Staub in mg/m ² Monat		
						Barium	Zink	Blei
	3,8	NW	8,68	0,23	0,033	381	0,03	0,07
	2,5	N	8,23	0,23	0,056	278	0,27	0,82
	1,4	N	8,40	0,17	0,070	594	0,42	0,91
	1,2	NW	15,73	0,26	0,070	595	0,36	0,55
	0,6	N	14,44	0,32	0,100	443	0,21	0,13
	0,8	E	11,36	0,26	0,098	732	0,12	1,16
	1,4	E	10,88	0,18	0,043	583	0,19	1,24
	2,1	E	10,30	0,25	0,057	467	0,21	0,92
	3,1	E	15,56	0,29	0,057	424	0,28	0,84

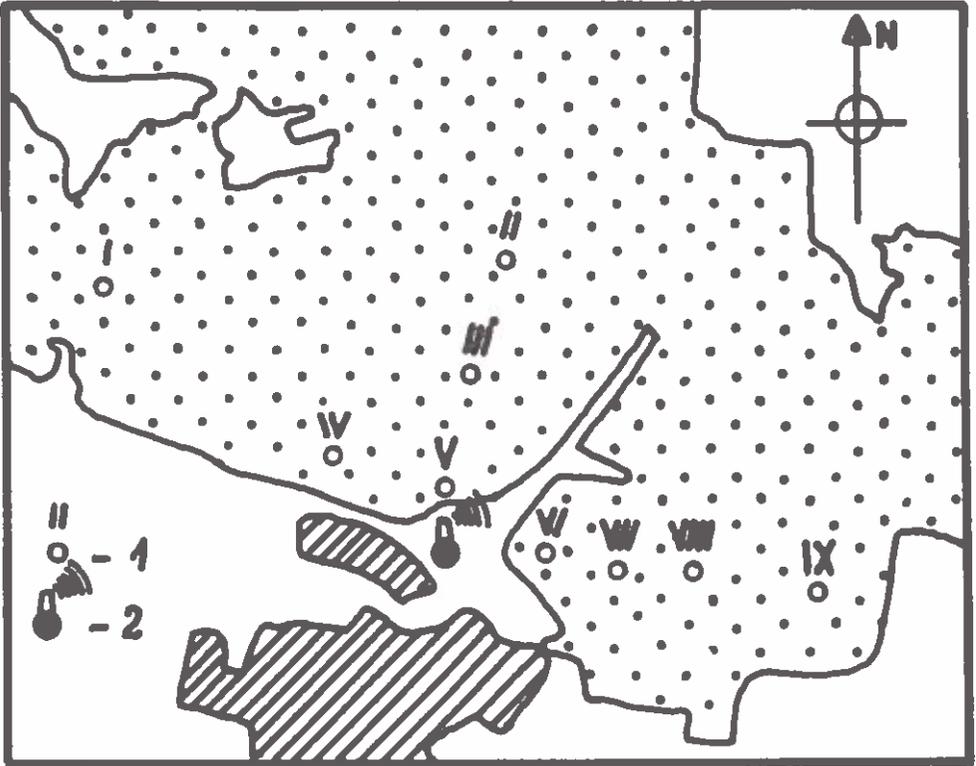


Abb.1: Verteilung der Probeflächen 1-Meßpunkt, 2-Emissionsquelle

nach der Niederschlagsmethode bestimmt. In den Stäuben wurde der Gehalt an Teersubstanzen sowie an Barium, Zink und Blei nachgewiesen. Auf den festgelegten Probeflächen wurden Bodenuntersuchungen durchgeführt sowie die Stammdicke der Bestände nach der Methode von Hartig berechnet. Die genaue Analyse wurde in Anlehnung an die vorherrschenden Bäume (II.Klasse n. Kraft) durchgeführt.

Für die Wahl der vorherrschenden Bäume sprach die Ansicht, daß auf deren Entwicklung die durchgeführten forstlichen Maßnahmen geringeren Einfluß hatten.

METEOROLOGISCHE VERHÄLTNISS E UND MENGE DER EMITTIERTEN VERUNREINIGUNGEN

Die Ausbreitung der Luftverunreinigungen steht im Zusammen-

hang mit der Richtung und Geschwindigkeit der Winde, mit der Häufigkeit von atmosphärischen Niederschlägen und auch mit dem Auftreten von Nebeln. Dies hat auch maßgebend die Verteilung der Probeflächen im Gelände beeinflusst. Im untersuchten Gebiet beträgt der Anteil der windstillen und schwach windigen (bis 2 m/sek) Tage im Jahr etwa 61%, der Tage mit Windgeschwindigkeiten von 2 - 5 m/sek. ca. 34 % und die restlichen 5 % fallen den Tagen mit Winden von über 5 m/sek zu. Somit haben 95% der Tage des Jahres Winde unter 5 m/sek. Was die Windrichtungen betrifft, kommen 21 % der Winde aus dem Nordwesten, 16,4 % aus dem Südwesten, 16 % aus dem Nordosten und 12,7 % aus dem Westen. Es entfallen also über 50 % der Winde auf den westlichen Teil der Windrose.

Die durchschnittliche Niederschlagsmenge beläuft sich in dem besprochenen Gebiet im Jahr auf 661 mm, wobei die Anzahl der Tage mit Niederschlägen 149 - 177 beträgt. Die höchsten Mengen von Schwefeldioxyd wurden an den Punkten V,VI,IV und III festgestellt, die dem Werke am nächsten liegen. Der größte Staubbiederschlag wurde an den Punkten IV,V,VI sowie VII,VIII und IX beobachtet. Alle drei zuletzt genannten Punkte liegen in südöstlicher Richtung. Auf gleicher Weise schlägt sich Barium, Zink und Blei nieder.

EINFLUSS DER INDUSTRIELLEN LUFTVERUNREINIGUNGEN AUF DEN STANDORT UND DIE BAUMBESTÄNDE

Die Anhäufung von Spurenelementen im Boden fand im Verlauf längerer Zeit statt und ist das Resultat lang anhaltender Staubbimmissionen in dem untersuchten Gelände. Eingehende Untersuchungen ganzer Bodenprofile haben erwiesen, daß der Gehalt an diesen Elementen mit zunehmender Tiefe der Schürfstelle abnimmt. Der Zinkgehalt beträgt in der Oberflächenschicht 7 bis 70 mg/100 g trockener Bodenmasse. In Tiefen von mehr als 100 cm schwankt die Zinkkonzentration von 4 bis 20 mg/100 g trockener Bodenmasse. Im Vergleich zu natürlichen Böden, die aus gleichartigen geologischen Gebilden entstanden, sind diese Werte als sehr hoch anzusehen. Der Bleigehalt

in den Oberflächenschichten (bis 25 cm) beträgt 8 bis 160 mg/100 g, trockener Bodenmasse, in tieferen Schichten 3 bis 88 mg/100 g. Das sind sehr hohe Werte, die anderswo in natürlichen Böden Polens nicht anzutreffen sind. Kupfer tritt in den Böden des untersuchten Gebietes in Mengen von 2 bis 28 mg/100 g tr. Bodenmasse auf.

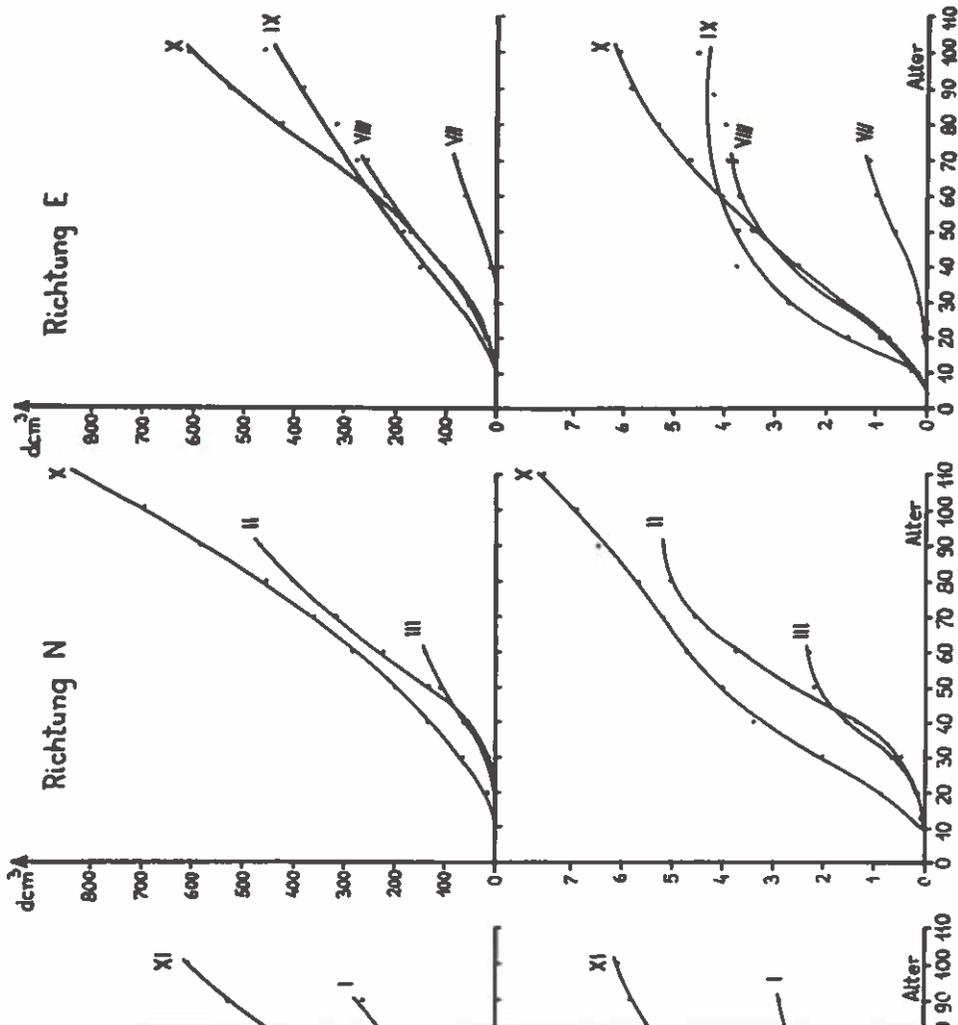
Der Gesamtschwefelgehalt schwankt von 0,03 % bis 0,65 %, was eine starke Versäuerung der Böden bewirkt. In unmittelbarer Nachbarschaft des Werkes beträgt der pH-Wert in KCl 2,8 bis 3,3 und zwar sowohl in den oberflächlichen wie auch in den tieferliegenden Schichten. Dies weist auf eine weitgehende Degradation der Böden hin.

Die stärksten Veränderungen wurden an höheren Pflanzen festgestellt. In der unmittelbaren Umgebung des Werkes sind alle Bäume abgestorben und es fand eine Umgestaltung der Pflanzformation von Holzgewächsen zu Graspflanzen ein, wobei an trockeneren Stellen *Calamagrostis epigeios*, an tiefer gelegenen *Molinia coerulea* vorherrschten.

In etwas weiterer Entfernung haben sich Birken erhalten, die verkümmertes Laub sowie Randnekrosen aufwiesen, die bis 1/3 der Blattfläche umfaßten. Die Schädigungen des Assimilationsapparates waren ähnlicher Art wie bei durch Fluorwasserstoff hervorgerufenen Schäden. Die vorherrschenden Kieferbestände wiesen auf den dem Werk am nächsten liegenden Probeflächen V und VI die stärksten Schäden auf. Der Nadelbaumbestand auf der Probefläche V ist gänzlich eliminiert worden. Auf der Fläche VI vegetiert er noch, doch befindet er sich am Absterben. Mit 39 Jahren besitzt er die Bonität V bei 0,78 Bestockung. Aus der analytischen Betrachtung weiterer Probeflächen ist zu ersehen, daß die Bonität und die Bestockung in dem Maß ansteigen, als die Entfernung vom Werk wächst. Der 60-jährige Baumbestand auf der Fläche III hat schon die Bonitätsstufe V und die Bestockung 0,6, während die von der Emissionsquelle in derselben Richtung weiter entfernte Fläche II bei höherem Alter (92 Jahre) die Bonität IV und die Bestockung 0,8 aufweist (Tab.2). Ähnlich besitzt der 64 Jahre alte Baumbestand

Tabelle 2: Charakteristik der untersuchten Baumbestände

Entfernung der Probestfläche der Emissionsquelle km	Richtung	Areal der Probe- fläche	Artenzusam- mensetzung des Baum- bestandes	Alter Jahre	Brust- höhen- stärke cm	Mittlere Höhe m	Bonität	Bestockung Holzmasse m ³ /ha
1,2	NW	0,40	Kiefer-1,0	64	13,7	10,5	V	0,3 47,67
3,8	NW	0,40	Kiefer-1,0	97	18,3	16,0	IV/V	0,75 155,93
1,4	N	0,40	Kiefer-1,0	60	14,7	11,5	V	0,6 76,23
2,5	N	0,40	Kiefer-1,0	92	23,1	18,0	IV	0,8 216,72
1,4	E	0,40	Kiefer-1,0	74	11,7	10,0	V	0,3 49,89
2,1	E	0,40	Kiefer-1,0	77	19,3	14,5	IV/V	0,45 95,44
3,1	E	0,40	Kiefer-1,0	113	27,5	17,0	IV/V	0,3 52,05
		0,25	Kiefer-1,0	128	35,7	25,0	II	0,9 446,48
		0,50	Kiefer-1,0	101	30,0	22,0	III	0,9 328,04



reinigungen sind vorherrschend: Schwefeldioxyd, Kohlenmonoxyd, Schwefelwasserstoff, Chlorwasserstoff und Stickstoffoxyde. Die festen bestehen aus Stäuben von Baryt, Borerz, Lithopon, Ruß und Kupferzunder.

Untersucht wurde der Zuwachs von Baumbeständen in drei Richtungen von der Emissionsquelle (NW, N, E) sowie in verschie-

nen im gegebenen Alter (oben), sowie Volumenzuwachs von Probebäumen (unten).

ZUWACHSUNTERSUCHUNGEN IN KIEFERNBESTÄNDEN IN DER UMGEBUNG EINER DÜNGERFABRIK

von

Bohuslav VINS und R. MRKVA

Forschungsanstalt für Forstwirtschaft und Jagdwesen
Zbraslav n. Vlt. - Strnady

Lehrstuhl für Forstschutz der Landwirtschaftlichen Hochschule Brunn

EINLEITUNG

Nachdem in mehreren Studien die Ertragseinbußen durch Rauchschäden in Fichtenbeständen mitgeteilt wurden (Vinš-Ludera 1967, Vinš-Tesar 1969), wird in diesem Vortrage die Messung der Zuwachsverluste in Kiefernbeständen auf Sandböden behandelt (Lux 1965).

Für diese Untersuchungen wurde ein sehr geeignetes Objekt mit punktförmiger SO_2 -Emission in Südmähren gewählt, an dem schon mehrere andere Untersuchungen über den Einfluß der Immissionen auf die Veränderung der Umweltbedingungen und Waldbestände unternommen wurden, (Mrkva-Grunda 1969, Mrkva 1969). Durch diese Untersuchung sollen die bisherigen Resultate ergänzt und die direkte Beschädigung der Bestände erfaßt werden.

MATERIAL UND METHODIK

Die Emissionsquelle ist eine Düngerfabrik, die schon im Jahre 1910 gegründet und in den Jahren 1937 und 1960 erweitert wurde. Nach dem letzten Ausbau werden hier Schwefelsäure und Phosphorsalze hergestellt. Folgende Mengen schädlicher Stoffe sollen nach den Angaben des Betriebes in die Atmosphäre jährlich emittiert werden:

etwa 630 t SO_2 , 188 t Schwefelsäurenebel, 85 t Fluor.
Die Fabrik steht auf einer mäßig gewellten Sandebene in etwa 170 m Seehöhe, umgeben von Wald, überwiegend Kiefern. Es han-

delt sich um ein sehr trockenes Gebiet Südmährens mit mittelproduktiven Standortstypen der Eichenvegetationsstufe. Wegen der weithin gleichen Standortsbedingungen ist es hier möglich zu studieren, wie mit der Entfernung von der Rauchquelle der Einfluß der Immissionen auf den Wald abnimmt. Weil im Untersuchungsgebiet Nord- und Nordwestwinde in der bodennahen Schicht vorherrschend sind, wurden vier Probeflächen südlich, in verschiedenen Entfernungen von der Emissionsquelle angelegt. Die Kontrollfläche wurde in einer Entfernung von 5 km nordwestlich außerhalb des Immissionseinflusses unter ähnlichen ökologischen Bedingungen gewählt. Auf den im Jahre 1966 eingerichteten Dauerprobeflächen wurde die SO_2 -Bestimmung in der freien Atmosphäre, im Niederschlagswasser und Säuregehalt in den Kiefernadeln neben weiteren Untersuchungen durchgeführt (Tab.2., Mrkva-Grunda 1969, Mrkva 1969).

Auf jeder Fläche wurden 100 Probebäume nummeriert und jeder Baum nach Baumklasse, Kronendurchlichtung, Anzahl der Nadeljahrgänge und Zapfenanhang klassifiziert (Tab.3). Am Ende der Vegetationszeit des Jahres 1967 wurde der Brusthöhendurchmesser jedes nummerierten Baumes ermittelt und von jedem Probbaum je zwei Bohrspäne von der der Emissionsquelle zu- und abgewendeten Seite entnommen. Insgesamt 1000 Bohrspäne wurden in dem dendroökologischen Labor des Forschungsinstitutes mit der Jahrringmeßmaschine nach Eklund (mit Ergänzung des Punktschreibers) analysiert (Vinš 1965). Die gemessenen Reihen der Jahrringbreiten von der Rinde bis zur Mitte jedes Stammes wurden durch graphische Synchronisierung der automatisch registrierten Jahrringkurven verifiziert. Im Falle von Unregelmäßigkeiten in der Jahrringbildung wurde die Jahrringfolge entsprechend korrigiert (Vinš 1967). Die Auswertung der Jahrringanalysen folgte dann an Hand eines eigenen Programmes auf dem Computer MINSK (Fritts 1963, Pollanschütz 1966, Fritts-Mosimann-Bottorff 1969).

Es galt festzustellen, ob sich der weitere Ausbau der Fabrik im Jahre 1960 in einer Zuwachsreaktion der Kiefer ausdrückt. So mußten die Bestände in dem Zeitraum bis zum Jahre 1960 als

unbeeinflusst angenommen werden, obzwar hier auch schon Zuwachsverluste besonders in der Fabriksnähe zu erwarten waren. Für die Beseitigung des Alterstrends und der eventuellen Bonitäts- und Entwicklungsunterschiede wurden die empirischen Werte der Jahrringbreiten durch Approximation an eine Hyperbel bis zum Jahre 1960 ausgeglichen. Für den Zeitabschnitt 1961 - 1967 wurden die relativen Jahrringindexwerte durch Extrapolation der Ausgleichskurve berechnet.

Zum Nachweis des Immissionseinflusses auf den Zuwachs der betroffenen Bestände wurde der Zuwachsverlauf auf den einzelnen Probeflächen mit dem der Kontrollfläche verglichen. Das Verhältnis stellt den relativen Zuwachsverlust dar.

ERGEBNISSE

Störungen in der Jahrringbildung

Durch die graphische Synchronisierung der individuellen Jahrringkurven wurden Störungen in der Jahrringbildung als Folge gehemmter Wachstumsbedingungen entdeckt. Es wurde festgestellt, daß es auch im Kontrollbestand der Kiefer mittlerer Bonität im Alter von 65 Jahren in dem beherrschten Bestandesteil (Baumklasse 3) zu solchen Störungen bei fast einem Drittel der Bäume kommt. In der Gruppe der herrschenden Bäume fehlen die Jahrringe selten (Vins 1966). Die Übersichtstafel (Tab.4) zeigt ein zunehmendes Vorkommen dieser Störungen im letzten Dezenium und zwar umso mehr, je näher man der Emissionsquelle kommt. In der nächstgelegenen Fläche fehlen zwei Jahrringe an der Hälfte der vorherrschenden Bäume, drei Jahrringe auf drei Viertel der herrschenden Bäume und vier bis fünf Jahrringe an mehr als 80 % der beherrschten Bäume (Abb.1). Mit steigender Entfernung von der Emissionsquelle sinkt allmählich - besonders in der herrschenden Schicht - der Anteil der Bäume mit Störungen in der Jahrringbildung und auch die Anzahl der fehlenden Jahrringe an einzelnen Probebäumen.

Überprüfung der Vergleichbarkeit der Probestflächen

Die untersuchten Kiefernbestände auf dem gleichen Standort sind nach ihren Taxationsangaben genügend vergleichbar. Einen unterschiedlichen Bestockungs- und Schlußgrad zeigt nur die Probestfläche 1 in nächster Nähe der Fabrik, was auf die erhöhte Mortalität infolge der langfristigen latenten Immissionsbeschädigung in diesem verhältnismäßig jüngeren Bestand zurückzuführen ist. Die Altersunterschiede von 25 Jahren kann man durch geeignete Verfahren paralysieren.

Die Veranschaulichung der mittleren Jahrringindexserien jeder Probestfläche (Abb.2) zeigt, daß alle vier untersuchten Probestflächen bis zum Jahr 1960 gut vergleichbar sind. Es fällt allerdings auf, daß im Kontrollbestand die Jahrringindexwerte in einem fast doppelt so breiten Rahmen schwanken als in den anderen Probestflächen. Um die Vergleichbarkeit des Zuwachsverlaufes zu überprüfen, haben wir den Korrelationskoeffizient der mittleren Jahrringindexserie der untersuchten Probestflächen und der Kontrollfläche für den Zeitabschnitt 1921 bis 1960 berechnet. Der ziemlich hohe Wert des Korrelationskoeffizienten (+ 0,85) zeigt eine starke stochastische Verbindung der beiden Reihen an. Mit Hilfe des Regressionskoeffizienten haben wir die Abweichungen der Jahrringindexwerte vom Normal korrigiert, sodaß sich die relativen Werte in einzelnen Jahren vergleichen lassen. Diese korrigierten Jahrringindexwerte der Kontrollfläche stimmen mit den Jahrringindexserien aller anderen Probestflächen in dem Zeitabschnitt 1921 bis 1960 genügend überein, sodaß man eine solche Übereinstimmung auch für die extrapolierten Werte der Periode 1961 bis 1967 erwarten kann. Die korrigierten Jahrringindexwerte des Kontrollbestandes dienen dann als Bezugsbasis für die Berechnung der relativen Zuwachsverluste (Abb.3).

Auswertung der Zuwachsverluste

Seit dem Jahre 1962 wurde der Zuwachs im Immissionsbereich stark herabgesetzt. Mit der Entfernung von der Emissionsquelle nehmen die Zuwachsverluste ab (Abb.4). Der Beginn der Zuwachs-

depression fällt in eine ungünstige Witterungsperiode mit einem Zuwachsminimum im Jahre 1964. Dann belebt sich der Zuwachs wieder, aber im Kontrollbestand weitaus stärker als in den unter dem Einfluß der Immission stehenden Beständen. In der nächstgelegenen Probefläche, 500 m von der Fabrik entfernt, nimmt der Stärkenzuwachs um 72 % ab. Zwischen den beiden weiteren Probeflächen in einer Entfernung von 750 und 1250 m von der Fabrik wurde kein statistisch gesicherter Unterschied im Zuwachsverlust, der etwa 55 % beträgt, festgestellt. In den entferntesten Probeflächen in 2050 m Abstand beträgt der Zuwachsverlust nur noch 34 % (Tab. 6).

Während sich die relativen Zuwachswerte der einzelnen Baumklassen bei der Kontrollfläche nicht unterscheiden, nimmt der Zuwachsverlust in den beschädigten Beständen von den vorherrschenden zu den beherrschten Bäumen zu (Tab.7). Überraschend ist aber, daß der Unterschied der Zuwachsverluste zwischen der vorherrschenden und beherrschten Baumklasse umso größer ist, je kleiner der Immissionseinfluß ist (Abb.5). Ähnlich werden die Zuwachsverluste durch die Kronendurchlichtung differenziert. Es ist leicht verständlich und hat sich im vollen Maße bestätigt, daß die Bäume der entsprechenden Baumklasse mit größerer Kronendurchlichtung größere Zuwachsverluste aufweisen, als die mit einer dichteren Krone.

FOLGERUNGEN

In dieser Untersuchung haben wir zum erstenmal die Zuwachsreaktion der Kiefernbestände unter Einwirkung schädlicher Immissionen verfolgen können. Es war besonders günstig, daß diese Zuwachsuntersuchung sich an weitere Untersuchungen über die Luftverunreinigung und deren Einfluß an die Waldbestände anknüpfen läßt und damit auch ein Beitrag zur Lösung der sehr komplizierten Fragen der Produktionsprozesse in einer modernen Richtung der komplexen Erforschung der Biosphäre mitbringen kann.

Die Methodik der Jahrringanalysen, die zum Nachweis von Rauchschäden in Fichtenbeständen des Erzgebirges erarbeitet wurde, hat sich auch in diesem Falle im vollen Maße bewährt. Sie er-

möglichst eine gesicherte Auswertung der Zuwachsverluste in beschädigten Kiefernbeständen, obzwar der Stärkezuwachs offensichtlich unter mehr störenden Einflüssen steht, als in Fichtenbeständen.

Die in der Literatur oft übersehene Tatsache, daß die Jahrringe bei Zuwachsdepressionen ganz ausfallen können, kommt in der Rauchschadensbeurteilung auch in Kiefernbeständen stark in den Vordergrund der methodischen Fortschritte. Die Ursachen für den Ausfall der Jahrringe sind in Kiefernbeständen grundsätzlich die gleichen wie in Fichtenbeständen.

Wie auch in Fichtenbeständen, werden die unterdrückten und beherrschten Bäume durch schädliche Immissionen mehr betroffen, als die herrschenden und vorherrschenden. Die wider Erwarten festgestellte größere Differenzierung der Zuwachsherabsetzung in mäßig beschädigten Beständen läßt sich vielleicht durch eine unterschiedliche Reaktionsfähigkeit der einzelnen Baumklassen gegenüber Immissionseinwirkung erklären.

Die auf Grund der eingehenden Zuwachsanalysen festgestellten relativen Zuwachsverluste an einzelnen Probeflächen entsprechen im allgemeinen den Resultaten anderer Untersuchungen über die Beschädigung dieser Kiefernbestände. Die relativ kleinere Zuwachsherabsetzung auf der ersten Fläche, wo man nach der Proportionalität der SO_2 -Messungen noch höhere Zuwachsverluste erwarten könnte, ist wahrscheinlich auf die größere Lebensfähigkeit und auf den Lichtungszuwachs eines jüngeren durchlichteten Bestandes zurückzuführen.

Die ziemlich hohen Zuwachsverluste auf einzelnen Probeflächen entsprechen vielleicht nicht den Durchschnittswerten der gemessenen SO_2 -Konzentrationen, die allgemein sehr niedrig sind. Das kann man aber mit Nachteilen der Summationsmeßmethode erklären, weil sie die kurzfristigen Spitzenkonzentrationen nicht erfassen kann. Die Abstufung der Zuwachsverluste in Kiefernbeständen mit der Entfernung von der Emissionsquelle entspricht im großen und ganzen den durch Großraumdiagnose festgestellten Zuwachsverlusten in Fichtenbeständen des Erzgebirges, die nach dem Beschädigungsgrad der Bestände abgestuft wurden.

TEXT ZU ABBILDUNGEN

- Abb. 1: Relative Anzahl der Bäume mit Störungen in der Jahrringbildung von der Gesamtzahl der Bäume in der entsprechenden Baumklasse (Bh = beherrscht, H = herrschend, Vh = vorherrschend) an der Abszisse; durchschnittliche Anzahl der fehlenden Jahrringe an der Ordinate.
Auf der linken Seite Anzahl der Bäume nach Baumklassen auf einzelnen Probeflächen (1 ist die nächstgelegene und 4 ist die entfernteste Probefläche von der Emissionsquelle, K ist Kontrollfläche).
- Abb. 2: Mittlere Jahrringindexkurve einzelner Probeflächen (die Koordinatenachsen gegeneinander nach oben verschoben).
- Abb. 3: Relative jährliche Zuwachswerte einzelner Flächen, bezogen auf die der Kontrollfläche.
- Abb. 4: Relative periodische Zuwachswerte einzelner Flächen, bezogen auf die der Kontrollfläche (oben) und relative Zuwachsverluste in der Periode 1962 bis 1967 (unten).
- Abb. 5: Relative Zuwachsverluste in der Periode 1962 bis 1967 nach Baumklassen (oben), Schwefelgehalt in Prozenten der Trockensubstanz von Kiefernnadeln (in der Mitte) und Ergebnisse der SO₂-Messung mittels der Summationsmethode (unten).

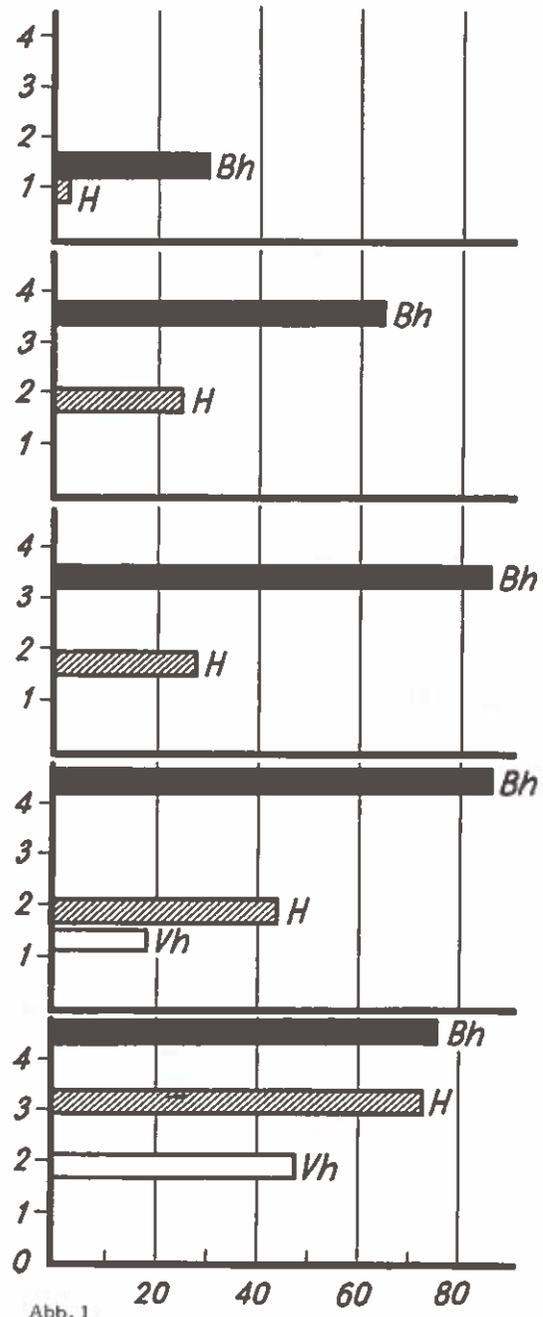
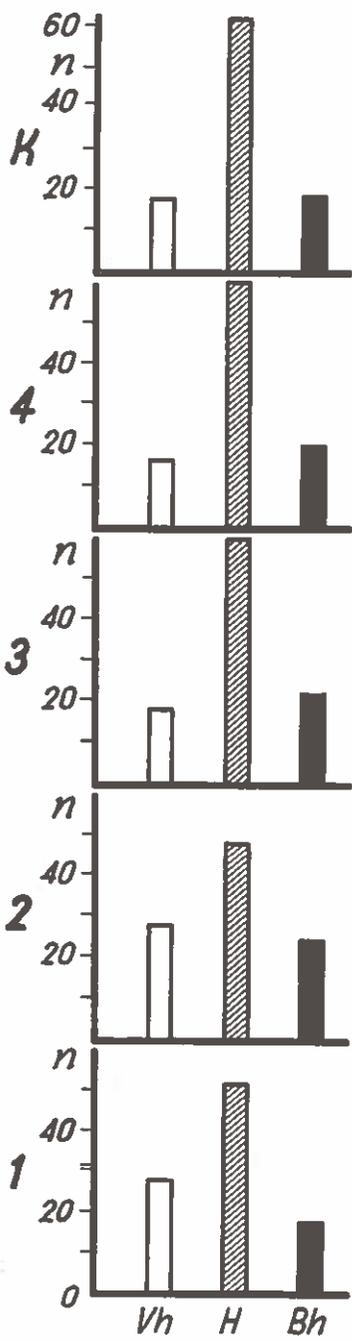


Abb. 1

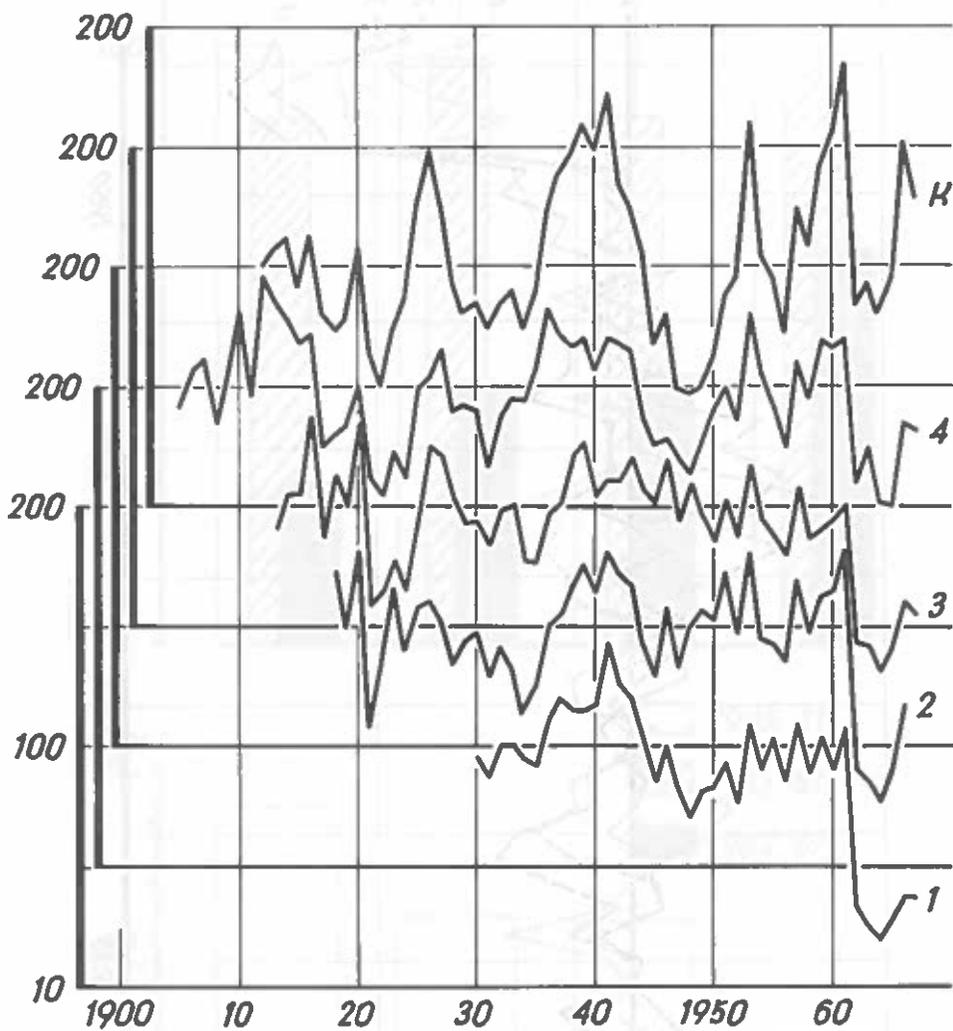


Abb. 2

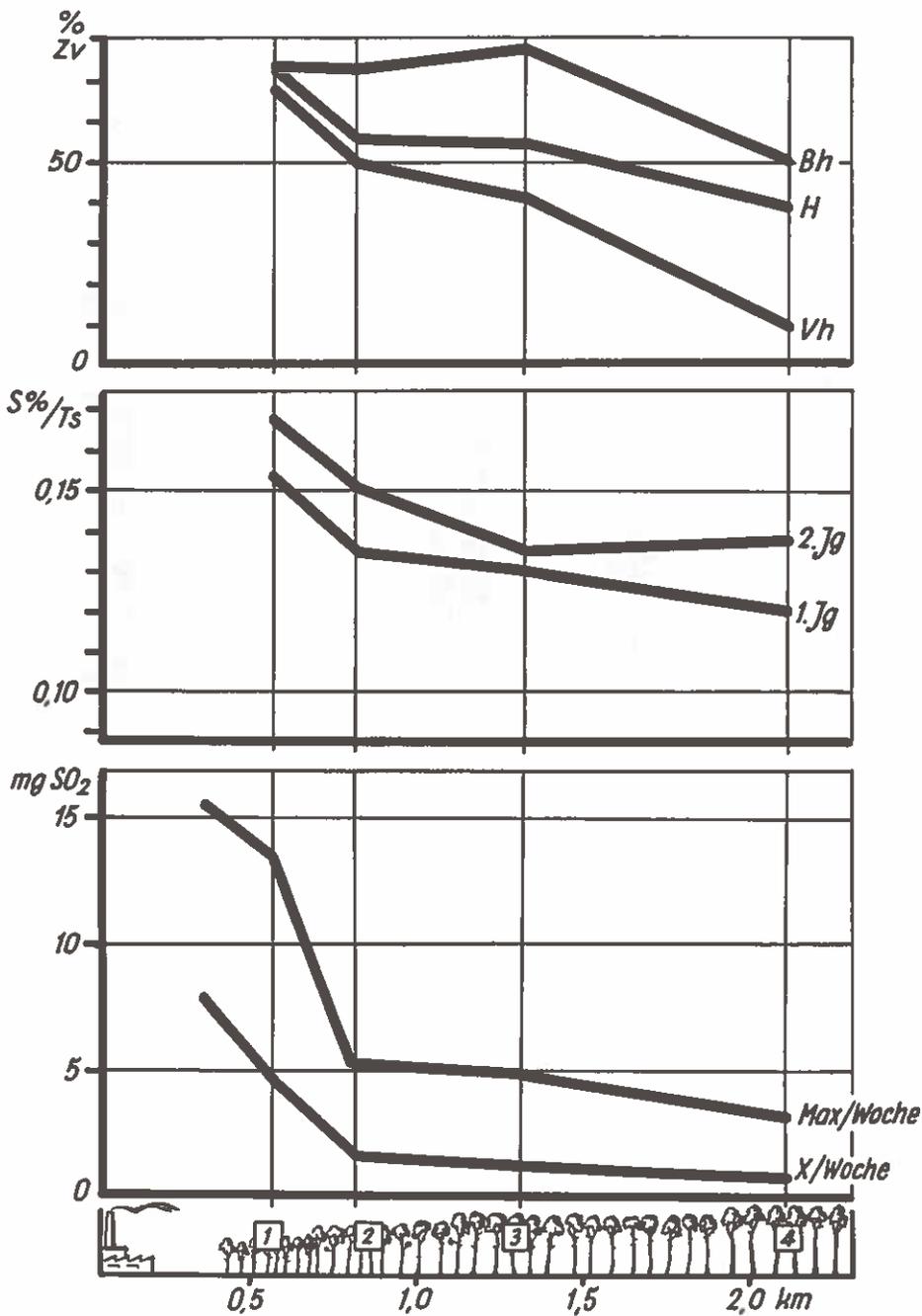


Abb. 5

Tab.1 Beschreibung der Probeflächen (nach Mrkva 1969)

Probefläche	1	2	3	4	Kontrolle
Entfernung von Emissionsquelle in m	500	750	1250	2050	5000
Holzartenmischung	100 % K1, eini-ge SK1, L4, F1	100 % K1, eini-ge L4, F1, SK1	100 % K1	100 % K1	100 % K1
Bestandesalter	46	53	58	70	65
Ertragsklasse nach Schwappach	III./IV.	III.	III.	III./IV.	III./IV.
Bestockungsgrad	0,5	0,8	0,8	0,6	0,8
Schlußgrad	0,5	0,7	0,7	0,7	0,8
Bestandsmitteldurchmesser in cm	22,8	27,3	26,4	25,7	22,2

Tab.2 SO₂ - Meßergebnisse mittels Summenmethode für die Zeitdauer vom 30.3.1966 bis zum 2.1.1967 (nach Mrkva 1969)

Probefläche	1	2	3	4	Kontrolle
mg SO ₂ pro Tag	0,66	0,21	0,18	0,12	--
± mg SO ₂ pro m ³	0,18	0,06	0,05	0,04	--
Max.mg SO ₂ pro Tag	1,90	0,74	0,69	0,48	--
± mg SO ₂ pro m ³	0,74	0,22	0,20	0,50	--
S in % Trocken-	1.	0,154	0,136	0,132	0,119
substanz der	Jg.				
Nadeln	2.	0,168	0,136	0,138	0,140
	Jg.				

Tab. 3 Angaben über die Bestandesstruktur und -beschädigung an den Probestflächen

Probestfläche	1	2	3	4	Kontrolle
Anzahl der Bäume nach Baumklassen	27	27	18	17	18
Vorherrschend					
Herrschend	53	48	60	60	62
Beherrscht	17	24	22	20	18
Insgesamt	97	99	100	97	98
Mittlere Kronendurchlichtung im Jahre 1967	1,63	1,89	1,98	2,34	3,70
Anzahl der Nadeljahrgänge	1,1	1,4	1,6	1,9	2,1
Fruchtbarkeit	0,11	0,56	0,67	1,29	1,36

x) für Zwecke der Gruppierung vereinfacht xx) nach Mrkva

Tab. 4 Anzahl der Bäume mit fehlenden Jahrringen

Bezeichnung der Probefläche	B a u m k l a s s e					
	Vorherrschend		Herrschend		Beherrscht	
	A %	B	A %	B	A %	B
1	48	1,8	74	3,1	76	4,5
2	19	1,3	44	1,8	87	4,4
3	-	-	28	1,7	87	3,4
4	-	-	25	1,9	65	3,6
Kontrolle	-	-	2	1,0	30	1,4

Anmerkung: A = relative Anzahl der Bäume mit fehlenden Jahrringen von der Gesamtzahl der Bäume in der Gruppe

B = durchschnittliche Anzahl der fehlenden Jahrringe an den Bäumen mit Störungen

Tab. 5 Jahrringindexwerte und relative Zuwachswerte, bezogen auf den Kontrollbestand

Jahr	P r o b e f l ä o h e									
	Kontrolle		1		2		3		4	
	Ji	Ji kor	Ji	%K	Ji	%K	Ji	%K	Ji	%K
1967	132	112	36	32	67	60	56	50	83	74
66	153	120	36	30	67	56	61	51	85	71
65	96	98	27	28	38	39	42	43	51	52
64	80	92	19	21	27	29	33	36	53	58
63	94	98	25	26	36	37	43	44	75	76
62	86	95	32	34	39	41	45	47	60	63
61	186	133	107	80	132	99	102	77	119	90
1960	156	121	90	75	115	95	96	79	118	98
59	141	115	102	88	114	99	93	81	120	104
58	111	104	89	85	97	93	88	84	97	93
57	124	109	109	100	119	109	110	101	111	102
56	73	90	85	94	84	93	81	90	77	85
55	95	98	103	105	92	94	91	93	94	96
54	104	102	90	88	94	92	96	94	104	102
53	160	123	108	88	129	104	118	96	130	106
52	94	98	78	80	97	99	89	91	86	88
51	89	96	93	97	121	125	104	108	99	104
1950	63	86	83	96	102	118	86	100	89	104
49	53	82	80	97	106	130	96	117	77	94
48	48	80	71	88	100	125	110	137	64	80
47	52	82	82	100	82	100	95	116	71	86
46	79	92	100	108	106	115	120	130	77	83
45	68	88	85	96	77	87	104	118	77	87
44	106	102	104	102	91	89	107	105	89	87
43	125	109	119	109	116	106	122	112	115	105
42	134	113	124	110	122	108	112	99	118	104
41	173	128	142	111	130	102	112	88	120	94

Tab. 6 Relative Zuwachsverluste nach Probeflächen im Zeitabschnitt 1962 bis 1967

Bez. der Probefl.	J a h r						Periode 1962 - 1967
	1967	1966	1965	1964	1963	1962	
1	68	70	72	97	74	66	73
2	40	44	61	71	63	59	55
3	50	49	57	64	56	53	54
4	26	29	48	42	24	37	34

Tab. 7 Relative Zuwachsverluste in der Periode 1962 bis 1967 nach Probeflächen und Baumklassen

Bez. der Probefl.	B a u m k l a s s e		
	Vorherrschend	Herrschend	Beherrscht
1	68	74	74
2	50	56	73
3	41	55	78
4	11	39	50

LITERATUR

- Fritts, H.C., 1953: Computer Programs for Tree-Ring Research. Tree-Ring Bull. (25), 3-4 : 2-7
- Fritts, H.C., Mosimann, J.E., Bottonff, Ch.P., 1969: A Revised Computer Program for Standardizing Tree-Ring Series. Tree-Ring Bull. (25), 1-2 : 15-20

- Lux, H., 1965: Ergebnisse von Zuwachsuntersuchungen (Bohrspananalysen) im Rauchschadensgebiet Dübener Heide. Archiv f. Forstw. (14), 10: 1103-1121
- Pollanschütz J., 1966: Verfahren zur objektiven "Abschätzung" (Messung) verminderter Zuwachsleistung von Einzelbäumen und Beständen. Mitt.d. forstl. Bundesversuchsanstalt Mariabrunn 73:129 - 191
- Vinš, B., 1965: A Method of smoke injury evaluation - determination of increment decrease. Comm. Inst. Forest. Čechosloveniae: 235 - 245
- Vinš, B., 1966: Störungen in der Jahrringbildung als Fehlerquellen bei der Zuwachsbohrung. Mitt.d. Schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen, (42), 4:217-232
- Vinš, B., Ludera, J., 1967: Použití letokruhových analýz k průkazu kouřových škod, část III. (Der Nachweis von Zuwachsschäden mit Hilfe von Jahrringanalysen, Teil III.). Lesnický časopis, (13), 5 : 409 - 444
- Vinš, B., Tesař, V., 1969: Přírůstové ztráty vlivem kouřových exhalací na Trutnovsku. (Increment loss due to smoke immissions in the region of Trutnov). Práce VÚLHM, (38) : 139 - 158

INCREMENT STUDIES IN SCOTS PINE STANDS IN THE VICINITY OF A FERTILIZER FACTORY

BY BOHUSLAV VINS AND RADOMIR MRKVA
Research Institution for Forestry and Hunting, Czechoslovakia.

The studies were made on Scots pine stands on sandstone in a very dry region of Southern Moravia in the vicinity of a fertilizer factory of the 'Moravian Chemical Factories'. The factory was established in 1910, and extended in 1937 and particularly in 1960.

In the manufacture of sulphuric acid, the pollutants released into the atmosphere are sulphur dioxide and a mist of sulphuric acid; fluorine compounds are released in the manufacture of superphosphate, phosphoric acid and salts.

Permanent plots were established in the surrounding Scots pine stands. As the prevailing winds are north and north-west, the plots were chosen at various distances south of the pollution source, so as to determine the decreasing effect of pollution.

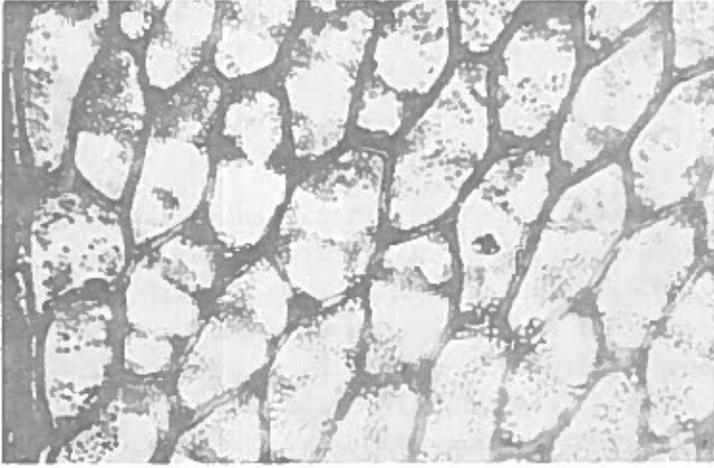
In addition to detailed investigations on air pollution and its effect on changing the environmental conditions (Mrkva, Grund 1969), extensive investigations were made on increment. Ring analyses were made on cores from 100 sample trees in each of the 5 plots (total about 100 cores) in the Dendro-ecology Laboratory of the Research Institution. Similar disturbances in annual ring formation and increment reduction were found as in the smoke-damaged spruce stands of the Erzgebirge.

Computer evaluation of the increment changes follows the characters of the structure and health condition of the stands (by tree classes and damage classes of individual sample trees)

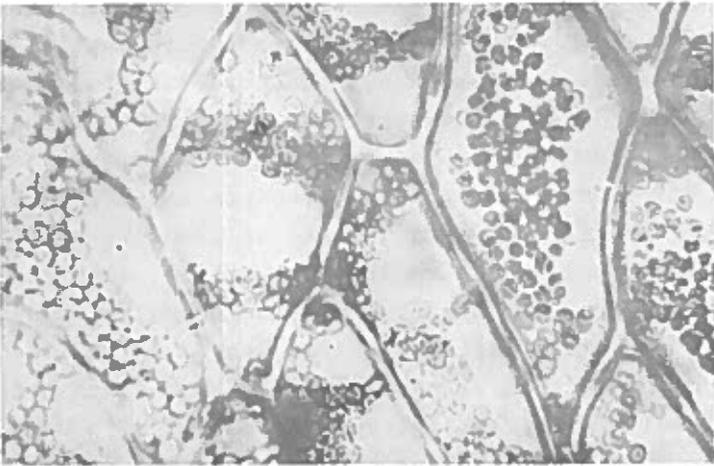
gen der pflanzlichen Substanz durch W-Staub seine Einwirkung als wässrige Lösung ist.

3.2.1. Bestäubungsteste im Freiland

Die künstliche Bestäubung der Assimilationsorgane verschiedener in der Forstwirtschaft als Hauptbaumarten vorkommender Nadel- und Laubbäume mit W-Staub ist im Verlauf von 3 Vegetationsperioden auf Waldflächen in der Nähe Dresdens wiederholt vorgenommen worden. Diese Flächen waren keiner Sedimentation toxischer Stäube ausgesetzt und sind auch nicht als SO_2 -immissionsgefährdet zu bezeichnen. Die Bestäubung ist bei möglicher Einhaltung des im Genthiner Raum angetroffenen Bestäubungsgrades an jedem Versuchsobjekt nur einmal, und zwar vergleichend, erfolgt, indem die Bestäubung auf trockenem Substrat der Bestäubung auf vorher mit Wasser befeuchtetem Substrat gegenübergestellt wurde. Während der Bestäubungsteste, die im Laufe der 3 Vegetationsperioden 1968-1970 abwechselnd zu Beginn, Mitte und gegen Ende der Vegetation erfolgt sind, wurden die Witterungsverhältnisse besonders unter dem Gesichtspunkt der Einwirkung von Feuchtigkeit und Trockenheit auf die bestäubten Blätter und Nadeln registriert. Es hat sich gezeigt, daß Verlauf und Grad der Schädigung grundlegend durch diese klimatischen Faktoren bestimmt werden. Sobald der auf den Assimilationsorganen niedergeschlagene W-Staub durch Hinzutun von Feuchtigkeit (Niederschlag, Tau, an der Oberfläche der Pflanzen zur Transpiration bereitgehaltenes Wasser) in gelöste Form überzugehen beginnt, gewinnt er große Haftfähigkeit und wird schließlich nur durch sehr intensive Niederschläge wieder völlig abgewaschen. Bei dieser Sachlage hat sich das Experiment der Bestäubung des zuvor angefeuchteten Substrates im Vergleich zum bestäubten trockenen Substrat auf den Schädigungsvorgang geradezu herausfordernd ausgewirkt. Neben der Erkenntnis, daß die schädigende Wirkung des W-Staubes an die Voraussetzung seiner Einwirkung als Lösung geknüpft ist, haben die im Freiland durchgeführten Bestäubungsteste eindeutig



790:1



480:1

Mikrofoto: Czajk

Denaturierung des Cytoplasmas und Verlagerung der Chloroplasten im Mniumblättchen 24 Std. nach Einwirkung der WZ-Staublösung

ergeben, daß die Assimilationsorgane der einzelnen Baumarten nicht nur artspezifisch bedingt, sondern auch abhängig vom jeweiligen Entwicklungsstadium dieser Einwirkung mehr oder weniger schnell zum Opfer fallen. Abb.1. und 2. Unter den Laubbäumen haben sich dabei als hochgradig empfindlich Robinie und zu Beginn der Vegetationszeit auch Eberesche erwiesen. Bei weiteren Laubbaumarten wie Linde, Birke, Hainbuche, Ahorn, Buche, Ulme und Eiche ist die Angabe einer Empfindlichkeits-Rangfolge nicht möglich, weil die bei diesen Baumarten festgestellten Schädigungseffekte unverkennbar durch Umwelteinflüsse bestimmt im Zeitpunkt des Schädigungsbeginnes und im endgültigen Schädigungsmaß sehr schwankten. Absolut hart gegen W-Staubeinwirkung hat sich Rhododendron verhalten. Für die in die Untersuchung einbezogenen Nadelbaumarten, die sich gegen W-Staubeinwirkung, abgesehen von Lärche, merklich widerstandsfähiger als Laubbäume verhielten, kann annähernd folgende Rangfolge der Empfindlichkeit gelten: Lärche, Fichte, Tanne, Kiefer, Eibe. An den auftretenden Schädigungssymptomen, die sich nicht auf bestimmte Stellen der Blätter und Nadeln beschränkten, sondern als sich allmählich verändernde Verfärbungen ohne Einhalten einer Regel hier und da an den Assimilationsorganen sichtbar wurden, war zu erkennen, daß die Schädigung von Konzentrationspunkten der W-Staublösung ausgeht. Bei den Laubbäumen (ausgenommen Robinie) und bei den Nadelbäumen vereinzelt nur an 2jährigen und älteren Nadeln der Fichte trat als besonders bemerkenswertes Symptom mit Beginn der Schädigung Schwarzfärbung der geschädigten Stellen ein, die sich nach kurzer Zeit postmortal in braun bis gelb umfärbten. Diese Schwarzfärbung war besonders signifikant bei Eberesche und Eiche im Verlauf der Leitungsbahnen fortschreitend wahrzunehmen. Der als Kalk-Bestäubung auf den Assimilationsorganen der Birke, Buche, Eiche, Lärche, Fichte und Kiefer durchgeführte Parallelversuch hat ergeben, daß die Aggressivität des W-Staubes um vieles größer als die des Kalk-Staubes ist.

3.2.2. Experimentelle Erfassung der Toxizität des W-Staubes im Labor

Die im Labor an Zweigen einzelner Laub- und Nadelbäume durchgeführten Bestäubungsteste sind weitergehender als im Freiland möglich modifiziert worden, indem im Experiment nicht nur zwischen Bestäubung auf trockenem und angefeuchtetem Substrat unterschieden wurde, sondern indem die Bestäubung auch zwischenzeitlich wiederholt und die dabei bestäubten Zweige unterschiedlicher Luftfeuchtigkeit ausgesetzt worden sind. Im großen und ganzen haben diese Untersuchungen die durch die Freilanduntersuchung gewonnenen Erkenntnisse hinsichtlich Befuchtung der Oberfläche der Assimilationsorgane als Voraussetzung für Schädigungsbeginn, hinsichtlich Symptomatik des Schädigungsverlaufes und des Schädigungsbildes und hinsichtlich der Empfindlichkeitsunterschiede der Baumarten bestätigt. Da der exakten Versuchsanstellung bei derartigen Laboruntersuchungen unvermeidbar diese und jene Unzulänglichkeit anhaftet, können aus ihr auch nur annähernde Feststellungen zur Frage der Phytotoxizität des W-Staubes abgeleitet werden. Um zu ergründen, welche Mindestkonzentration der W-Staublösung Schädigungen an den Assimilationsorganen verursacht, sind Zweige einzelner Laub- und Nadelbäume wiederholt bei abgestufter Zwischenzeit mit W-Staublösungen von 2, 1, 0,5 und 0,25 % besprüht worden. Hierbei hat sich ergeben, daß der 1prozentigen Lösung etwa die Bedeutung des Schwellenwertes zukommt. Jedoch darf diese Erkenntnis keinesfalls zu einer Verallgemeinerung verleiten, weil die artspezifische Komponente und das Alter des Assimilationsorganes offensichtlich ausschlaggebend dafür sind, ab welcher Konzentration der W-Staublösung mit Schädigungen zu rechnen ist.

Als Vervollständigung der angestellten Untersuchungen ist für das rauchgeschädigte Gebiet Genthin die Feststellung des pH-Wertes des Waldbodens, unterteilt nach Humussschicht und oberster Schicht des A-Horizontes, von der Emissionsquelle her nach Entfernungen abgestuft erfolgt. Dabei hat sich wider Erwarten nur

in nächster Nähe zur Rauchquelle keine saure Reaktion des Waldbodens ergeben. Möglicherweise ist dieser Sachverhalt dadurch begründet, daß bei der Herstellung synthetischer Detergentien mitunter auch im neutralen oder sauren Medium liegende Bestandteile Verwendung finden.

Entfernung leewärts Emissionsquelle	pH (KCL) - Wert Humusschicht 0-5 cm A-Horizont 5-10 cm	
600 m	7,4	-
1000 m	5,6	5,3
1300 m	5,3	4,2
1500 m	5,3	4,0
3000 m	4,8	4,1
4000 m	4,3	3,9

Durch die Untersuchungen KNAUTH's (1963) ist festgestellt worden, daß im Boden ein Abbau der Detergentien, wenn auch gebunden an größere Zeiträume, stattfindet. Die chemische Bodenanalyse hat keine Veränderungen chemischer Natur im mit detergentienhaltigem Wasser behandelten Boden erkennen lassen.

3.2.3. U n t e r s u c h u n g d e r p h y s i o l o - g i s c h e n W i r k u n g d e s W - S t a u b e s a u f d i e P f l a n z e n z e l l e

Die Vornahme dieser mit dem MNIUM-Test durchgeführten Untersuchung verdanken wir Prof. CZAJA (1969). Zur Verfahrensweise dieser Schnellmethode, die sich des Laubmooses *Mnium punctatum* bedient und die den durch W-Staublösung in der Pflanzenzelle verursachten Schädigungsvorgang mikroskopisch zu erfassen ermöglicht, verweisen wir auf die Fachliteratur (CZAJA 1966). Im Verlaufe dieser Untersuchung war 24 Stunden nach Einwirkung der W-Staublösung auf das Moosblättchen das Vordringen

der Staublösung von der Schnittfläche aus durch den Blattnerf und durch die angeschnittenen Zellen in alle Zellen des Blättchens von der Basis bis zur Spitze zu beobachten. Die in allen Zellen verteilten grünen Chloroplasten, die im intakten Zustand des Blättchens über die ganze Zellfläche gleichmäßig verteilt sind, veränderten sich überall in ihrer Lage, wobei sich im Plasmawandbelag der Zellen mehr oder weniger große Lücken (Vakuolen) bildeten. Die Chloroplasten gerieten allmählich in völlige Auflösung, und es kam schließlich zur Zerstörung des gesamten Zellinhaltes aller Zellen. Abb.3. Dieser Schädigungsvorgang wurde, verursacht durch die hohe Alkalität des W-Staubes und seiner Lösung, als Verseifung des Cytoplasmas und des grünen Farbstoffes Chlorophyll, der eine Dikarbonsäure ist, gedeutet. Die Verätzung (Verseifung) des Zellinhaltes der grünen Gewebe erstreckt sich bei höheren Pflanzen auch auf die Cutikula, die ein Gemisch aus höheren Fettsäuren darstellt. Die folgende Zerstörung des lebenden Zellinhaltes dieser Pflanzen entspricht dem mit dem Mnium-Testblatt erfaßten Schädigungsvorgang. Daß dieser Vorgang graduell nicht nur von besonderen physikalisch-chemischen Voraussetzungen der Einwirkung der W-Staublösung, sondern bemerkenswert auch von der Morphologie, dem Alter und von kritischen Wachstumsstadien der dieser Einwirkung ausgesetzten Blätter und Nadeln abhängig ist, steht außer Zweifel. Die Frage, ob die Empfindlichkeit der Assimilationsorgane gegenüber W-Staub infolge gleichzeitiger SO₂- und Kalkstaub-Einwirkung gesteigert ist, muß vorerst unbeantwortet bleiben.

4. ZUSAMMENFASSUNG

Die Untersuchung zur Klärung der Phytotoxizität des W-Staubes erfolgte als Teilaufgabe der durch eine Gruppe von Fachspezialisten bewirkten komplexen Bearbeitung der Entschädigungsregelung für auf 544 ha Waldfläche festgestellte Rauchschäden. Da sich von vornherein aus den vorgefundenen Emissionsverhältnissen die Vermutung ergab, daß 3 engräumig benachbarte Emit-

tenten (Punktquelle) mit den verschiedenartigen Emissionen SO_2 , W-Staub und Kalk-Staub als Urheber des Rauchschadens in Frage kommen, mußte zwecks Fixierung jedes einzelnen Emittenten als Schadensursache die diagnostische Erfassung der zur Einwirkung auf den Wald kommenden Toxide, entsprechend aufgliedert, vorgenommen werden. Dabei zeigte sich, daß die SO_2 -Immission während der Vegetationsperiode eine nur mäßige Gefährdung des Nadel (Ki)-Waldes bedeutet und daß mit Kalkstaub-Emission während der Vegetationsperiode produktionsbedingt nicht zu rechnen ist. Für die anfängliche Einschätzung der phytotoxischen Bedeutung des W-Staubes lagen frühere gutachtliche Stellungnahmen vor, die diesem Bestandteil der Immission wesentliche toxische Wirkung absprachen. Auf Grund eingehender Inaugenscheinnahme des Rauchschadengebietes ließen sich die in Leerichtung der Emissionsquelle vorgefundene Abstufung des Rauchschädigungsgrades, die Konzentrierung der Schädigung auf bestimmte immissions-exponierte Flächen und Glieder des Waldes und die im einzelnen wahrzunehmenden Schädigungssymptome mit diesen Stellungnahmen nicht in Einklang bringen. Vor der für die Dauer eines Jahres durchgeführten Erfassung der Staubsedimentation (Staubfang) wurde grundlegend ermittelt, mit welchen schädigenden Einzelbestandteilen im zur Emission kommenden W-Staub zu rechnen und wie es um Art und Technologie der die W-Staub-Emission ergebenden Verhältnisse bestellt ist. Daraus ergab sich die Erkenntnis, das Schwergewicht der quantitativen und qualitativen Analyse des aufgefangenen Staubes auf die Erfassung der WAS zu legen. Wenn sich dabei im allgemeinen gewichtsmäßig nur geringe WAS-Anteile an der Gesamtmenge des aufgefangenen Staubes ergeben haben, so wird damit die im Laufe längerer Zeitabschnitte sich ständig wiederholende Sedimentation des W-Staubes auf den Assimilationsorganen als Schädigungskriterium nicht abgeschwächt. Die zum Nachweis der Phytotoxizität an Blättern und Nadeln von Waldbäumen durchgeführten Bestäubungs- und Sprühversuche, die auf der Erkenntnis beruhten, daß die W-Staub-Schädigung von im Wasser gelöstem W-Staub ausgeht, haben gezeigt, wie weitgehend der Schädigungsvorgang

an sich und in seiner Intensität von klimatischen, die Lösung des Staubes begünstigenden Umweltfaktoren abhängig ist. Aus den im einzelnen durch diese Versuche hervorgerufenen sehr mannigfaltigen Schädigungssymptomen haben sich bemerkenswerte Symptomunterschiede gegenüber den bekannten durch SO_2 -Einwirkung an Assimilationsorganen verursachten Schädigungen ergeben. Mit der Untersuchung des durch gelösten W-Staub an Blättern von *Mnium punctatum* hervorgerufenen Ätzschadens konnte der physiologische Vorgang der auf W-Staubeinwirkung beruhenden Zellenzerstörung mikroskopisch erfaßt werden. Mit der im Rahmen der Komplexaufgabe geklärten Teilfrage der Phytotoxizität des W-Staubes ist es allerdings nicht möglich gewesen, den auf diesen Immissionsbestandteil ursächlich zurückzuführenden Schadenanteil festzustellen. Das Aufkommen jedes einzelnen der 3 Emittenten an der zu zahlenden Entschädigung basiert darum auf einem Kompromiß, zu dem diese sich bereitfanden und der als eigenverantwortliche Lösung von Streitfällen bei Immissionsschäden besonders hervorgehoben zu werden verdient.

Anschrift des Verfassers: Felix Lampadius
8053 Dresden
Käthe-Kollwitz-Ufer 90

LITERATUR

- CZAJA, A.Th., 1962 Die Beeinflussung der Pflanzen durch Luftverunreinigungen, besonders durch Kalk- und Zementstaub. Fortschritte der biologischen Aerosolforschungen in den Jahren 1957-60. Beiheft zum Zbl.biol.Aerosolforschung.
- CZAJA, A.Th., 1962 Über das Problem der Zementstaubwirkung auf Pflanzen. Staub Bd. 22 (1962), Nr.6, S.228-232.

- CZAJA, A.Th., 1966 Über die Einwirkung von Stäuben, speziell von Zementofenstaub auf Pflanzen. Angewandte Botanik, XL, 3/4, S.106-120.
- CZAJA, A.Th., 1969 Gutachten betr. Waschmittelstaub aus dem Waschmittelwerk Genthin (nicht veröffentlicht).
- ENDERLEIN, H., 1964 Der Säurezustand der Humusaufgabe in
STEIN, G. rauchgeschädigten Kiefernbeständen des Staatlichen Forstwirtschaftsbetriebes Dübener Heide.
Arch.f.Forstw. 13.Bd. 1964, H.11, S. 1181-1191.
- FREIBERG, J.-D., 1970 Eigenverantwortliche Lösung von Streit-
KÖHLER, R., fällen bei Immissionsschäden.
LAMPADIUS, F., Wirtschaftsrecht, Staatsverlag der DDR
PELZ, E., Berlin, 1.Jahrg. 1970, H.8, S.492-495
STOLZ, R.
- GARBER, K., 1967 Luftverunreinigung und ihre Wirkungen. S.200 folg.1967.
Gebr. Borntraeger, Berlin-Nikolasee.
- HERRMANN, G., 1963 Ein leicht transportables Gerät zur Schnellbestimmung von SO₂-Spuren in der Luft auf der Grundlage der Pararosanilin-Methode.
Chem.Technik 15.Jahrg., H.6, Juni 1963, S. 342-349.
- KNAUER, A., 1962 Eine modifizierte Methode für Staub-
MÜLLER, G., niederschlagsmessungen im Gelände.
RASSOW, L. Zeitschr.f.d.ges.Hygiene und ihre Grenzgebiete Berlin, 8.Jahrg., H.1, Jan.1962, S.14-18.
- KNAUTH, H. 1963 Toxizität und Abbaubarkeit von Detergentien im Abwasser im Hinblick auf die Abwasser-Landbehandlung.

- Dissertation bei der TU Dresden, 1963
(nicht veröffentlicht).
- LUX, H., 1968 Schadzone und Schadstufe als Klassifizierungsbegriffe in rauchgeschädigten Waldgebieten.
Soz.Forstwirtschaft.Berlin, 18.Jahrg.,H.8,
S.245-247.
- MÜNCH, E. 1930/31 2 Gutachten über eine Waldbeschädigung in den Stadt- und Gemeindeforsten bei Genthin.
Forstbot.Institut Tharandt (nicht veröffentlicht).
- SCHWARZ, K.1961 Seifen, Fette, Öle, Wachse,
Augsburg Verlag
Chemische Industrie S.22.
- WENTZEL, K.-F. 1969 Die Pflege der besiedelten Landschaft im Handbuch für Landschaftspflege und Naturschutz, Bd.3, BLV Verlagsgesellschaft m.b.H. München.

DAMAGE TO FOREST BY DETERGENT DUST (W-DUST)

BY FELIX LAMPADIUS

In the context of regulations for compensation and prevention of forest fume damage, which has long been evident in the extensive forest region east of Genthin (Magdeburg district) and is attributable to the pollution from three industrial concerns lying immediately to the west, it has become necessary to make a special diagnosis to determine the importance of detergent dust as a phytotoxic substance.

Apart from the SO₂ pollution from the three neighbouring sources (point-source), one of these sources, a detergents factory, also emits a considerable amount of detergent dust. Despite previous opinion elsewhere which discounts detergent dust as a cause of pollution damage to forest, the damage symptoms in this region and the general damage situation indicate that detergent dust is in fact a cause of damage in addition to the SO₂. This is because experience shows that fume damage to conifer forests caused only by SO₂ is different both as regards symptoms and its general nature.

The pollution by SO₂ and detergent dust was determined for a year by analyses of the air close to the ground, and dusting tests were made on needles and leaves of various forest trees in order to determine the phytotoxicity of the detergent dust. After it had been shown that the actual damage to these plant organs was due to the effect of the detergent-dust dissolved in water, experiments were made in the laboratory and field. These experiments were able to determine the different sensitivity of the individual tree species to the injurious detergent dust, which varied as a function of environmental factors. The physiology of the damage process was explained by means of the CZAJA

D I S K U S S I O N

ZAHN:

Herr LAMPADIUS hat uns nicht verraten, um welche Waschmittelstäube es sich hier handelt. Es gibt anionische, kationische und nichtionogene Detergentien. Ich vermute, daß es sich hier im wesentlichen um den Einfluß kationischer Detergentien handelt, in Form von quarternären Ammoniumverbindungen, die auch als Algenbekämpfungsmittel bekannt sind. Insofern ist es also nicht verwunderlich, daß auch die Gewebe höherer Pflanzen bei solchen massiven Auflagen zerstört werden können.

LAMPADIUS:

Die Zusammensetzung des Staubes ist nicht immer gleich. Der Anteil der waschaktiven Substanz beträgt ungefähr ein Drittel. Nach Auskunft des Werkes handelt es sich bei den waschaktiven Substanzen um bleichende Stoffe wie Natriumperborat, Perkabonat und Mersulfonat.

ARNDT:

Mersulfonat ist ein kationenaktives Detergenz und diese Detergentien kuppeln mit Protin; sie zersetzen Eiweiß und auch Strukturprotein sofort. Der hauptwirksame Stoff wird also wahrscheinlich dieses Detergenz sein.

METHODIK DER BEURTEILUNG DES GEFÄHRDUNGSGRADES VON WALDKOMPLEXEN DURCH BESTIMMTE EMISSIONSQUELLEN

von

Stanislaw CHROSCIEL, Jan JUDA und Jan PALLUCH

Forschungsinstitut für den oberschlesischen Industriebezirk
der Polnischen Akademie der Wissenschaften - Zabrze

Die schädliche Einwirkung von Luftverunreinigungen auf die Pflanzenwelt und besonders auf Wälder ist allgemein bekannt. Aus diesem Grund ist die Ausarbeitung einer Methode zur Bestimmung der Einwirkung einzelner Emissionsquellen auf den Schädigungsgrad von Waldkomplexen besonders nötig. Eine solche Methode muß dabei die Feststellung des Verantwortungsgrades einzelner Industriebetriebe für die Schädigung des Waldbestandes, sowie auch die Perspektivplanung einer entsprechenden Waldwirtschaft ermöglichen.

Die Erfüllung dieser Bedingungen ist insofern besonders schwierig, da die Bestimmung der Einwirkung der Luftverunreinigungen auf Waldbestände qualitativ und quantitativ noch nicht geklärt ist. Da Luftverunreinigungen nicht die einzigen Parameter sind, welche Schäden in Waldbeständen hervorrufen können, wird das Problem noch komplizierter.

Unabhängig von den hier angegebenen Einsprüchen kann auf Grund theoretischer und experimenteller Untersuchungen festgestellt werden, daß der Grad der Schädigung eines Waldbestandes immer eine Funktion von zwei Parametern und zwar der Konzentration "S" und der Einwirkungsdauer "t" ist.

Als Ausgangspunkt für die weiteren Überlegungen kann also angenommen werden, daß die kumulierte Dosis die Haupteinflußgröße ist. In der ersten Annäherung ist diese kumulierte Schadstoffdosis unmittelbar als Produkt der Konzentration und der Einwirkungsdauer anzusehen. Im Zusammenhang damit entsteht noch die Frage, mit welchen Größen der Einwirkungsdauer gerechnet werden soll. Bei der Bestimmung der Verantwortung einzelner Industriebetriebe für Waldbestandsschäden

spielt jedoch diese Größe keine besondere Rolle.

Mit der Voraussetzung, daß die Emission der Schadstoffe aus einzelnen Quellen konstant ist, kann zu den Berechnungen die Einwirkungsdauer völlig beliebig angenommen werden.

Diese letzte Feststellung umfaßt nicht die Veränderungen der meteorologischen Verhältnisse. Von diesem Gesichtspunkt aus gesehen wäre es zu empfehlen, mit möglichst langen Einwirkungszeiten - mindestens mit einem Jahre - zu rechnen. Wenn jedoch die Intensität der Emissionsquellen größere, z.B. jahreszeitliche Schwankungen aufweist, so sind die Berechnungen für die einzelnen Jahreszeiten getrennt durchzuführen und der Summenwert für ein Jahr anzugeben.

Berechnungen unmittelbar mit dem Produkt der Konzentration S und der Zeitdauer der Einwirkung t , geben jedoch keine ausreichend genaue Grundlage zur Bestimmung der schädlichen Einwirkung der Schadstoffe. Es ist bekannt, daß die Konzentration eines Schadstoffes unterhalb einer gewissen Schädlichkeitsgrenze keinen Einfluß auf die Pflanzenwelt hat, auch wenn sie längere Zeit auftritt. Demgegenüber können hohe Konzentrationen eine deutliche Schädigung des Waldbestandes hervorrufen, auch wenn sie nur kurze Zeit einwirken. Im Zusammenhang damit werde eine Einheit der schädlichen Einwirkung auf Waldbestände angenommen, welche hier "korrigierte" Schadstoff-Dosis genannt wird. Es ist die Summe der Produkte der Konzentration der Schadstoffe und der Dauer ihrer Einwirkung $S \cdot t$ - multipliziert mit der Funktion $f(S,t)$. Die hier eingeführte Funktion $f(S,t)$ hat die Aufgabe, die einmal bestimmte Schadstoffdosis proportional zum Schädigungsgrad des Waldes zu korrigieren.

Gemäß den oben angegebenen Feststellungen kann die "korrigierte" Schadstoffdosis für einen beliebigen Punkt auf der X-Y Ebene, wie folgt ausgedrückt werden:

$$d_s = S_1 \frac{t_1}{T} f(S_1, t_1) + S_2 \frac{t_2}{T} f(S_2, t_2) + \dots + S_m \frac{t_m}{T} f(S_m, t_m) \dots (1)$$

oder bei Anwendung des Summensymbols:

$$d_s = \sum_{i=1}^{i=m} S_i \frac{t_i}{T} f(S_i, t_i) \quad (2)$$

wobei

s_1, s_2, \dots, s_m - Konzentration bestimmter Schadstoffe, bei verschiedenen meteorologischen Bedingungen, deren Auftrittsdauer in bestimmten Punkten entsprechend t_1, t_2, \dots, t_m beträgt.

T - Zeitspanne, für welche d_s bestimmt wird
 $T = t_1 + t_2 + \dots + t_m$.

$f/s_1, t_1/$ - Korrektionsfunktion der Schadstoffdosis.

Die mittlere "korrigierte" Schadstoffdosis für eine bestimmte Emissionsquelle und für gegebene Waldfläche F , die durch "c" Punkte vertreten ist, wird wie folgt berechnet:

$$\bar{d}_{se} = \frac{1}{c} \sum_{j=1}^{j=c} d_{sej} \quad (3)$$

Die für "u" Emissionsquellen berechnete "korrigierte" Schadstoffdosis ist durch folgende Formel ausgedrückt:

$$\bar{d}_{su} = \frac{1}{c} \sum_{i=1}^{i=m} \sum_{j=1}^{j=c} S'_{ij} \frac{t_{ij}}{T} f(S'_{ij}, t_{ij}) \quad (4)$$

wobei

$$S'_{ij} = \sum_{e=1}^{e=u} S_{ije} \quad (5)$$

Der Ausdruck (5) ist so zu interpretieren, daß zuerst die Konzentrationen von allen Emissionsquellen addiert werden und die Korrektionsfunktion $f/s_{1j}, t_1/$ für die Konzentrationssumme bestimmt wird.

Im Falle, wenn alle Emissionsquellen denselben Schadstoff emittieren, kann der Anteil einer einzelnen Quelle M_e in den Beschädigungen des Waldkomplexes unmittelbar aus der Formel

$$M_e = \frac{\bar{d}_{se}}{\bar{d}_{su}} \text{ --- --- --- --- --- (6)}$$

berechnet werden.

Die Aufgabe wird komplizierter, wenn die einzelnen Emissionsquellen verschiedene Schadstoffe emittieren.

Es wurde vorgeschlagen, einen Korrekturfaktor a_k einzuführen, der den maximal zulässigen Konzentrationen für verschiedene Schadstoffe umgekehrt proportional ist, wobei für SO_2 der Wert des Korrekturfaktors gleich 1 angenommen wurde.

Bei dieser Voraussetzung läßt sich die "korrigierte" kumulierte Schadstoffdosis für die einzelnen Emissionsquellen \bar{D}_{se} wie folgt ausdrücken:

$$\bar{D}_{se} = \sum_{k=1}^{k=g} a_k \bar{d}_{se} \text{ --- --- --- --- --- (7)}$$

Entsprechend erhält man den Ausdruck für alle Emissionsquellen

$$\bar{D}_{su} = \sum_{e=1}^{e=u} \sum_{k=1}^{k=g} a_k \bar{d}_{sek} \text{ --- --- --- --- --- (8)}$$

Die Anteile in den Waldschäden, die einzelnen Emissionsquellen zuzuschreiben sind, drückt folgende Formel aus:

$$M_e = \frac{\bar{D}_{se}}{\bar{D}_{su}} \text{ --- --- --- --- --- (9)}$$

Die Form der Funktion $f / S, t/$ ist zwar noch nicht bekannt, doch können darüber schon gewisse allgemeine Bedingungen angegeben werden, die sie erfüllen soll.

Über die Funktion $f/S,t/$ ist bekannt, daß sie die unmittelbar den Konzentrationswert in der Zeit berücksichtigen soll. Zum Beispiel, für niedrige Konzentrationen unterhalb der Schädlichkeitsgrenze ist $f/S,t/ = 0$, d.h. die Höhe der Dosis als Maß der Einwirkung auf den Waldbestand ist hier gleich Null, da überhaupt keine schädliche Einwirkung stattfindet.

Für die Zwischenwerte S , bei welchen die Schädigungen von 0 bis 100 % vorkommen, könnte in erster Annäherung $f/S,t/ = 1$ angenommen werden. Bei Spitzenkonzentrationen, wo akute Schäden vorkommen, sollte die Funktion den Wert 1 überschreiben. Der Wert der Funktion $f/S,t/$ kann auch die Vegetationsperioden mit einbeziehen, in welchen die Einwirkung der Schadstoffe besonders hoch ist, sowie auch vegetationslose Jahreszeiten, in welchen die Einflußrate weit geringer ist.

In ersteren könnte die Funktion Werte über 1 oder bis 1, in letzteren aber unter 1 oder sogar bis 0 annehmen.

Die Annahme im gesamten Konzentrationsbereich $f/S,t/ = 1$ bedeutet die Annahme der Schädigung des Waldbestandes proportional zur kumulierten Dosis. Bei weiterem Fortschritt auf dem Gebiet der quantitativen Einwirkung von Luftverunreinigungen wird es möglich sein, genauere Angaben über die Funktion $f/S,t/$ zu erhalten, z.B. ihre zahlenmäßige Charakteristik verbunden mit Konzentrationswerten, Einwirkungszeiten und Einwirkungsdauer.

Es ist noch zu erwähnen, auf welche Weise die Konzentrationswerte für bestimmte meteorologische Bedingungen für die einzelnen Punkte des in Betracht kommenden Waldkomplexes bestimmt werden. Sie werden mit Hilfe der Sutton'schen Gleichung berechnet. Es ist hinzuzufügen, daß diese Gleichung beschreibt den Vorgang der Ausbreitung der Verunreinigungen in der Atmosphäre ziemlich genau nur in qualitativer Hinsicht.

Die genaue Beschreibung dieser Erscheinung in quantitativer Hinsicht ist mit der Auswahl meteorologischer Parameter und besonders mit dem Faktor der turbulenten Diffusion eng verbunden. Dies ist umso wesentlicher, da gerade von diesen Parametern die Ausbreitung der emittierten Luftverunreinigungen und besonders die Festlegung der Stellen, an welchen maximale

Konzentrationen zu erwarten sind, abhängig sind. Die letzte Frage ist besonders dann entscheidend, wenn Bestimmungen über die Verantwortung einzelner Industriebetriebe für Schäden in Waldbeständen zu machen sind.

Wie wurde auf diesem Grunde die gestellte Aufgabe gelöst? Vor allem wurde der Gesamtkomplex auf die Möglichkeiten eines Elektronenrechners eingestellt. Dies ermöglicht einerseits die Gewinnung maximal genauer Ergebnisse ohne vereinfachender Voraussetzungen, andererseits wird hier die Anwendung einer sehr breiten Variation meteorologischer Parameter möglich.

Auf eine ganz originelle Art wurde hier die Wahl der Diffusionskoeffizienten gelöst. Für bestimmte Emissionsquellen und bestimmten Umfang maximaler Waldschäden wurden die Diffusionskoeffizienten durch den Elektronenrechner im Bereich ihrer möglichen Veränderungen so lange gewählt, bis die aus den Berechnungen ergebenden Flächen mit maximaler Dosis von Luftverunreinigungen mit den maximalen Schädigungen der Waldkomplexe übereinstimmten.

Im Zusammenhang damit wurden die Diffusionskoeffizienten C_y und C_z in das Rechenprogramm in der Form folgender Ausdrücke eingeführt:

$$C_y = \alpha (0,108 + 0,013 \bar{u}) \quad \text{---} \quad (10)$$

$$C_z = \beta (0,108 + 0,013 \bar{u}) \quad \text{---} \quad (11)$$

wobei

\bar{u} - mittlere Windgeschwindigkeit

α, β - Zahlenparameter

Die Zahlenwerte α und β werden automatisch durch den Elektronenrechner gewählt, mit der Einschränkung, daß ihre Werte im Bereich von 0,5 bis 2 liegen müssen.

Mit anderen Worten, wurde unter Anwendung der Waldkomplexe selbst als Indikator auf dem Gebiet der Ausbreitung von Luftverunreinigungen eine assoziierte Rechenmethode entwickelt. Es scheint, daß bei Anwendung dieser Methode die höchstwahrscheinlichen

scheinlichsten Ergebnisse erhalten werden können, wobei eine breite Anwendung dieser Berechnungen bei der Prognose von Luftverunreinigungen durch neuprojektierte Emissionsquellen finden kann.

METHODS OF EVALUATING THE DEGREE OF DANGER TO FOREST ASSOCIATIONS BY CERTAIN SOURCES OF AIR POLLUTION

BY S. CHROSCIEL, J. JUDA AND J. PALUCH

Polish Academy of Sciences—Research Institute for Upper-Silesian Industrial Region.

By the method presented, it should be possible to establish both the degree of responsibility of particular industrial plants for damage to tree-stands, and also a forecast of air pollution from projected new sources of emission.

The problem as a whole has been adapted for calculation by computers. This enables solutions of maximal accuracy to be applied on the one hand, and on the other it is possible at the same time to introduce a very wide variance of meteorological coefficients. The question of the proper choice of diffusion coefficients, has been solved in an entirely original manner. A method of combined calculations has been worked out by making use of the forest associations themselves as indices of the spread of pollution.

A conventional unit of the influence of pollution on woods has been introduced, the "corrected dose of pollution". This is the sum of the products of pollution concentrations through the relevant periods of time of their occurrence *S.t.* multiplied by the function $f/S.t/$. The introduction of the function $f/S.t/$ is to correct the established dose of pollution in proportion to the degree of damage to the woods.

Both initial and calculating formulas have been given, as well as a computer calculation programme.

D I S K U S S I O N

GUDERIAN:

Habe ich es richtig verstanden, daß man unterhalb einer bestimmten Konzentration diesen Wert bei der Berechnung ihrer Beziehung zwischen dem Schadstoffangebot und der Pflanzenreaktion unberücksichtigt lassen kann ?

PALUCH:

Wir haben bisher keine Normen für Pflanzen. Wir benutzten daher für unsere Berechnungen die hygieni-

IMMISSIONSSITUATION, FORSTLICHE LAGE UND AUSWIRKUNG VON GEGENMASSNAHMEN IM IMMISSIONSGEBIET TRUTNOV / RIESENGEBIRGE

von

Vladimir TESAR

Forschungsanstalt für Forstwirtschaft und Jagdwesen - Opcno

EINLEITUNG

Die Steinkohlenförderung in der Umgebung der Stadt Trutnov, im südöstlichen Riesengebirgsvorland, wurde zum Anlaß für die Entwicklung der Industrie und für den Aufbau von Kraftwerken, von denen die zwei ersten schon in den Jahren 1911 und 1913 errichtet wurden. Die Atmosphäre in ihrer Umgebung wurde von dieser Zeit an sicherlich verunreinigt, aber es kam zu keinen ernststen Klagen. Erst in den letzten fünfzehn Jahren, nach Rekonstruktion der Kraftwerke für Verbrennung der minderwertigen Kohle und nach dem Aufbau eines dritten, modernen Großkraftwerkes, erreichte die Luftverunreinigung so eine Höhe, daß sie der Forstwirtschaft große Schwierigkeiten brachte.

IMMISSIONSSITUATION

Unter dem Einfluß der Immissionen der Kraftwerke wurden zwei Immissionsgebiete (IG) gebildet. Das erste liegt in der Umgebung vom Kraftwerk Rтынě (ERT), das in den Jahren 1911 bis 1967 mit einer durchschnittlichen Leistung von 12 MW im Betrieb war. Das andere IG dehnt sich rings um zwei Kraftwerke in Poříčí aus. Die Leistung von EPO I (im Betrieb 1913-1970) beträgt 23 MW und von EPO II (im Betrieb seit dem Jahr 1957) 160 MW. Beide Werke zusammen verbrennen 90 % vom Brennstoff, der im ganzen Immissionsgebiet verbraucht wird. Obwohl sich beide Immissionsgebiete im gleichen Wuchsgebiet befinden und sich eng berühren, ist die Waldschädigung wegen

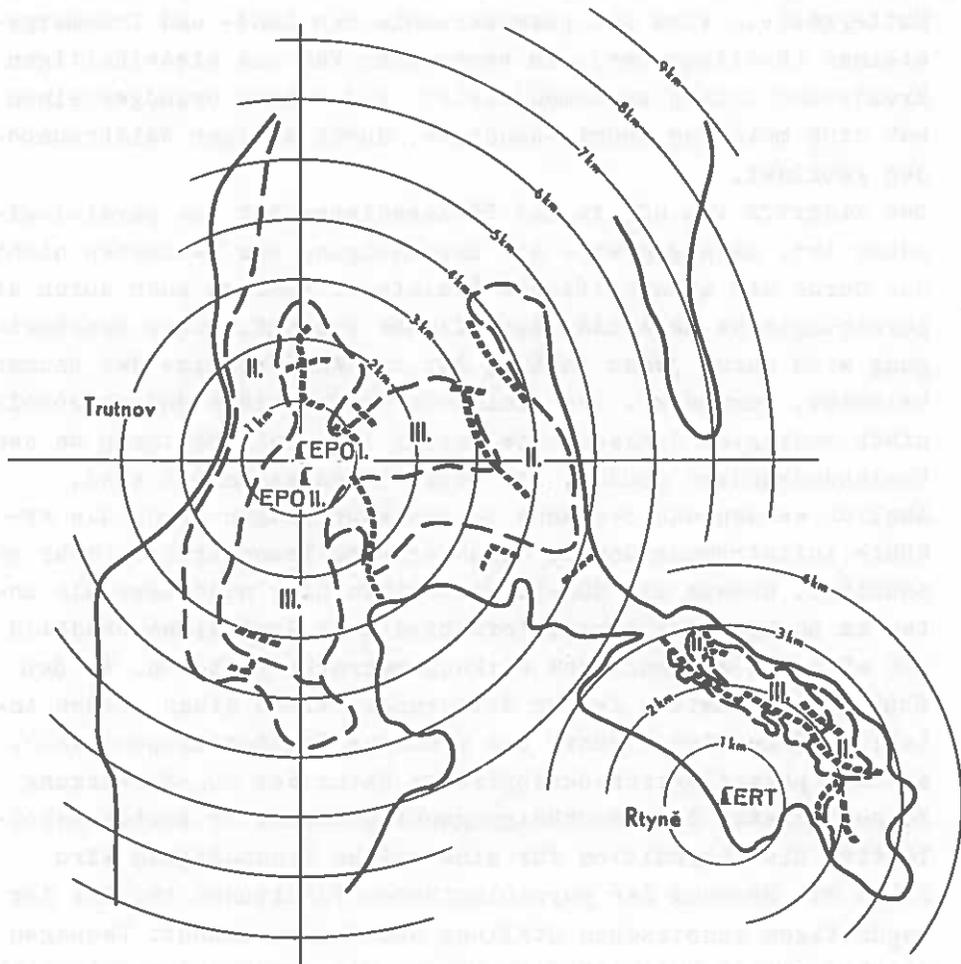
der Größe der Emissionsquellen und der Verteilung der Immissionen verschieden.

Im IG ERT liegt die Quelle am Fuß des Luvhanges eines deutlich überhöhten Höhenrückens. Diese Situation und die Größe der Emissionsquelle tragen dazu bei, daß nur 600 ha Wald in bestimmter Richtung vom Kraftwerk beschädigt worden sind. Die Beschädigung war fast konzentrisch zonal abgestuft längs der Bergrückenlinie, die in einer Entfernung von zwei bis drei Kilometer von der Quelle verläuft. Im Gebiet der größten Beschädigung wurde eine durchschnittliche Konzentration von $0,25 \text{ mg.m}^{-3} \text{ SO}_2$ erreicht.

Die Emissionsquelle EPO II ist so groß, daß das Immissionsgebiet beschädigten und gefährdeten Waldes beinahe 4000 ha erreicht; seine Fläche deckt sich mit der langzeitigen Windrichtungshäufigkeit. Innerhalb des Immissionsgebietes jedoch wird die Immissionssituation und die Beschädigung der Wälder orographisch und meteorologisch beeinflusst. Die Ausmündungen der 100 m hohen Schornsteine liegen in den meisten Fällen unter dem Niveau des Terrains in einer Entfernung von 1200 bis 4000 m. Während der Vegetationsperiode bewegen sich die durchschnittlichen Konzentrationen von SO_2 (mg.m^{-3}) in der Zone der mäßigen Beschädigung zwischen 0,05 bis 0,15, bei der mittleren Beschädigung zwischen 0,15 bis 0,25 und bei der starken bis zu 0,35. Daneben haben auch große Mengen des Flugaschen-niederschlags einen Anteil an der Intoxikation der Waldbestände. Eine Trennung der Auswirkungen beider Teilfaktoren ist schwierig.

WALDZUSTAND

Der heutige Zustand der Waldbestände, überwiegend gleichaltriger und gleichartiger Fichtenbestände (insgesamt 75 % Fichte) wird in erster Linie durch die Immissionsintensität bedingt. Im Rahmen der Buchen-Tannen- und in den höchsten Lagen der Buchen-Fichten-Tannen-Vegetationsstufe (Seehöhe des Gebietes 370-739 m u.N.N.) überwiegen ganz und gar oligotrophe Wald-



IMMISSIONSGEBIET TRUTNOV

- — Zonen der Waldgefährdung II. III.
- Grenze der Bewirtschaftungsgruppe
- Entwurf eines Waldschutzsystems

gesellschaften; die mesotrophen Gesellschaften haben sich besonders auf günstig wasserversorgten Standorten gebildet. Das Muttergestein wird aus permokarbonischen Sand- und Trümmergesteinen (Rotliegendes), im begrenzten Maß aus kieselhaltigen Kreidesandsteinen zusammengesetzt. Auf beiden Grundgesteinen hat sich meistens lehmig-sandiger, durchlässiger Waldbraunboden gebildet.

Der Eingriff von SO_2 in das Pflanzenleben ist von physiologischer Art. Deswegen wird die Beschädigung der Baumarten nicht nur durch die artspezifische Resistenz, sondern auch durch die physiologische Aktivität der Pflanze bedingt. Diese Beschädigung wird durch jeden Faktor, der das Wasserregime der Baumart belastet, verstärkt. Bei ähnlicher orographisch und meteorologisch bedingter Immissionsbelastung ist die Schädigung an den Bestandesrändern größer, die gegen Süden exponiert sind. Ähnlich werden die Bestände in den Kuppenlagen durch die erhöhte Luftströmung und so durch erhöhte Transpiration mehr geschädigt, obzwar die SO_2 -Konzentration hier niedriger als unten am Luvhang ist. Das unterschiedliche Immissionsschadbild ist also ein Ergebnis der Wirkung mehrerer Faktoren. An den Schädigungen hatten ferner Witterungsextreme einen großen Anteil (starke Winterfröste und trockene Vegetationsperioden). Aus der physiologisch-ökologischen Natur der SO_2 -Einwirkung folgen zuletzt die Beschädigungsunterschiede im Bestandeskollektiv. Die Disposition für eine solche Beschädigung wird durch die Hemmung der physiologischen Funktionen infolge der ungünstigen zönotischen Stellung des Baumes erhöht. Deswegen sterben zuerst unterständige Bäume. Mit zunehmender Intensität und Einwirkungsdauer der Immissionen werden dann andere empfindliche Bestandesteile geschädigt, deren Schadddisposition keinen zönotischen Grund mehr hat, sondern hängt offenbar von individuellen inneren Eigenschaften ab.

Die Immissionskalamität beginnt mit einer Latenzperiode, die nach der Stärke der Rauchquelle, der Menge der Immissionen und nach dem Witterungsgang verschieden lange Zeit verläuft. Die Erkrankung des Waldes in der Umgebung von ERT wurde früher dem Unterbau zugeschrieben. In der Tat wurde jedoch das

verschiedene sekundäre Beschädigungen verursachte Kränkeln der Fichtenbestände unter dem Einfluß des Rauches durch die physiologische Schwächung bedingt. Erst nach 45 Jahren, als größere Mengen konzentrierter Immissionen mit außerordentlichen Frösten im Februar 1956 zusammen aufgetreten waren, ist es zur explosiven Beschädigung gekommen. Über die folgenden drei Jahre stiegen die Zufallsnutzungen an. Noch nach der Einstellung des Kraftwerkes starben die Bäume als Folge früherer Beschädigung ab.

Dagegen ist es schon drei Jahre nach der Einrichtung von EPO II zur ausgeprägten und deutlich abgestuften Beschädigung gekommen, die sich in einem raschen Absterben der dem Kraftwerk naheliegenden Bestände manifestierte. Nach weiteren fünf Jahren kulminierte der Schadumfang, danach ist ein Rückgang der Schäden zu bemerken, ohne daß sich die Emissionsmengen geändert hätten. Der Schädigungsrückgang ist einerseits relativ und liegt darin, daß die meistdisponierten Bestände und Bestandesteile bereits abgestorben sind, andererseits absolut, denn auch unter unveränderter Immissionssituation kann sich die Baumart bis zum gewissen Maß dem Schwefeldioxyd adaptieren, wie es aus seinem physiologischen Auswirkungscharakter folgt. Das hat sich in diesem IG durch die verbesserte Bena-delung und durch die Zunahme des Dickenzuwachses überlebender Fichten geäußert.

FORSTWIRTSCHAFTLICHE MASSNAHMEN

In den hiesigen Kraftwerken wurde ein tschechoslovakischer Prototyp einer Anlage zur Filterung von SO_2 in Rauchgasen mit dem Ergebnis geprüft, daß keine Hoffnung besteht, daß das SO_2 -Problem damit gelöst werden kann. Es war also richtig, sich auf die beschränkten Möglichkeiten der Forstwirtschaft allein zu stützen.

In dieser Richtung traf man zuerst einige Grundentscheidungen, die nach dem Ausmaß von Schäden, zum technologischen und zeitlich zu meisterndem Verfahren von Teilmaßnahmen, vor allem von

waldbaulichem Charakter führten. Dies geschah im Einklang mit den damaligen Tendenzen der Forstwirtschaft in der ČSSR unter Berücksichtigung von Erkenntnissen aus den Industriegebieten von Mitteleuropa.

Vor allem wurden die gefährdeten Wälder in eine selbständige Bewirtschaftungsgruppe eingereiht: Erstens, weil die Nutzungsmöglichkeiten der Bestände durch ihre Beschädigung begrenzt werden und die Nutzungsregelung nach den Ertragskennziffern nur vom Orientationscharakter sein kann. Zweitens deshalb, weil die Bewirtschaftung mehr auf den Schutz von Beständen und auf das Wesen des Waldes als eine Naturformation gerichtet werden muß.

Der Ausgangspunkt für die Wirtschaftsmaßnahmen war der maßgebliche Fichtenanteil in allen Altersklassen. Obwohl mit einem Rückgang der Fichte gerechnet werden mußte, war noch wenigstens für die nächsten zwanzig Jahre die Fichtenwirtschaft aktuell.

Die Bestandesumwandlungen wurden differenziert nach den Gefährdungszonen (0-3) geplant, die nach den Schadstufen von mehr als 70 Jahre alten Beständen indiziert worden sind. Die Zugehörigkeit zur Gefährdungszone ist ein Klassifikationsmerkmal, das den entscheidenden Standortsfaktor respektiert. Der Beschluß über die Umwandlungsstufe wurde weiter unterstützt durch a) das Studium der Fichtenzuwachsreaktion und der Beschädigung anderer Holzarten b) die bio-zönetische Typisierung des Waldes.

Was die Wuchsreaktion betrifft, fand man bei ERT im Laufe von 4 Jahren (1956 bis 1959) in den mehr als 80 Jahre alten und schwach beschädigten Beständen eine Dickenzuwachsminderung von 10 %, in mittelbeschädigten rund 25 % und in den stark beschädigten etwa 35 %. Bei EPO II wurde der Zuwachs in den ersten sieben Jahren seit der Entstehung dieses Werkes in den 50 bis 80jährigen, schwach beschädigten Beständen um 35 % und in den mittel- bis stark beschädigten um 75 % herabgesetzt. Der durchschnittliche Jahresproduktionsverlust betrug 2,2 fm/ha bei allen, etwa 3,5 fm/ha nur von stark geschädigten Be-

ständen. Dazu muß der 30 % Wertverlust der genutzten Holzmasse zugerechnet werden.

In diesem Gebiet finden die Buche und Tanne die optimalen Wuchsbedingungen. In den niedrigsten Lagen sind die Eiche und stellenweise die Edellaubhölzer, wie besonders die Winterlinde und der Bergahorn, von wirtschaftlicher Bedeutung. Die Fichte, Kiefer und Lärche erreichen eine mittlere Bonität und bilden in normalen Verhältnissen die Grundlage der Massenproduktion. Als wesentlicher und günstiger Umstand gilt hier, daß die Umwandlungen mit Buche und Lärche—der gegen chronische Immissionseinwirkung relativ widerstandsfähigen Holzarten, die zugleich ertragsvolle Bestände zu bilden vermögen, realisiert werden können. Der zukünftige Anteil von 25 % Buche im Durchschnitt der Betriebsklasse ist für die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und zur Steigerung der Bestandesstrukturstabilität äußerst wünschenswert. Mit dem Anbau von Exoten, der hier fortlaufend geprüft wird, rechnet man im äußersten Falle auf begrenzten Flächen. Eine gewisse Bevorzugung sollen die Weymouthskiefer und die Roteiche erfahren. Wo die standortsgemäßen Produktionsholzarten wegen der starken Immissionsintensität einen geschlossenen Bestand nicht bilden können, ist es ökonomisch und biologisch berechtigt, auf vorübergehende Weichlaubholzbestände oder auf Bestände von diesen und den Produktionsholzarten überzugehen. Die Betriebszieltypen, ihre Bestandesstruktur und innere Bestandesgestaltung sind mannigfaltig.

Nach der Vollendung von Umwandlungen soll es zu Verschiebung in der Holzartenvertretung kommen:

Holzart	1	2	3
Fichte	67,0	33	31
Kiefer	9,9	19	10
Tanne	0,9	9	-
Lärche	4,0	9	10
übrige Nadelhölzer	0,2	-	7
Nadelhölzer insgesamt	82,0	70	58
Buche	3,5	17	25
Roteiche	-	4	4
übrige harte Laubhölzer	1,7	5	1
Birke	9,8	-	9
übrige weiche Laubhölzer	3,0	4	3
Laubhölzer insgesamt	18,0	30	42

Erläuterung: 1) tatsächlicher Stand im J.1964; 2) Aussicht für die ungefährdeten; 3) für die gefährdeten Bestände für die Zukunft. Hiermit wird auch die Produktion geändert. Die derzeitige Massenproduktion (GZ fm/ha) hätte ohne Immissions- einfluß eine Größe von 5,4 (100 %), unter dem Einfluß stehen jedoch nur 4,5 (84 %). In der Zukunft könnte das biologisch- ökonomische Optimum 6,4 (120 %) erzielt werden, aber durch den Immissionseinfluß wird kaum mehr als 4,8 (88 %) erreicht. Man muß sich bewußt sein, daß der Bestockungswechsel die Pro- duktionsverluste nicht zu kompensieren vermag. Man kann im Gegenteil erwarten, daß der Unterschied von Erträgen zwischen den betroffenen und unbetroffenen Teilen in der Zukunft weiter vertieft wird. Dabei ziehen wir eine wahrscheinliche Herab- setzung der Bodenfruchtbarkeit garnicht in Betracht. Eine öko- nomische Analyse sollte die Rolle der Fichte klar machen. Schon heute ist es offensichtlich, daß es in der Zone schwä- cher Gefährdung zweckmäßiger sein wird, ein normales Betriebs- ziel einzuführen, als mühevollen Umwandlungen anzustreben. Nur die Tanne wird durch die Fichte bis zum durchschnittlichen Anteil F15, Ki 2, LÄ 1, Bu 2 für diese Zone ersetzt. Die Zu- wachsvverluste an der Fichte werden in der Gesamtbilanz durch ihren höheren Anteil fast ausgeglichen und so der Ertrag opti- mal sein.

Der rasche Absterbevorgang von an den Bergrücken gelegenen Be- ständen, der progressive Beschädigungsfortgang nach ihrer Zer- störung und der dauernde Rückgang von Bestandeswänden beweisen die außerordentliche Bedeutung der exponierten Bestände und der Anschlagswände in diesem gegliederten Terrain. Die Erhal- tung des Waldes als solchen war ein Hauptanliegen in diesem Ge- biet. Nach diesem Gesichtspunkt wurden die Waldflächen in zwei Funktionskategorien eingeteilt:

- a) Bestände mit Schutzfunktion
- b) Bestände ohne besondere Schutzbedeutung

In den Beständen der ersten Kategorie wird zur Zeit der Kro- nenschluß mit aller Pflege aufrecht erhalten; junge Bestände werden durch Bestandenserziehung stabilisiert, am Rande der

verjüngten Bestände werden Befestigungs- und Schutzstreifen aus widerstandsfähigen Holzarten gebildet. Die Dichte, Gliederung und das Gesamtausmaß des Schutzsystems sind nach den örtlichen orographischen Verhältnissen und nach der Waldarrondation unterschiedlich. Die oben angeführte Funktion können zeitweilig die Bestandesränder der derzeitigen Hiebsglieder ausüben.

Die andere Gruppe von Maßnahmen ist mehr auf die Milderung von gegenwärtigen Betriebsschwierigkeiten und Verlusten bei der Bewirtschaftung der Fichtenbestände gerichtet. Wegen der altersbedingten, hohen Schadanfälligkeit entsteht das größte Ausmaß von dringendsten wirtschaftlichen Aufgaben bei der Bestandeseerneuerung und der Sicherstellung von jüngsten Kulturen. Das Erneuerungsverfahren ist dann richtig, wenn es eine rechtzeitige Bestandeseerneuerung, zweckmäßige und effektive Holzbringung und zugleich möglichst große Stabilität des Bestandes und ganzen Hiebsgliedes sichert. Das beste Verfahren stellt zweifellos die kleinflächige Schlagwirtschaft, vorwiegend an Hand der Streifenhiebe, dar. Die Hiebsrangordnung in der Richtung gegen den Immissionszutritt erwies sich am sichersten. Hingegen verursachten die Schläge, deren Achse mit der Immissionsrichtung übereinstimmte, schon bei mittleren Rauchschäden einen raschen Zerfall des Restbestandes. Die Berechtigung des großflächigen Kahlschlages steht in gewissen Fällen außer Zweifel.

Das Unterbauverfahren wurde nur auf nötige und geeignete Fälle begrenzt. Er stellt große Ansprüche auf den Betrieb, ist nicht im vollen Ausmaß aller chronisch gelichteten Bestände zu bewältigen und ist zwecklos, wenn man wegen des raschen Absterbevorganges mit genügender Verjüngungszeit nicht rechnen kann. Das Verfahren wurde wie folgt festgelegt:

1. verbindlich für alle Bestände mit dauerhaften oder vorübergehenden Schutzfunktion.
2. empfehlenswert für schwach-, event. mittelgeschädigte Bestände unter 70 Jahre alt, von 0,6 bis zu 0,3 bestockt.

Der Unterbau mit allmählicher Beseitigung des Mutterbestandes

wird in einem System von abwechselnden Streifen, deren Rangordnung sich nach dem Bestandeszustand richtet, mit Erfolg betrieben. Der großflächige Unterbau ist undurchführbar. Zur Steigerung der Widerstandsfähigkeit der Kulturen bewährte sich die Startdüngung.

In den mittelalten sowie in den hiebsreifen Beständen muß man darauf achten, den Kronenschluß durch unbegründete Eingriffe nicht zu lichten. Ein Grund für stärkere Eingriffe kann nur die geplante Verjüngung sein. In den nicht erneuerten Teilen beseitigt man vor allem alle beherrschte Bäume eventuell einen Teil der mitherrschenden. Ein günstiges Betriebsergebnis ist darin zu sehen, daß die Nutzung der schwächsten Bäume, die sonst allmählich absterben, zeitlich konzentriert wird. Das Kriterium der Nutzungswahl im Hauptbestand ist der Benadelungsgrad. Man beseitigt alle Bäume bei einem solchen bis zu 20 %, bei der mittleren Beschädigung bis 40 % und bei der schwachen Beschädigung bis 60 %. Die Bestandesstabilität ist nicht gefährdet und dadurch daß man den spontanen Selektionsprozeß der empfindlichen Individuen erfaßt, wird der Entstehung vom Dürholz und der Holzentwertung teilweise vorgebeugt. Eine aktive Unterstützung der Bestandesstabilität und ein Aufschub einer kritischen Beschädigung ist in den jungen Fichtenbeständen möglich. Ihre Erziehung wird auf volle und rechtzeitige Entwicklung der Krone (durch starke Eingriffe) gerichtet.

SCHLUSS

Das Betriebssystem, das im Gebiet von Trutnov vor zehn Jahren eingeführt worden ist, stellt eine Modifikation der traditionellen Forstwirtschaft dar. Es kommt zur Verschiebung der Bedeutung und Betonung einiger waldbaulichen Maßnahmen, namentlich zugunsten des Waldschutzes (Walderhaltung). Das System hat zweifellos das Wirtschaftschao stillgelegt und eine zielbewußte Lösung von aktuellen Wirtschaftsaufgaben und einen perspektiven Waldumbau eingeführt. Erheblich gesteigerte Ko-

sten, die die Immissionseinwirkung der Forstwirtschaft verursacht, können nicht ausgeschlossen werden. Da eine verbindliche Bewertung der Ergebnisse vorzeitig wäre, wird es richtig sein, die bisherigen Grundsätze einzuhalten und das System nach der sich ändernden Lage regulieren.

THE AIR-POLLUTION SITUATION, FORESTRY, AND THE
EFFECT OF COUNTER-MEASURES IN THE
TRUTNOV (RIESENGBIRGE) FUME DAMAGE REGION

BY VLADIMÍR TESAR

The pollution region in the South-east foothills of the Riesengebirge (beech/silver-fir zone from 370 to 740 m altitude) was studied as a model, after the installation of the power station in 1957. Study of the ecological relations between the forest and sulphur-dioxide pollution, of the pattern of forest damage in time and space, and of the effect on yield formed the basis for solving the pollution problem in forestry. The study has been in process for 10 years at three different levels: (1) the fundamentals of the type and effect of individual silvicultural measures are being studied on trial plots; (2) these are then tested on selected stand complexes, both as regards time and spatial aspects; (3) all the forestry results are evaluated in the context of the whole management unit of almost 4,000 ha affected by pollution in comparison to neighbouring undamaged management units; the objects of management are modified, and a form of high-forest management suitable to the pollution conditions is developed. The greatest importance is attached to the management of Norway spruce (75% of the forest area). Accordingly it is impossible from the management angle, and also undesirable because of yield reduction, to give up the growing of spruce altogether. Therefore efforts were made to delimit the degree and extent of conversion in order to make forestry (which in fume-damage regions aims first and foremost at maintaining forest) more profitable. The criteria, the silvicultural techniques and management organization here presented represent a means of doing this.

DIE BEWERTUNG DES WACHSTUMS VON FICHTENPFROPFLINGEN AUS RAUCHHÄRTEREN KLONEN IM RAUCHSCHADENGEBIET DES ERZGEBIRGES

von

F. FÉR, E. PELZ, A. PFEFFER und V. TOLLINGER

Institut für Landschaftsschutz und -gestaltung der Tschechoslo-
wakischen Akademie der Wissenschaften und Institut für Forst-
wissenschaften der Landwirtschaftlichen Hochschule Prag

E I N L E I T U N G

Praxis und Forschung kamen in den vergangenen Jahrzehnten zur Erkenntnis, daß es neben widerstandsfähigen und empfindlichen Baumarten gegenüber den Immissionen auch Unterschiede in der Widerstandsfähigkeit zwischen den Individuen der gleichen Art gibt. Es zeigte sich, daß es auch innerhalb der gleichen Population große Unterschiede in der Widerstandsfähigkeit sowohl in der Natur als auch bei der künstlichen Begasung gibt (POLSTER u. Kollektiv 1965). Aus den Untersuchungen geht mit Sicherheit hervor, daß neben inneren Voraussetzungen auf das Vorkommen widerstandsfähiger Individuen auch äußere Faktoren wirken. Das zeigt wieder, daß es sich nicht um eine Immunität, sondern eine Resistenz handelt, deren Grenzen durch äußere Faktoren gesetzt sind (PELZ, MATERNA 1964).

Die Streubreite der Resistenz von den ersten Merkmalen der Schädigung bis zum Verschwinden der Art auf der gegebenen Lokalität ist beträchtlich. Resistenzunterschiede nach den äußeren Merkmalen gleichen sich nicht nur mit wachsender Höhe der Immissionen, sondern auch mit zunehmendem Alter der Individuen und mit wachsender Intensität des Einflusses anderer Schadfaktoren aus. Im Erzgebirge werden gegenwärtig ausgedehnte Waldgebiete durch die Exhalationen von Industriebetrieben geschädigt. Während in der Nähe der Industriezentren, wo hohe SO_2 -Konzentrationen wirken, die empfindlichen

Baumarten völlig verschwinden, ist in weiterer Entfernung von den Emissionsquellen eine breite Zone, in der die Maxima der Immissionen nachlassen und wo die Überschreitung der toxischen Schwellenwerte seltener wird. Hier kommt es nicht zur Vernichtung der gesamten empfindlichen Fichtenpopulation, sondern resistenterer Teile können überleben. Ausgehend von dieser Tatsache, muß sich in diesem Gebiet in Zukunft ein Teil der notwendigen Anpassungsmaßnahmen der Forstwirtschaft an die gegebene Immissionssituation darauf konzentrieren, unter natürlichen Bedingungen innerhalb bestimmter Grenzkonzentrationen der Exhalationen der Industriebetriebe systematisch widerstandsfähige Individuen auszuwählen und zu züchten. Das ausgewählte Material muß neben den Anforderungen der Resistenz gegen die schädlichen Wirkungen der Immissionen gleichzeitig auch hohe Anforderungen der Widerstandsfähigkeit gegen andere Schadfaktoren erfüllen, die auf diesen Standorten vorkommen. Die Gewinnung solchen Materials ist besonders für die Standorte wichtig, auf denen die empfindliche Baumart Fichte nicht durch ökonomisch günstigere resistente Arten ersetzt werden kann (z.B. im Gebiet des Erzgebirgskammes die Fichte durch Buche).

Die ungenügende Fruktifikation der Fichte im betroffenen Gebiet stellt eine Saatgutgewinnung von ausgewählten phänotypisch resistenten Einzelbäumen in Frage und schließt somit kurzfristig realisierbare Möglichkeiten der Züchtung über generative Vermehrung der Plusbäume aus Gründen des Zeitfaktors aus. Trotz der zu erwartenden Schwierigkeiten (KNABE 1967) wurde deshalb der Weg einer vegetativen Vermehrung der phänotypisch rauchharten Fichten gewählt und ein Versuch angelegt, der die Möglichkeiten der Verwendung und den Wuchs gepropfter resistenter Fichtenpflanzen im Rauchschadengebiet des Erzgebirges bei zusätzlicher extremer atmosphärischer Belastung der Pflanzen besonders durch Frost, Eisanhang und Wind prüfen soll.

M A T E R I A L U N D M E T H O D E N

Auswahl der Mutterbäume und Entnahme der Pfropfreiser

Das Fortschreiten der Schädigung einzelner Fichten kann nach äußeren Merkmalen der Krone allgemein durch einige Phasen der Erkrankung charakterisiert werden (PELZ, MATERNA 1964). Die Fichten in den ersten Phasen werden der Gruppe der rauchresistenteren, die der letzten, der Gruppe der rauchempfindlichen Bäume zugeordnet. Die ersten Phasen entsprechen der gebildeten Resistenzklasse Plus, die letzteren der Resistenzklasse Minus. Dazwischen liegt die Phase der Übergänge zwischen diesen beiden extremen Resistenzklassen.

Als Mutterbäume für die Entnahme von Pfropfreisern von resistenten Individuen (Resistente gepfropfte = R) wurden Bäume in den Anfangsphasen der fortschreitenden Schädigung nach diesen Resistenzklassen ausgewählt. Da bisher noch keine straffe Beziehung zwischen Kronentyp und Widerstandsfähigkeit gegenüber den Immissionen gefunden werden konnte, wurden die Mutterbäume aus der herrschenden Baumschicht unter den Bürstenkamm-Typen ausgewählt, von denen günstige Zuwachsverhältnisse und bestimmte Resistenzeigenschaften gegenüber anderen abiotischen Faktoren vorausgesetzt werden können (PRIE-HÄUSER 1958).

Als Mutterbäume für die Entnahme von Pfropfreisern an rauchempfindlichen Individuen (gepfropfte Kontrolle = GK) wurden Bäume aus der Nachbarschaft der widerstandsfähigen in den Endphasen der Schädigung der Resistenzklassen Null bis Minus ausgewählt. Als Kronentyp wurde wieder der Bürstenkamm-Typ gewählt. Die Auswahl der Mutterbäume und Entnahme der Zweige für die Gewinnung der Pfropfreiser wurden Ende Februar vorgenommen, wenn sich individuelle Unterschiede der Resistenz auch unter Berücksichtigung anderer Schadfaktoren, besonders dem Frost, am deutlichsten abstufen. Das Auswahlverfahren

der Mutterbäume nach einer einmaligen Ansprache im weit fortgeschrittenen Verlauf der Immissionen bedingt, daß die Zuordnungen "resistent" und "empfindlich" sehr grob sind. Nach neueren Erkenntnissen (LAMPADIUS, PELZ 1970) können auch schlecht benadelte Fichten ein beachtliches Ausharrevermögen haben. Die unmittelbar benachbarten ausgewählten Bäume hielten trotz der augenblicklichen Benadlungsunterschiede den Immissionen gemeinsam über ein Jahrzehnt stand. In den unterschiedlich fortgeschrittenen Phasen der Entnadelung, deren Zeitdauer des Durchlaufens durchaus nicht gleich zu sein braucht, können sich nur noch relativ geringfügige Empfindlichkeitsunterschiede ausdrücken. Die tatsächlich empfindlichen Individuen sind erfahrungsgemäß bereits kurz nach Beginn der Immissionen der ersten Dürrrholzwelle zum Opfer gefallen. Diese Tatsache ist für eine Resistenzauswahl zwar nicht von ausschlaggebender Bedeutung, muß jedoch bei der Auswertung des Vergleichs der verschiedenen Klone beachtet werden, indem die Unterschiede nicht sehr groß erwartet werden dürfen.

Zur Pfropfung wurden vorwiegend Spitzenbetriebe des letzten Jahres aus dem oberen Drittel des äußeren Kronenmantels mit starkem einjährigen verholzten Trieb verwendet. Die Reiser wurden von 6 widerstandsfähigen und 2 empfindlichen Individuen entnommen, die nach der Pfropfung 6 widerstandsfähige Klone und 2 empfindliche Klone bilden.

Pfropfung, Erziehung und Pflanzung des gepfropften Pflanzenmaterials.

Zur Pfropfung wurden Unterlagen aus 3 - 5 jährigen Fichtenpflanzen bekannter Herkunft verwendet. Kurz vor der Pfropfung wurden die Reiser auf eine Länge von 4 - 6 cm vorbereitet, teilweise von den Nadeln befreit und je nach der Stärke des Reisers und der Unterlage seitlich mit T -Schnitt gepfropft. Die Pfropfung bis zum Anwachsen der Reiser auf der Unterlage wurde im Glashaus durchgeführt. Dann wurden die Pflanzen in das Gewächshaus überführt und im Frühjahr

des folgenden Jahres nach Abschneiden des übrig gebliebenen oberen Teiles der Unterlage auf Beete des Pflanzgartens ausgesetzt, wo sie weitere zwei Vegetationszeiten blieben. Die Pflanzen wurden außerhalb des Rauchgebietes auf der Züchtungsstation des Institutes für Forstwissenschaften in Truba (Mittelböhmen) erzogen. Im Frühjahr 1967 wurden die gepropften Pflanzen als Ballenpflanzen auf zwei Versuchsflächen im Rauchschaengebiet des Erzgebirges ausgesetzt.

Die Versuchsfläche Nakléřov (Nollendorf) liegt 650 m ü. NN., gehört zur Waldtypengruppe *Sphagno piceetum* und ist den Exhalaten des Brüxer Gebietes ausgesetzt. Die Versuchsfläche ist spätfrostgefährdet (Tab. 1).

Die Versuchsfläche Nová Ves (Neudorf) liegt in 720 m ü. NN., gehört zur Waldtypengruppe *Sphagno piceetum* und liegt ebenfalls im Einwirkungsgebiet der Exhalationen des Brüxer Gebietes. Die Versuchsfläche liegt in unmittelbarer Nähe der Bestände, in denen die Mutterbäume ausgewählt wurden (Tab. 1).

Für einen langfristigen Vergleich wurde auf der Versuchsfläche auch Pflanzenmaterial aus Saatgut ausgesetzt (Saatgutpflanzen = K), wie sie im Untersuchungsgebiet vom Forstwirtschaftsbetrieb gewöhnlich zur Aufforstung benutzt werden.

Bewertung des Wachstums der Pflanzen.

Da es noch keinen spezifischen Test für den Nachweis der Resistenz von Fichten gibt, mußten solche Bewertungsmethoden herangezogen werden, die für das vorgegebene Ziel des Versuchs am günstigsten waren. Die Resistenz wurde bisher an erwachsenen Individuen und an Pflanzen bei künstlicher Begasung meistens nach den Veränderungen an den Assimilationsorganen in der Zeit der Begasung eingeschätzt. Eine solche statische Bewertung nach lediglich einem Merkmal erweist sich bei jungen Individuen, die unter natürlichen Be-

Tabelle Nr. 1

Versuchsfläche Naklérov (Nollendorf) - durchschnittlicher monatlicher
Gehalt SO_2/m^3 in mg)^a

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	Ø
1965	0,26	0,24	0,23	0,17	0,05	0,02	0,02	0,02	0,04	0,07	0,21	0,16	0,12
1966	0,20	0,25	0,10	0,11	0,04	0,03	0,05	0,04	0,06	0,06	0,12	0,16	0,10
1967	0,20	0,14	0,09	0,10	0,06	0,04	0,04	0,06	0,09	0,18	0,18	0,14	0,11
1968	0,14	0,14	0,12	0,08	0,06	0,05	0,04	-	-	-	-	-	-
1969	-	-	-	-	0,05	0,03	0,03	-	0,05	0,11	0,14	0,27	-

Versuchsfläche Naklérov (Nollendorf) - durchschnittlicher jährlicher
Ausfall in t/km^2)^a

1965	132	-	130	131	139	219	275	149	82	115	151	274	163
1966	79	70	96	142	138	99	79	228	101	124	-	36	118
1967	-	113	184	111	163	186	140	-	-	-	-	-	-
1968	-	-	278	234	366	-	-	-	-	-	-	-	-
1969	-	-	-	-	-	-	111	136	103	106	71	96	-

Tabelle Nr. 1 (Fortsetzung)

Versuchsfläche Nová Ves (Neudorf) - durchschnittlicher monatlicher
Gehalt SO_2/m^3 in $\text{mg} \text{ } ^a$

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	$\bar{\sigma}$
1965	0,32	0,28	0,14	0,14	0,15	0,14	0,11	0,16	0,19	0,75	0,41	0,26	0,26
1966	0,30	0,39	0,26	0,17	0,18	0,20	0,15	0,12	0,16	0,28	0,35	0,29	0,24
1967	0,31	0,34	0,29	0,22	0,20	0,11	0,10	0,12	0,12	0,22	0,42	0,34	0,23
1968	0,26	0,22	0,20	0,24	0,15	0,11	0,09	0,05	0,16	0,23	0,39	0,39	0,21
1969	0,23	0,28	0,33	0,17	-	-	-	-	0,10	0,12	0,19	0,22	-

Versuchsfläche Nová Ves (Neudorf) - durchschnittlicher jährlicher
Ausfall in $\text{t}/\text{km}^2 \text{ } ^a$

1965	108	173	-	54	65	95	81	56	79	105	124	260	109
1966	399	161	150	101	78	79	-	58	86	-	67	48	102
1967	-	112	63	-	76	138	104	71	72	91	99	71	91
1968	-	-	159	95	-	73	-	79	64	135	88	172	108
1969	-	-	78	54	-	-	-	-	-	82	188	140	-

Durchschnittliche jährliche Temperaturen und Niederschläge)^b

	Versuchsfläche	
	Nakléřov (Nollendorf)	Nová Ves (Neudorf)
Durchschnittliche jährliche Temperatur in °C	5	5
Durchschnittliche jährliche Temperatur in der Vegetationszeit in °C	10,7	10,7
Summe der jährlichen Niederschläge in mm/m ²	883	875
Summe der Niederschläge in der Vegetationszeit in mm/m ²	488	461

)^a in "Měření hygienické služby"

)^b in "Podnebí Československé republiky" - Tabellen, 1961, Praha

- keine Messungen durchgeführt.

dingungen wachsen, als ungenügend und entspricht auch nicht dem Ziel einer komplexen forstwirtschaftlichen Bewertung der Resistenz. Für diese Zwecke genügt nicht der Wert für einen augenblicklichen physiologischen Zustand, sondern ist ein Bild über die Dynamik langdauernder Veränderungen notwendig.

Es wurde deshalb eine Reihe langfristig verfolgbarer Merkmale ausgewählt, die nicht nur eine Bewertung nach absoluten Größen und Vergleiche miteinander in einem gegebenen Augenblick, sondern auch im Verlauf der Zeit und in Beziehung zu anderen Standortseigenschaften erlauben. Als äußere Merkmale wurden ausgewählt:

Die Schädigungsstufe der Assimilationsorgane, ergänzt durch das Trockengewicht von 100 Nadeln, denn nach WENTZEL (1968) sind immissionsresistente Fichten durch starke, robuste Nadeln gekennzeichnet. Als weiteres Merkmal von besonderem Wert wurde laufend jährlich der Zuwachs des Terminaltriebes gemessen, der als Weiser für die Vitalität gelten kann. Da nach den Erfahrungen von MATERNA (1962) in allen Fällen der durchschnittliche Aschengehalt der Trockennadeln bei den stärker geschädigten Individuen größer war als bei den ungeschädigten, wurde auch dieses Merkmal in die Untersuchungen einbezogen. Der Gehalt an verbrennbarem Schwefel in den Assimilationsorganen wurde trotz seines relativ niedrigen Weiserwertes gewählt, weil er nur eine geringe Nadelmenge für die chemischen Analysen erfordert.

Da einige Autoren die gleichzeitige Bewertung mehrerer Nadeljahrgänge empfehlen (MATERNA 1962, PELZ 1964), wurden sowohl ein- als auch zweijährige Nadeln dazu herangezogen. Die Bewertung ist nach den gleichen Gesichtspunkten langfristig vorgesehen, was sowohl das Erfassen von Veränderungen im Laufe der Zeit sowie auch der Veränderungen infolge des Alterns der beobachteten Nadeljahrgänge in ihrer Dynamik gestattet. Der Einfluß der Klima- und Bodenfaktoren läßt sich nur schwer ausschalten. Es wurden deshalb gleichzeitige Beobachtungen auf beiden Versuchsflächen durchge-

führt, die sich in genügender Entfernung voneinander und auf verschiedenen Standortstypen befinden. Ebenfalls konnte auch der Einfluß der Ernährung nicht ausgeschaltet werden, zu dem einige der gewählten Merkmale in engem Zusammenhang stehen (MATERNA 1962, LOKVENC, SKOUFY 1967). Die gemessenen Größen im laufenden Jahr wurden nach der Signifikanz der Unterschiede des arithmetischen Mittels mit Hilfe des "t"- und "u"-Testes mit einer gewählten Wahrscheinlichkeit von 0,995 bewertet. Beim Test wurden die einzelnen Klone der gepfropften empfindlichen und widerstandsfähigen Pflanzen gegeneinander und als gesamtes Kollektiv mit den Kontrollpflanzen verglichen. Damit wird nicht nur die Widerstandsfähigkeit, sondern auch die Dauerhaftigkeit der Eigenschaften im Verlauf der Zeit und auf verschiedenen Flächen bewertet. Es wird die Entwicklung der Veränderung von Merkmalen und auch die Beziehung der Merkmale zueinander beobachtet. Die Bewertung wird durch phänologische Beobachtungen, Vorkommen sekundärer Schäden, Photographien mit Spektrozonalfilm usw. ergänzt.

ERGEBNISSE

Die gewählte Methodik der Auswahl der Mutterbäume nach äußeren Merkmalen der Beschädigung erwies sich als günstige Voraussetzung für die Verwendung einiger Typen von Klonen mit verschiedener Resistenz gegenüber dem SO_2 unter natürlichen Bedingungen. Die Ergebnisse zeigen nicht eindeutig, daß die Resistenz der Klone in allen Fällen mit der Resistenz der Mutterbäume übereinstimmt. So zeigen sich zum Beispiel die Klone der Mutterbäume 625 und 626, die als resistente Plusbäume bewertet wurden, als resistenter, als die Klone von den Mutterbäumen 631 und 633, die als empfindliche Null- und Null-Minusbäume angesprochen wurden. Dagegen zeigt sich der Klon vom Ebenfalls als Plusbaum ausge-

schiedenen Mutterbaum 915 als empfindlicher als die Klone von den Null- und Null-Minus-Bäumen 631 und 633. Auch die Bewertung des gesamten Kollektivs der resistenten Klone gegenüber dem Kollektiv der empfindlichen Klone ist nicht eindeutig günstiger. Die empfindlichen Klone haben ein besseres Wachstum als die widerstandsfähigen. Nach den bisherigen Ergebnissen hat auch die radikale Verschlechterung des Zustandes der Assimilationsorgane, besonders der zweijährigen Nadeln, keinen Einfluß auf die Größe des Zuwachses. Dieser erhöhte sich in den bisherigen aufeinanderfolgenden Beobachtungsjahren eher noch. In den aufeinanderfolgenden Jahren erhöhte sich auch der Gehalt an Asche und verbrennbarem Schwefel im gleichen Nadeljahrgang, wogegen sich das 100-Nadel-Gewicht eher verringerte.

Während im ersten Jahr nach der Auspflanzung die gepfropften Pflanzen auf der Versuchsfläche Nová Ves (Neudorf) noch eindeutig besser waren, kam es im Verlauf der weiteren zwei Jahre zu einer Verschiebung zugunsten der Fläche Nakléřov (Nollendorf) - also der Fläche mit dem niedrigeren Durchschnitt der Immissionen. Obwohl in fast allen Fällen die gepfropften Pflanzen sichtbar resistenter als die Kontrollpflanzen waren, wurde dieser Unterschied in den ersten Jahren der Bewertung wegen der verschiedenen Voraussetzungen des verwendeten Pflanzenmaterials nicht bewertet. Einige Typen der resistenten und empfindlichen Klone zeigen eine merkliche Empfindlichkeit gegen Spätfröste.

F O L G E R U N G E N

Die ersten Ergebnisse lassen mit Rücksicht auf die geringe Signifikanz durch die kurze Dauer des Versuchs zunächst nur Schlüsse auf die Brauchbarkeit der verwendeten Methoden zu. Nach dem bisherigen Verlauf kann man konstatieren, daß sie dem vorgenommenen Ziel entsprechen.

Sowohl die Methode der Auswahl der Mutterbäume als auch die der vegetativen Vermehrung durch Pfropfung waren erfolgreich und entsprachen dem vorgenommenen Ziel. Sie lassen die Folgerung zu, daß es bei der Verwendung gepfropfter Pflanzen für die direkte Aufforstung etwa zu einer 2- bis 3-fachen Erhöhung der Kulturkosten kommt. Diese Erhöhung der Kosten ist insgesamt nicht sehr bedeutend, wenn man dabei bedenkt, daß die Anwendung von vornherein auf bestimmte begründete Fälle begrenzt wird. Nach den gewonnenen Erfahrungen läßt die Methode der Pfropfung durchaus eine Massenapplication zu.

Die gewählte kombinierte Methodik für die langfristige Beobachtung des Resistenzzustandes der Klone erwies sich bisher als geeignet, die Dynamik des Wechsels im Zustand der Klone mit genügender Feinheit zu erfassen. In der bisherigen kurzen Versuchszeit ergab sich, daß sich bei den gepfropften Pflanzen der Zuwachs zum größten Teil erhöhte ohne Beziehung zur zunehmenden Verschlechterung des Zustandes der Assimilationsorgane. Pararell dazu wurde das Volumen der Nadeln geringer und der Anteil an Asche und verbrennbarem Schwefel stieg. Erst weitere Beobachtungen der Dynamik dieser Entwicklung werden eine Analyse dieser polyfaktoriellen Beziehungen und entsprechende Folgerungen zulassen. Die bisherigen Informationen gaben jedoch bereits genügend Hinweise für die Fortführung und Erweiterung des Versuchs. Zu gegebener Zeit wird über weitere Ergebnisse berichtet werden.

Z U S A M M E N F A S S U N G

Der im Rauchschaengebiet des Erzgebirges angelegte Versuch hat zur Aufgabe, Fragen der Gewinnung, der Bewertung des Wachstums sowie der praktischen Brauchbarkeit einer Verwendung gepfropfter Fichtenpflanzen aus rauchhörteren Klonen für die Aufforstung zu lösen.

Die Mutterbäume für die Entnahme der Pfropfreiser wurden nach äußeren Merkmalen in verschiedenen Phasen chronischer Schädigung ausgewählt. Nach der Pfropfung entstanden daraus 6 Klone widerstandsfähiger und 2 Klone empfindlicher Typen.

Die außerhalb des Rauchschaadengebietes erzeugten gepfropften Pflanzen wurden zusammen mit normalen Pflanzen aus dem gegebenen Gebiet in zwei Probeflächen auf der Hochfläche des Erzgebirges ausgepflanzt, wo die durchschnittliche Jahreskonzentration SO_2 -Werte von 0,24 und 0,11 mg / m³ Luft erreicht.

Da ein Frühtest zur Bestimmung der Resistenz von Fichte gegen die Einwirkung von SO_2 fehlt, und unter Berücksichtigung der natürlichen Bedingungen des Versuches, wurde zur Bewertung des Wachstums der Pflanzen ein Komplex von Weisern ausgewählt: Der Zuwachs des Terminaltriebes, morphologische Veränderungen der Assimilationsorgane, Schwefelgehalt, Aschengehalt, das Gewicht von 100 einjährigen und zweijährigen Nadeln. Die statistische Bearbeitung erfolgte zur Prüfung eventueller Unterschiede zwischen gepfropften Pflanzen aus rauchempfindlichen und rauchharten Klonen sowie die Dauerhaftigkeit ihrer Eigenschaften im Verlauf der Zeit und auf verschiedenen Flächen.

Die ersten Ergebnisse zeigen, daß die Methoden der Auswahl der Mutterbäume und der Pfropfung sowie Bewertung des Wachstums der Pflanzen für das gewählte Ziel günstig sind. Weder aus ökonomischen noch methodischen Gründen braucht auf die Verwendung gepfropfter Fichtenpflanzen aus resistenteren Klonen für die Aufforstung verzichtet zu werden.

L I T E R A T U R

KNABE, W., 1967: Methoden der Auslöse und Züchtung immisionsresistenter Gehölze, XIV. JUFRO-Kongreß, München 1967, Sektion 24.

- LAMPADIUS, F., W. PELZ, 1970: Beitrag zum Problem der Beurteilung und des Nachweises der Resistenz von Waldbäumen gegenüber Immissionen. Biologisches Zentralblatt, 1970, H. 3.
- LOKVENC, V., J. SKOUPÝ, 1967: Pěstování a výsadba sazenic s obaleným kořaním, SZN Praha.
- MATERNA, J., 1962: Vliv kyslíčnicku siřičitého na minerální složení smrkového jehličí, Práce výzkumných ústavů lesnických ČSSR, č. 24.
- PELZ, E., 1964: Poškození lesů kouřem a prachem, Studijní informace lesnictví, UVTI, č. 1-2.
- PELZ, E., J. MATERNA, 1964: Beiträge zum Problem der individuellen Rauchhärte von Fichten, Archiv für Forstwesen, Jg. 13, Nr. 2, Berlin.
- POLSTER, H. a kol., 1965: Pflanzenphysiologische Untersuchungen im Dienste der Züchtung von Koniferen auf Rauchresistenz, Die Soz. Forstwirtschaft, Jg. 15, Nr. 12.
- FRIEHAUSER, G., 1958: Die Fichten-Variationen und -kombinationen des Bayrischen Waldes nach phänotypischen Merkmalen mit Bestimmungsschlüssel, Forstwiss. Centralblatt, Nr. 5/6.
- WENTZEL, K. F., 1968: Empfindlichkeit und Resistenzunterschiede der Pflanzen gegenüber Luftverunreinigung, Forstarchiv, 39. Jahrgang, Nr. 9, S. 189 - 194.

Výsledky rozboru vzorku jehličí a sněhových vod s ohledem
na působení průmyslových exhalací, 1968, 1969:
Výzkumný ústav pro hnědé uhlí Most / závěrečná
zpráva práce provedené na objednávku/.

EVALUATION OF THE GROWTH OF GRAFTED SPRUCE PLANTS FROM FUME-RESISTANT CLONES IN THE ERZGEBIRGE FUME-DAMAGE REGION

BY F. FÉR, F. PELZ, A. PFEFFER, V. TOLLINGER
Ceskoslovenska Akademie Vd. Ustav protvorbu a ochranu krojiny.

This trial in the Erzgebirge fume-damage region seeks to answer problems on obtaining grafted Norway spruce plants from fume-resistant clones, evaluating their growth, and making practical use of them for afforestation.

The parent trees from which the scion material was taken were selected by external characters in various phases of chronic damage. By grafting we produced six resistant clones and two susceptible clones.

The grafted plants, raised outside the fume-damage area, were planted out together with normal plants from the fume-damage area in two trial plots on the plateau of the Erzgebirge, where the average annual SO_2 concentrations attain values of 0.24 and 0.11 mg/cu m of air.

As there is no rapid test to determine the resistance of spruce to the effect of SO_2 , and in view of the natural conditions of the experiment, we selected a set of indicators to evaluate the growth of the plants, viz. the increment of the leading shoot, morphological changes in the assimilation organs, sulphur content, ash content, and the weight of 100 one-year and two-year needles. Data were statistically evaluated to determine any differences between grafted plants from fume-susceptible and fume-resistant clones, and the permanence of their properties with time and on different plots.

The first results show that the methods used to select the parent trees, to make the grafts and to evaluate the growth of the plants are suitable for the purpose. There are no economic or technical reasons why grafted spruce plants from resistant or fairly resistant clones should not be used for afforestation.

D I S K U S S I O N

SCHÜTT:

In der schriftlichen Zusammenfassung Ihres Referates wird angeführt, daß weder aus methodischen noch ökonomischen Gründen auf die Verwendung gepfropfter Fichtenzweigen aus resistenten Klonen für die Aufforstung verzichtet zu werden braucht. Nach meiner eigenen Erfahrung ist die Herstellung eines Pfropflings selbst unter günstigen Bedingungen so teuer, daß man ihn unter wirtschaftlichen Bedingungen sicher nicht für die Aufforstung verwenden kann. Von einigen Jahren haben wir Kulturen

daß die Herstellung eines Pfropflings pro Stück 5.- bis 8.- DM kosten wird.

FISCHER:

Es gibt Genetiker, die behaupten, daß Pfropflinge weiterhin im Wachstumsrhythmus der Mutterbäume wachsen. Hat sich diese These in ihren bisherigen Versuchen bestätigt?

TOLLINGER:

Der Höhenzuwachs der Mutterbäume wurde bei der Auswahl nicht gemessen. Wir wollten die Mutterbäume eine längere Zeit beobachten, aber die Schädigung im Erzgebirge ist so stark, daß die Mutterbäume innerhalb von zwei Jahren abgestorben waren.

KELLER:

Wie alt sind eigentlich die ältesten geklonten Fichten? Ich hatte Gelegenheit, in Finnland Pfropfplantagen zu besichtigen und hierbei wurde mir mitgeteilt, daß bei der Kiefer bis zum Alter von 20 Jahren Inkompatibilitätserscheinungen auftreten können.

SCHÜTT:

Die Inkompatibilitätserscheinungen zwischen Pfropfling und Unterlage kommen besonders dann vor, wenn man andere Arten bei Unterlage und Reis verwendet, sodaß man im Stamm der Unterlage andere Zuwachsverhältnisse als im Reis hat; es kommt dann bald, vor allem unter mechanischen Einflüssen zu mechanischen Schädigungen - Abbrechen an der Stelle der Pfropfung.

Inwiefern physiologische Störungen zwischen Unterlage und Reis generell auftreten, ist nicht allgemein zu sagen. Da zwei verschiedene Individuen mit zwei verschiedenen physiologischen "Mustern" aufeinander gepfropft werden, kann das gerade in Resistenzfragen immer Schwierigkeiten mit sich bringen, die schwer zu überblicken sind.

Die ältesten Verklonungen von Fichten, also aus bewurzelten Stecklingen heraus, sind heute ganz sicher älter als 30 Jahre und unterscheiden sich im Äußeren durch nichts von aus Samen gezogenen Bäumen. Ansonsten kennen wir Pfropfungen verschiedener Arten aufeinander, die viel älter sind und von MAYR um die Jahrhundertwende durchgeführt wurden. Hierbei handelt es sich aber um Einzelbäume.

TUBING FUMIGATION METHOD FOR SELECTION OF PINES RESISTANT TO AIR POLLUTANTS¹

by

H. D. GERHOLD, E. H. PALPANT, W. M. CHANG
and M. E. DEMERITT Jr.

School of Forest Resources and Center for Air Environment Studies
The Pennsylvania State University

INTRODUCTION

Selection and breeding of trees that are resistant to air pollutants is underway in several countries (2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13). Resistant varieties developed from such trees would be especially useful in localities that are subjected periodically to damaging levels of phytotoxicants. A 1969 survey (6) of air pollution damage to vegetation in Pennsylvania conservatively estimated direct economic losses exceeding 3.5 million dollars, plus 8 million dollars of indirect damage. This was mainly caused by oxidants from car exhausts and industry, but also by oxides of sulfur and other pollutants. About 5 percent of the total damage occurred to timber, ornamental, and Christmas trees. Losses could be reduced if pollutant-resistant trees were available for planting near industrial sites and urban centers. As ornamental trees along highways or in city parks and shopping malls, they would improve man's environment by providing beauty, shade, and reduction of noise and wind (1).

Thousands of trees must be evaluated during the process by which improved varieties are developed. Rates of genetic gain in pollutant resistance are expected to be directly proportional to selection intensity,

¹/ Financial support provided by the National Air Pollution Control Administration, Public Health Service. Center for Air Environment Studies Publication No. 171-70.

which can be increased in several ways:

- (1) by exposing more trees to damage under uniform conditions,
- (2) by using fumigant concentrations that enable optimum discrimination of genetic differences, and
- (3) by rating trees according to a scale that is suitable for quantitative analysis.

Mating schemes and methods of mass-producing improved varieties will also influence the realized genetic gains, but these are beyond the scope of this paper which is concerned only with selection techniques.

A series of experiments was started in 1969 in an attempt to develop an efficient system for measuring the degree of resistance of large numbers of Scotch pines (Pinus sylvestris L.) to damage caused by ozone or by sulfur dioxide. The background of this project and its additional objectives have been described previously (4). Although certain aspects of the fumigation method are still being studied, it is already evident that all components of the system are functioning well and producing quite useful results. We believe the method could readily be applied or adapted to other species and other pollutants, and therefore its main features are described here, even though some modifications may still be needed.

PLANT MATERIALS

The seedlings that are to be evaluated for resistance are grown in nursery beds, and fumigated during the growing season prior to field planting. In Pennsylvania two- or three-year old seedlings are normally employed.

We used a somewhat modified nursery procedure, partly for convenience and also because we wanted to obtain a maximum number of seedling from the small seedlots which came from controlled matings. In February seeds were planted in flats in a greenhouse, then seedlings were transplanted in June

to a nursery 15 miles south of State College. Four randomized complete blocks each contained 10 trees per seedlot planted in a row across the nursery bed. Spacing was 5 inches between rows and 5 inches between trees.

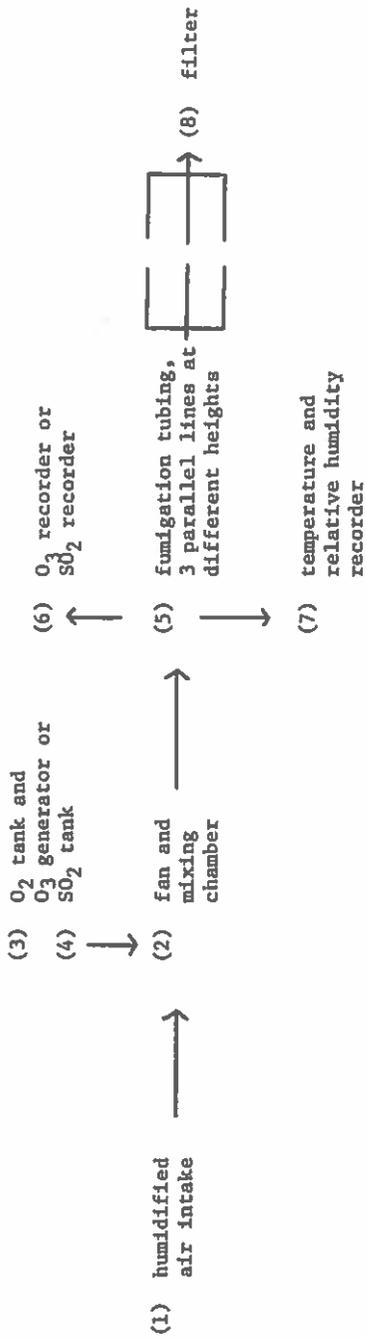
The needles formed in the second growing season are sufficiently developed by early July to be inserted into the fumigation chamber, though they tear off more readily than in late summer. During 1969 no large seasonal changes in reaction to ozone were noted between July 30 and October 16, but the variability associated with date of fumigation is still under study.

Only the needles formed in the current year are exposed to fumigation. Numerous investigations of diverse tree species have indicated that air pollutants damage plants mainly or entirely by acting on the leaves. We have assumed that the most useful form of resistance is that expressed by the leaves, and that it can be discriminated adequately after fumigation in a nursery during summer months. Further experiments will be required to establish the validity of these assumptions.

FUMIGATION PROCEDURE

The components of the fumigation apparatus are shown in Table 1, and described in Table 2. A constant flow of humidified air mixed with ozone or sulfur dioxide is blown at 150 to 300 feet per minute through three parallel clear plastic tubes which serve as a fumigation chamber. Fumigant concentration, temperature, and humidity are recorded continuously near the inlet of the middle tube. Temperatures inside have ranged from 8°C to 38°C, and relative humidity from 46% to 96%, reflecting variations in ambient conditions. The fumigant is exhausted through a filter to purify it. The three tubes placed down the length of the nursery bed are supported by aluminum wire stakes at different heights, governed by the range of seedling sizes. Six seedlings per row are adjacent to the tubes, and one of these

Table 1. Components of the tubing fumigation apparatus for exposing seedlings of pine seedlings to air pollutants.



is sampled in our experiments.

A needle fascicle, consisting of two needles that remain attached to the seedling, is inserted into the fumigation tube through a port hole 3/16 inch in diameter. The hole is covered with a 1/2 inch disc made of thin rubber sheeting held in place by a plastic reinforcing ring (commonly

Table 2. Components of the tubing fumigation apparatus.

- (1) humidified air intake: Kenmore Humidifier, Model 758-72971, Sears Roebuck & Co.; a specially made metal adaptor directs airflow to booster fan.
- (2) fan and mixing chamber: Sentinel Muffin Fan, Motor Series 747, 4 1/2 in. diam., 100 cu. ft./min., Rotron Mfg. Co.; specially made plexiglass adaptor connects to tube which extends into base of mixing chamber: Nalgene polyethylene bottle, 13 gal. capacity, with intake hole cut into cap and exhaust hole cut next to neck.
- (3) O₂ tank and O₃ generator: cylinder containing 244 cu. ft. commercial grade oxygen, fitted with regulator, valve, and micrometer valve; Ozonator Model O3V1, Ozone Research & Equipment Corp.
- (4) SO₂ tank: cylinder containing 236 cu. ft. commercial grade sulfur dioxide, fitted with regulator, valve, and micrometer valve.
- (5) fumigation tubing: polycarbonate tubing, 1/16 in. wall thickness, 2 1/4 in. i.d. x 70 in. long, 3/16 in. diam. port holes drilled at 5 in. intervals on opposite sides; sections joined by vinyl tape; standard 2 in. polyvinylchloride elbows, crosses, and short tubing sections used at both ends to join triple lines to single intake and exhaust lines; a 13/16 in. wide baffle fastened in the intake cross restricts airflow into the center tube to equalize flows in the three lines.
- (6) O₃ or SO₂ recorder: Ozone Meter Model /24-2 and Strip Chart Recorder Model 725-3C, Mast Development Co.; Sulfur Dioxide Analyzer/Recorder Model 67, Scientific Industries, Inc.
- (7) temperature and relative humidity recorder: Portable Two-Channel Universal Recorder, Tripptronic, Inc.; temperature module range 0-100°F; Type 11 humidity transducer range 30-90% RH, Phys-Chemical Research Corp.
- (8) filter: for ozone, Activated Charcoal Air Purification Cell, Model CNA F-513, Barnebey-Cheney Co.; for sulfur dioxide, a vertical column filled with berl saddles through which a sodium carbonate solution is recirculated.

used to reinforce holes in notebook paper). The ring adheres to the rubber disc and the plastic tube. An entry hole is made with a dissecting needle, and pointed forceps are used to enlarge it while the needle fascicle is carefully inserted. The rubber sheeting prevents leakage of ozone, but not sulfur dioxide. A coating of stopcock grease, or substitution of caulking compounds for the rubber disc, are currently being tried to solve this problem. Rubber bands and a wire hook are used to hold the seedling lightly in position against the side of the tube. The rubber disc and reinforcing ring are left on the needle fascicle to identify it after removal from the tube, and to mark how much of it was exposed to fumigation. Air is blown through the tubes to prevent overheating during the day when needles are being inserted.

Fumigation begins in the morning of the following day. The various pieces of equipment are turned on and the fumigant control valves are adjusted gradually and frequently during the first 15 minutes until the desired concentration is reached. A qualified operator remains in attendance to check the equipment several times an hour and to make any necessary adjustments. He can also perform other tasks during the intervals, such as preparing for the next experiment or collecting data from a previous one.

Optimum dates and dosages for fumigation with ozone and sulfur dioxide are still under investigation. Excellent results were obtained with 50 to 60 ppm ozone for 6 hours on various dates during August, September, and October, 1969. Symptoms resulting under these conditions covered a wide range, from no damage to complete death of needles, and permitted good discrimination of differences in resistance. Trials using sulfur dioxide have been more limited. After a dosage of 60 ppm for 6 hours in July, the needles of seedlings were either undamaged or completely killed, in about equal numbers. Higher dosages and a modified rating system will

be required in order to obtain a range of reactions and degree of discrimination similar to those resulting from ozone fumigation.

DAMAGE RATING PROCEDURE

After fumigation with ozone has been completed and needles have been carefully withdrawn from the tubing, additional time is required for further development of symptoms. They can be readily distinguished after 3 to 7 or more days. The damage to each needle is then rated separately by estimating the percent of exposed length that is characterized by these symptoms on its most severely affected side:

1. necrotic tissues, dried and faded or brown
2. chlorotic tissues, lighter shades of green
3. mottled tissues, mixture of discolored and normal tissues
4. bands saturated with fluid
5. flecks on surface, no visible internal damage

A small set of scales divided into tenths is used as a guide in estimating percentages. The total percent of damage is calculated afterwards by weighting each category according to the relative amount of chlorophyll that has been destroyed, similar to the technique of Todd and Arnold (10).

A different procedure is used for rating damage caused by sulfur dioxide because symptoms are less diversified. It is based on the elapsed time until severe symptoms appear during fumigation with an acute dosage. A scale containing 15 subdivisions can be devised by using a 6 hour fumigation period, making observations at one hour intervals plus once more the next day, and recognizing the two symptoms chlorosis and necrosis. For example, needles without symptoms can be rated "1", those first showing chlorosis or necrosis after one day are rated "2" or "3", while those with the respective symptoms at the end of fumigation are rated "4" or "5", and so on. We are still uncertain how well this procedure for evaluating

sulfur dioxide damage will work, and modifications may be necessary.

CONCLUDING REMARKS

This non-destructive method for selecting trees resistant to noxious gases is still in an experimental stage. Until now three persons have been required to evaluate about 700 trees per week. Insertion of needles and recording of data have taken up large proportions of the time. Substantial improvements in efficiency should be possible, however, after effects of several important variables have been defined. This is one of our objectives. Another is to start exploring how to exploit genetic variation within the species in resistance to ozone and to sulfur dioxide. For this purpose we have produced several hundred bi-parental progenies, including intra- and inter-population matings in which many Scotch pine provenances are represented. The trees will be utilized to estimate genetic parameters and to develop better selection methods, and also as basic material for creating improved varieties.

Our transparent tubing fumigation method has several advantageous features. Hundreds of trees may be exposed simultaneously under rather uniform conditions. They can be grown normally in a nursery, and do not require potting or extra handling. Resistance of each may be measured repeatedly using just a few needles, with little disturbance of other parts of the tree. Concentrations of ozone or sulfur dioxide may be controlled within 5 ppm, and variation within the fumigation chamber is very small. Temperature and humidity regimes simulate natural conditions that are conducive to damage. The resistance level of selected trees can be defined unambiguously with respect to fumigant concentration, and other important variables such as humidity, temperature, and soil fertility. After more experience has been gained with this method, it will be desirable to compare its efficiency and effectiveness with previously used selection methods

including those that utilize forest conditions, greenhouses, bioclimatic chambers, or cut branches in containers.

LITERATURE CITED

1. Anon. 1968. A national program of research for plants to enhance man's environment. Report of Joint Task Force of the U. S. Department of Agriculture and the State Universities and Land Grant Colleges. 30 pp.
2. Bortitz, S. and M. Vogl. 1969. Physiologische Untersuchungen zur individuellen Rauchhärte von *Pinus silvestris*. Arch. Forstw. 18: 55-60.
3. Bortitz, S. and M. Vogl. 1965. Versuche zur Erarbeitung eines Schnelltestes für die züchterische Vorselektion auf Rauchhärte bei Lärchen. Züchter 35: 307-311.
4. Gerhold, H. D. and E. H. Palpant. 1968. Prospects for breeding ornamental Scotch pines resistant to air pollutants. Proc. 6th Central States For. Tree Impr. Conf.: 34-36.
5. Knabe, W. 1967. Methoden der Auslese und Züchtung immissionsresistenter Gehölze. Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Germany. Mimeo. rpt., 21 pp.
6. Lacasse, N. L. and T. C. Weidensaul. 1970. State wide survey of air pollution damage to vegetation - 1969. Penna. State U., Ctr. Air Envir. Studies, Publ. No. 148-70, 52 pp.
7. Polster, H., S. Börtitz, and M. Vogl. 1965. Pflanzenphysiologische Untersuchungen im Dienste der Züchtung von Koniferen auf Rauchresistenz. Sozial. Forstwirtschaft. 15: 368-370.
8. Rohmeder, E., W. Merz, and A. von Schönborn. 1962. Züchtung von gegen Industrieabgase relativ resistenten Fichten- und Kiefernarten. Forstw. Cbl. 81: 321-332.
9. Schönbach, H., H. G. Dässler, H. Enderlein, E. Bellmann, and W. Kästner. 1964. Über den unterschiedlichen Einfluss von Schwefeldioxid auf die Nadeln verschiedener 2-jähriger Lärchen Kreuzungen. Züchter 34: 312-316.
10. Todd, G. W. and W. N. Arnold. 1961. An evaluation of methods used to determine injury to plant leaves by air pollutants. Bot. Gaz. 123(2): 151-154.
11. Tzschacksch, O., M. Vogl, and K. Thümmler. 1969. Vorselektion geeigneter Provenienzen von *Pinus contorta* für den Anbau in den Rauchschaedgebiete des oberen Erzgebirges. Arch. Forstw. 18: 979-982.

TUBING FUMIGATION METHOD FOR SELECTION OF

PINES RESISTANT TO AIR POLLUTANTS^{1/}

12. Vogl, M., H. Schönbach, and E. Haedicke. 1968. Experimentelle Untersuchungen zur relativen Rauchhärte im Rahmen eines Provenienzversuches mit der japanischen Lärche. Arch. Forstw. 17: 1001-1013.
13. Wentzel, K. F. 1967. Bedeutung, Aussichten, und Grenzen der Züchtung relativ rauchharter Baumarten im Lichte immissionsökologischer Erfahrungen in Mitteleuropa. Proc. 14th IUFRO Congr. 5: 536-555.

ABSTRACT

Special selection methods are required for breeding programs that improve the resistance of pines to air pollutants. A fumigation method has been developed for evaluating resistance of large numbers of trees to damage by ozone and sulfur dioxide, without destroying any of them. Needle fascicles of seedlings in a nursery are exposed to acute dosages in clear plastic tubing, important environmental variables are monitored, and damage is evaluated within a few days. Equipment and personnel needs are described and illustrated. Objective measurements of various symptoms are integrated in damage rating scales that are suitable for quantitative analyses. Current experiments are designed to estimate genetic parameters, using biparental progenies of Pinus sylvestris that include intra- and inter-population matings.

NADELANALYTISCHE ERGEBNISSE VON EINEM DÜNGUNGSVERSUCH IN EINEM RAUCHGESCHÄDIGTEN FICHTENBESTAND

von

Klaus STEFAN

Institut für Forstschutz der Forstlichen Bundesversuchsanstalt
Wien

1. EINLEITUNG

Koniferen stellen in Österreich, dessen Waldfläche zu 84 Prozent von Nadelbäumen bestockt ist, auch in den meisten Rauchschadensgebieten die Hauptholzart dar. Eine Umwandlung dieser Bestände in Laubwälder ist aus standörtlichen und wirtschaftlichen Gründen kaum möglich. Unter den derzeit praktisch durchführbaren forstlichen Maßnahmen zur Rauchschadensverminderung scheint dagegen die Verbesserung der Wuchsbedingungen durch Düngung auch großflächig durchführbar.

Aus diesem Grunde wurde unter Berücksichtigung der Arbeiten von WENTZEL 1959 und 1963, THEMLITZ 1960, MATERNA 1960, 1961 und 1962, LAMPADIUS und HÄUSSLER 1962, ROHMEDEK und SCHÖNBORN 1965, KRAUSS 1966, ENDERLEIN und KÄSTNER 1967 und auf Grund von Ergebnissen, die seit 1962 auf anderen Düngungsversuchsflächen in Österreich gewonnen werden konnten (STEFAN und LIPPAY 1966; KILIAN und LUMBE 1969; POLLANSCHÜTZ 1969; STEFAN 1969 a, 1969 b, 1969 c) von der Forstlichen Bundesversuchsanstalt 1968 eine Düngungsversuchsfläche im Rauchschadensgebiet Aichfeld (Steiermark) angelegt, um die Möglichkeiten der Rauchschadensverminderung durch Düngung in der Praxis unter österreichischen Verhältnissen zu prüfen.

Im vorliegenden Bericht wird auf die nadelanalytischen Ergebnisse eingegangen; die erste ertragskundliche Kontrollerhebung ist erst für 1973 vorgesehen.

Im Rahmen dieses Vortrages sollen folgende Fragen behandelt werden:

1. Welchen Einfluß hat die Düngung in einem Immissionsgebiet auf den Schwefelgehalt der Nadeln?

2. Wie weit variiert der Schwefelgehalt in ein- und mehrjährigen Fichtennadeln bei "benachbarten" Bäumen unter SO₂-Einfluß und welchen Einfluß hat diese Variationsbreite auf die Aussagekraft der Nadelanalyse beim Immissionsnachweis?

2. MATERIAL, METHODIK UND BEHANDLUNG DER VERSUCHSFLÄCHE

Das Aiochfeld gehört zum inneralpinen Klimabereich mit einer durchschnittlichen Temperatur von 6,7 ° Celsius und nur 900 mm Niederschlag pro Jahr. Die Versuchsfläche liegt in 650 m Seehöhe auf einer älteren Terrasse der Mur. Der Boden - Braunerde auf Schotter - ist gut mit Phosphor sowie Kali und durchschnittlich mit Stickstoff und Calcium versorgt.

Die Versuchsfläche umfaßt 8 Teilflächen, wovon 4 (A) unbehandelt blieben und 4 (B) mit verschiedenen Düngerkombinationen beziehungsweise -mengen gedüngt wurden. Ein Teilflächenpaar (IV) liegt auf einer höheren Terrasse (15 m über den übrigen Parzellen). Bei den Teilflächenpaaren I - III handelt es sich um einen 35 - 40jährigen Fichtenbestand, bei Teilflächenpaar IV um einen 55jährigen.

Vor Anlage des Versuches war der Bestand geringeren Immissionen als jetzt ausgesetzt. Die Erhöhung der Immissionen im Jahre 1968 und 1969 bewirkte auf einem Teil der Versuchsfläche 1969 und 1970 bereits horstweises Absterben.

Die Bemessung der Düngergaben erfolgte auf Grund von Boden- und Nadelanalysen. Die Daten der Nadelanalysen ergaben, daß eine ausreichende Versorgung mit Phosphor, Kalium, Calcium und Magnesium gegeben ist. Die Versorgung mit Stickstoff war dagegen nicht optimal.

Die Streuung der Werte für die einzelnen Nährstoffe entsprach der auf immissionsfreien Versuchsflächen.

Die Reinnährstoffmengen, welche im Frühjahr 1969 auf den einzelnen Teilflächen ausgebracht wurden, sind aus TABELLE 1 zu entnehmen.

TABELLE 1: Ausgebrachte Reinnährstoffmengen in kg / ha

Parzelle	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₄
I B	279	143	107	456	46	485
II B	279	-	-	240	-	-
III B	186	-	-	160	-	-
IV B	188	-	-	162	-	-

Die Entnahme der Nadelproben erfolgte im Oktober 1968 und 1969. Von 2 Bäumen pro Teilfläche wurde jeweils von den letztjährigen (einjährigen) Nadeln des 3. Quirls der N, P, K, Ca und Mg-Gehalt bestimmt; der Schwefelgehalt wurde in den ein- bis dreijährigen Nadeln bestimmt.

P, K, Ca und Mg wurden im salzsauren Filtrat der veraschten Nadelpulver bestimmt. Phosphor wurde kolorimetrisch, Kalium, Calcium und Magnesium flammenphotometrisch bestimmt. Die Bestimmung des Stickstoffs erfolgte nach Kjeldahlaufschluß maßanalytisch.

Der Schwefelgehalt wurde gravimetrisch als Bariumsulfat ermittelt, nachdem die Nadeln unter Zusatz von Calciumazetat verascht worden waren. Über die Grenzen, die dieser Methode zur Schwefelbestimmung gesetzt sind, wurde von BUCK 1962 berichtet.

3. ERGEBNISSE

3.1 Beeinflussung des Schwefelgehaltes durch Düngung

Die Mittelwerte der Teilflächengruppen A und B waren für alle untersuchten Nadeljahrgänge im Herbst 1968 annähernd gleich (siehe Tabelle 2).

Die Düngung bewirkte 1969 eine Absenkung der Schwefelgehalte in den Nadeln der gedüngten Parzellen gegenüber den ungedüngten Vergleichsparzellen. Die Einzelwerte der A-Parzellen waren von denen der B-Parzellen aber statistisch nicht signifikant verschieden. Signifikante Unterschiede zwischen den ungedüngten und gedüngten Flächen ergaben sich dagegen in den Änderungen des Schwefelgehaltes von 1968 auf 1969; der Unter-

schied war sowohl bei den einjährigen als auch bei den zwei-jährigen Nadeln statistisch gesichert.

Zwischen den einzelnen Düngungsvarianten bestand 1969 kein signifikanter Unterschied; dies galt auch für die Düngungsvarianten mit 186 bzw. 188 kg Stickstoff pro Hektar auf den Parzellen III und IV. Die Düngungsvarianten wurden daher bei den weiteren Auswertungen nicht mehr berücksichtigt und nur noch zwischen "gedüngt" und "ungedüngt" differenziert.

TABELLE 2: Mittelwerte der Schwefelgehalte der ein-, zwei- und dreijährigen Nadeln von den Parzellen I - III und IV in den Jahren 1968 und 1969

	% Schwefel i.d.Tr.S. in den Nadeljahrgängen					
	1		2		3	
	1968	1969	1968	1969	1968	1969
I-III A	0,19	0,19	0,26	0,29	0,32	0,34
I-III B	0,19	0,14	0,26	0,26	0,31	0,29
IV A	0,16	0,17	0,23	0,25	0,28	0,28
IV B	0,17	0,13	0,25	0,23	0,33	0,29

Während die Schwefelgehalte der einjährigen Nadeln auf den ungedüngten Parzellen von 1968 auf 1969 bei den Einzelbäumen nur im "natürlichen Bereich" von 0,02 % S schwankten (STEFAN 1968), lagen die Differenzen auf den gedüngten Teilflächen mit einer Ausnahme - auf II B zeigte ein Baum keine Düngungswirkung - zwischen -0,03 und -0,07 % S.

Im Mittel blieb der Schwefelgehalt auf den ungedüngten Parzellen I - III gleich, während er auf I - III B um 0,05 % sank. Auf der Teilfläche IV A stieg der Schwefelgehalt um 0,01 %, auf der dazugehörigen gedüngten Parzelle sank der Schwefelgehalt in den einjährigen Nadeln um 0,04 % S (siehe Tabelle 2).

In den zweijährigen Nadeln kam es auf den ungedüngten Parzellen I - III von 1968 auf 1969 im Mittel zu einem Anstieg von 0,26 % auf 0,29 %, während auf den gedüngten Parzellen

kein Anstieg erfolgte. Auf dem Parzellenpaar IV kam es auf der ungedüngten Parzelle zu einem Anstieg um 0,02 %, auf der gedüngten zu einer Abnahme um 0,02 % S.

Die dreijährigen Nadeln der ungedüngten Parzellen I - III wiesen im Mittel einen Anstieg um 0,02 %, die gedüngten eine Abnahme um 0,02 % auf. Auf der Parzelle IV A blieb der Schwefelgehalt gleich, während er auf IV B um 0,04 % sank.

Bei Berücksichtigung der Veränderungen auf den unbehandelten Parzellen kam es auf den gedüngten Parzellen von 1968 auf 1969 im Mittel in den einjährigen Nadeln zu einer Absenkung um 25 Prozent, in den zweijährigen zu einer Absenkung von 10 und in den dreijährigen zu einer Absenkung von 12 Prozent, bezogen auf den Wert der ungedüngten Parzellen. Als Ursache für die Absenkung des Schwefelgehaltes kann einerseits ein Verdünnungseffekt und andererseits eine Verringerung der SO₂-Aufnahme nach der Düngung (MATERNA und KOHOUT 1967) in Frage kommen.

Für die Nährstoffe Phosphor, Kalium, Calcium und Magnesium war mit Hilfe der Nadelanalyse im Herbst 1969 noch keine Reaktion auf die Düngung festzustellen. Die Bereiche der Einzelbaumschwankungen waren bei den genannten Nährstoffen für die Bäume auf den gedüngten und ungedüngten Parzellen annähernd gleich (siehe Abbildung 1). Im Gegensatz dazu wirkte sich die Stickstoffdüngung in einer signifikanten Erhöhung des Nadel-Stickstoffgehaltes aus. Während sich die Stickstoffgehalte der Einzelbäume auf den ungedüngten Parzellen zwischen -0,08 und +0,14 % N von 1968 auf 1969 veränderten, lag der Bereich auf den gedüngten Parzellen zwischen +0,20 und +0,53 % N. Bei der höheren Stickstoffgabe lag die Steigerung zwischen 0,27 und 0,53 % N, für die geringere zwischen 0,20 und 0,39 % N (siehe Abbildung 2).

Die statistische Prüfung, ob zwischen den Veränderungen im Schwefel- und Stickstoff-Gehalt der einjährigen Nadeln von Einzelbäumen ein Zusammenhang besteht, ergab eine lineare Korrelation mit dem Korrelationskoeffizienten $r = -0,66$, der statistisch formal gesichert ist (siehe Abbildung 3).

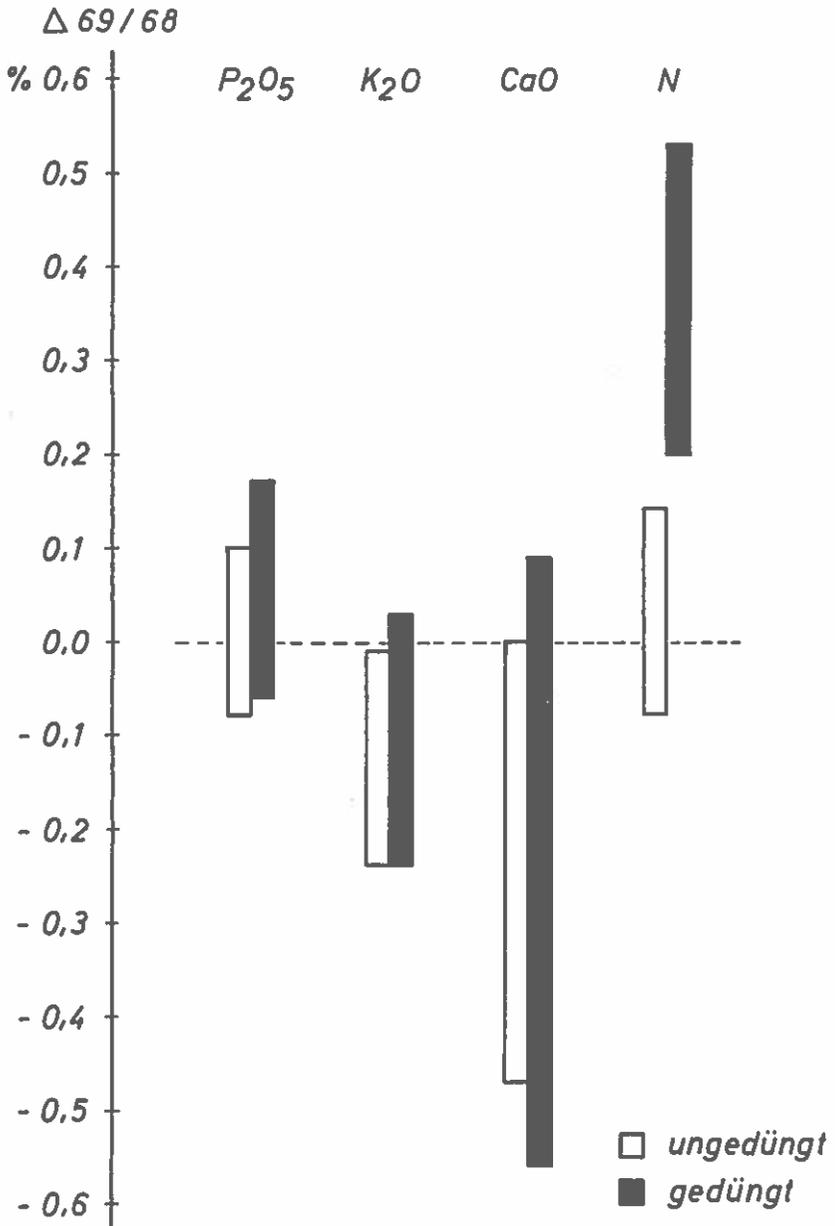


Abb. 1: Schwankungsbereich der Nährstoffgehalte bei Einzelbäumen von 1968 auf 1969, auf gedüngten und ungedüngten Parzellen

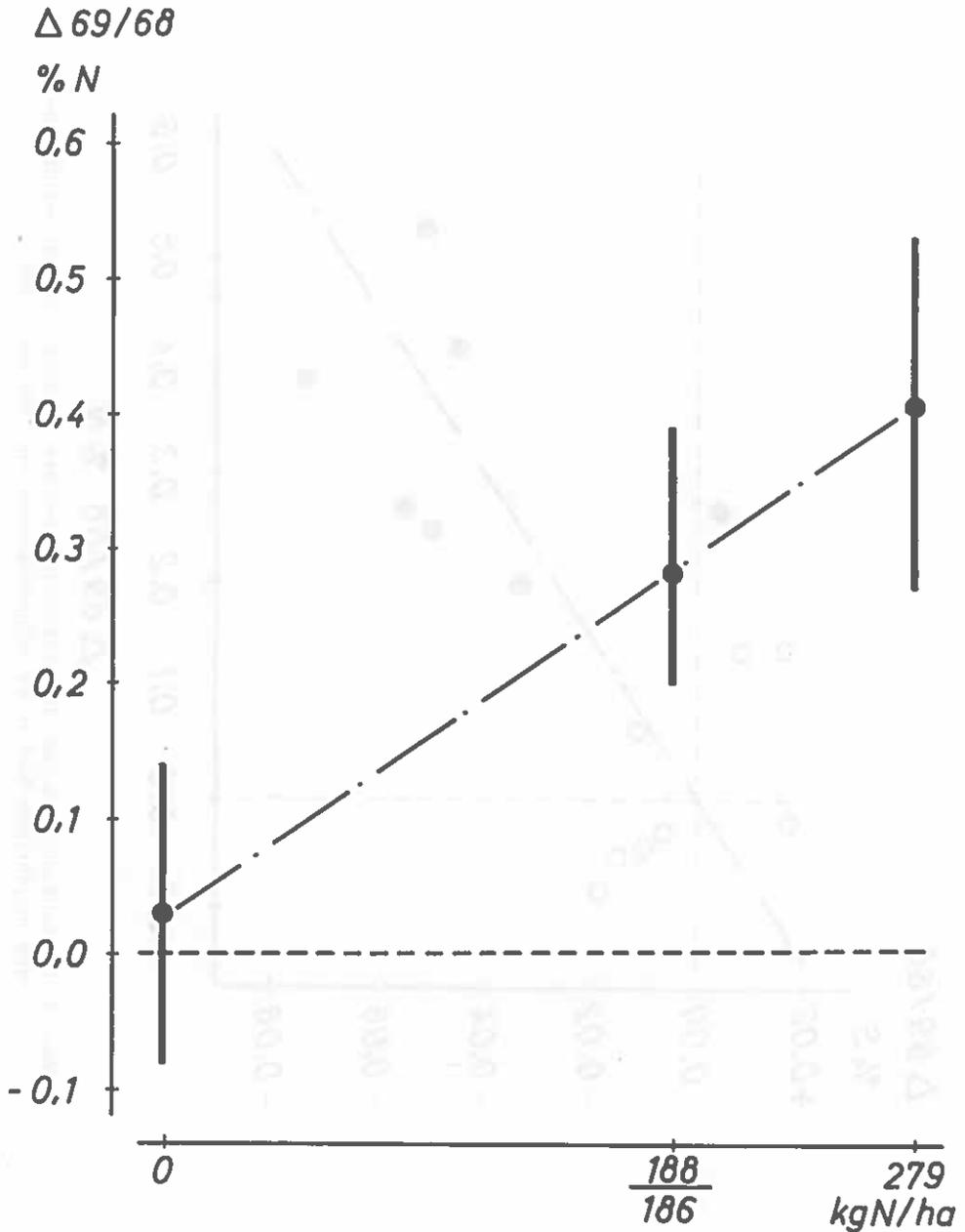


Abb. 2: Zusammenhang zwischen Höhe der N-Düngung und Veränderung des N-Gehaltes (• = Mittelwert)

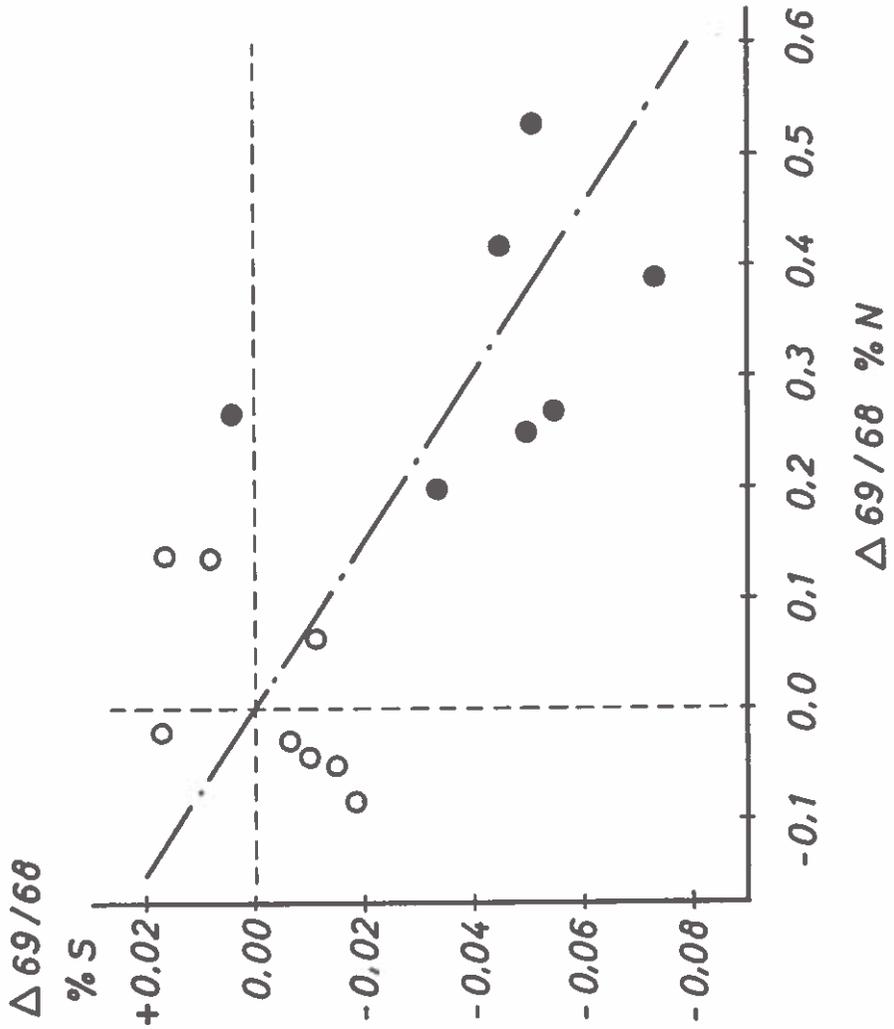


Abb. 3: Korrelation zwischen den Veränderungen des Schwefel- und Stickstoffgehaltes der einjährigen Nadeln bei Einzelbäumen von 1968 auf 1969

Die Untersuchungen der nächsten Jahre werden zeigen, wie lange die Düngerwirkung erhalten bleibt und in welchem Intervall die Düngung wiederholt werden muß, um eine Verbesserung der Rauchsadenssituation herbeizuführen.

Zusammenfassend kann zur ersten Frage, der Beeinflussung des Schwefelgehaltes durch Düngung, festgehalten werden, daß eine signifikante Änderung des Schwefelgehaltes in den ein- und zweijährigen Nadeln als Folge der Düngung eintrat und daß bei den einjährigen Nadeln die Veränderungen im Schwefelgehalt mit den Veränderungen im Stickstoffgehalt korreliert waren. Um eine unterschiedliche Wirkung der Düngungsvarianten erfassen zu können, werden ab Herbst 1970 zehn Proben pro Parzelle untersucht werden.

2.2 Variationsbreite des Schwefelgehaltes

Im Rahmen der von der Forstlichen Bundesversuchsanstalt bei Rauchsadensuntersuchungen angewandten Methode (DONAUBAUER et al. 1965; POLLANSCHÜTZ 1966) fällt der Nadelanalyse die Aufgabe zu, die Immissionseinwirkung nachzuweisen. Die Immissionsauswirkung wird durch ertragskundliche Erhebungen festgestellt.

Während für die Bestimmung des Schädigungsgrades mit Hilfe von Bohrkernanalysen stets mehrere Stämme an einem Probeort untersucht werden, wurden von der Forstlichen Bundesversuchsanstalt bisher immer nur die Nadeln von einem Baum pro Kleinprobefläche untersucht.

Um die Aussagemöglichkeiten der Nadelanalyse kritischer abgrenzen zu können, wurde das Zahlenmaterial der ungedüngten Nadelproben von I - III / A und B aus 1968 und I - III A aus dem Jahre 1969 auch dahingehend ausgewertet, wie groß die Abweichungen eines Einzelwertes vom Flächenmittelwert unter Immissionseinfluß sein können. Wie groß die Unterschiede des mit der angeführten Methode erfaßbaren Schwefelgehaltes an einem Probeort (Düngungsflächen) sein können, wenn keine Immissionen vorhanden sind, wurde auf der letzten Tagung

dieser Arbeitsgruppe in Kattowitz (STEFAN 1968) mitgeteilt.

Auf den Parzellenpaaren I - III kamen 1968 folgende maximale Abweichungen vom Gesamtmittelwert in den einzelnen Nadeljährgängen vor: 1-jährige Nadeln: 0,06 % S

2-jährige Nadeln: 0,07 % S

3-jährige Nadeln: 0,07 % S.

Diese Werte entsprechen 32, 27 und 22 Prozent des jeweiligen Mittelwertes. Läßt man die maximale Abweichung unberücksichtigt, so lagen die verbleibenden 11 Werte bei den einjährigen Nadeln noch immer im Bereich von $\pm 0,04$ % und in zwei- und dreijährigen im Bereich von $\pm 0,06$ % S.

1969 waren die maximalen Abweichungen in den ein- und zweijährigen Nadeln geringer, in den dreijährigen höher als 1968. 1969 standen allerdings nur noch die 6 Werte der ungedüngten Parzellen I - III A für die Auswertung zur Verfügung. Bei den ein-, zwei- und dreijährigen Nadeln kamen 1969 folgende maximale Abweichungen vor: 0,04; 0,05 und 0,08 % S.

In welchem Umfang sich diese Ungenauigkeit der Nadelanalyse verringert, sobald man nicht nur eine Probe pro Probebläche untersucht, konnte aus den Abweichungen der Teilflächenmittelwerte vom Gesamtmittelwert abgeleitet werden.

In den einjährigen Nadeln kamen für Einzelwerte maximale Abweichungen vom Gesamtmittelwert von 0,06 % vor; die Maximalabweichungen der Teilflächenmittelwerte lagen dagegen nur bei 0,02 % S. Auch bei den zweijährigen Nadeln sank die Maximalabweichung von 0,07 auf 0,03 % und bei den dreijährigen von 0,07 auf 0,02 % S. Bei Analysierung von 4 Proben würde die maximale Abweichung noch weiter sinken.

Für künftige Untersuchungen kann aus diesen Resultaten folgender Schluß gezogen werden: Um differenzierte Zonierungen von Immissionsgebieten mit Hilfe der Nadelanalyse vornehmen zu können und zur Herstellung eines möglichst weitreichenden Zusammenhanges zwischen den Ergebnissen der Nadelanalyse und den ertragskundlichen Daten, scheint es notwendig, die Nadeln von mindestens zwei Bäumen pro Kleinprobebläche bei Rauchschadensuntersuchungen zu analysieren.

4. LITERATUR

- BUCK M., 1962: Geeignete Methoden zur Bestimmung des Gesamtschwefelgehaltes pflanzlicher Substanzen. Ein Beitrag zur Rauchscha-denforschung.
Landw. Forschung, 15; 135 - 145
- DONAUBAUER E., H. MANSCHINGER, J. POLLANSCHÜTZ, K. STEFAN und J. ZAWORKA, 1965: Forstscha-den durch Industrieabgase
Exkursionsführer Nr. 4 f.d. Österr. Forsttagung 1965
- ENDERLEIN H. und W. KÄSTNER, 1967: Welchen Einfluß hat der Mangel eines Nährstoffes auf die SO₂-Resistenz 1jähriger Kiefern.
Arch. Forstwes., 16; 431 - 435
- KILIAN W. und Ch. LUMBE, 1969: Bestandesdüngung-Produktionssteigerung. Standortskundliche Beurteilung des bisherigen Versuchsverlaufes.
Allg. Forstztg., 80; 218 - 219
- KRAUSS H.-H., 1966: Düngeversuche in rauchgeschädigten Kiefernbeständen der Dübener Heide.
Arch. Forstwes., 15; 1145 - 1163
- LAMPADIUS F. und D. HÄUSSLER, 1962: Therapie gegen Rauchscha-den durch Düngung.
Wiss.Z.TU Dresden, 11; 1417 - 1424
- MATERNA J., 1960: Forstliche Maßnahmen zur Erfassung und Verhütung von Waldrauchscha-den im tschechischen Teil des Erzgebirges.
Forst- u. Holzwirt, 15; 262 - 264
- MATERNA J., 1961: Einfluß des Schwefeldioxyds auf die mineralische Zusammensetzung der Fichtennadeln.
Naturwissenschaften, 48; 723 - 724
- MATERNA J., 1962: Auswertung von Düngungsversuchen in rauchgeschädigten Fichtenbeständen.
Wiss.Z.TU Dresden, 11; 589 - 593
- MATERNA J. und R. KOHOUT, 1967: Stickstoff-Düngung und Schwefeldioxyd-Aufnahme durch Fichtennadeln.
Naturwissenschaften, 54; 351
- POLLANSCHÜTZ J., 1966: Methodik der Rauchscha-densfeststellung, wie sie gegenwärtig von der Forstlichen Bundesversuchsanstalt angewandt wird.
Mitt. Forstl. Bundesversuchsanstalt Mariabrunn, 73; 129-144
- POLLANSCHÜTZ J., 1969: Bestandesdüngung - Produktionssteigerung. Ertragskundliche Auswertung und Beurteilung des Düngungserfolges.
Allg. Forstztg., 80; 219 - 222
- ROHMEDER E. und A. SCHÖNBORN, 1965: Der Einfluß von Umwelt und Erbgut auf die Widerstandsfähigkeit der Waldbäume gegenüber Luftverunreinigung durch Industrieabgase.
Forstwiss. Cbl., 84; 1 - 13

- STEFAN K. und H. LIPPAY, 1966: Ergebnisse von Nadelanalysen bei Düngungsversuchen.
Informationsdienst d. Forstlichen Bundesversuchsanstalt, 102. Folge
- STEFAN K., 1968: Über den natürlichen Schwefelgehalt von Fichtennadeln und seine Bedeutung für die Rauchscha-
diagnose.
Materialy VI Miedzynarodowej Konferencji-"Wplyw Zanie-
czyszczen Powietrza Na Lasy"; Katowice-9.-14.IX.1968;
297 - 312
- STEFAN K., 1969 a: Bestandesdüngung-Produktionssteigerung
Untersuchung der Düngerwirksamkeit mit Hilfe von
Nadelanalysen.
Allg. Forstztg., 80; 217 - 218
- STEFAN K., 1969 b: Die Beeinflussung des Gesamtschwefelge-
haltes von Fichtennadeln durch Düngung.
AIR POLLUTION. Proceedings of the 1. European Congress
on the Influence of Air Pollution on Plants and
Animals. Wageningen 1968. 337 - 340
- STEFAN K., 1969 c: Veränderungen der Nadelnährstoffgehalte
auf Düngungsversuchsflächen im Verlauf von sechs Jahren.
Vortr. Manuskr.: III. Intern. Ertragskundetagung.
23. - 26. Juni 1969 - Prag (in Druck).
- THEMLITZ R., 1960: Die individuelle Schwankung des Schwefel-
gehaltes gesunder und rauchgeschädigter Kiefern und
seine Beziehung zum Gehalt an den übrigen Hauptnähr-
stoffen.
Allg. Forst- u. Jagdztg., 131; 261 - 264
- WENTZEL K.-F., 1959: Zur Bodenbeeinflussung durch industrielle
Luftverunreinigungen und Düngung in Rauchscha-
diagnosenlagen,
insbesondere mit Kalk.
Forst- u. Holzwirt, 14; 178 - 182
- WENTZEL K.-F., 1963: Waldbauliche Maßnahmen gegen Immissionen
Allg. Forstztg. 18; 101 - 106

RESULTS OF NEEDLE ANALYSES FROM A FERTILIZER TRIAL
IN A SMOKE-DAMAGED NORWAY SPRUCE STAND

BY KLAUS STEFAN
*Institut für Forstschutz der Forstlichen
Bundesversuchsanstalt, Vienna, Austria.*

In order to investigate the effect of fertilizing in fume-damage areas, in 1968 a fertilizer trial was laid out in Aichfeld, Steiermark (Austria) in a pole-size Norway spruce stand. The trial area comprised eight plots, of which four remained untreated and four were fertilized with various combinations and amounts of fertilizer. One pair of plots (IV) was on a higher terrace (15 m above the rest of the plots). The following amounts of net nutrients (in kg/ha) were applied on the individual plots in spring 1969:

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	OS ₄
I	279	143	107	456	46	485
II	279	—	—	240	—	—
III	186	—	—	160	—	—
IV	188	—	—	162	—	—

Needle samples were taken in October 1968 and 1969. The contents of N, P, K, Ca, and Mg were determined in the last-year's needles on two trees on each plot; the sulphur content was determined in the 1- to 3-year needles. As a result of the fertilizer treatment there was a significant drop in the sulphur content in the 1-year needles (up to 39% relative). In the older needles the reductions were smaller. The data for the sulphur values for 1968 (I-III) and the untreated plots for 1969 (I-III) were also evaluated to see how large the deviations of an individual value could be from the area mean value, and to see how this error can be reduced by analysing more samples and using their mean values. The following table (giving data in per cent of the total mean value) shows to what extent the maximum deviations from the area mean value are reduced by this procedure:

Samples	n = 1	n = 2	n = 4
1-year needles	32	11	5
2-year needles	27	12	4
3-year needles	23	9	6

DISKUS S I O N

NEUSTEIN:

You mentioned the fact that there was a certain amount of variation in results between trees, but you did not say, whether, the understory or sur pressed trees responded more than dominants Which we have found in many fertilizing experiments. The second point although you mentioned as yet you have done no yield assessment; have you seen after 1 year a visible response in needle retention as a result of this very high nitvogen up-tate.

STEFAN:

Bei den untersuchten Bäumen handelt es sich ausschließlich um vorherrschende und herrschende. Bei unseren anderen Düngungsversuchsflächen konnte hinsichtlich der Düngerwirkung in diesen beiden Gruppen keine unterschiedliche Wirkung, die signifikant gewesen wäre, festgestellt werden.

Durch die Düngung änderte sich sowohl die Nadellänge als auch das 100-Nadelgewicht. Ertragskundliche Messungen mit Umfangmessungen und Bohrkernanalyse werden wie gesagt, erst 1973 durchgeführt werden.

DONAUBAUER:

Unserer Ansicht nach sind ertragskundliche Untersuchungen kurz nach der Düngung nicht sinnvoll und daher dieses lange Intervall. Die chemischen Analysen dagegen sind schon früher möglich und notwendig. Da die Nadelmasse zugenommen hatte, konnten auch sichtbare Veränderungen konstatiert werden, die auf eine Erholung schließen lassen. Dieses Symptom ist aber so vage, daß wir es nicht für eine Beurteilung benutzten.

Habe ich richtig verstanden, daß, obwohl Sie außer mit N noch mit Kalk gedüngt haben, hinsichtlich aller Elemente mit Ausnahme von N keine signifikanten Unterschiede in den Nadelspiegelwerten gefunden haben ?

STEFAN:

Auf Grund der Ergebnisse von anderen Düngungsversuchsflächen wissen wir, daß wir ca. 1/2 Jahr nach der Düngung bei den in Frage stehenden Nährstoffen in diesem Baumalter noch nicht mit Veränderungen rechnen können. Außerdem wäre es gerade bei CA notwendig, ungefähr 60 Bäume zu untersuchen, um signifikante Veränderungen statistisch erfassen zu können.

LÄRMMINDERUNG DURCH ANPFLANZUNGEN

von

Hans MEURERS

Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen, Essen

LEITMOTIV

Vorsicht, Lärminderung durch Pflanzen wird meist überbewertet !

EINLEITUNG

Bei den Bemühungen, gegen den Lärm - insbesondere gegen den Verkehrslärm - so viel wie möglich zu tun, wird immer wieder versucht, auch Anpflanzungen als wesentliche Maßnahme in den Vordergrund zu schieben. Vor dieser Auffassung muß dringend gewarnt werden, wenn man die bisher vorliegenden Forschungsergebnisse betrachtet ([1] bis [5]). Einige dieser Arbeiten behandeln dieses Thema sehr eingehend, es ist jedoch festzustellen, daß auch Ergebnisse umfangreicher Arbeiten praktisch kaum brauchbar sind, wenn es versäumt wird, zuvor den nötigen Kontakt zwischen Botaniker und Akustiker zu knüpfen. Im Rahmen unserer Veranstaltung ist ja auch das gewählte Thema dieses Referates ein Versuch in dieser Richtung.

AKUSTISCHE GRUNDLAGEN

Für Sie ist es wichtig zu wissen, daß eine Schallbelastung heute als "bewerteter Schallpegel" in dB(A) angegeben wird.

Beispiele für dieses logarithmische Pegelmaß:

- 30 dB(A) Blätterrauschen bei leichtem Wind (Abstand 5...10 m)
- 60 dB(A) 100 m neben Autobahn bei großer Verkehrsdichte
- 90 dB(A) Kettensäge mit Benzin-Motor, Abstand 7 m.

Der Definition des Schallpegels liegt eine logarithmische Beziehung zugrunde, man kann deshalb 2 Pegel nicht arithmetisch addieren ($70 + 70 = 73$ dB).

Im Fall von ungehinderter Schallausbreitung sinkt der Schallpegel jeweils mit einer Verdoppelung der Entfernung bei kleinen Quellen um ca. 6 dB(A), bei langgestreckten Quellen um ca. 3 dB(A). Es ist noch wichtig zu wissen, daß ein Sprung von 10 dB(A) ca. einer Verdoppelung bzw. Halbierung unserer Lautheitsempfindung entspricht und daß bei ca. ± 2 dB(A) die Toleranz unserer hier üblichen Meßtechnik liegt.

VERMINDERUNG DER SCHALLAUSBREITUNG

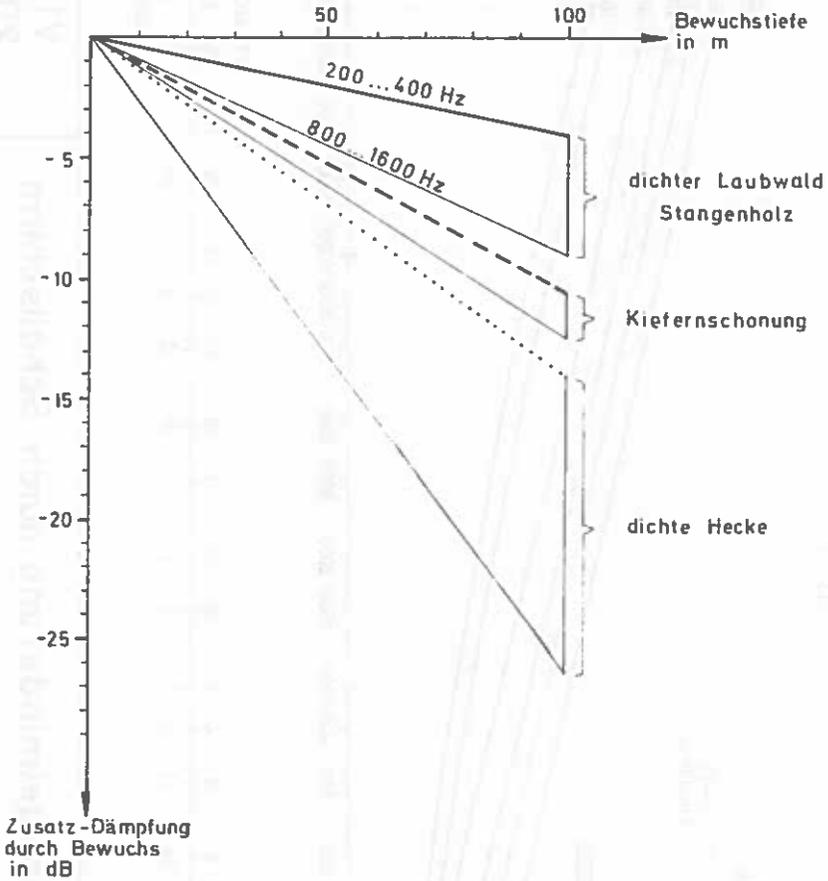
Wenn wir nun zur Lärminderung als "ultima ratio" zum "Grüngürtel" greifen, so müssen wir enttäuscht feststellen, daß

1. die Pegelminderung einer Anpflanzung sehr gering ist je m Tiefe des Bewuchses (Abb.1)
2. diese Wirkung sehr frequenzabhängig ist und beim Verkehrslärm für unsere Gesamtbeurteilung im Maße dB(A) Frequenzen bis herab zu ca. 200 Hz zu berücksichtigen sind und
3. auch die Wirkung eines "akustisch völlig dichten" Schallschirmes begrenzt ist wegen der Brechung der Schallwellen auf ihrem Weg durch die Atmosphäre (Abb.2).

FOLGERUNGEN

1. Erst große Tiefen, die immer grün sind, können eine spürbare Pegelsenkung bringen (ab 10 m).
2. Mehrere gestaffelte Riegel mit dichter Frontfläche sind wegen der Reflexion günstiger.

Abb. 1



Zum Vergleich:

Die immer vorhandene geometrische Ausbreitungsdämpfung für den Schall beträgt je Abstandsverdoppelung

für eine „Punkt“-Quelle (z. B. Kleine Baumaschine) 6 dB

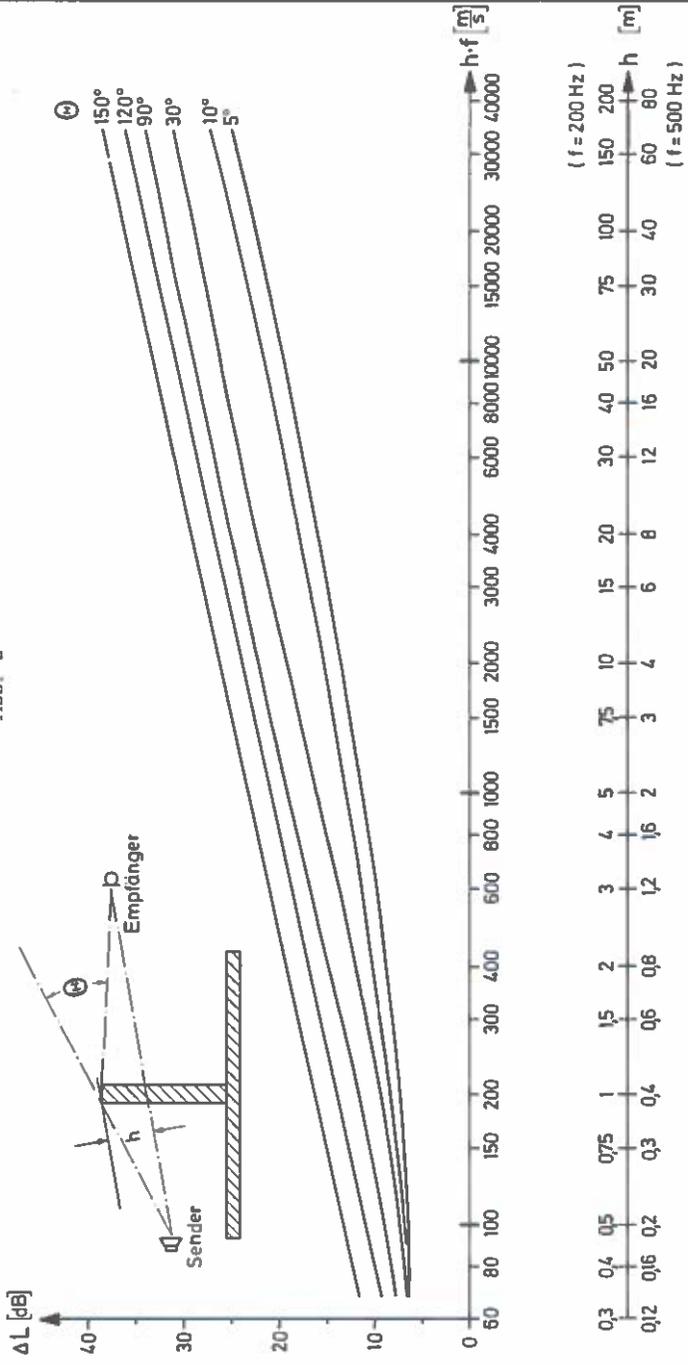
für eine „Linien“-Quelle (z. B. Straße) 3 dB

LIB
1970

Schallpegel - Abnahme
durch Anpflanzungen
(nach F. J. Meister)

VI
9

Abb. 2



LIB
1969

Schallpegelminderung durch Schallschirm

VI
20

3. Die psychologische Wirkung kann für die Gesamtbeurteilung von großer Bedeutung sein.
4. Bei schmaler Schutzzone ist eine feste Schirmwand besser, die mit Anpflanzungen getarnt ist.

Literatur

- [1] Beck, G. "Pflanzen als Mittel zur Lärmbekämpfung" Forschungsarbeit aus dem Inst.f.Gartenkunst und Landschaftsbau der TU Berlin, (19), Patzer-Verlag, Hannover
- [2] Meister, F.J. Ruhrberg, W. "Der Einfluß von Grünanlagen auf den Verkehrsrgeräusch-Pegel", VDI-Z.97 (1955) Nr.30, S.1063-1067
- [3] Meister, F.J. Ruhrberg, W. " Der Einfluß von Grünanlagen auf die Ausbreitung von Geräuschen" Lärmbekämpfung, 1/59, S.5-11
- [4] Meister, F.J. Ruhrberg, W. "Die Dämmung von Verkehrsrgeräuschen durch Grünanlagen", VDI-Z.101(1959) Nr.13, S.527-535
- [5] Reichow, H.B. "Ein neuartiger baulicher Lärmschutz für die Stadt Kelsterbach am Rande des Flughafens Frankfurt", Kampf dem Lärm, 4/68, S.92

NOISE REDUCTION BY PLANTATIONS

BY H. MEURERS

*Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes Nordrhein-Westfalen,
Essen, West Germany.*

In an effort to do as much as possible against noise, especially traffic noise, plantations are repeatedly put forward as an important measure. From the research results so far available, we must give an express warning against this idea.

A large part of the extensive work done is practically useless, because the botanists ignored the acoustically significant criteria. The value used today to grade noise is the noise-level evaluated in dB (A), a step of 10 dB (A) meaning about a halving or a doubling of the perceived loudness, ± 2 dB (A) being about the tolerance in the measuring techniques usual here.

A dense belt of vegetation produces reductions of traffic noise levels ($f = 200$ cycles/sec.) in the range of 2-10 dB (A) *when it is 100 m. deep*. With higher frequencies the effect is better. Several bars of vegetation with a dense frontal surface have a more favourable effect. Even with a complete screen (a wall), the success in breaking the sound waves in the air is limited to about 10-15 dB (A), depending on the geometry.

As a 'vegetation belt' only starts to be noticeably effective from depths of 10 m onwards, the solid screen is preferable to protect narrow zones, and it can be camouflaged on both sides with vegetation.

The psychological effect of a vegetation belt can also be very important in the subjective overall assessment.

ÖFFENTLICHE GRÜNFLÄCHEN IN STÄDTEN MIT LUFTVERUNREINIGUNG AUGENBLICKLICHER UND ZUKÜNFTIGER STAND

von

Cornelia BERINDAN

Institut für Allgemeine Gesundheit und Medizinische Forschungen
Cluj

EINFÜHRUNG

Da ich als Architekt in einer Anstalt für Allgemeine Gesundheit tätig bin, war es natürlich, meine Forschungen auf die Erkennung und Bekämpfung der negativen Aspekte, die die intensive Entwicklung der Städte heutzutage begleiten, zum Schutz und zur Förderung der Gesundheit der Bevölkerung, zu richten.

In der vorliegenden Arbeit wollen wir die Ergebnisse unserer Studien (in Bezug auf das System) der öffentlichen Grünflächen im heutigen und im zukünftigen Stand, in 6 Städten mit industriellen Luftverunreinigungen darlegen.

RAHMEN DES PROBLEMS

Art der Struktur - Strukturelemente -
Funktionen des städtischen Grünflächensystems

Das System der Grünflächen besteht in der modernen Stadt aus zwei Gruppen: a) diejenigen, die sich auf dem bebauten Gebiet der eigentlichen Stadt befinden, die sich auf dem bebauten Gebiet der eigentlichen Stadt befinden und b) diejenigen, die außerhalb dieses Gebietes, aber in dessen unmittelbarer Nachbarschaft oder besser gesagt im vorstädtischen Raum liegen.

Der Hauptunterschied zwischen diesen beiden besteht einerseits im Verhältnis des Umfanges des Gebietes, das die eigentlichen Grünflächen einnimmt, zu den für Einwohner nötigen Einrichtun-

gen (Alleen für Fußgänger, Fahrbahnen, Erholungsheime, Vergnügungslokale, Sportplätze, u.a.) und andererseits in der Häufigkeit und der Art und Weise, in der die Bewohner mit diesen Grünflächen in Berührung kommen. Für die erste Gruppe beträgt das Verhältnis 50-60 %, für die zweite Gruppe fast 90 %; für die erste Gruppe handelt es sich um den täglichen jedoch kurzfristigen Kontakt, für die zweite Kategorie um den wöchentlichen, länger dauernden, während dessen sich der Einfluß der Grünflächen auf den Menschen stärker auswirkt.

Die Strukturelemente des Grünflächensystems sind in Tabelle 1 angeführt. Diejenigen Elemente, die uns besonders interessieren sind unterstrichen. Bemerkenswert ist, daß es für die Gruppe b) die Wälder und waldartigen Parkanlagen, den wertvollsten Elementen des städtischen Grünflächensystems, sind. (7,10).

Die Art des strukturellen Aufbaus des Grünflächensystems ist für die Gruppe a) höchst verschieden. Vereinfachungshalber wurde sie schematisiert und im Anhang (siehe Abbildung 1) angeführt.

Die vielseitigen Funktionen der Grünflächen im Rahmen einer modernen Stadt sind heutzutage eine anerkannte Tatsache; sowohl der Einfluß auf das städtische Mikroklima, als auch die Beeinflussung der psychischen Verfassung der Städer - ein von den Städtebauern so hochgeschätztes Element. Zu Tabelle 2 des Anhangs versuchten wir ein Schema dieser Funktionen, aus den Ergebnissen mehrerer Autoren aufzustellen (9, 10, 12, 13). Im Bezug auf die Funktionen der Grünflächen ist es zweckmäßig zu präzisieren:

Im Falle einer unzulänglichen Kenntnis dieser Funktionen kommt es zu einer falschen Anwendung dieses vortrefflichen städteplanerischen Mittels und damit zu einer Verschlechterung der ungünstigen klimatischen Verhältnisse (Betonung des Lüftungsmangels, starke Bestäubung eines Schutzgebietes, usw.).

In Industriestädten, in denen die berufstätige Bevölkerung im Industriemilieu arbeitet, gewinnen die Schutzfunktionen

der Grünflächen eine äußerst große Bedeutung; diese wird noch vergrößert, wenn es sich um Städte mit Luftverunreinigungen handelt. Andererseits wird in diesen Städten das Grünflächensystem "ein Opfer" der verunreinigten Luft.

MATERIAL UND METHODE

Im Licht der oben angeführten Betrachtungen wurde das städtische und vorstädtische Grünflächensystem in 6 Städten unseres Landes einer Untersuchung unterzogen; als Studiengegenstand wurden solche Zentren gewählt, in deren Struktur die Industrie einen bestimmten Wert besitzt, den Komponenten Verwaltung, Kultur, Handel, wenigstens gleichwertig ist oder diese Komponente eindeutig übertrifft. In diesen Städten wurde der gegenwärtige Stand und die Auswirkungen von Planungen für die Zukunft hinsichtlich der im vorangegangenen Abschnitt dargelegten Elemente erforscht.

Unsere Untersuchung verfolgte die Kenntnis folgender Gesichtspunkte:

- 1) die Art der gegenwärtigen Verteilung der Grünflächen aus dem städtischen und vorstädtischen Gebiet im Gelände;
- 2) die Struktur dieser Grünflächen auf der Vertikale (in Funktion der Höhenlage der Pflanzungen);
- 3) die Hauptarten der vorhandenen Bäume;
- 4) die zukünftige Verteilung und die Struktur der Grünflächen auf Grund der vorgesehenen Entwürfe und Pläne;
- 5) die Inventarisierung der häuslichen und industriellen Quellen der Luftverunreinigung;
- 6) die Untersuchung der topographischen und meteorologischen Bedingungen, die den Verunreinigungsprozeß der Luft begünstigen;
- 7) das Spektrum der schädlichen Gesamtemissionen sowie derjenigen mit pflanzenschädigender Wirkung;
- 8) die Bestimmung des Ausbreitungsgebietes der phytotoxischen Emissionen;

- 9) die Beobachtung der Vegetation und Ausweitung der vorhandenen Daten phytotoxischer Emissionen in Zusammenhang mit Schäden der Vegetation in den untersuchten Städten.

ERGEBNISSE

1. Gegenwärtiger Stand

a) In den Abbildungen 2 und 3 (s. Anhang) trachteten wir, die Daten in Bezug auf die gegenwärtigen Grünflächen der untersuchten Städte zu synthetisieren. Im Vergleich zur Abbildung 1 kann festgestellt werden, daß das Verteilungssystem in Streifen und kombiniert (Flecken und Streifen) vorzufinden ist. In diesen Zeichnungen konnten Aligement-Pflanzungen und die kleinen Grünanlagen, die gewöhnlich die öffentlichen Gebäude umgeben, nicht präzisiert werden. In diesen Städten werden die meisten Hauptstraßen mit Bäumen bepflanzt; im Durchschnitt bis zu 30 % der Gesamtlänge der Straßen, was die Ausbreitung des Schattengebietes in der Stadt und den allgemeinen Schutz der Fußgänger beeinflußt.

2. Die bedeutenderen, massiven Baumbestände sind in den alten Parkanlagen, die ehemals am Rande der Städte lagen und jetzt im Inneren der Stadt eingeschlossen sind, so wie auch in den der Stadt angrenzenden Wäldern anzutreffen. In den übrigen, vor kurzem eingerichteten Anlagen herrschen Sträucher, Gras und Blumen vor; die Bäume sind nur vereinzelt oder in kleinen Gruppen zu finden.

3. In allen untersuchten Städten sind die Laubbäume vorherrschend. Nadelbäume sind nur zufällig innerhalb der Stadt als Zierpflanzen anzutreffen. In den vorstädtischen Zonen finden wir Nadelbäume in einem einzigen Fall, etwa 8 km vom Stadtrand entfernt, vor. Die am häufigsten angetroffenen Bäume sind Buche, Pappel, Akazie und die Weide, besonders auf den den Flüssen anliegenden Terrassen. Dann folgt, was die Häufigkeit anbelangt, die Weißbuche, der Ahorn- und Kastanienbaum, die Linde, die Pyramidenpappel. Seltener sind Eiche, Steineiche und andere zu rein dekorativem Zweck gepflanzte Bäume.

4. Der vorgeschlagene zukünftige Stand

Für alle Städte wird beantragt:

- die Ausdehnung der Anlagen bei Stadterweiterungen. Der Großteil der neuen Flächen wird in Form großer Parkanlagen oder bepflanzter Promenaden vorgesehen, die längs des Flusses, der in sämtlichen Fällen die Stadt durchfließt, konzentriert werden sollen. Dieser Plan befolgt den Zweck, den Fluß im städtischen Rahmen zur Geltung zu bringen und seinen Lauf in eine grüne Achse zu verwandeln, die den ganzen Aufbau der Stadt konzentrieren und organisieren soll.
- die Verwertung der unbebaubaren Gebiete, Sumpf oder Überschwemmbar Gebiete;
- die Planung und Bepflanzung von Grünflächen zwecks Gesundheitsschutzes;
- die Planung von Grünflächen zur Erholung und als Spielplätze für Kinder bei sämtlichen Wohnungseinheiten;
- die Planung und Verwertung von vorstädtischen, zur Ruhe und Erholung am Wochenende notwendigen, Grünflächen.

Hinsichtlich der Zukunftspläne bemerken wir zusammenfassend, daß die Architekten von der Notwendigkeit der Ausdehnung der Grünflächen fest überzeugt sind. Keiner hebt jedoch in den geprüften Projekten das Vorhandensein einer Gefahr für die Entwicklung der Pflanzungen auf dem Gebiet der untersuchten Städte infolge Luftverunreinigung hervor.

5. Inventar der Verunreinigungsquellen der Luft

Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 verzeichnet. Daraus geht hervor, daß in 5 der 6 untersuchten Städte die Verunreinigungsquellen ausschließlich industrieller Natur und nur in einer sowohl häuslicher als auch industrieller Natur sind.

6. Die Rolle der topographischen und meteorologischen Bedingungen

Die topographischen Faktoren wurden mittels der Querschnittsmethode, die eine Gesamtschätzung des städtischen Reliefs gestattet, untersucht (1). Die Abbildungen 4 und 5 enthalten

die Ergebnisse. In 4 von 6 Fällen handelt es sich um ein ziemlich offenes Tal und in den übrigen 2 Fällen um ein von einem einzigen steilen Abhang begrenztes Tal. In zwei der ersten vier Fälle ist die Lage durch die Konfluenz zweier Täler verschlimmert (siehe Abbildung 5). In diesen beiden Fällen finden wir die charakteristische Verlängerung der Windfahne vor und demnach die schwingenden Talluftzüge, die die Schadstoffe anhäufen. Als Endergebnis dieser Untersuchung sei präzisiert, daß wenigstens in 2 von 6 geprüften Fällen und zwar dort, wo eine Konfluenz mehrerer Täler anzutreffen ist, die meteorologischen und topographischen Faktoren der Luftverunreinigung besonders günstig sind.

7. Das Spektrum der Emissionen

In Tabelle 4 wird das Spektrum der unter Punkt 5 erwähnten Quellen schädlicher Emissionen wiedergegeben. Von diesen interessieren uns besonders diejenigen, die auf Pflanzen schädlich einwirken. Von den Daten dieser Tabelle ist hervorzuheben: a) in der atmosphärischen Luft von 5 Städten sind Emissionen mit phytotoxischem Potential vorzufinden; b) diese 5 Städte stellen 5 verschiedene Fälle dar: Fall 1 = (Schwefeldioxyd); Fall 2 = (Schwefeloxyde und Chlor); Fall 3 = (Schwefeloxyde und Metallstaub); Fall 4 = (Schwefeloxyde und Ruß) und Fall 5 = (Zementstaub und Chlor).

8. Die Ausbreitungsgebiete der phytotoxischen Stoffe

Diese Zonen sind in der Abbildung 6 wiedergegeben. Ihre Abgrenzung wurde auf Grund der gemessenen Konzentrationen und der Ergebnisse im Punkt 6 festgestellt. Man beobachtet die Verlängerung der Verbreitungszonen infolge der vom Bodenrelief hervorgerufenen Luftzüge.

9. Der Einfluß phytotoxischer Emissionen auf Pflanzen

Unsere Beobachtungen erfolgten in Freilandversuchen im Laufe der Jahre 1969-1970, vom April bis September für die Fälle

1, 3, 5, im Sommer 1969 für den Fall 2 und während des Sommers 1970 für den Fall 4. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 verzeichnet. Es werden die beschädigten Arten und die Entfernung ihres Standortes von den Verunreinigungsquellen angegeben. Zu diesem Zweck wurden die Arbeiten von Brandt (3), Guderian und Mitarb. (8), Brennan und Mitarb. (4), Czaja (6) und Scheffer und Mitarb. (14) berücksichtigt.

DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Im Fall 1 wurden keine Schäden beobachtet. Unserer Meinung nach ist das den relativ niederen registrierten Konzentrationen (zwischen $0,10 - 0,60 \text{ mg/m}^3 \text{ SO}_2$, mit seltenen Höhepunkten von $1 \text{ mg/m}^3 \text{ SO}_2$), wie auch der Tatsache zuzuschreiben, daß in diesem Gebiet keine Pflanzenarten von besonderer Empfindlichkeit vorhanden sind. Da die Quelle neueren Datums ist, wurden vor unseren Untersuchungen keine Beobachtungen unternommen.

Im Falle, daß die heutige Lage erhalten bleibt, kann das für die Zukunft geplante Pflanzungsprogramm ohne weiteres durchgeführt werden.

Im Fall 2 ist die Schädigung der Vegetation auf das industrielle Gebiet und auf die nächste Umgebung bis etwa 100 m in Richtung Stadt und 200 m in entgegengesetzter Richtung beschränkt. Da die Quellen beiläufig 1 km weit voneinander liegen, ist ihre gehäufte Wirkung auf das Industriegebiet konzentriert, wo es keine Bäume gibt, wo jedoch gut entwickelte Blumenbeete (Rosen und Petunien) anzutreffen sind. Im Vergleich zur - vor 15 Jahren vorgefundenen Sachlage (15) - ist die Lage signifikant verbessert. Auf den benachbarten Abhängen und den städtischen, über 300 m weit entfernt gelegenen Grünflächen ist die Vegetation wieder eingesetzt und gedeit gut; eine Ausnahme bilden die Tannen, die schon vorher Schaden gelitten hatten. In der Perspektive die SO_2 -Emissionen (die der Stadt am nächsten liegende Quelle) gänzlich auszusohalten, läßt sich die Möglichkeit des Anlegens der geplanten Grünflächen voraussehen, jedoch unter der Bedingung einer besonderen Sorgfalt und

Pflege, die den Pflanzungen aus der unmittelbaren Nachbarschaft der Quellen verliehen werden müssen.

Fall 3: Im Vergleich zu früheren Beobachtungen scheiterten alle Bemühungen, die Vegetation in den industriellen Gebieten wieder einzusetzen; hier widerstehen nur Rosen, die jedoch alle 2-3 Jahre gewechselt werden müssen. Es wurden erfolglos Akazien und Pappeln gepflanzt, von denen kaum einige Exemplare überlebt haben. In der unmittelbaren Nähe des Industriegebietes entwickeln sich die neuen Pflanzungen signifikant langsamer als die gleichzeitig gepflanzten an anderen Orten der Stadt. Die ernststen Schäden treten in der Nachbarschaft der Quelle, die 800-1000 m von der Stadt entfernt ist, auf. Die nahen Abhänge bleiben noch kahl. Die vorher erwähnten Lärchen vergilbten im Frühling 1970. Demnach glauben wir, daß die geplante grüne Achse längs des Flusses, wo die Luft eine erhöhte SO_2 -Konzentration aufweist, unter den heutigen Verhältnissen aussichtslos sei; für eine Änderung wäre große zusätzliche Geldaufwendung, eine vernünftige Auswahl widerstandsfähiger Arten und vor allem eine Verminderung der Emissionen der Quelle selbst erforderlich.

Fall 4: Im Verhältnis zu den früheren Beobachtungen hat sich die Lage verschlimmert. Die benachbarten Abhänge sowie das industrielle Gebiet sind kahl geworden. 1962 haben Constantinescu und seine Mitarbeiter (5) das große Ausmaß des Schadens durch den Synergismus zwischen Russ - mit seiner großen Adsorptionsfähigkeit - Schwefeloxiden und Schwefelsäure, die sich durch den Ruß in einem dauernden Kontakt mit der Pflanze befinden, - erklärt und diese Erklärung kann auch heute als richtig betrachtet werden. Außerdem müssen die örtlichen, für die Verunreinigung vorteilhaften Umstände und die hohen Konzentrationswerte (über $1 \text{ mg/m}^3 \text{ SO}_2$), die bis 2 km von der Quelle entfernt gemessen werden, beachtet werden. In diesem Fall könnten nur die an der Quelle selbst getroffenen Abwehrmaßnahmen das Problem lösen. Das gleichzeitige Vorhandensein dieser beiden Immissionen stellt unserer Meinung nach einen besonderen Sachverhalt in der Literatur dar und erfordert

umfangreiche spezielle Fachstudien zur Aufklärung der hier eingreifenden Vorgänge. Unter den heutigen Umständen wird das Problem, Pflanzungen in einem organisierten System zu verwirklichen, gar nicht gestellt.

Fall 5: Die Auswirkung der gegenwärtigen Chloremissionen ist auf das Industriegebiet und auf die Umgebung bis in eine Entfernung von ca. 150 m weit beschränkt. Infolge der vor 15 Jahren verzeichneten Schäden wurden keine Versuche mehr gemacht, die Vegetation wieder einzusetzen. Da die Auswirkung des Zementstaubes auf Pflanzen schwerer aufzuspüren ist, verzichteten wir auf eine genauere Untersuchung. In erster Linie kommt der Verlust des ästhetischen Aussehens der städtischen Grünflächen und die Herabsetzung ihres Wertes als Ruhe- und Erholungsstätte der Bevölkerung in Frage. Die auf den Blättern und anderen Organen der Pflanzen entdeckten Zementkrusten konnten nur bei den Arten beobachtet werden, bei denen die äußere Struktur der Blätter eine Anhäufung von Zementstaub, die vom Regen nicht weggewaschen werden kann, gestattet. Wirtschaftlicher Schaden wurde, auch wegen der besonderen Qualität des Bodens der Stadtumgebung, nicht verzeichnet. In einer anderen Ortschaft des Landes wurde das Eingehen eines unmittelbar unter der Staubschale einer Zementfabrik gelegenen Kiefernbestandes beobachtet, wodurch die Daten Czajas bekräftigt werden. Unter diesen Bedingungen und angesichts dessen, daß unser Land ein großer Zementproduzent ist, betrachten wir es als unbedingt angebracht, den Einfluß des Zementstaubes auf die Vegetation durch physiologische Tests zu verfolgen. Unter speziellen Umständen des Falles Nr. 5 muß das Ausdehnungsschema der Grünflächen in dem Sinne überprüft werden, daß die Ablagerung des Staubes womöglich auf bestimmte Gebiete zum Schutze anderer geleitet werden sollte. Es ist deshalb zweckmäßig, den vorstädtischen Grünflächen die größte Beachtung zu schenken und die vorhandenen Maßnahmen zur Neutralisierung des Zementstaubes an der Quelle zu fördern.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Das Studium des städtischen und vorstädtischen Grünflächensystems in 6 Städten mit industrieller Luftverunreinigung hat zu folgenden Schlußfolgerungen geführt:

- a) in diesen Städten lassen sich die im allgemeinen empfohlenen Schemata der Grünflächen für moderne Städte, zum Zwecke der Entwicklung der Pflanzungen, nicht anwenden.
- b) bei der Planung und Einrichtung städtischer und vorstädtischer Grünflächen müssen das Vorhandensein phytotoxischer Stoffe in der Luft, deren Schädigungsmechanismus und Verbreitung, die Rolle der örtlichen topographischen und meteorologischen Faktoren, wie auch die speziellen Boden- und Klimaverhältnisse in Betracht gezogen werden.
- c) für die zukünftige Entwicklung der städtischen Grünflächen in diesen Städten wird folgendes anempfohlen: 1) Fachstudium zur Klärung der Angriffsmechanismen der in Frage kommenden Verunreinigungsstoffe mit phytotoxischem Potential; 2) in den Industriegebieten und deren direkt gefährdeten Umgebung, wo die Entwicklung eines Baumbestandes unmöglich ist, widerstandsfähige Grasplätze und Blumenbeete einzurichten. Diese haben den Vorteil, weniger kostspielig zu sein und auf die psychische Verfassung der Arbeiter günstig einzuwirken; 3) die Pflanzung von Koniferen zu Ornamentalzwecken auch im übrigen Teil des Stadtgebietes zu vermeiden; 4) die zusätzlichen Ausgaben die die Verwirklichung und Instandhaltung der "grünen Achse" der Stadt fordert zu berücksichtigen; 5) die intensive Bepflanzung und den Schutz der vorstädtischen Grünflächen zu organisieren, um der Bevölkerung eine aktive Ruhe- und Erholungsstätte zu sichern; 6) man möge beim Anlegen von Grünflächen zum Gesundheitsschutz die Wechselwirkung zwischen verunreinigter Luft und den von uns in einer früheren Arbeit empfohlenen Pflanzungen beachten.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Arbeit umfaßt die Ergebnisse theoretischer Studien und Freilanduntersuchungen über die Beziehungen zwischen den Grünflächen in 6 Städten Rumäniens und der durch industriellen Quellen hervorgerufenen Luftverunreinigung.

Dabei wurde zunächst die Verteilung der Grünflächen im Gelände, ihre Höhenlinie sowie die Struktur und Funktion der wichtigsten bestehenden Arten untersucht. An Hand von Unterlagen der Stadtplanung wurde dann ein Schema für die zukünftige Entwicklung des Grünflächennetzes in diesen Städten entwickelt.

Um die Wachstumsbedingungen der Pflanzen festzustellen, wurde eine Inventur der industriellen Verunreinigungsquellen mit spezifischer Bezeichnung der Emissionsarten ausgeführt. Die Auswirkungen der pflanzenschädlichen Immissionen, von denen Schwefeloxyd am aggressivsten wirken, werden auszugswise dargestellt. Um das Gebiet, in dem die Grünflächen beschädigt sind, abzugrenzen, wurde auch die Ausdehnung der Gebiete mit phytotoxischen Immissionen auf Grund von Messungen bestimmt.

Die Ergebnisse heben unter anderem die ungünstigen Wachstumsbedingungen der Pflanzen und besonders der Bäume und Nutzpflanzen hervor; einige Gartenblumen gedeihen jedoch ausreichend.

Als Schlußfolgerung werden Vorschläge für die Systematisierung des Grünflächennetzes in Städten mit verunreinigter Atmosphäre, sowohl im eigentlichen Stadtgebiet als auch in der vorstädtischen Umgebung gemacht. Sie berücksichtigen auch die vielfältigen Funktionen der städtischen Grünflächen, die am Anfang der Arbeit erwähnt wurden.

Tabelle 1

STRUKTURELEMENTE DES GRÜNFLÄCHENSYSTEMS

Städtische

- Grünflächen innerhalb der Wohneinheiten
- Spielplätze für Kinder
- Plätze
- Öffentliche Gärten
- Parkanlagen:
 - im Umkreis der öffentlichen Gebäude
 - Erholungspark
 - Sportpark
 - Kulturpark, Besinnungsstätte
 - mit wissenschaftlichem Charakter:
 - Dendrologische Parks
 - Botanische Gärten
- Reifen-Pflanzungen längs der Straßen
- Schattenwege (bepflanzte Promenaden)
- Böschung der Wasserläufe
- Gesundheitsschutzgebiete

Vorstädtische

- Parks
- Naturparks
- Wälder (eigentliche)
- Naturschutzgebiete
- Schutzgebiete
 - für Wasserwerke
 - gegen vorstädtische Industrieanlagen
- Friedhöfe
- Obstgärten
- Anbau für Landwirtschaft
- Stationen f. land- und forstwirtschaftliche Forschungen u.a.

Tabelle 2

FUNKTIONEN DES STÄDTISCHEN UND VORSTÄDTISCHEN GRÜNFLÄCHENSYSTEMS

Funktionen mit sozialem Charakter

- sichern der Bevölkerung Ruhe und Erholungsmöglichkeiten;
- erhöhen den ästhetischen und kompositionellen Wert der Stadt;
- bieten Ausbildungsmöglichkeiten durch Verbreitung der Naturkenntnisse;
- verbessern die Leitung und den Schutz des Verkehrs;
- bieten vortrefflicher organisierte Flächen für Sport;
- beschränken die Entwicklung der Stadt.

Funktionen mit Schutzcharakter

- regulieren den Wärmestatus der Luft;
- vermindern die übermäßige Geschwindigkeit des Windes;
- mäßigen die zu große Sonneneinstrahlung;
- erhöhen die Feuchtigkeit der Luft;
- verbessern den Luftwechsel;
- beschränken die Verbreitung der Geräusche;
- beeinflussen die dirigierte Sedimentation des Staubes;
- absorbieren bestimmte schädliche Gase;

Funktionen mit wirtschaftlichem Charakter

- verwerten das herabgesetzte Gelände;
- tragen zur Sanierung der Sumpfbereiche bei;
- tragen zur Befestigung der Abhänge und Schluchten bei;
- sichern die Begrenzung und den Schutz der landwirtschaftlichen Grundstücke (Parzellen).

Tabelle 3 VERUNREINIGUNGSQUELLEN DER LUFT
IN DEN UNTERSUCHTEN ORTSCHAFTEN

Nr.	Verunreinigungsquelle	Art
1	Chemisches Werk Thermoelektrische Zentrale Metallpigmentfabrik Kohlenheizung für Wohnungen	industriell " " Hausbrand
2	Chemisches Kombinat	industriell
3	Chemisches Hüttenkombinat	industriell
4	Chemisches Hüttenkombinat	industriell
5	Chemisches Werk Zementfabrik	industriell "
6	Schleifmittelfabrik Keramikfabrik	industriell "

Tabelle 4 SPEKTRUM DER EMISSIONEN IN
DEN UNTERSUCHTEN ORTSCHAFTEN

Nr.	Verunreinigungsstoffe
1	Schwefeloxycyd, Essigsäure, Metalloxyde
2	Schwefeldioxyd, Chlor, Industriestaub (metallische Salze)
3	Kohlenstoffoxyd, Schwefeloxycyd, Metalloxyde
4	Schwefeloxycyd, Ruß, Schwefelwasserstoff, Metalloxyde
5	Zementstaub, Chlor
6	Staubarten industrieller Herkunft

Tabelle 5

AUSWIRKUNG DER VERUNREINIGUNGSQUELLEN DER LUFT AUF PFLANZEN VON 5 DER UNTERSUCHTEN ZENTREN

F a l l 1

Pflanzen die keine Schädigungen aufweisen

Mais	<i>Zea mays</i>	(ca.500-800 m)
niedriges und hohes Gras		(ca.500-800 m)
Robinie	<i>Robinia sp.</i>	(ca.800-900 m)
Kastanie	<i>Aesculum hypocas-</i> <i>tanum</i>	(ca.1500 m)
Pappel	<i>Populus sp.</i>	(ca.2500 m)
Weinrebe	<i>Vitis vinifera</i>	(ca.2000-2500 m)

F a l l 2

Pflanzen die schwere Schädigungen aufweisen

Niedriges Gras		(ca.200-300 m)
----------------	--	----------------

Pflanzen die leichte Schädigungen aufweisen

Rosen	<i>Rosa sp.</i>	(ca.80-150 m)
Petunien	<i>Petunia hybrida</i>	
	Hort.	(ca.100-150 m)
Weide	<i>Salix sp.</i>	(ca.300-400 m)

Pflanzen die keine Schädigungen aufweisen

Pappel	<i>Populus sp.</i>	(ca.300-500 m)
Robinie	<i>Robinia sp.</i>	(ca.500-1000 m)
Linde	<i>Tilia sp.</i>	(ca.1000 m)
Weinrebe	<i>Vitis vinifera</i>	(ca.700-1000 m)

F a l l 3

Gänzlich vernichtete Pflanzen

Kiefer	Pinus sp.	(ca.150 m)
Robinie	Robinie sp.	(ca.200 m)
Spitzahorn	Acer sp.	(ca.300 m)

Pflanzen mit schweren Schädigungen im Zentrum

Lärche	Larix sp.	(ca.6000 m)
Pappel	Populus sp.	(ca.300-600 m)
Ulme	Ulmus sp.	(ca.400-700 m)
Ahorn	Acer sp.	(ca.400-700 m)
Rosen	Rosa sp.	(ca.300 m)

Pflanzen mit leichten Schädigungen

Pappeln	Populus sp.	(ca.1000 m)
Rosen	Rosa sp.	(ca.150 m)
Mais	Zea mays sp.	(ca.500 m)
Hohes Gras		(ca.500-700 m)

Pflanzen die keine Schädigungen aufweisen

Tanne	Abies sp.	(ca.2700 m)
Pappeln	Populus sp.	(ca.1500-2000 m)
Ornamentalbäume	Bignoniae sp.	(ca.3000 m)
Rosen	Rosa sp.	(ca.1000-5000 m)

F a l l 4

Gänzlich vernichtete Pflanzen

Pappel	Populus sp.	(ca.200 m)
Weide	Salix sp.	(ca.500 m)

Pflanzen mit schweren Schädigungen

Schwertlilie	Iris sp.	(ca.150-300 m)
Pelargonien	Pelargonium sp.	(ca.150 m)
Begonien	Begonia sp.	(ca.150 m)
Mais	Zea mays sp.	(ca.1000 m)

Pflanzen mit leichten Schädigungen

Zitterpappel	Populus tremulides sp.	(ca.500-800 m)
Weide	Salix sp.	(ca.1000 m)
Apfelbäume	Mallus sp.	(ca.1000 m)

F a l l 5

Pflanzen mit sichtbaren Zementkrusten

Tanne	Abies sp.	(ca.800 m)
Fichte	Picea sp.	(ca.800 m)
Kastanie	Aesculum hippocastanum	(ca.800-2000 m)
Thuje	Thuja sp.	(ca.800 m)
Ahornbaum	Acer sp.	(ca.700-1000 m)
Haselnußstrauch	Corylus sp.	(ca.700 m)
Weinrebe	Vitis vinifera	(ca.2500-3000 m)
Klette	Arcticum sp.	(ca.2500 m)

Pflanzen ohne sichtbare Zementkrusten

Robinie	Robinia sp.	(ca.500-2500 m)
Zitterpappel	Populus tremuloides	(ca.300 m)

Figure 1

SCHEMATA OF STRUCTURING THE GREEN AREAS SYSTEM

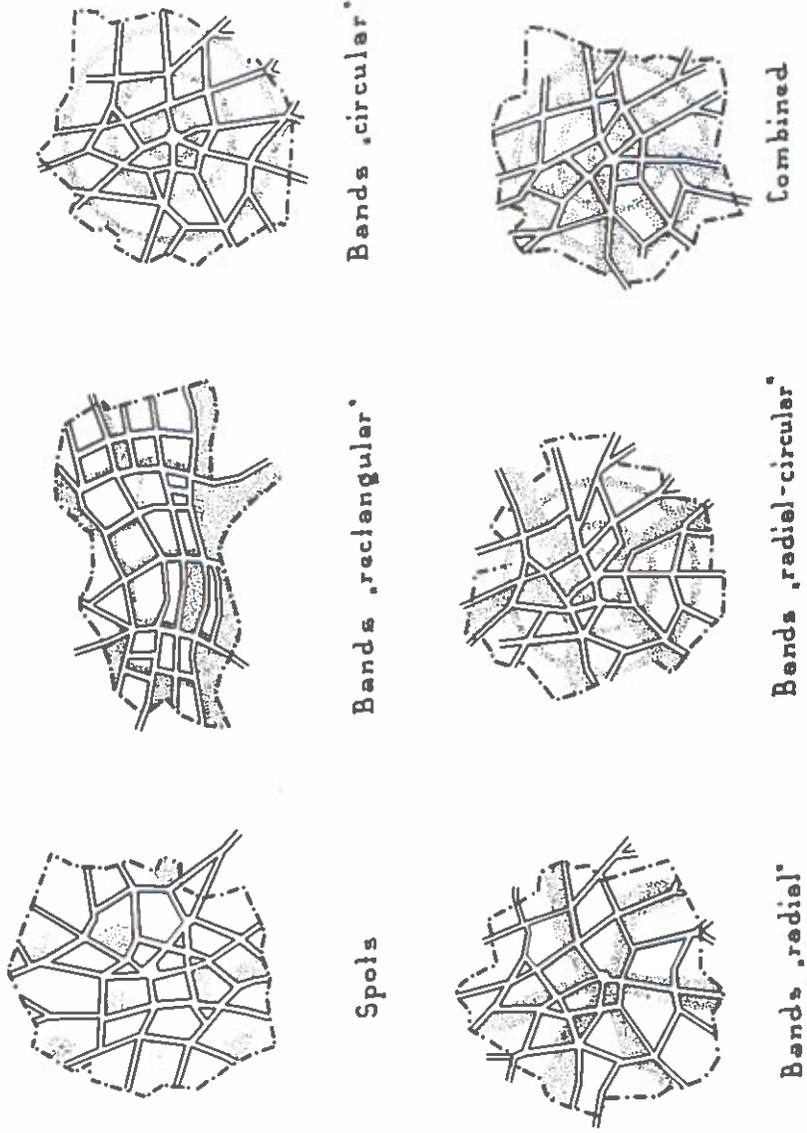
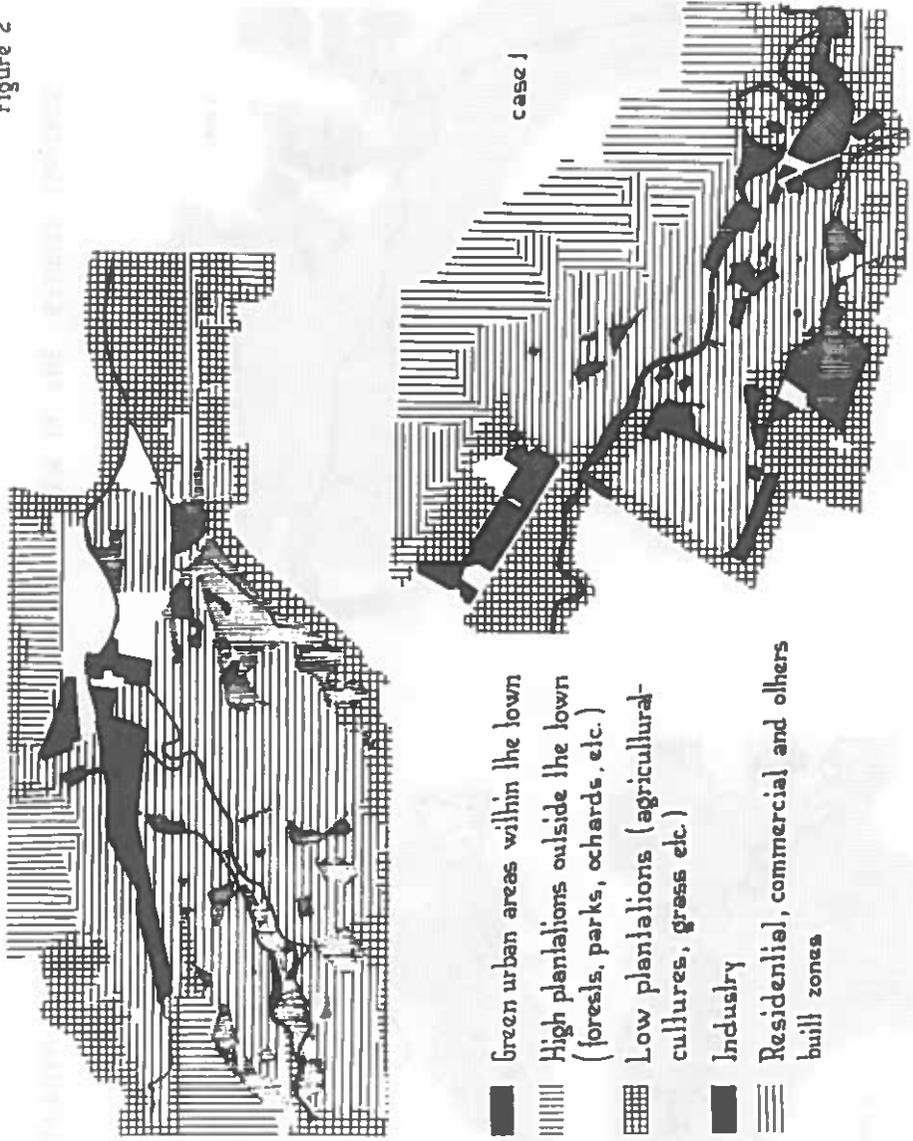


Figure 2



ACTUAL STRUCTURE OF THE GREEN AREAS SYSTEM IN THE STUDIED CENTRES

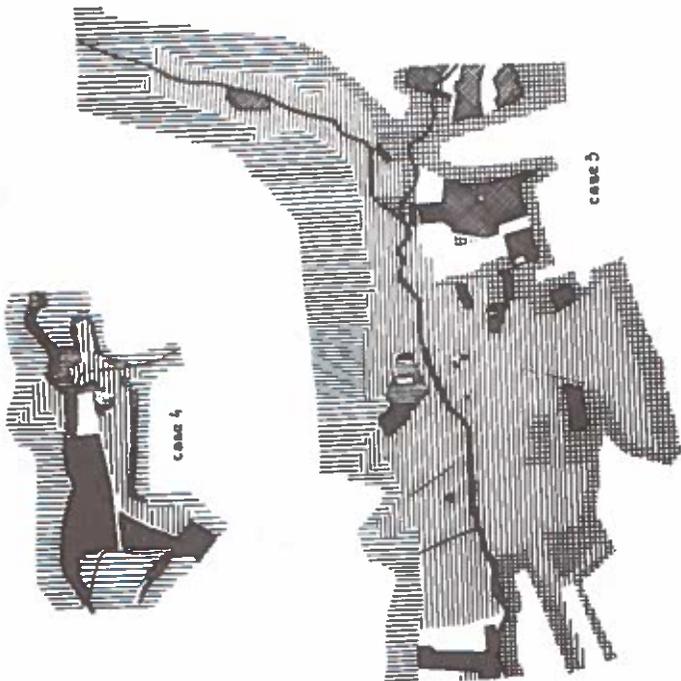
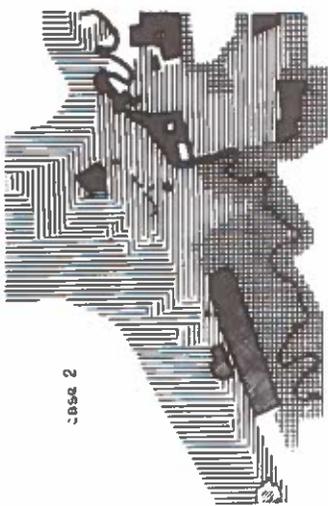
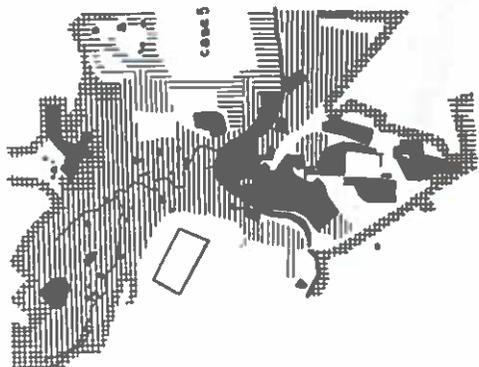


Figure 5



ACTUAL STRUCTURE OF THE GREEN AREAS SYSTEM IN THE STUDIED CENTRES

TABLE 1

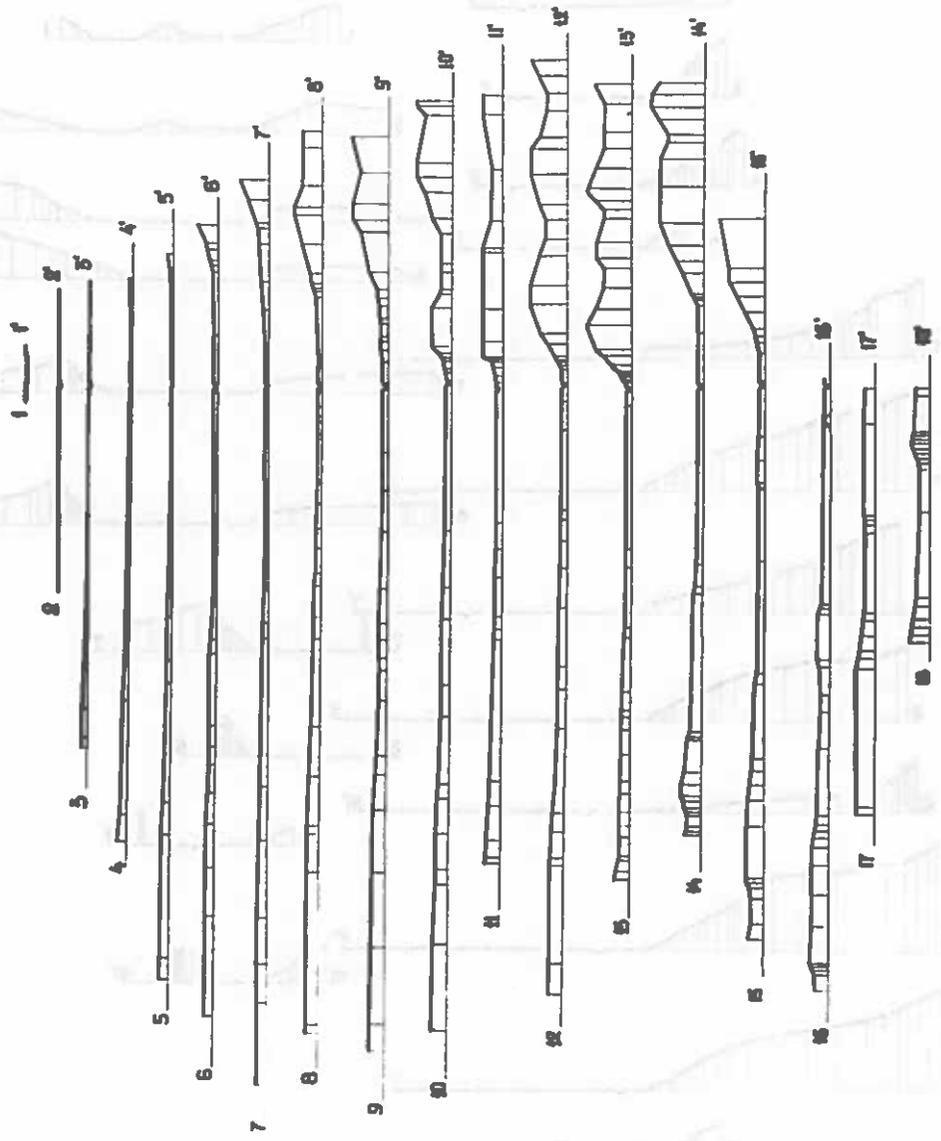
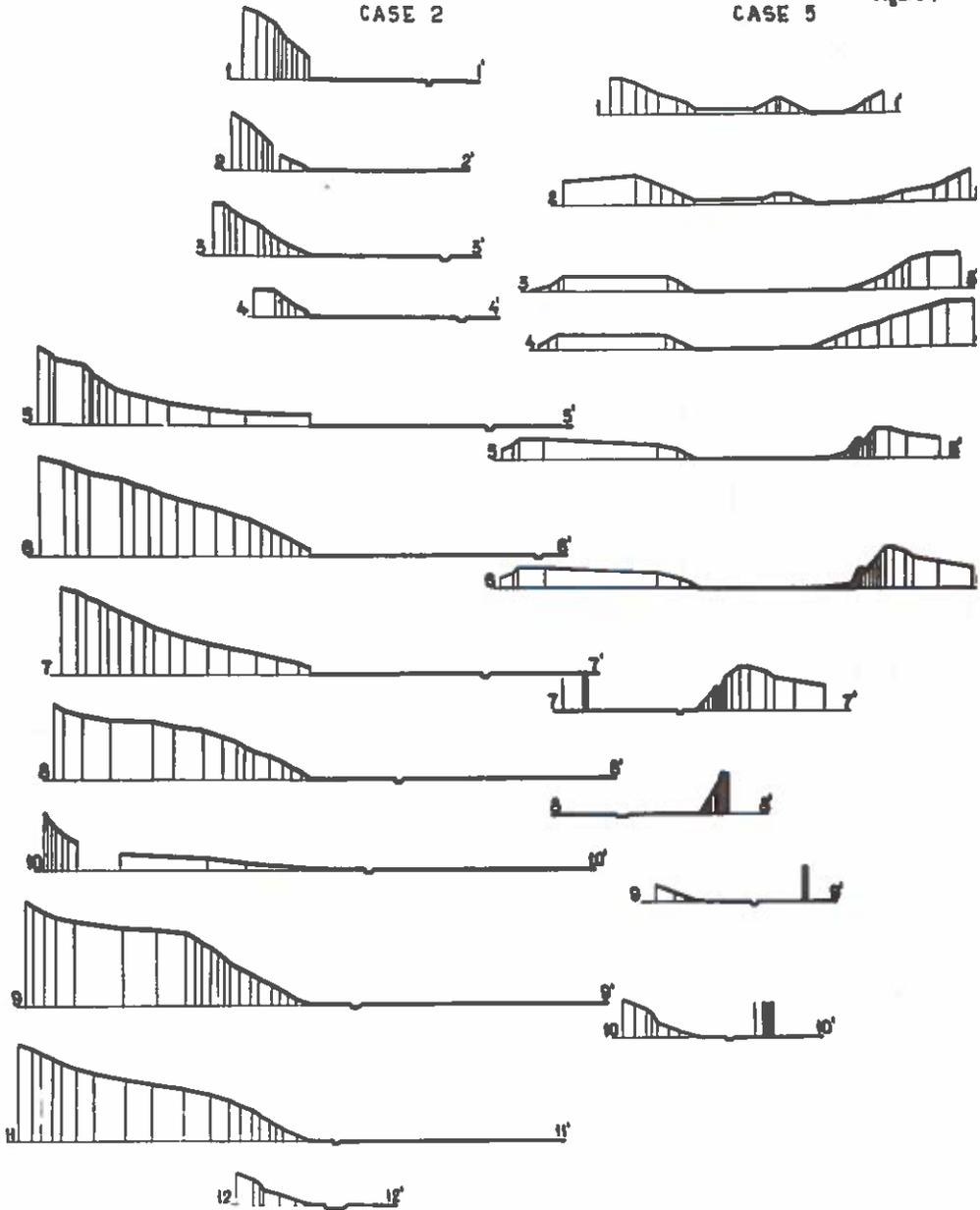


Figure 4

CASE 2

CASE 5



CASE 3

CASE 4

Figure 5

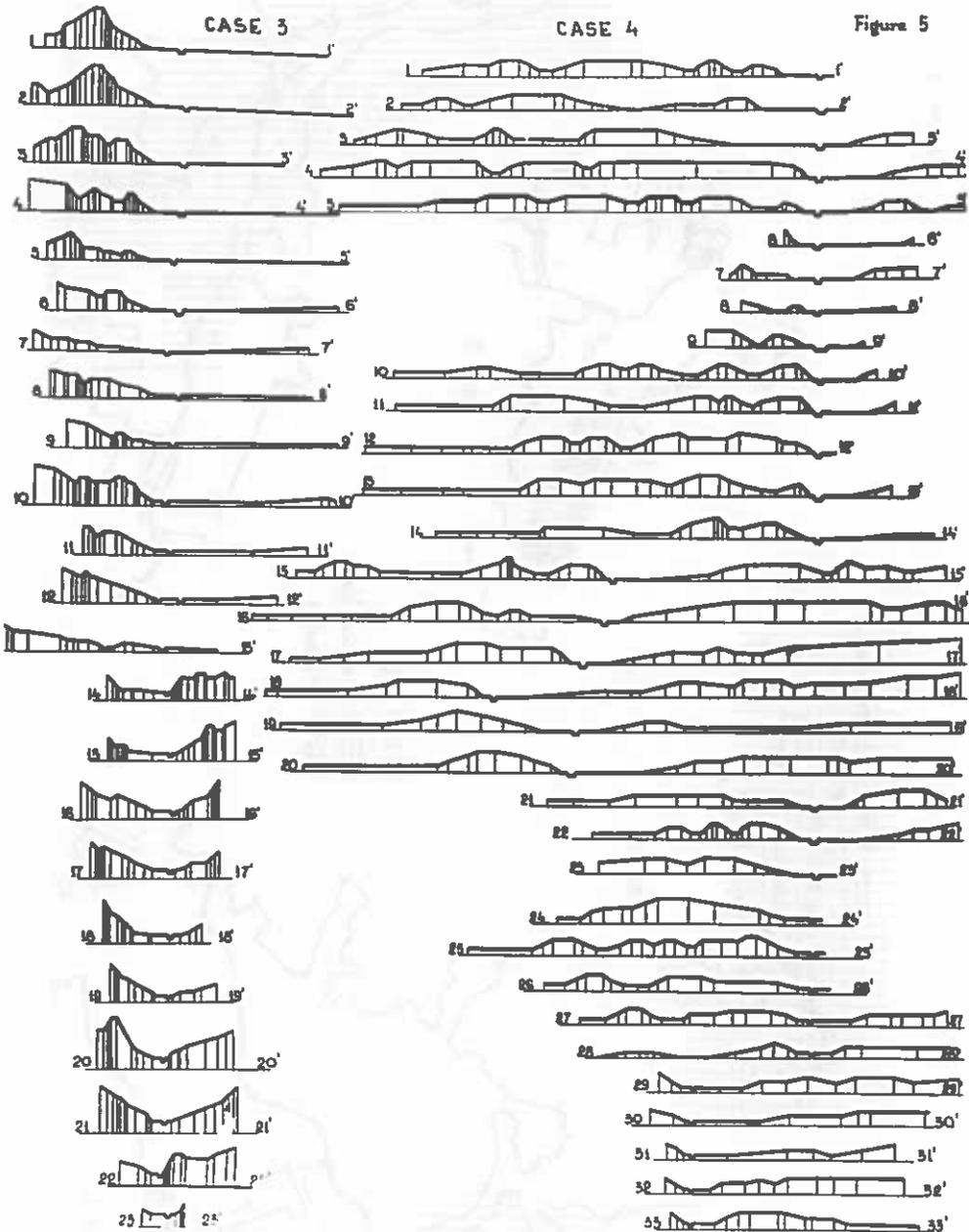


Figure 6.

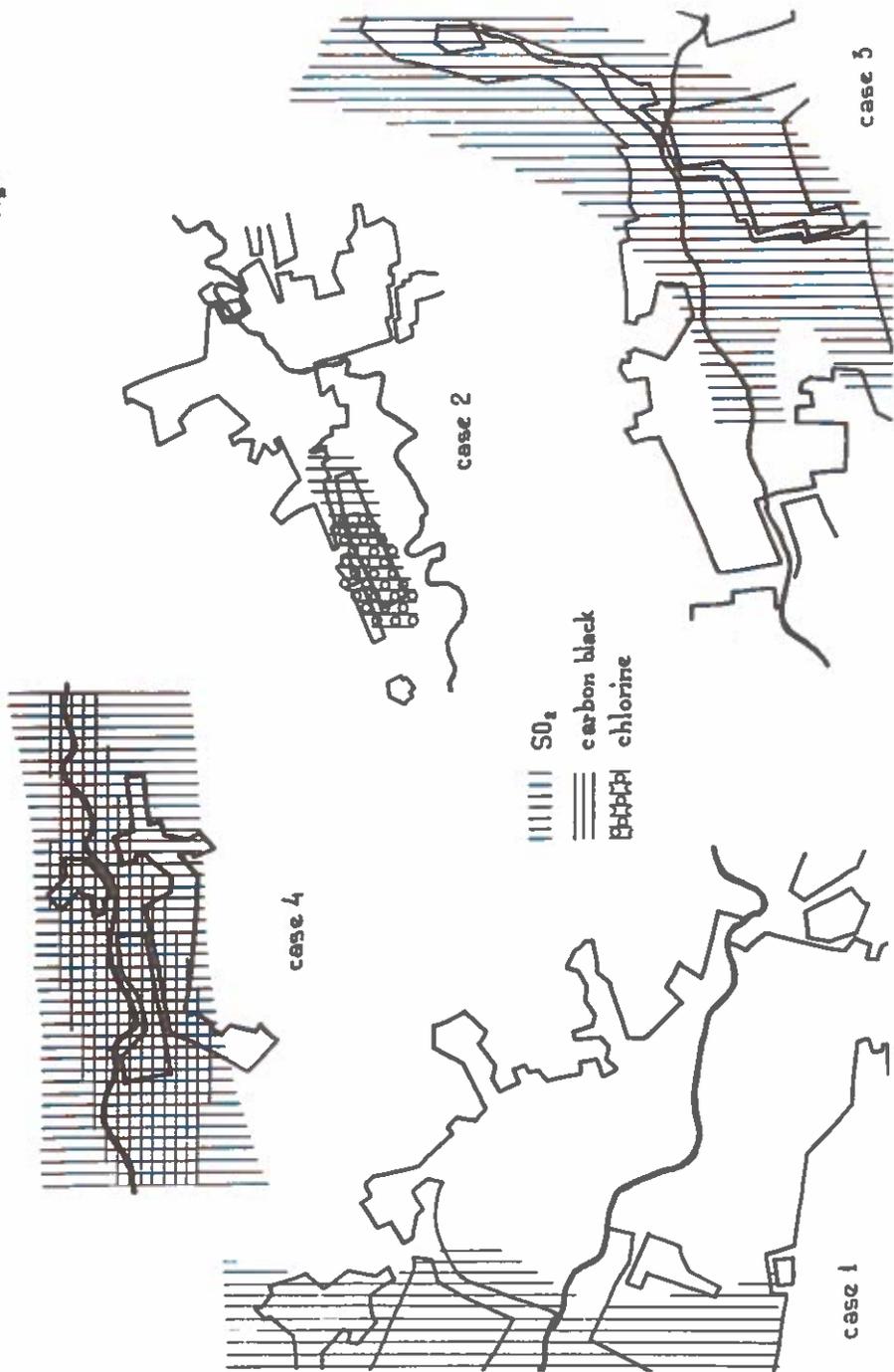
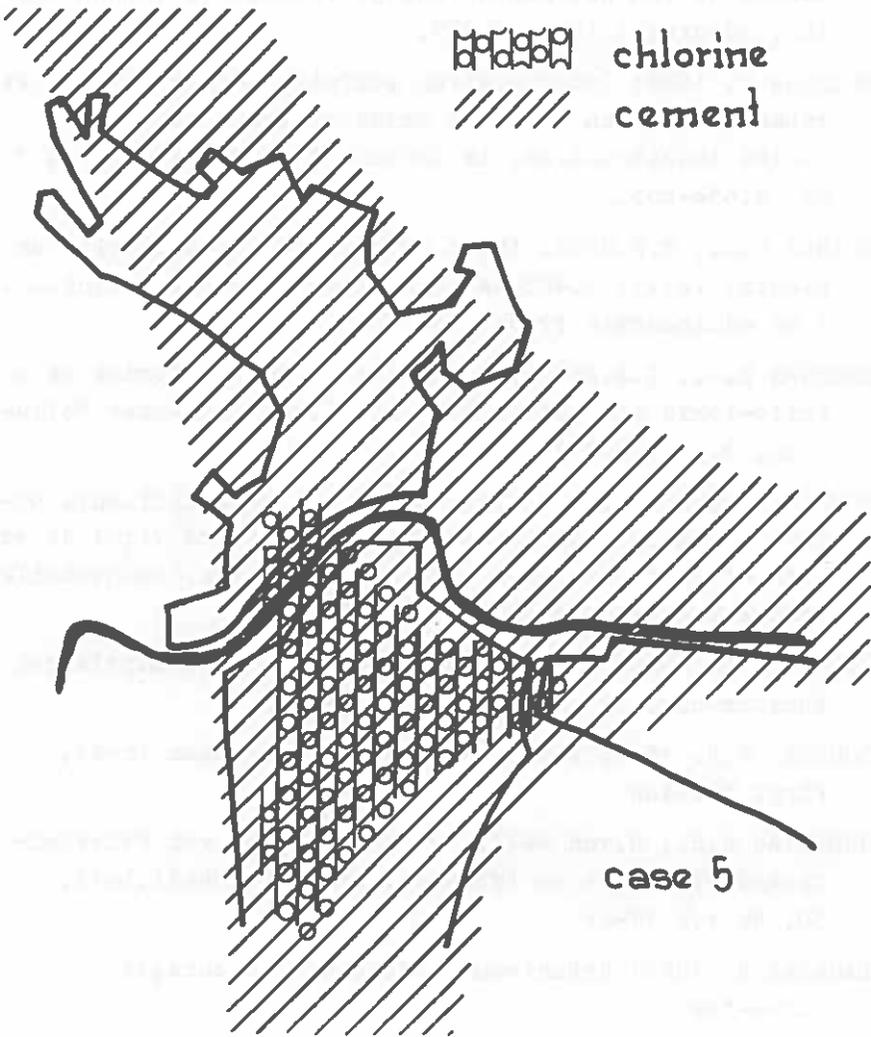


Figure 7



SCHRIFTTUM

- 1) BERINDAN C. 1968: Estimation hygiènique-sanitaire du relief des emplacements des villes. Al II-lea Congres National de Igienă, Rapoartele și rezumatele comunicărilor, București 1968, S.229.
- 2) BEINDAN C. 1968: Interrelation pollution atmosphérique et espaces verts en tant que principe protecteur des villes industrielles. La Tribune du CEBEDEAU 21, no 3 01, S.654-665.
- 3) BRANDT C,S., W.W.HECK. 1968: Effects of air pollution on plants. Vol.1, S.401-443 - A.Stern (ed) Air pollution. 2 nd ed.Academic Press, New York.
- 4) BRENNAN E.G., I.A.KEONE, R.H.DAINES. 1965: Chlorine as a phyto-toxic air pollutant. Int. J.Air and Water Pollution, 9, S.791-797.
- 5) CONSTANTINESCU Gh., CONSTANTINESCU I. 1963: Influența nocivă a gazelor sulfuroase SO_2 - SO_3 asupra viței de vie, prin efectul cumulator al negrului de fum.Comunicările Acad.R.P.R.,Tom.XIII. Nr.7,S.645-649.
- 6) CZAJA A.TH. 1962: Zementstaubwirkungen auf Forstpflanzen. Forstarchiv, 33 Jahrg.Heft 3, S.89-93.
- 7) DOUGLAS W.R. 1969: Forest Recreation, Pergamon Press, First Edition
- 8) GUDERIAN R.H., H.van HAUT. 1970: Nachweise von Schwefeldioxyd Wirkungen an Pflanzen. Staub-Reinhalt.Luft, 30, No 1,S.17-26.
- 9) LAURIAN R. 1965: Urbanismul, Ed.tehnică București, S.194-199
- 10) LEBELT W. 1964: Der stadtnahe Wald wichtiger Wohn- und Industriestädte der D.D.R. Deutsche Gartenarchitektur, Nr. 4,S.78-82.

- 11) LENGHEL I. und Mitarb. 1958: Impurificarea aerului atmosferic prin clor liber in oraşul C. Vol. Probleme de Igienă comunală, Litografia Invăţământului Cluj, S.25-40
- 12) LEVEAU Th. 1965: Le point de vue de l'Urbaniste: Les espaces verts dans la cité future. Revue d'Hygiène et Médecine Sociale, 13, nr.5, S.413-423.
- 13) LUNTZ I.B. 1966: Gradostroitelnoe znacenie zelenîh nasajdenii, Gorodskoe zelenoie stroitelstvo. Izdatelstvo literaturî pro stroitelstvu. Moskva, S.6-24.
- 14) SCHEGGER F., E.PRZEMECK, W.WILMS 1961: Untersuchungen über den Einfluß von Zementofen-Flugstaub auf Boden und Pflanze. Staub, 21, No 6, S.251-254.
- 15) SOLOMON L. und Mitarb. 1960: Impurificarea aerului prin gaze iritante- Studii si Cercetări de Igienă şi Sănătate publică. S 149-165.

PUBLIC OPEN SPACES IN POLLUTED CITIES

BY MRS. CORNELIA BERINDAN

Principal Architect, Institute of Public Health and Medical Researches, Cluj, Rumania.

The author's field findings on the development of industrial cities are described, involving study of the open spaces in five Rumanian towns with sources of industrial pollution.

The individual structure of these open spaces was analysed in terms of: high, medium or low plants, and of the main species present. On the basis of the town planning projects, the author devised a scheme for the future development of these green open spaces. In order to establish the growth conditions of the plants, an inventory was made of the pollution sources due to chemical, metallurgical and cement industries, together with specification of their respective pollutant emissions. A pollution spectrum was obtained in which the sulphur dioxide was found to be the principal phytotoxic agent. The extent of the polluted areas has also been determined.

The results indicate the unfavourable growth conditions of the plants studied, mainly affecting trees and plantings, without noxious effect on the growth of certain flowers. In conclusion, proposals are made for the planning of large areas covered with flowers as a means of improving the well-being of the residents of the industrially polluted centres.

DIE WIRKUNG VON MAGNESIT - IMMISSIONEN AUF DIE ÄNDERUNG DER PFLANZENGESELLSCHAFTEN

von

Milan KALETA

Institut für Landschaftsbiologie der SAW
Bratislava

EINLEITUNG

Mit dem Einfluß von Immissionen auf Veränderungen der Pflanzengesellschaften befassen sich nur einige Arbeiten (Vor allem: Hajdúk 1961, 1967, Niklfeld 1967, Lux 1964, Kaleta 1967, 1968). Alle angeführten Autoren haben übereinstimmend quantitative und qualitative Veränderungen der Phytozönosen festgestellt und die einzelnen Arten gemäß ihren Beziehungen zu den Immissionen auf positive und negative Phytoindikatoren aufgeteilt. In dem vorgelegten Referat führe ich die Resultate der Boden- und Vegetationsveränderungen an, welche durch die Einwirkung der Immissionen aus dem Magnesiterzverarbeitenden Betrieb entstanden sind. Die Immissionen bestehen zu 80 % aus MgO und verursachen tiefgreifende Veränderungen an Boden und Vegetation. Da es sich um eine Art von Immissionen handelt, die hauptsächlich in der UdSSR, Österreich und in der Slowakei auftritt, ist die Literatur über diese Problematik gering (Kulagin 1964, Hajdúk, Hauskrech 1965, Pollanschütz 1965, Holková 1966, Bublinc 1969, Kaleta 1969, Leitenberger 1951).

Das untersuchte Gebiet war vom methodischen Gesichtspunkt ein gutes Objekt für die Erforschung von Boden- und Vegetationsveränderungen durch die Einwirkung von Immissionen, da es die folgenden Bedingungen erfüllte:

- 1) Im Untersuchungsgebiet existierte eine kleine Immissionsquelle, welche ein kleines Gebiet beeinflusste. Im Laufe der Untersuchung wurde auf demselben Standort ein neuer Betrieb errichtet, welcher die Produktion mehr als vervierfachte.

Dieser für die geobotanische Forschung bedeutungsvolle Umstand ermöglichte so die Erfassung der beeinflussten, wenig beeinflussten und offensichtlich nicht beeinflussten Vegetation sowie der Dynamik der Veränderungen im Raum und Zeit.

2) Der Betrieb befindet sich an der Grenze von zwei Tälern, und die vorherrschende Windrichtung verläuft parallel zu diesen.

3) Das Untersuchungsgebiet besteht zum überwiegenden Teil aus natürlichen Wäldern und Wiesen, im wesentlich geringeren Ausmaß aus Feldern.

4) Das Gebiet ist reich an verschiedenen Arten von Pflanzengesellschaften (alluviale Wiesen, Weiden, xerothermischer Bestand, Wälder) sodaß man die durch die Immissionen verursachte Veränderungen an einer größeren Anzahl verschiedener Assoziationen studieren kann, wobei auch die Dynamik der Veränderungen und das endgültige Stadium des Degradationsprozesses während des Einwirkens der Immissionen verfolgt und miteinander verglichen werden können.

Mit der Forschung wurde im Jahre 1966 begonnen. Die hier angeführten Resultate stammen aus drei Vegetationsperioden.

METHODIK

I. A l l g e m e i n e C h a r a k t e r i s t i k

1) Die Windverhältnisse wurden durch einen universalen Anemograf im Areale des Betriebes ermittelt. Nach einjähriger Tätigkeit wurde die Häufigkeit der Windrichtungen ausgewertet und auf Grund dieser Resultate wurden die ständig untersuchten Flächen der Phytozenosen bestimmt.

2) Der Staubabfall wurde mit der Methode der passiven Ablagerung in mit destilliertem Wasser angefüllten Gefäßen gemessen; die Auswertung wurde durch Abwägen vorgenommen.

3) Mit spektografischer Analyse wurde der Inhalt der Ablagerung festgestellt.

4) Weitere Angaben, wie die hydrologischen Verhältnisse des Flusses Murán, die Niederschlagsverhältnisse, Wärme, geologischer Aufbau wurden aus der Literatur übernommen.

II. Bodenverhältnisse

1) Durch horizontale Bodenabnahme (3-8 cm unter der Oberfläche) in bestimmten Entfernungen von der Quelle, in allen Richtungen radial und in den verlängerten Richtungen der meisten Winde, wurden nur Böden der gleichen Typen verglichen (alluviale Weideflächen, Waldflächen). Im beeinflussten Gebiet wurden die Resultate gegenseitig verglichen. In diesen Bodenproben haben wir CaCO_3 Gesamthumus, CaO , MgO , K_2O , Na_2O , N , C , R_2O_3 analysiert.

2) Es wurden mehrere Sonden in verschiedenen Assoziationen und in verschiedenen Entfernungen von der Immissionsquelle ausgegraben, wo außer den schon angeführten chemischen Eigenschaften die maximale kapillare Wasserkapazität und mechanische Zusammensetzung festgestellt wurde.

3) Mit Hilfe von an Glasquadranten befestigten Filterpapierer wurde die mikrobiologische Aktivität von Zellulosenetzern im Boden festgestellt. Das Filtrationspapier wurde nach 40-tägiger Exposition in den oberen Schichten des Bodens abgenommen und nach Analyse des Gesamt-Kohlenstoffgehaltes wurde die Intensität der Zellulosenetzern auf den alluvialen Wiesen bewertet.

III. Die Vegetationsverhältnisse

1) Die Probeflächen hatten eine kreisförmige Form mit einem Ausmaß von 20 m^2 und ihre Auswahl wurde unter Beachtung von Prinzipien der geobotanischen Forschung vorgenommen. Auf Grund von Koordinaten kann die Fläche zu jeder Zeit identifiziert werden.

2) Die Analyse dieser Flächen wurde nach der zürich monpelie-rischen Schule vorgenommen, wobei Abundanz, Dominanz und So-zialität festgestellt wurde (Braun - Blanquet).

- 3) In den synthetischen Tabellen haben wir phytozoenologische Notizen gemäß ihrer Zugehörigkeit zu den einzelnen Assoziationen zusammengestellt.
- 4) Die synthetischen Endtabellen wurden je nach dem Grade der Beeinflussung in drei Gruppen geteilt:
 - a) sichtbar ungestörte Assoziationen, b) gestörte Assoziationen durch Immissionen, Entwässerungen und andere anthropogene Eingriffe, c) Degradationsstadien der Assoziation, welche durch den Einfluß der Immissionen verursacht wurden. Aus diesen Tabellen erhalten wir eine Differenzialtabelle der charakteristischen Artenkombination der zugehörigen Gesellschaften.
- 5) Aus den Ergebnistabellen des Degradationsstadiums haben wir das sukzessive Endstadium in den einzelnen Assoziationen festgestellt, zu welchen es durch den Einfluß von Immissionen kommt.
- 6) Die Dynamik der Veränderungen in den einzelnen Assoziationen wurde durch ein Vergleichsverfahren in den einzelnen Stadien der Assoziationen festgestellt, die im Raum (verschiedene Entfernungen von der Quelle und Zeit) während der Dauer von drei Zeitabschnitten gestört sind.
- 7) Mit der observatorischen Methode haben wir die Verbreitung von Pflanzenarten im ganzen studierten Gebiet ermittelt und die Resultate wurden in eine Karte 1 : 25.000 eingezeichnet.
- 8) Auf Grund der Verbreitung einzelner Arten, ihres Vorkommens oder deren Absenz in verschiedenen Entfernungen von der Quelle, haben wir die Arten in drei Gruppen aufgeteilt:
 - a) resistente (Arten, die im Gebiet der größten Immission vorkommen).
 - b) tolerante (Arten, welche nur bestimmte Mengen von Immissionen-200-700 t/km²-"vertragen").
 - c) empfindliche (welche schon in Gebieten, wo der Abfall 200 t/km²/Jahr erreichte, nicht vorkamen).
- 9) Die Erforschung von Pflanzengesellschaften wie auch die Verbreitung von Arten haben wir im ganzen Gebiet vorgenommen,

auch wo wir den Einfluß der Immission in der Zukunft nur voraussetzen können.

IV. Der Immissions einfluß auf die Boden- und Vegetationskomponenten der Gegend.

Auf Grund der Resultate der Windrichtungsmessungen, Bodenreaktionen und anderen chemischen Eigenschaften des Bodens, phytozoologischen Degradationsverhältnisse, gestörten Assoziationen, wie auch bezüglich der Verbreitung einzelner Pflanzenarten, haben wir ohne Karte zusammengestellt. Diese Karte der Boden- und Vegetationskomponenten der Gegend haben wir in drei Zonen eingeteilt. Die I.Zone war die am stärksten beeinflusste, die II.Zone die mittel beeinflusste und die III.Zone die am wenigsten beeinflusste.

Auf Grund der, mit den angeführten Methoden erreichten Resultate, haben wir nicht nur den gegenwärtigen Zustand der Vegetation und die Dynamik der Veränderungen zufolge der Immission festgestellt, sondern es war möglich, auch eine bestimmte Prognose der Veränderungen für die Zukunft im Bereiche des studierten Gebietes zusammenzustellen.

Mit der angeführten Methodik beabsichtigten wir auch in einem Gebiet, welches von Immissionen anderer Zusammensetzung betroffen ist, zu arbeiten.

ERGEBNISSE

I) Allgemeine Charakteristik des studierten Gebietes

Das studierte Gebiet umfaßt die alluvialen Wiesen des Flusses Muráň, beginnend von der Gemeinde Revúca bis Licince in einer Länge von 20 km. Die Breite der alluvialen Wiesen bewegt sich zwischen 500 - 1.500 m. Das Muráňertal ist mit einer Bergkette

(400 - 600 m SH) bestehend aus verschiedener geologischer Basis umsäumt. Das Gebiet liegt an der Grenze des Slowakischen Erzgebirges (überwiegend aus Kristallgestein) und dem Südslovakischen Karst (überwiegend aus Kalkstein und Dolomit bestehend). Der geologische Aufbau des Alluviums besteht aus holozänischen und pleistozänischen Sedimenten, welche vorwiegend aus Kiesel und Kieselsand bestehen.

Auf Grund von eigenen Messungen der Richtung und Geschwindigkeit des Windes, der als wesentlicher Faktor an der Immissionsdislokation im Terrain Anteil hat, zitieren wir die durchschnittlichen Werte der zahlmäßigen Erscheinung einzelner Windrichtungen in % vom Zeitabschnitt eines Jahres:

S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	C
19,9	6,8	4,5	1,4	6,0	7,8	32,3	12,7	1,9	15,2

Am häufigsten erschien die nordwestliche Richtung, in welcher das Muráňertal offen ist.

Das studierte Gebiet gehört in das Gebiet mit einem durchschnittlichen Jahresniederschlag von 750 mm und während der Vegetationszeit 440 mm. Die jährliche Durchschnittstemperatur erreicht $7,5^{\circ}$ C und während der Vegetationszeit $14,5^{\circ}$ C.

Zur Beurteilung des Schwankens des Grundwasserspiegels auf den alluvialen Wiesen, führen wir die Durchschnittsströmung für die einzelnen Monate und für den Zeitabschnitt 1923-1961 in $m^3/Sec.$ an:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2,05	2,26	5,76	5,61	4,74	3,56	2,83	1,89	1,46	1,78	3,99	2,75

Der Immissionsabfall als einflußreicher Faktor erreichte in der Hauptwindrichtung diese Werte:

Entfernung von der Immissionsquelle:	1000 m	1400 m	2500 m
t/km ² /Jahr	: über 700	500-700	200-500

Die Zusammensetzung der Immission war folgende: 80 % MgO, wei-

ters CaO und weitere Grundstoffe in verschiedenen chemischen Verbindungen: Fe, Al, Si, Mn, Cu, Ti, As, B, Cr, Pb, P, K, Zn, Ag, Ni, Sn, Co.

II. Bodenverhältnisse

Der Überwiegende Bestandteil der Immission MgO ändert sich bei dem Einfall auf die Vegetation und auf die Erde in $Mg(OH)_2$, $Mg(CO_3)_2$, $Mg(HCO_3)_2$ und diese Verbindungen ändern wesentlich die Bodeneigenschaften. Bedeutsame Bestandteile, die über die Inkorporation dieser Verbindungen wie auch Aufnahmemöglichkeiten der Pflanze entscheiden, sind H_2O und CO_2 . Die Beeinflussung des Bodens äußert sich durch ausdrückliche Steigerung der Alkalität bis auf 9,5 pH in H_2O , weiter durch ausdrückliche Erhöhung des MgO Inhaltes speziell in den horizontalen Oberflächen. Dadurch ändert sich auch das Verhältnis zwischen Mg : Ca, das für die Pflanze notwendig ist. Der Immissionseinfluß äußert sich auch durch die Änderungen der Bodenmikroflora. Hajdúk, Hauskrecht (1963) geben ein beinahe absolutes Fehlen der Nitrofilarten in der Gegend von Hačawa (weiterer Betrieb zur Verarbeitung des Magnesiterzes) und in der Umgebung von Stallen an. In der Arbeit Kaleta (1969) zitieren wir die Zersetzungsergebnisse der Zellulose in dem durch Immissionen beeinflussten Boden aus Jelšava u.zw. in den Entfernungen von der Quelle, wo es keine sichtbaren Änderungen der Phytozoosen gab.

III. Vegetationsverhältnisse

Die Assoziation Alopecuretum pratensis Egger 33/58 ist die meist verbreitete Pflanzengesellschaft von alluvialen Wiesen des studierten Gebietes. Aus der Tabelle Nr.1 geht der Rückzug von feuchteliebenden Arten hervor: besonders Myosotis palustris, Caltha palustris, Cirsium ocanum, Equisetum palustre und weitere von diesen Arten reihen wir als gegenüber den Immissionen empfindliche ein. Als tolerant zeigen sich die Arten Deschampsia caespitosa, Festuca pratensis, Poa pratensis, Rumex acetosa, Dactylis glomerata und andere. Im Degradations-

stadium der Assoziation sind die Arten *Elytrigia repens* und *Puccinellia distans* vorherrschend. Speziell die Art *Puccinellia distans* der Assoziation fremd, zeigt sich nur im Gebiet des Immissionsabfalles.

Die Assoziation *Arrhenatheretum medioeuropaeum* /Br.-Bl.19/ Oberdorfer 52 ist verhältnismäßig weniger verbreitet. Aus der charakteristischen Artkombination, welche gegenüber der Immission als empfindlich erscheint, zeigen sich diese: *Campula patula*, *Crepis biennis*, *Bellis perennis*, *Trifolium repens*, *Galium mollugo*. Zu den toleranten reihen wir die Arten: *Dactylis glomerata*, *Achillea millefolium*, *Poa pratensis*, *Festuca pratensis* und weitere ein. Eine gestörte Assoziation ist durch diese Arten charakterisiert: *Poa pratensis* und *Festuca pratensis*, welche Monozenosen bilden. Das Degradationsendstadium der Assoziation ist durch die Monozenosen der Art *Puccinellia distans* charakterisiert. Die Assoziation *Lolio - Cynosuretum* Tx.37 besiedelt die Weiden im studierten Gebiet. Aus charakteristischer Artenkombination zeigen sich als empfindlich die Arten: *Trifolium repens*, *Galium Mollugo*, *Bellis perennis*. *Plantago lanceolata* und andere. Als tolerant *Poa pratensis*, *Festuca pratensis*, *Rumex acetosa*, *Deschampsia caespitosa*. Das Endstadium ist aus Monozenosen der Art *Puccinellia distans* gebildet.

Die Assoziation *Caricetum gracilis* Tx.37 ist in Geländedepressionen der alluvialen Wiesen verbreitet. Die vorherrschende Art *Carex gracilis* zeigt sich gegenüber den Immissionen tolerant. Das Abschlußdegradationsstadium ist durch das Vorherrschen der Art *Carex distans* gegeben.

Die Assoziation *Carloetum davalianae carpatium* Sillinger 33 ist nur fragmentarisch verbreitet. Das Degradationsstadium ist durch das Durchdringen der Art *Carex distans* bis zur totalen Überherrschaft charakterisiert.

Die Assoziation *Querceto - Carpinetum* Tx.37 nimmt ausgedehnte Flächen des studierten Gebietes ein. Aus der charakteristischen Artenkombination der Assoziation werden als empfindliche Arten eingereicht: *Quercus petraea*, *Tilia cordata*, *Carpini-*

nus betulus, *Acer pseudoplatanus*, *Lathyrus vernus*, *Poa nemoralis*.

Als tolerant zeigen sich die Arten: *Acer campestre*, *Ligustrum vulgare*, *Luzula nemorosa*. Resistente Arten: *Crataegus monogyna*, *Crataegus oxyacantha*, *Calamagrostis epigeios*. Das Degradationsstadium der Assoziation ist durch volles Austrocknen der Gehölze (außer der Arten der Gattung *Crataegus*) charakterisiert, und mit starker Verbreitung der Arten *Puccinellia distans* und *Calamagrostis epigeios* und der verstreuten Art *Sonchus arvensis*.

Die Assoziation *Cephalanthero - Fagetum Oberdorf 57* ist an den nord-nordwestlichen Hügeln mit geologischer Kalksteinbasis verbreitet.

Als empfindliche Arten zeigen sich: *Cephalanthera alba*, *Fagus silvatica*, *Lilium martagon*, *Dentaria bulbifera* und andere.

Tolerante Arten sind: *Hedera helix*, *Dactylis ascherosoniana*. Resistent sind *Crataegus*, *Evonymus verrucosa*. Das Degradationsendstadium ist mit dem Austrocknen der Gehölze (außer den Resistenten) und durch Vorherrschen der Arten *Puccinellia distans*, *Calamagrostis epigeios*, *Elytrigia repens* charakterisiert.

Bei allen Assoziationen zeigen sich unter dem Einfluß der Immissionen auch quantitative Veränderungen u.zw. mit der Verringerung der Zahl der Pflanzenarten. In der ersten Zone der Beeinflussung zeigen sich 1 - 5 von den höheren Pflanzenarten, in der zweiten Zone 10 - 20 Arten.

VERGLEICHS-DIFFERENTIALTABELLE

der Assoziation von *Alopecuretum pratensis* Egger 33/58
im studierten Gebiet

	Ungestörte Phytozosen	Gestörte Phytozosen	Degradations- stadium der Phytozosen
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	V1-3	IV ¹⁻²	II ¹
<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	V1-3	III ¹⁻³	II ¹
<i>Holcus lanatus</i> L.	V ⁺¹	III ⁺²	I ¹
<i>Cirsium canum</i> /L./All./Lokal./	V ⁺³	IV ¹⁻²	.
<i>Myosotis palustris</i> /L./Nath.	IV ⁺¹	I ⁺	.
<i>Caltha palustris</i> L.	IV ¹⁻²	II ⁺¹	.

Charakteristische Arten der Ordnung Molinietales:

<i>Lychnis flos-cuculi</i> L	V ⁺³	V ⁺²	II ⁺¹
<i>Deschampsia caespitosa</i> /L./P.Beauv.	V1-2	III ¹	III ⁺¹
<i>Equisetum palustre</i> L.	III ¹⁻²	III ⁺²	.
<i>Carex panicea</i> L.	III ¹⁻³	I ¹	.
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	III ⁺²	II ⁺	.
<i>Filipendula ulmaria</i> /L./Max.	III ⁺²	.	.
<i>Thalictrum flavum</i> L.	II ^{r+}	II ⁺¹	I ⁺
<i>Trifolium dubium</i> Sibth.	II ⁺¹	.	.
<i>Cirsium oleraceum</i> /L./Scop.	II ¹⁻²	.	.
<i>Colchicum autumnale</i> L.	I ⁺¹	III ⁺²	.
<i>Orchis majalis</i> Rohb.	I ⁺¹	.	.
<i>Festuca rubra</i> L.	I ¹⁻²	.	.
<i>Lythrum salicaria</i> L.	I ⁺¹	.	.
<i>Scirpus silvaticus</i> L.	I ⁺	.	.

Charakteristische Arten der Klasse Molinio-Arrhenatheretea:

<i>Poa trivialis</i> L.	V ¹⁻³	V ¹⁻³	.
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	V ¹⁻³	V ¹⁻³	V ¹⁻³
<i>Ranunculus acer</i> L.	V ⁺²	V ¹⁻²	II ⁺¹
<i>Rumex acetosa</i> L.	IV ⁺²	V ¹⁻²	V ¹⁻²
<i>Cardamine pratensis</i> L.	V ⁺²	IV ⁺²	.
<i>Centaurea jacea</i> L.	IV ⁺²	III ¹⁻²	.
<i>Trifolium pratense</i> L.	IV ⁺²	III ⁺²	I ¹
<i>Dactylis glomerata</i> L.	III ¹⁻³	IV ¹⁻³	III ²⁻³
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	III ⁺²	II ⁺¹	.
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i> L.	III ⁺¹	III ⁺²	.
<i>Achillea millefolium</i> L.	III ¹⁻²	V ¹⁻²	III ¹⁻²
<i>Cerastium vulgare</i> Hartm.	II ⁺¹	.	.
<i>Vicia cracca</i> L.	II ¹⁻²	.	.
<i>Plantago lanceolata</i> L.	I ¹	III ⁺²	.
<i>Poa pratensis</i> L.	I ¹⁻²	I ¹⁻²	V ¹⁻²
<i>Rhinanthus minor</i> L.	.	II ¹⁻²	.

Sonstige Arten:

<i>Taraxacum officinale</i> Web.	IV ¹⁻²	IV ¹⁻²	II ¹⁻²
<i>Carex gracilis</i> Curt.	IV ¹⁻³	.	.
<i>Ranunculus repens</i> L.	III ¹	.	.
<i>Carex hirta</i> L.	III ¹⁻²	II ¹⁻³	III ¹⁻²
<i>Carex vulpina</i> L.	III ⁺²	.	.
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	III ⁺²	I ⁺¹	.
<i>Daucus carota</i> L.	II ¹⁻²	II ¹⁻³	I ¹
<i>Briza media</i> L.	II ¹⁻²	II ⁺²	.
<i>Carex muricata</i> L.	II ⁺²	I ¹	.
<i>Lotus corniculatus</i> L.	II ⁺²	I ¹	I ¹

Fremd- oder Begleitarten der Assoziation:

<i>Elytrigia repens</i> /L./Desv.	.	I ¹	V ¹⁻⁴
<i>Silene inflata</i> /Salisb./Sm.	.	I ⁺²	IV ⁺¹
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	.	I ⁺	IV ⁺¹
<i>Festuca pseudovina</i> /Hack./Nym.	I ¹	.	III ¹⁻²

<i>Puccinellia distans</i> /Jacq./Parl.	.	.	III ¹⁻²
<i>Saponaria officinalis</i> L.	.	.	III ⁺¹
<i>Sonchus arvensis</i> L.	.	.	II ⁺¹
<i>Pimpinella saxifraga</i> L.	I ¹	I ¹	II ¹

Nur in Aufnahme "Ungestörte Phytozoosen" und mit Stetigkeit I. kommen vor:

Bromus mollis L., *Arrhenatherum elatius* /L./Presl., *Campanula patula* L., *Pastinaca sativa* L., *Galium palustre* L., *Glyceria fluitans* /L./R.Br., *Rumex obtusifolius* L., *Carex leporina* L., *Lysimachia nummularia* L., *Juncus conglomeratus* L., *Carex davaliana* Sm., *Carex paniculata* Jusl., *Plantago major* L., *Cerastium arvense* L., *Mentha arvensis* L., *Serratula tinctoria* L., *Carex tomentosa* L., *Carex riparia* Curt. *Stellaria graminea* L., *Pimpinella major* /L./ Huds., *Eriophorum latifolium* Hoppe, *Allium angulosum* L., *Baldingera arundinacea* /L./ Dumort.

Nur in Aufnahme "Gestörte Phytozoosen" und mit Stetigkeit I. kommen vor:

Trifolium repens L., *Stellaria holostea* L., *Veronica chamaedrys* L., *Medicago sativa* L., *Capsella bursa-pastoris* /L./Med., *Equisetum fluviatile* L. et Ehrh., *Iris pseudacorus* L., *Koeleria gracilis* Pers., *Silene nutans* L., *Muscari comosa* /L./Mill., *Leonurus marubiastrum* L., *Galium verum* L., *Viola pumila* Chaix, *Arotium lappa* L.,

Nur in Aufnahme "Degradationsstadium der Phytozoosen" und mit Stetigkeit I. kommen vor:

Cerastium vulgare Hartm., *Trisetum flavenscens* (L.) Beauv., *Chenopodium glaucum* L., *Chenopodium bonus-henricus* L.

Ergebnisse stammen von 58 Aufnahmen.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Immissionen mit Überwiegendem Bestandteil von MgO, ändern die Bodeneigenschaften, die durch erhöhte Alkalität (bis auf 9,5 pH) mit erhöhtem Gehalt von MgO meistens in den oberen Horizonten und einem stark gehemmten Prozeß der Zellulosezer- setzung zum Ausdruck kommen. Änderungen in den Vegetations- verhältnissen in dem Gebiet des Immissionsabfalles zeigen sich durch quantitative Änderungen, Verringerung der Zahl der Pflanzenarten in den Phytozosen und Qualitätsänderun- gen der Assoziationsstruktur.

Die Assoziation *Alopecuretum pratensis* Egger /33/58 ändert sich infolge Einflusses der Immission durch das Stadium des Vorherrschens der Art *Poa pratensis* und *Festuca pratensis* in das sukzessive Degradationsstadium, charakterisiert mit den Arten *Elytrigia repens* - *Puccinellia distans*. Die Assoziation *Arrhenateretum medioeuropeum* /Br.-Bl.19/ Oberdor. 52 und *Lolio* - *Cynosuretum* Tx. 37 ändern sich zufolge des Einflusses der Immission in Degradationsstadien, die durch das Vorherr- schen der Art *Puccinellia distans* charakterisiert sind. Die Assoziation *Carioetum gracilis* Tx. 37 und *Carioetum daval- ianae carpaticum* Sillinger 33 ändern sich durch den Einfluß von Immissionen in Bestände mit dem Vorherrschens der Art *Ca- rex distans*. Assoziationen von *Querceto-Carpinetum* Tx. 37 und *Cephalathero-Fagetum* Oberdor. 57 ändern sich durch den Ein- fluß der Immissionen in Degradationsstadien und sind durch das Austrocknen der Gehölze und durch das Vorherrschens der Arten *Elytrigia repens* - *Puccinellia distans* - *Calamagrostis epigeios* charakterisiert.

LITERATUR

1. Bublinec E., 1969: Intoxikácia pôdy v oblasti magnezitiek, možnosti jej meliorácie a vplyv na výživu rastlín. Výskumný ústav lesného hospodárstva, Zvolen. - (Intoxikation des Bodens im Magnesitgebiet, Möglich-

keiten ihrer Melioration und Nährung der Pflanzen).
Forschungsanstalt der Waldwirtschaft, Zvolen.
(Manuskript unveröffentlicht)

2. Hajduk J., 1961: Kvantitatívne a kvalitatívne zmeny fyto-
cenoz spsobené tovarenskymi exhalanymi splodinami.
Biologia 16, S. 404 - 419, Bratislava. - (Quantita-
tive und qualitative anderungen der Phytocenosen,
verursacht durch die Exhalation von Fabriksprodukten)
3. Hajduk J., 1965: Vplyv fluorovych exhalanych splodin na
rastlinne spoloenstva a jednotlive rastliny okolo
zavodu na vyrobu hlinika. Sbornik: Problemy znei-
stenia ovzduia. 7.-8.XI.1963. Bratislava, S.31-39
(Wirkung der exhaliierten Fluorprodukte auf die
Pflanzengemeinschaft und einzelne Pflanzen in der
Umgebung des Aluminiumerzeugungsbetriebes).
4. Hajduk J., 1967: Vysledky geobotanickeho vyskumu psobenia
magnezitovych exhalatov na vegetaciu a pdu. Kandi-
datska dizertana praca. Bratislava. - (Resultate
der geobotanischen Forschung uber die Wirkung von
Magnesitexhalationen auf die Vegetation und Boden).
(Manuskript unveröffentlicht)
5. Hajduk J., Hauskrecht I., 1963: Nitrifikana schopnost'
pd ovplyvnenych magnezitovymi exhalatmi. Sbornik:
Problemy zneistenia ovzduia 7. - 8.XI.1963, Bra-
tislava, S. 136 - 138. - (Nitrifikationsfahigkeit
des Bodens durch Einflu von Magnesitexhalaten).
6. Holkova O., 1966: Vplyv magnezitovych exhalatov na kore-
novy system a ekologicke vlastnosti niektorych
trv./*Festuca pratensis* Huds., *Poa pratensis* L.,
Dactylis glomerata L., *Arrhenatherum elatius* L./.
Presl. Dipl. prace, Katedra geobotaniky UK Bratis-
lava. - (Der Einflu von Magnesitexhalaten auf das
Wurzelsystem und ekologische Eigenschaften einiger
Grasarten./*Festuca pratensis* Huds., *Poa pratensis*
L., *Dactylis glomerata* L., *Arrhenatherum elatius* L./
(Manuskript)

7. Kaleta M., 1967: Súčasné a predpokladané vegetačné pomery v oblasti magnezitového závodu pri Jelšave. Sborník II. Sympózia o problematike exhalátov na Slovensku, Smolenice, Práce a materiály. Ústav biológie krajiny SAV. S. 31-39. - (Gegenwärtige und vorausgesetzte Vegetationsverhältnisse im Gebiet des Magnesitbetriebes bei Jelšava.)
8. Kaleta M., 1968: Vegetationsverhältnisse im Wirkungsgebiet der Magnesitexhalationsprodukte bei Jelšava. Materiály VI. Miedzynarodowej konferencji, Katowice. S. 173 - 183.
9. Kaleta M., 1969: Zersetzung der Zellulose in den von Magnesitexhalaten intoxizierten Böden. Biológia 10, Bratislava. S. 794 - 799.
10. Kulagin Ju. Z., 1964: Vlijanie magnezitovoj pyly na drevesny je rastenija. Zapiski Sverdlovskogo Otdela Vsesojuznogo Botaničeskogo Obsčestva 3. S.155-161.
11. Leitenberger L., 1951: Ein Beitrag zur Rauch- und Staubschadenfrage. Veröff. der Bundesanstalt für alpine Landwirtschaft 5. S. 43 - 59.
12. Lux H., 1964: Beitrag zur Kenntnis des Einflusses der Industrie - Exhalationen auf die Bodenvegetationen in Kieferforsten. Archiv f. Forstw. Bd. S.1215-1223.
13. Niklfeld H., 1967: Pflanzensoziologische Beobachtungen im Rauchschadensgebiet eines Aluminiumwerkes. Cbl.ges. Forstw. Heft 2 - 6, S. 318-329.
14. Pollanschütz J., 1965: Verfahren zur objektiven Abschätzung (Messung) vermindelter Zuwachsleistung von Einzelbäumen und Beständen. Mitt. Forstl. Bundesversuchsanstalt Wien, Heft 73. S.129-191.

THE EFFECT OF MAGNESITE POLLUTION IN ALTERING PLANT COMMUNITIES

BY MILAN KALETA

Institute for Landscape Biology, Bratislava, Czechoslovakia.

Atmospheric pollution with a high MgO component alters the soil properties by increasing the pH up to 9.5, increasing the content of MgO, mainly in the upper horizons, and greatly inhibiting cellulose decomposition. Alterations in the vegetation in regions of atmospheric pollution are seen in quantitative changes, viz. a reduction in the number of plant species in the phytocoenoses, and in qualitative changes in the structure of the association.

The *Alopecuretum pratensis* Eggler /33/58 association changes as a result of pollution through the stage of *Poa pratensis* and *Festuca pratensis* dominance into the successional degradation stage characterized by the species *Elytrigia repens*—*Pucciniella distans*. The *Arrhenateretum medioeu-ropaeum* /Braun-Blanquet 19/Oberdor. 52 and *Lolio-Cynosuretum* Tx. 37 associations alter as a result of pollution into degradation stages characterized by dominance of *Pucciniella distans*. The *Caricetum gracilis* Tx. 37 association and *Caricetum davalianae carpaticum* Sillinger 33 alter as a result of pollution into stands with *Carex distans* dominant. The *Querceto-Carpinetum* Tx. 37 and *Cephalathero-Fagetum* Oberdor. 57 associations alter into degradation stages as a consequence of pollution, and are characterized by the dying of the woody species and by the dominance of an underlayer of *Elytrigia repens*—*Pucciniella distans*—*Calamagrostis epigeios*.

INFLUENCE OF CLIMATE AND TOPOGRAPHY ON OXIDANT AIR
POLLUTION CONCENTRATIONS THAT DAMAGE CONIFER
FORESTS IN SOUTHERN CALIFORNIA

by

P. R. MILLER, M. H. McCUTCHAN and B. C. RYAN
Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station
Berkeley

INTRODUCTION

The air basin including the Los Angeles metropolitan complex, the inland area to the east, and the mountains that border the area on the north and east constitutes California's foremost example of a severe photochemical air pollution problem. The principal source of primary pollutants is exhaust from numerous automobiles in Los Angeles and the adjacent cities of this densely populated coastal basin. A strong temperature inversion, produced by a persistent high-pressure system off the coast and the effect of the cool Pacific waters, traps photochemical air pollutants, especially during spring, summer, and early fall. The polluted air is thus prevented from mixing with the cleaner air above the inversion, and is also confined by the surrounding mountain ranges, which prevent adequate horizontal dispersion.

Damage to agricultural crops by photochemical oxidants was first recognized and confirmed in 1950 (5), and in 1958 (9) ozone was recognized as the cause of extensive injury to wine grapes in the inland portions of the basin.

In 1963 (7), ozone was identified as the cause of extensive damage to ponderosa pine (Pinus ponderosa Laws.) in mixed conifer forests located above 1500 m in the San Bernardino Mountains. Other investigators (10) confirmed that ozone was the cause of this serious injury.

Jeffrey pine (Pinus jeffreyi) is also susceptible to injury as indicated by an aerial photo survey of pine stands within the San Bernardino National Forest in 1969 (13). The survey of 160,950 acres of ponderosa-Jeffrey pine stands within the forest boundaries indicated that 46,230 acres had heavy smog damage, 53,920 had moderate damage, and 60,800 had light or no damage. An estimated 1,298,000 trees were affected: 82% moderately injured, 15% severely injured, and 3% dead from advanced injury by ozone.

Neiburger (8) has described the meteorological aspects of photochemical air pollution in the coastal area, and Bell (1) studied the surface winds which transport pollution to the inland portions of the basin. In the present study, the temporal and spatial distribution of oxidant air pollution was observed in relation to two major altitudinal vegetation zones (4)--one on the slope and the other at the crest of the mountains facing the polluted basin.

EXPERIMENTAL METHODS

Stations for Continuous Collection of Oxidant Air Pollution and Meteorological Data

Four stations were established on the south-facing slopes of the San Bernardino Mountains. Data were collected at these stations during June, July, and August 1969 (Fig. 1). The lowest station, Highland, was at 442 m elevation, in an open space immediately surrounded by small Monterey pine (Pinus radiata) in an intensely managed Christmas tree farm with nearby citrus groves. The second station, City Creek, was at 817 m on the slope in a clearing near a ranger station, but distant enough from vehicular traffic to prevent interference from raw exhaust. This station was in the chamise-ceanothus chaparral type where the dominant

native species are chamise (Adenostoma fasciculatum) and hoaryleaf ceanothus (Ceanothus crassifolius) (4, 11). The third station, Mud Flat, at 1110 m, was a remote site where an area 10 m in diameter had been cleared in the chamise-manzanita chaparral type (4, 11). At this station, the dominant species are chamise and Eastwood manzanita (Arctostaphylos glandulosa) with isolated stands of knobcone pine (Pinus attenuata) nearby. The woodland chaparral occupies the uppermost portions of the slope and includes mainly big-cone Douglas-fir (Pseudotsuga macrocarpa) and canyon live oak (Quercus chrysolepis). The fourth and highest elevation station, Rim Forest, at 1725 m was located on the crest of the mountains at the lower limits of the coniferous forest zone. Here the dominant species are ponderosa pine, white fir (Abies concolor), incense cedar (Libocedrus decurrens), and sugar pine (Pinus lambertiana). The deciduous Kellogg black oak (Quercus kelloggii) is abundantly mixed with the conifers.

For meteorological data collection, each station was equipped with a mechanical weather station which continuously recorded wind speed and direction 6 m above the ground on a triaxial tower. Also, a standard weather instrument enclosure housed a hygrothermograph for continuous measurement of temperature and relative humidity at approximately one meter above the ground.

The vector mean wind for each hour at Rim Forest was given by the following equations:

$$\text{wind speed: } V_R = \frac{1}{N} \sqrt{(\Sigma V_S)^2 + (\Sigma V_W)^2}$$

$$\text{wind direction: } \tan \alpha = \Sigma V_W / \Sigma V_S$$

where N is the number of observations, ΣV_S is the sum of the north-south components (south positive), ΣV_W is the sum of the east-west components

(west positive), and α is the wind direction in degrees measured from north. The angle α is determined by the signs of ΣV_W and ΣV_S . For example, if $N = 16$, $\Sigma V_W = -22.6$ mph and $\Sigma V_S = 39.9$ mph, then the wind speed $V_R = 2.9$, $\tan \alpha = -0.556$, and $\alpha = 150^\circ$.

To investigate conditions that influence transpiration and thus gas exchange through stomates at different times, the water vapor pressure gradient (VPG) was calculated from observed temperature and relative humidity values at each station. With respect to the effect of humidity on transpiration, the assumption was that diffusion took place from a saturated atmosphere in the intercellular spaces to an atmosphere of varying but lower vapor pressure outside of the leaf. In addition, leaf and air temperature were assumed to be the same. For example, if the water vapor pressure of the leaf tissue is 31.82 mm Hg at 30 C and the relative humidity of the outside air is 60%, then 60% of 31.82 equals 19.09, and $31.82 - 19.09 = 12.73$ or the vapor pressure gradient.

Measurement of total oxidant which includes more than 90% ozone with smaller amounts of the peroxyacyl nitrates and nitrogen dioxide were taken continuously by a microcoulomb ozone sensor. Each hourly oxidant observation was multiplied by both the altitude and instrument calibration factors to obtain the final corrected oxidant concentration. To account for the change in air density with elevation, correction factors were calculated for each station and aircraft sensor by dividing the pressure in millibars (mb) at each location into the pressure mb (millibars) at the laboratory where the oxidant analysers were calibrated.

Data Collection by Aircraft

The aircraft flight plan consisted of seven horizontal transects over the ground stations starting at 2745 m and working down at 305 m intervals to 915 m. The indicated air speed during sampling was 140 mph

and each flight, including the approach and return trip, took about 50 minutes. On June 26, 27, 28, and July 8, 9, 10, 1969, the instrumented aircraft recorded total oxidant concentrations at 0900, 1200, and 1600 PST over the four ground monitoring stations.

The instrumentation for measurement of oxidants was designed to maintain constant airflow into the ozone meter. A twin-engine Beechcraft was fitted with a 1/2-inch diameter teflon tube which protruded 8 inches from the nose of the aircraft and passed 13 feet through ventilation ducts and into the cabin. The smaller diameter teflon air intake tube of the microcoulomb ozone sensor removed an air sample continuously at the open end of the larger teflon tube, which exhausted more than 20 liters per minute into the cabin interior. This configuration of tubing was an essential requirement to prevent back pressure into the ozone meter that would increase sample airflow. The rate of airflow into the detector cell must remain constant to assure the accuracy obtained through calibration of the instrument with known concentrations of ozone. The signal from the ozone sensor was recorded continuously on a strip chart recorder with the paper advancing at 1 inch per minute. The time, elevation, and ground position of the aircraft were written by hand on the strip chart. Air temperature, C, and pressure, mb, were also measured continuously but the details of method will not be discussed because the results are not presented in this paper. The pressure was used to check the accuracy of the aircraft altimeter.

RESULTS

Changes in Oxidant Concentrations with Elevation and Time of Day over the Basin and Slope

Observations of oxidant concentration at and over the ground stations during late June and early July are given in Figure 2. Averages

of all 6 days are shown for each time.

In the lower troposphere, the total oxidant concentrations at elevations above 2745 m are generally 3-5 pphm which is considered the normal background concentration (6). The observations at 0900 are an important exception; concentrations of 9 pphm were observed over the mountains from 2440 to 2745 m (Fig. 2a). A similar trend was evident over the basin. By 1200 and 1600 PST, the oxidant concentrations near 2745 m had returned to the background level.

The changes during the day in the vertical distribution of oxidant are evident from the gradual increase in elevation of the upper isopleth from 10 pphm. At 0900 PST, this isopleth intersects with the slope at 1525 m, between Rim Forest and Mud Flat. At 1200 and 1600 PST, it is located above the mountain crest (Rim Forest) at 1945 and 2250 m, respectively.

At 0900, 1200, and 1600 PST, the highest oxidant concentrations observed by aircraft were always adjacent to the slope in the vicinity of City Creek. Additional studies in 1970 (3), when vertical temperature profiles were obtained over this area, suggested that the inversion layer was usually destroyed by the upward motion of air, as in a chimney, along heated mountain slopes. The escape of the oxidant-polluted air from below the inversion structure over City Creek, and even from within it, is indicated in Figure 2a by a wave in the 10 pphm isopleth. Similar waves in other isopleths can be observed over this ground point at 1200 and 1600 PST.

These diurnal changes of oxidant concentration are the result of a combination of factors. First, simultaneously, there is a decrease in thickness between the base and top of the inversion structure and a general lifting of the whole structure with the temperature increase

from morning to afternoon (3). Second, the photochemical synthesis of oxidants proceeds from primary pollutants trapped overnight, and additional photochemical oxidants are advected from the Los Angeles urban-industrial complex some 60 miles distant. Third, the destruction of the inversion layer very frequently occurs by mid-morning near the heated mountain slope, thus allowing the escape and upward flow of polluted air in a relatively thin layer upslope and northward across the forested mountain top. Fourth, the inversion may be totally destroyed first at the slope and progressively into the basin, resulting in the gradual vertical diffusion of oxidants to higher elevations.

Changes in Oxidant Concentration, Temperature, and Vapor Pressure Gradient on the Mountain Slope

From observations during July and August 1969, 16 days were selected during which valid data were available for all variables at all four ground stations. In Figure 3, the hourly means are given for total oxidant, temperature, and vapor pressure gradient (VPG) at the four stations.

The time of the daily peak oxidant concentration was progressively later at stations of succeeding higher elevation. The oxidant concentration at Highland, 442 m, peaked at 1445 Pacific Daylight Time (PDT); at both City Creek, 817 m and Mud Flat, 1110 m, the peak was at 1700 PDT; at Rim Forest, 1725 m, it was at 1800 PDT. The duration of oxidant concentrations exceeding 10 pphm was 9, 13, 9, and 8 hr at Highland, City Creek, Mud Flat, and Rim Forest, respectively. At Highland, the oxidant concentration decayed to near zero nightly from 2300 to 0600 PDT. The concentrations at the mountain stations rarely decreased below 5 pphm at night.

The daily maximum temperatures exceeded 90 F at Highland, City Creek,

and Mud Flat while Rim Forest maxima did not exceed 80 F. The nightly minimum temperatures at Highland, Mud Flat, and Rim Forest ranged between 60-65 F, while City Creek was consistently warmer at night (65-70 F). This suggests that the warmer air near the top of the inversion layer may have coincided with City Creek, 817 M, on the mountain slope during the night.

The daily VPG maxima at the three lower stations ranged from 24 to 33 mm Hg while that at the highest station, Rim Forest, did not exceed 15 mm Hg.

At Highland, the daily oxidant maximum coincided closely with the maxima of temperature and VPG. At the higher elevation stations, the time of maximum oxidant is increasingly out of phase with the temperature and VPG daily maxima. For example at Rim Forest, the oxidant maximum occurs at the time when the temperature and VPG are rapidly decreasing (Fig. 3d).

The winds at Rim Forest during the peak oxidant time changed from southeast to south and remained out of the south until sunrise the following morning (Fig. 3d). The major pollution source is directly west, but the surface flow from the south during the time of maximum oxidant indicates that photochemical oxidant is transported up and over the mountains by the upslope flow.

Monthly Changes in Oxidant Concentrations at Ground Stations

The monthly changes in oxidant exposure at the four stations are best illustrated by the number of hours in each month that concentrations were 10 pphm or greater. In Table I, the average daily maxima, duration of concentrations daily above 10 pphm, and the monthly maxima are presented for June, July, and August 1969. The Rim Forest, 1725 m, station received longer duration of oxidant above 10 pphm in June 1969 than the three lower stations. As the summer progressed, the mid-elevation stations at 817 and 1110 m received the longest exposure. During May and June 1970, the upper

Table 1. Total oxidant (pphm) at four stations on the southern slopes of the San Bernardino Mountains, southern California, 1969

Stations	Month	Number Valid Days	Average Daily Max.	Hours Above 10 pphm	Monthly Max.
Rim	June	27	21	10.0	34
Forest	July	31	14	9.1	30
(1725 m)	August	31	20	9.3	33
Mud	June	17	20	6.6	23
Flat	July	25	23	9.0	35
(1110 m)	August	15	23	10.1	34
City	June	29	21	8.9	23
Creek	July	19	30	13.7	35
(817 m)	August	29	28	12.9	39
Highland	June	24	20	7.7	48
(442 m)	July	26	19	7.9	39
	August	29	16	6.2	35

two of the four stations observed the longest duration of concentrations above 10 pphm (3). For example, the number of hours that oxidant exceeded 10 pphm in May and June was 10.1 and 10.2 at Rim Forest, 1725 m, 10.6 and 12.6 at Mud Flat, 1250 m, 5.6 and 7.7 at City Creek, 817 m, and 6.4 and 7.6 at Highland, 442 m.

The monthly maximum values in 1969 were similar at all stations (Table 1). In June 1970, monthly maxima were: Highland, 50; City Creek, 59; Mud Flat, 52; and Rim Forest, 58 pphm total oxidant (3).

The months at Rim Forest when the total oxidant concentrations exceed

10 pphm for 2 hours or more daily include April through October (unpublished data).

CONCLUSIONS

The relation between the gradient of oxidant concentration and meteorological conditions is generally evident. The higher oxidant concentrations at upper levels in the morning may be the result of the vertical movement of polluted air released from the inversion layer the previous day. The higher overnight oxidant concentrations observed at the upper slope and mountain top stations indicate a slower ozone destruction rate with increasing height (6).

The observation stations above 1100 m consistently received the longest duration of oxidant concentrations exceeding 10 pphm during May and June 1970 (3). This corresponds with a report of greater depth of marine air during May and June due to a southern California coastal circulation system called the Catalina Eddy (2). In July and August 1969, the chaparral zone near 817 m received the longest duration of adverse oxidant exposure (Table 1). The zone of maximum duration of exposure appears to coincide with the inversion layer (3). The slightly warmer nighttime temperatures observed in July and August at this 817 m level further suggest the presence of the top of the inversion layer at this approximate elevation.

The effect of the pollution levels on vegetation is less clear, but some conclusions may be drawn. The long daily duration of adverse oxidant in the conifer forest in May and June coincides in time with the period of maximum shoot and needle growth. Severe oxidant exposure during this annual growth period may have a greater debilitating effect on ponderosa pine and other conifers than similar exposures later in the summer.

The time of the daily oxidant maximum was progressively later at

successively higher observation stations. This meant that plants in the lower zone were exposed to peak oxidant concentrations coincident with the time of maximum temperature and VPG, but those of the coniferous forest were exposed to maximum oxidant after the daily temperature and VPG maxima.

The sensitivity of the native species in the three major vegetation zones may be partially conditioned by the time of day when they are exposed to peak oxidant concentrations. This change of sensitivity may be influenced by degree of stomatal opening and transpiration rate is an indicator of stomatal behavior. The hypothesis may be advanced that the stomata of the native plants in the elevational zone from 442 to 1110 m may have closed early because of excessive transpiration related to a high VPG before and during the time of peak oxidant. Stomatal closure would partially prevent rapid uptake of ozone and other oxidants (12). At 1725 m in the conifer forest, both the lower daily VPG maximum and the rapid decrease of VPG and temperature during the peak oxidant exposure time may tend to increase stomatal aperture and gas exchange.

The greatest visible oxidant damage is to Pinus ponderosa in the coniferous forest type and to Pseudotsuga macrocarpa in the adjacent woodland chaparral type. There is very little recognizable oxidant damage to the plants of the chamise-manzanita or the chamise-ceanothus chaparral. Pinus attenuata, however, in the chamise-manzanita and woodland chaparral, did show injury. It is difficult to rule out the likelihood of injury or growth suppression in these vegetation types because of the long duration of adverse oxidant that occurs in the mid-summer months.

The characterization of the daily and seasonal changes of oxidant concentrations in a vertical perspective is a definite aid in the recognition of the present and potential hazard of oxidant air pollution to the native vegetation of the southern California mountain-basin terrain.

Figure 1. In this cross-sectional view of the study area, the chamise chaparral is divided by the broken line into the chamise-ceanothus type at the bottom of the slope and the chamise-manzanita type above. The woodland chaparral type occupies a narrower zone just below the coniferous forest zone.

Figure 2. Diurnal changes of total oxidant concentrations for June 26, 27, 28 and July 8, 9, 10, 1969 at: a. 0900 PST, b. 1200 PST, and c. 1600 PST. Solid lines are 5, 10, 15, and 20 pphm isopleths for oxidant. Broken lines indicate additional isopleths. Smaller numbers are the observed concentrations. Only those values in the high concentration areas are shown, but similar numbers at all other levels were available for the analysis.

Figure 3. The diurnal changes of total oxidant, temperature, and vapor pressure gradient during 16 days in July and August 1969: a. Highland, 442 m; b. City Creek, 817 m; c. Mud Flat, 1110 m, and d. Rim Forest, 1725 m. The vector mean winds are shown for Rim Forest.

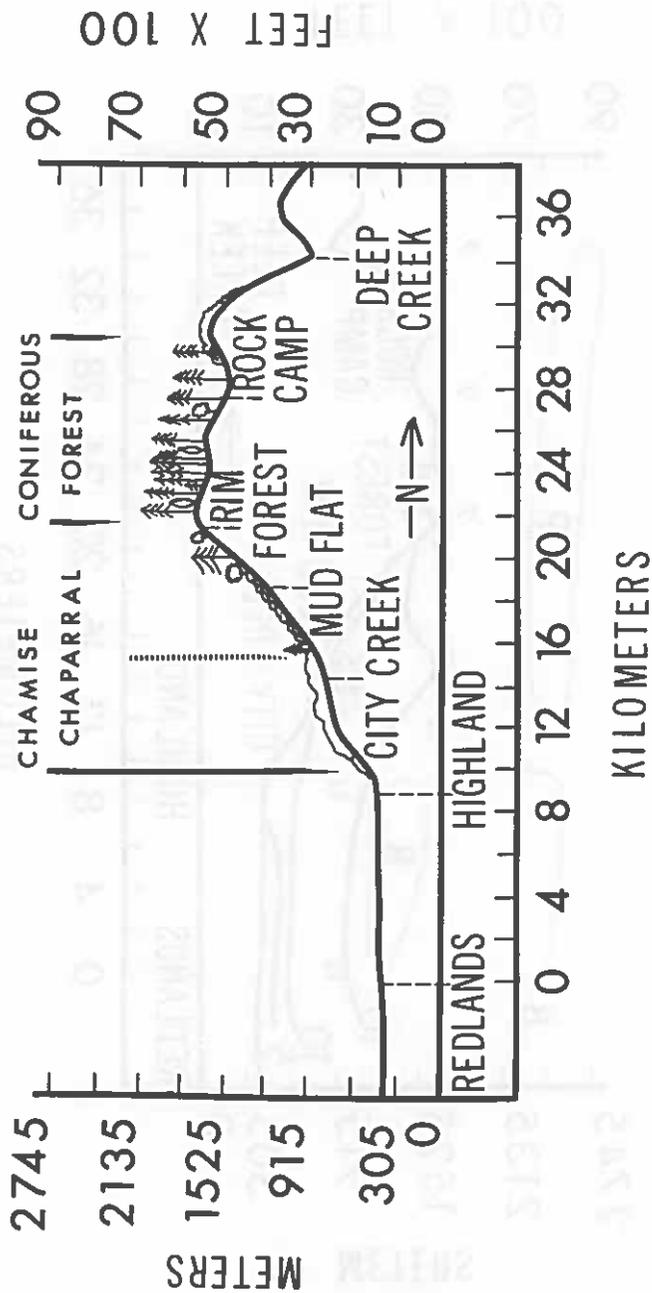


FIGURE 1

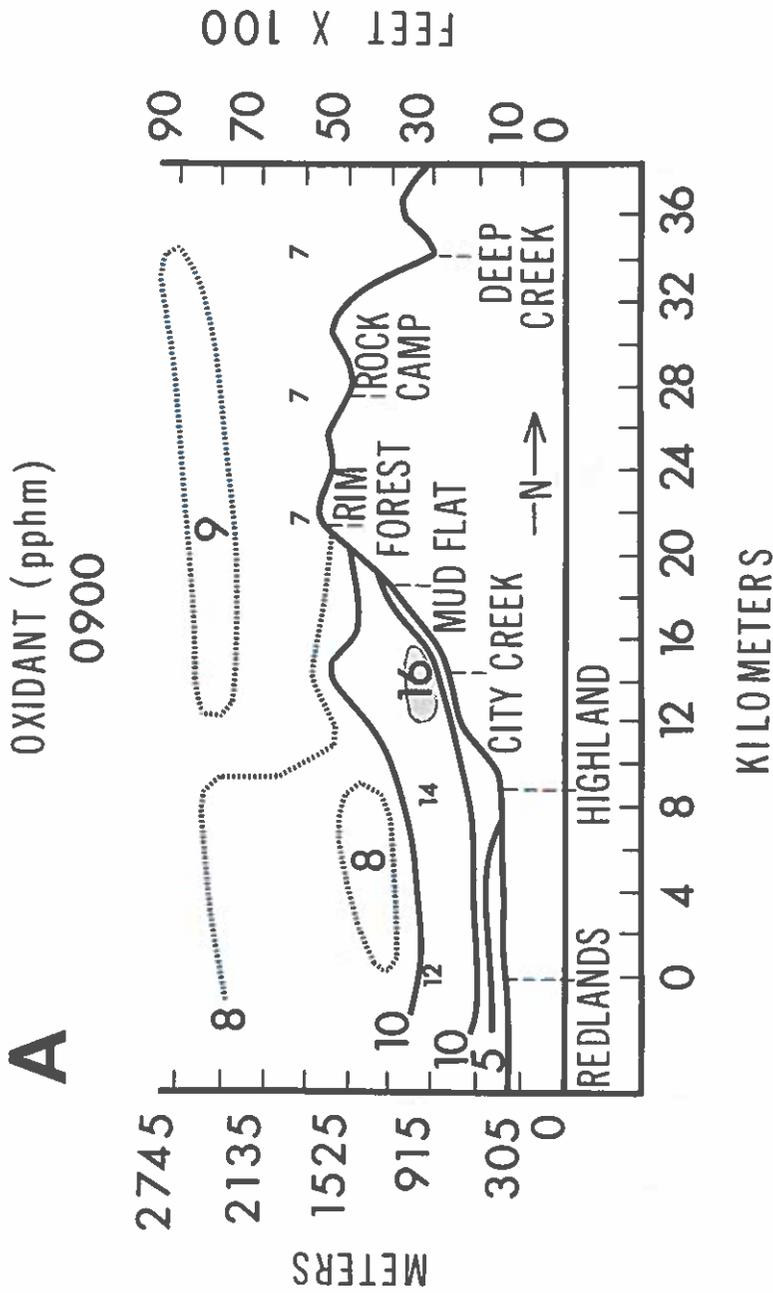


FIGURE 2a

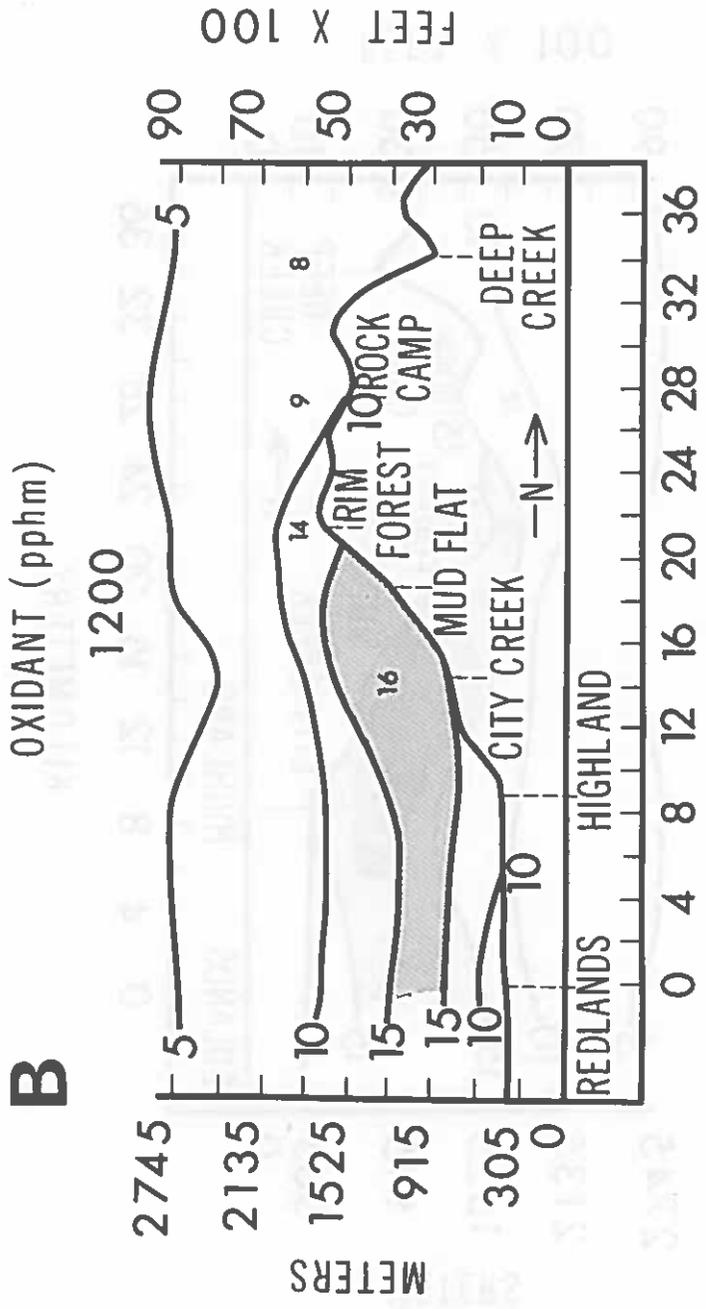


FIGURE 2b

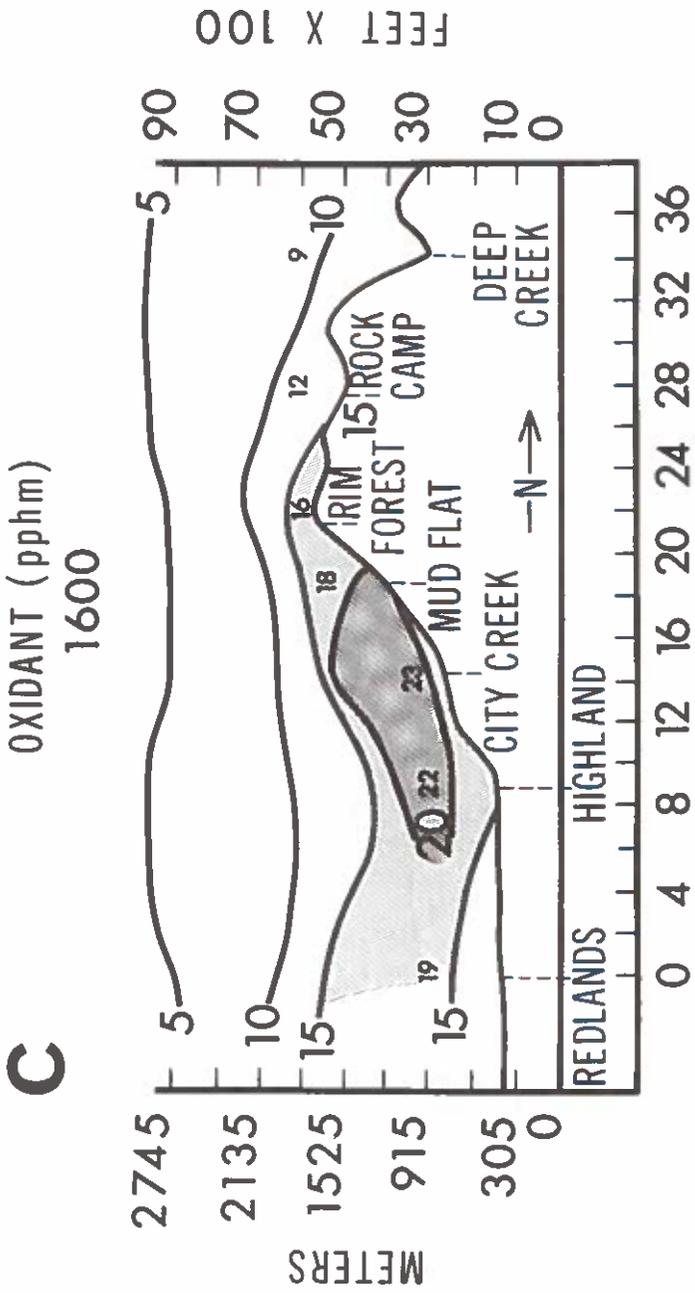


FIGURE 2c

A HIGHLAND 442 m JUL-AUG 1969

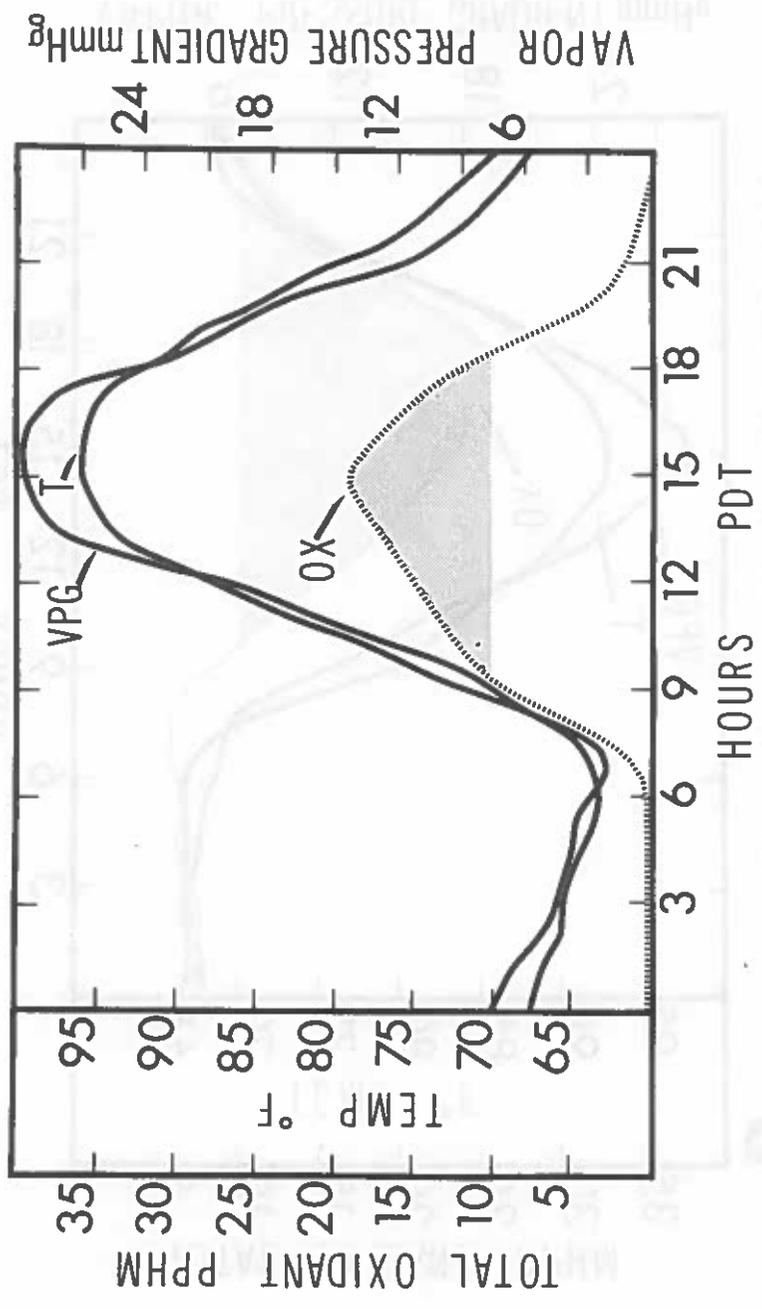


FIGURE 3a

B CITY CREEK 817m JUL-AUG 1969

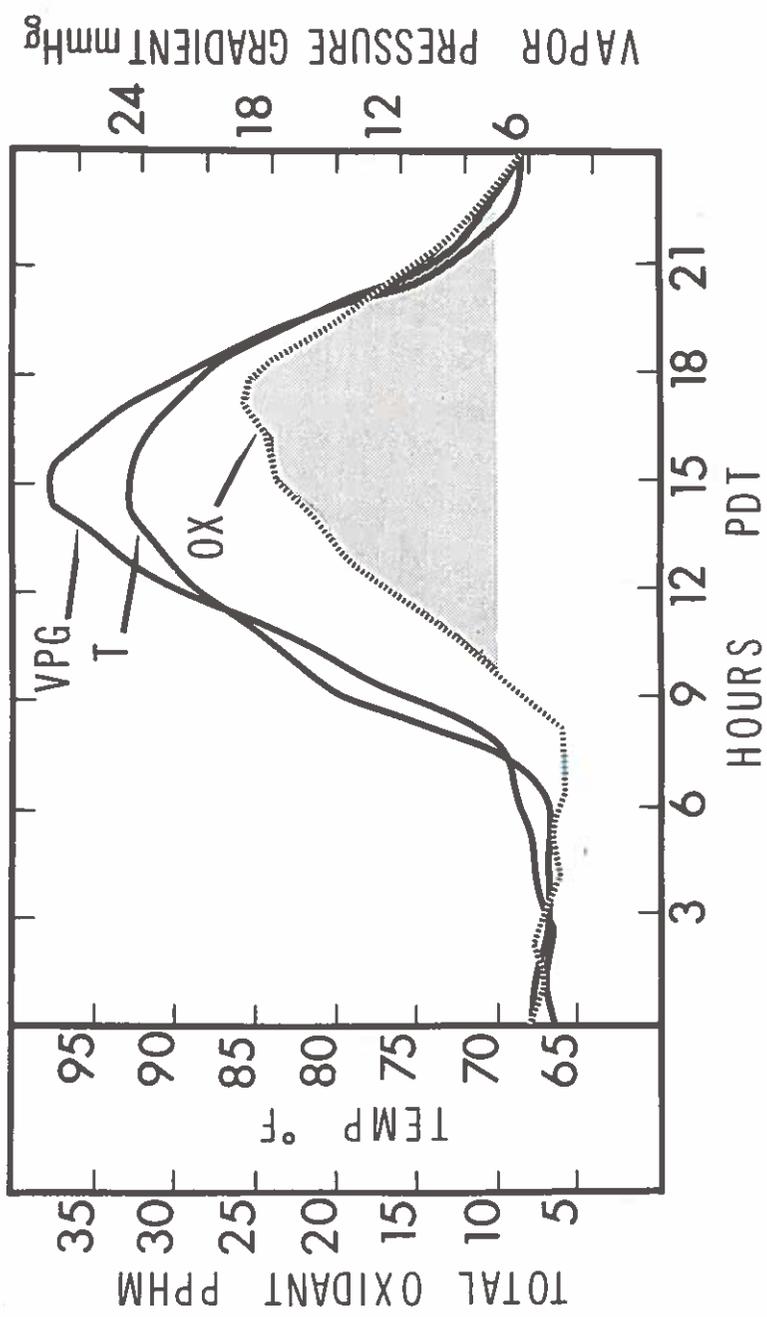


FIGURE 3b

C MUD FLAT 1110 m JUL - AUG 1969

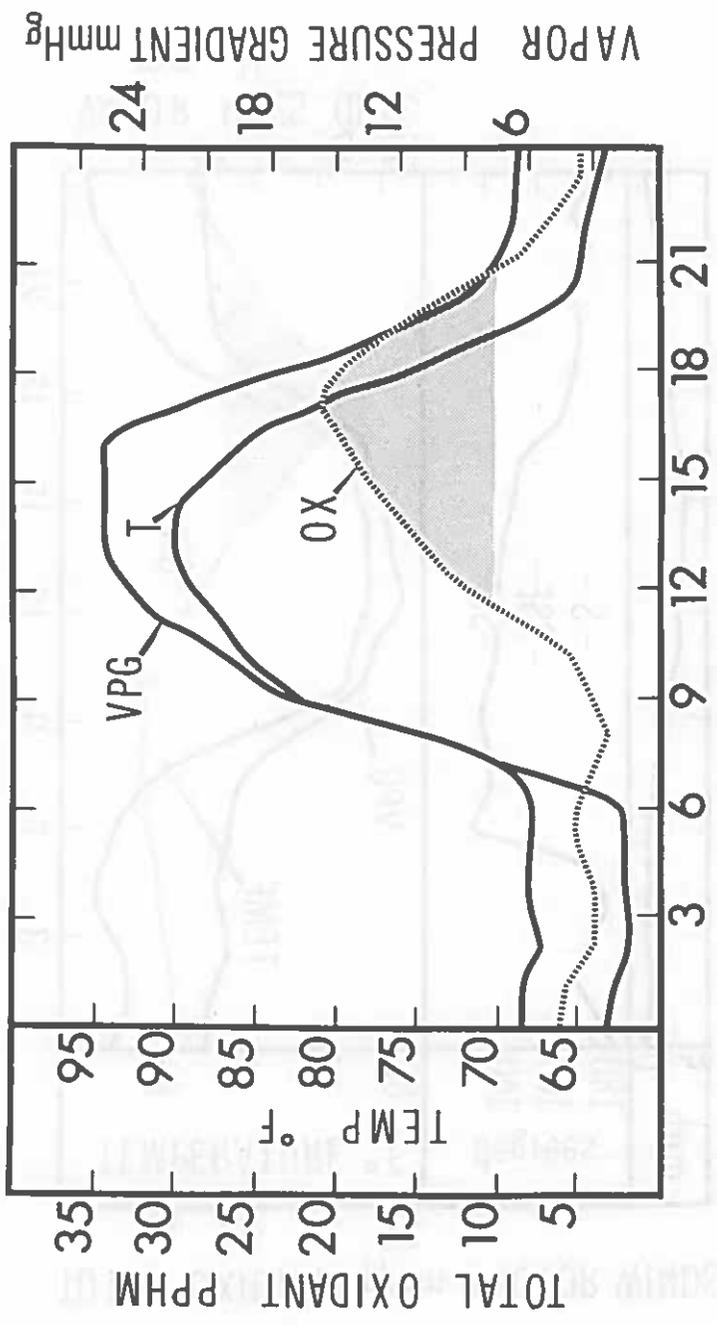


FIGURE 3c

D RIM FOREST 1725 m JUL-AUG 1969

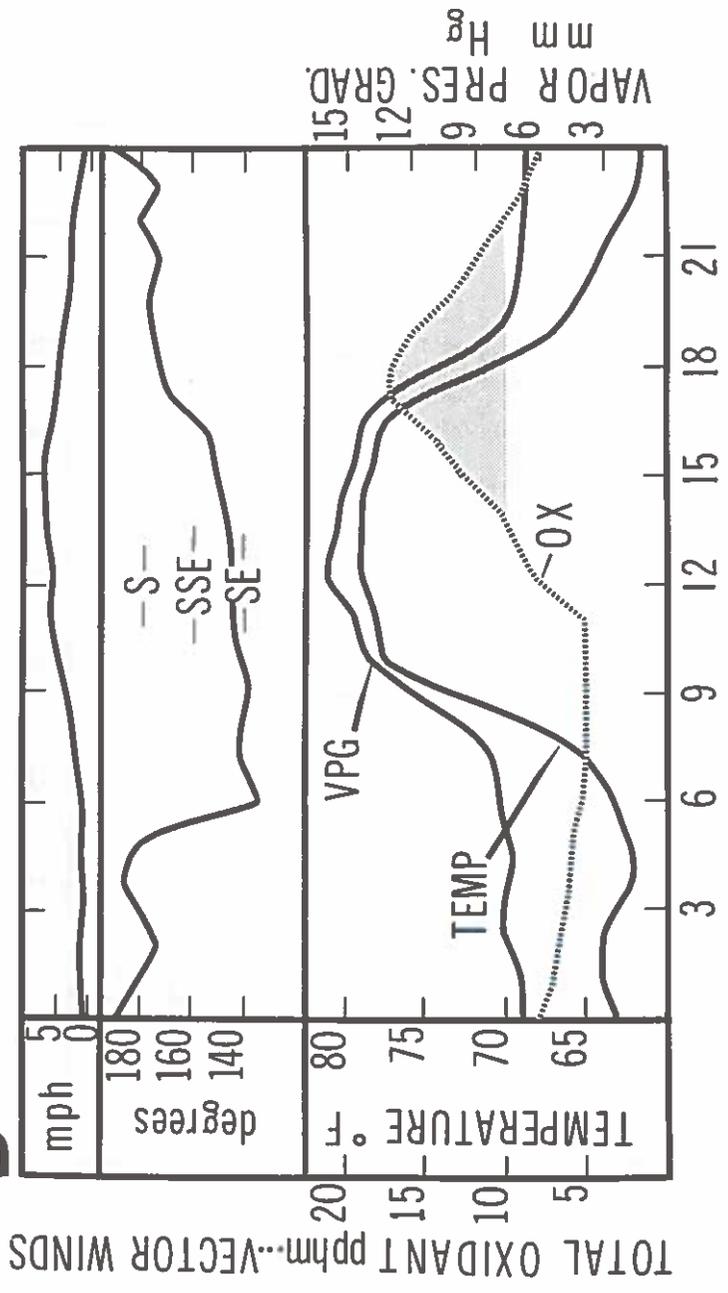


FIGURE 3d

LITERATURE CITED

1. Bell, G. B. 1959. Study of pollutant transport due to surface winds in Los Angeles, Orange, Riverside, and San Bernardino counties. California, Bureau of Air Sanitation, Berkeley, Calif.
2. Coffin, H. 1959. Effect of marine air on the fire-climate of southern California. U.S. Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Exp. Sta. Tech. Paper 39. 30 p.
3. Edinger, J. A., M. H. McCutchan, P. R. Miller, B. C. Ryan, M. J. Schroeder, and J. V. Behar. 1970. The relationship of meteorological variables to the penetration and duration of oxidant air pollution in the Eastern South Coast Basin. University of California, Project Clean Air, Res. Rep. 4. 64 p.
4. Horton, J. S. 1960. Vegetation types of the San Bernardino Mountains. U.S. Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Exp. Sta. Tech. Paper 44. 29 p.
5. Middleton, J. T., J. B. Kendrick, Jr., and H. W. Schwalm. 1950. Injury to herbaceous plants by smog or air pollution. Plant Disease Rep. 34:245-252.
6. Miller, A. and C. P. Ahrens. 1969. Ozone within and below the West Coast temperature inversion. San Jose State College, Meteorology Dep., San Jose, Calif., Rep. No. 6. 74 p.
7. Miller, P. R., J. R. Parmeter, Jr., O. C. Taylor, and E. A. Cardiff. 1963. Ozone injury to the foliage of Pinus ponderosa. Phytopathology 53(9):1072-1076.
8. Neiburger, M. 1959. Meteorological aspects of oxidation-type air

- pollution. In, *The Atmosphere and The Sea in Motion (The Rossby Memorial Volume)*. The Rockefeller Inst. Press, New York. p. 158-169.
9. Richards, B. L., Sr., J. T. Middleton, and W. B. Hewitt. 1958. Air pollution with relation to agronomic crops: V. Oxidant stipple of grape. *Agron. J.* 50:559-561.
 10. Richards, B. L., Sr., O. C. Taylor, and G. F. Edmunds, Jr. 1968. Ozone needle mottle of pine in southern California. *J. Air Pollut. Control Ass.* 18(2):73-77.
 11. Sampson, A. W. and B. S. Jespersen. 1963. California range brushlands and browse plants. *Calif. Agric. Exp. Sta., Ext. Serv., Manual 33.* 162 p.
 12. Treshow, M. 1970. *Environment and plant response.* McGraw-Hill Book Co., New York. 422 p.
 13. Wert, S. L. 1969. A system for using remote sensing techniques to detect and evaluate air pollution effects on forest stands. *Proc. Sixth Inst. Symp. on Remote Sensing of Environment.* Univ. Mich., Ann Arbor:1169-1177.

ABSTRACT

The concentration gradient of the total oxidant component of photochemical air pollution was measured from an urban basin east of Los Angeles, California, up to the forested crest of nearby mountains. Four ground stations at elevations from 442 m to 1725 m continuously measured oxidant, temperature, relative humidity, and winds on a slope having two distinct vegetation zones. During June, July, and August 1969, the

polluted air was confined below 1525 m until midday by a temperature inversion layer. Highest oxidant concentrations in the conifer forest occurred at 1600 PST following transport of polluted air upslope by convection currents and onshore breezes. At higher elevations, the daily oxidant maximum occurred later than the temperature and vapor pressure gradient maxima. The longest daily duration of oxidant above 10 pphm was at the 1725 m station in June and at the 817 m station during July and August. Oxidant measurements by aircraft in late June - early July consistently localized the greatest concentrations at 915 m next to the slope. The variable depth and inland penetration of the polluted layer of marine air and the extent of airflow up the mountain slope determine dosage of total oxidant received by vegetation in elevational zones.

DIE BEDEUTUNG DER SEKUNDÄREN KIEFERNSCHÄDLINGE IN
GEBIETEN CHRONISCHER EINWIRKUNG INDUSTRIELLER
LUFTVERUNREINIGUNGEN

von

Zbigniew SIERPINSKI

Forstliches Forschungsinstitut, Warszawa

Die in der Oberförsterei Swierklaniec und zeitweise in den Oberförstereien Panewnik und Murcki durchgeführten Beobachtungen und Untersuchungen haben nachgewiesen, daß in Beständen, die sich im Bereich der Einwirkung industrieller Luftverunreinigungen befinden, Insekten aus der Gruppe der sogenannten Sekundärschädlinge von großer wirtschaftlicher Bedeutung sind und in vielen Fällen die Verdichtung ihrer Population über das Absterben der Bäume und infolgedessen über die Zukunft der Bestände entscheidet.

Das Massenauftreten der Sekundärschädlinge wird durch starke physiologische Abschwächung der Bäume begünstigt, und diese Abschwächung wird durch die Reduktion des Assimilationsapparates, Übermäßige und stets zunehmende Durchlichtung der Bestände und Verschlechterung ihrer Lebensbedingungen infolge der in chemischen und physikalischen Bodeneigenschaften stattfindenden Veränderungen verursacht.

In vielen Fällen nimmt die Abschwächung der Bäume infolge der Störung der Wasserverhältnisse zu. Es kommt nämlich oft in Beständen mit niedrigem Bestockungsgrad zur Erhöhung des Grundwasserspiegels und sogar zur lokalen Versumpfung. Die Abschwächung der Bäume wird durch erhöhte, in manchen Beständen, Aktivität von *Hallimasch/Armillariella mellea* /Vahl./ Karst./ und Kiefernknospentriebmotte /*Exoteleia dodecella* L./ gesteigert. Die Raupen dieser Motte vernichten die Knospen und machen dadurch die Bildung von Trieben mit normaler Nadelzahl unmöglich; infolgedessen führen sie zu bedeutenden Störungen der physiologischen Prozesse der Bäume.

Man muß auch die manchmal vorkommenden ziemlich großen Schwie-

rigkeiten bei der Erhaltung der Waldhygiene erwähnen und dies begünstigt die Entwicklung der Sekundärschädlinge. Diese Schwierigkeiten stehen im Zusammenhang mit dem sehr deutlich spürbaren Mangel an Arbeitskräften in Industriegebieten. Die höchste Aktivität weisen die Sekundärschädlinge im Fall des Vorhandenseins eines zusätzlichen, die Bäume ungünstig beeinflussenden, Faktors auf. Am häufigsten ist es anormaler Witterungsverlauf. So haben die sehr niedrigen Temperaturen des Winters 1962/1963 und die Dürre der danach folgenden Vegetationsperioden eine deutliche Steigerung der sekundären Kiefernsehädlinge verursacht. Infolge der Massenausscheidung absterbender Bäume wurden viele Bestände bereits und werden weiterhin durchgelichtet und dies begünstigt das Entstehen von Windschäden.

Es folgt aus den in Beständen unter chronischer Einwirkung industrieller Immissionen durchgeführten Beobachtungen, daß der Anteil von ohne Beteiligung schädlicher Insekten abgetöteten Bäumen im allgemeinen unbedeutend war. In Industriegebieten, wo in der ersten Reihenfolge die oberen Teile der Bäume abgeschwächt werden, treten die unter der dünnen Rinde in den Kronen und an Zweigen brütenden Schädlinge sehr zahlreich auf und bilden gewöhnlich das erste Glied der Sukzession der rinden- und holzbrütenden Schädlinge.

Zu der Gruppe von Insekten, die am zahlreichsten auftreten und von größter wirtschaftlicher Bedeutung in industriebeeinflussten Gebieten sind, gehören: Kiefernstangenrüssler /*Pissodes piniphilus* Hbst./, blauer Kiefernprachtkäfer /*Phaenops cyanea* F./ und großer Waldgärtner /*Myelophilus piniperda* L./. Die zweite Gruppe, die die Tendenz zu erhöhtem oder sogar massenhaftem Auftreten aufweist, bilden folgende Arten: blaue Fichtenholzwespe /*Paururus juvencus* L./, sechszähliger Kiefernborckenkäfer /*Ips acuminatus* Gyll./, kleiner Waldgärtner /*Myelophilus minor* Htg./, westeuropäischer Kiefernbock /*Monochamus galloprovincialis* Ol./, Zimmerbock /*Acanthocinus aedilis* L./, Grubenhalsbock /*Crioccephalus rusticus* L./ und gemeiner Nutzholzborkenkäfer /*Trypodendron lineatum* Ol./.

In vielen Beständen bildete der Kiefernstangenrüssler das

erste Glied der Sekundärschädlinge, die abgeschwächte und absterbende Bäume befallen. Zuerst besiedelte er die Wipfelteile der Bäume und stärkere Zweige und erst in der nächsten Reihenfolge wanderte er etwas abwärts und erreichte sogar Baumteile mit mittelstarker Rinde. In einer Oberförsterei befiel dieser Schädling besonders zahlreiche Bäume II. Altersklasse, wobei er sie im allgemeinen schwach besiedelte. Die durch ihn befallenen Bäume wurden nachher durch andere Arten sekundärer Schädlinge besiedelt, vor allem durch den blauen Kiefernprachtkäfer und Holzwespen, und in stärker beschatteten und dichteren Beständen durch den großen Waldgärtner und die Bockkäfer.

Die außerordentlich große wirtschaftliche Bedeutung des fraglichen Schädlings ergibt sich vor allem daraus, daß er Bäume besiedelt, die noch eine große Lebenskraft und Regenerationsfähigkeit aufweisen. Eben dieser Schädling trägt zur Durchlichtung der Bestände und Entstehung von Lücken bei und infolgedessen zu Windfällen und zur intensiveren Eindringung der industriellen Immissionen in die unteren Waldschichten und in den Boden.

Die zweite hinsichtlich der Häufigkeit des Auftretens und in vielen Fällen sogar die erste Insektenart aus der Gruppe der Sekundärschädlinge ist der blaue Kieferprachtkäfer. Unter normalen Bedingungen besiedelt er Baumteile mit dicker Rinde und in Industriegebieten besiedelt er oft die Mittelteile der Bäume, wo die Rinde mittelstark oder sogar dünn ist. In der Oberförsterei Swierklaniec wurden 80 % des Dürrholeses durch diesen Schädling befallen. Mehrmals wurde das Auftreten des blauen Kiefernprachtkäfers auf Bäumen mit völlig grüner Krone beobachtet und dies zeugt davon, daß er "primärer" als andere zu dieser Gruppe gehörende Schädlinge ist, weil er Bäume befällt, die eine große Lebenskraft aufweisen und fähig sind, anderen Schadinsekten Widerstand zu leisten.

In mehr beschatteten und stärker geschlossenen Beständen ist der große Waldgärtner der am zahlreichsten auftretende Schädling. Besonders große Verdichtung seiner Population wurde im Oberschlesischen Industriegebiet in den Jahren 1965 und 1966

beobachtet, was ohne Zweifel eine Folge des zusätzlichen abschwächenden Faktors, nämlich der Dürre von 1963 und 1964, war.

Erhöhtes und massenhaftes Auftreten dieses Borkenkäfers steigert die Abschwächung der Bäume durch die Vernichtung der Triebe während des Reife- und Regenerationsfraßes der Käfer. Auf diese Weise vermindert sich die Zahl der gesunden Assimilationsorgane und dies kann das Absterben der durch die Einwirkung der industriellen Luftverunreinigungen abgeschwächten Kiefern beschleunigen.

Der große Waldgärtner wird häufig durch den Zimmerbock und den Zangenbock *Rhagium inquisitor* L. begleitet. Diese Insekten besiedelten oftmals bis zu 80 % der auf dem Stamm abgetöteten Bäume.

Lokal wiesen auch folgende Arten die Tendenz zu gesteigertem Auftreten: kleiner Waldgärtner, sechszähliger Kiefernborkekäfer und an Zweigen zweizähliger Kiefernborkekäfer /*Pityogenes bidentatus* Hbst /.

Große Schäden richten in Industriegebieten auch die Holzbrübrüter an, die das Holz mehrmals so weit zerstören, daß man es ausschließlich als Brennholz verwenden kann.

An erster Stelle muß man die blaue Fichtenholzwespe nennen. Die Holzwespen scheinen an Bäumen im Bereich der Einwirkung industrieller Luftverunreinigungen außerordentlich günstige Entwicklungsbedingungen zu finden. Man fand öfters die Ausgangslöcher dieser Schädlinge an Bäumen mit verhältnismäßig frischem Kambium und teilweise noch grünen Nadeln. Da die Holzwespen unter Bedingungen unseres Landes im Prinzip zweijährige Generation haben, mußten die Bäume bereits vor ihrem Befall durch irgendwelche andere sekundäre Schädlinge besiedelt werden. In manchen Beständen wiesen bis 40 % abgestorbener Bäume das Vorhandensein der Ausgangslöcher von Holzwespen. Das Auftreten der Holzwespen war sehr ungleichmäßig. Manchmal gab es auf 1 dm² besiedelter Fläche /hauptsächlich in Mitten teilen der Bäume/ kaum 0,1 Ausgangslöcher und in anderen Fällen sogar 9 bis 12 Löcher. Häufiger und zahlreicher besiedelten die Holzwespen stärkere Bäume in stark durchgelichteten

oder lückigen Beständen, man konnte jedoch manchmal auch in beschatteten Beständen ihr stärkeres Auftreten beobachten. Ein anderer technischer Holzschädling - gemeiner Nutzholzborkenkäfer - befiel vor allem in Beschattung wachsende Bäume. Dies erfolgt wahrscheinlich aus der Tatsache, daß an solchen Bäumen der Bast, das Kambium und das Holz unter der dicken Rinde langsamer austrocknen und infolgedessen gibt es dort bessere Entwicklungsbedingungen für das Myzel von *Monilia candida* Neg., einem Pilz, der die Nahrung für die Larven dieses Schädlings bildet.

Die große Bedeutung dieses Schädlings ergibt sich unter anderem auch daraus, daß er zweimal jährlich schwärmt, also zweimal im Jahr die Bäume besiedelt. Der gemeine Nutzholzborkenkäfer tritt nicht nur an der Kiefer zahlreich auf, sondern auch an der Fichte, die sich in manchen Beständen im Oberschlesischen Industriegebiet noch erhält.

In manchen schlesischen Beständen ist der Grubenhalsbock eine sehr verbreitete Art. Der Grubenhalsbock befällt sowohl die Bäume höherer Altersklassen als auch Bäume im Knüppel- und Stangenholzalter. Seine Larven vernichten das wertvollste Holz des Erdstammes bis ca. 2 m Höhe.

Eine erhöhte Aktivität weist auch der westeuropäische Kiefernbock auf, der vor allem die oberen Stammteile befällt, jedoch in manchen Fällen besiedelt er auch stärkere Äste und die Mittelteile der Stämme. Das Massenaufreten dieses Schädlings wird im hohen Grade dadurch begünstigt, daß die Baumwipfel und Äste im Walde und auf Hiebsflächen liegenbleiben und eine Brutbasis für den westeuropäischen Kiefernbock bilden.

Auf Grund dieser Übersicht der sekundären Schädlinge, die in Kiefernbeständen im Bereich der Einwirkung industrieller Luftverunreinigungen auftreten, kann man zwei sich deutlich voneinander unterscheidenden Gruppen feststellen. Zu der ersten Gruppe gehören: blauer Kiefernprachtkäfer, Kiefernstangenrüssler und blaue Fichtenholzwespe, die am zahlreichsten in lückigen und stark durchgelichteten Beständen und an Waldrändern in der Nähe von Industrieanlagen auftreten, wo sie Bäume befallen, die noch ziemlich große Lebenskraft aufweisen.

Die zweite Gruppe bilden: großer Waldgärtner, Zimmerbock, Zangenbock *Rhaglum inquisitor* und gemeiner Nutzholzborkenkäfer. Sie befallen Bäume in Beständen mit höherem Schlußgrad, die der Einwirkung industrieller Immissionen nicht ausgesetzt sind. Lokal werden sie zahlreicher durch den kleinen Waldgärtner und den sechszähligen Kiefernborkekäfer begleitet. Die wirtschaftliche Bedeutung der zweiten Schädlingsgruppe scheint nicht kleiner zu sein als die der ersten Gruppe und zwar deswegen, weil diese Schädlinge den Bestand durchlichten und dadurch die Eindringung von Industrieabgasen und -rauch ermöglichen und damit selbst die Abschwächung der Bäume verursachen, die wiederum durch Insekten der ersten Gruppe besiedelt werden.

Die Tätigkeit beider Schädlingsgruppen verursacht einen schnellen "Rückgang des Waldes" und eine Steigerung seiner Abschwächung. In vielen Fällen hängt die Geschwindigkeit des Absterbens der Bäume in sehr hohem Grade von den Sekundärschädlingen, ihrer Artenzusammensetzung und Populationsdichte ab. Wegen einer sehr kleinen Resistenz der Bäume in Gebieten unter chronischer Einwirkung von Industrieabgasen und -rauch verursacht sogar eine schwache Besiedlung durch Schädlinge ihre Abtötung.

Infolge der Massenausscheidung von Dürholz erlagen die Kiefernbestände bereits und erliegen weiterhin einer ständigen Lockerung und dies begünstigt wieder die Entstehung von Windschäden und die Erhöhung der Zahl der dort wirksamen Schadfaktoren.

Einen beträchtlichen Einfluß auf den Stand der sekundären Schädlinge übt die rechtzeitige Entfernung der besiedelten Bäume aus. Man kann erwarten, daß eine regelmäßig durchgeführte Bekämpfung der Sekundärschädlinge sowohl aus der zweiten als auch aus der ersten Gruppe nicht nur den sanitären Zustand der Bestände verbessern und die Ausscheidung von Dürholz verlangsamen, sondern auch den Prozeß des "Waldrückganges" aufhalten wird.

THE ECONOMIC IMPORTANCE OF SECONDARY NOXIOUS INSECTS OF PINE ON TERRITORIES WITH CHRONIC INFLUENCE OF INDUSTRIAL AIR POLLUTION

BY Z. SIERPINSKI

Institut für Forstwirtschaft, Warszawa.

In pine stands under chronic influence of industrial air pollution, insects counted by foresters in the group of so-called 'secondary noxious insects' are of great economic importance. They kill trees weakened by the influence of industrial emissions and sometimes by parasitic fungi and feedings of *Exoteleia dodecella* L. The species composition of noxious insects is dependent to a high degree on the stand density and the intensity of their penetration by industrial gases and smokes.

In stands with gaps, and those strongly thinned, the following insects occur most frequently: *Phaenops cyanea* F., *Pissodes piniphilus* Hbst. and *Siricidae*. Sometimes, they are accompanied by large numbers of other noxious insect species, under normal conditions considered to be of tertiary economic importance. They attack most of all the top and middle parts of trees, causing so-called 'industrial clearings', and they speed up the process of so-called 'recession of the forest'.

In denser and more shaded stands, the following insects occur most often, both in frequency and density: *Myelophilus piniperda* L., *Acanthocinus aedilis* L., *Trypodendron lineatum* Ol., and *Pissodes piniphilus* Hbst., and locally also *Ips acuminatus* Gyll., *Myelophilus minor* Htg. etc. These noxious insects thin stands further away from the sources of air pollution, causing thus more intensive penetration of industrial gases and smokes into these stands and increasing the weakening of trees which are afterwards attacked by insects belonging to the first group.

SCHÄDIGUNGEN AN WALDBÄUMEN DURCH GRUNDWASSERENTZUG IM VERGLEICH ZU IMMISSIONSSCHÄDEN

von

Karl-Heinz GÜNTHER

Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen, Essen

Die Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz beschäftigt sich in einem eigenen Team mit den Auswirkungen wasser- und bergbaulicher Maßnahmen auf die land- und forstwirtschaftliche Bodennutzung. Einen Teilbereich dieser Aufgabe bilden die Untersuchungen über die Auswirkungen einer Grundwasserabsenkung auf das Pflanzenwachstum. Da in Industriegebieten neben Immissionsschäden auch solche Schäden am Wald auftreten können, die ihre Ursache in einer Grundwasserabsenkung haben, liegt es nahe, diesen Komplex einer eingehenden Prüfung zu unterziehen.

Auf dem Gebiet der Rauchscheidendiagnose sind erfreulicherweise in den vergangenen Jahren beträchtliche Fortschritte erzielt worden. Wie aber - so lautet unsere Fragestellung - sieht es mit den Symptomen bei solchen Waldschäden aus, deren Ursache in einer Grundwasserabsenkung liegen? und weiter ist zu fragen: inwieweit lassen sich solche Schädigungen von Immissionsschäden unterscheiden und nötigenfalls gegen sie abgrenzen?

WALDSCHÄDEN DURCH GRUNDWASSERENTZUG

Im Braunkohlenindustriegbiet westlich von Köln liegen besonders günstige Voraussetzungen für vielfältige Untersuchungen über die Auswirkungen einer Grundwasserabsenkung auf den Wald vor. Ein Großteil der folgenden Ergebnisse entstammt diesen Untersuchungen. In diesem Gebiet verlangte es die moderne

Braunkohlenabbautechnik, daß 1957 das Grundwasser bis in Tiefen von rund 200 m abgesenkt wurde. Wichtige Voraussetzung für unsere Untersuchungen war dieser genau festliegende Zeitpunkt der Grundwasserabsenkung.

Für die bisher gut mit Wasser versorgten Waldstandorte bedeutete diese Grundwasserabsenkung, daß sie plötzlich vollständig auf eine Wasserreserve verzichten mußten. Als Folge davon zeigten die Holzarten unterschiedliche Reaktionen. Und dies insbesondere in solchen Jahren, in denen länger anhaltende Trockenperioden die im Boden gespeicherte Feuchtigkeit rasch aufbrauchten.

Die einzelnen Holzarten reagieren in unterschiedlichem Ausmaß. Am empfindlichsten auf die Grundwasserabsenkung hat die Erle (*Alnus glutinosa*) reagiert, die fast vollständig abgestorben ist. (Abb. 1). Bei der Eiche (*Quercus robur*) sind ältere Bäume stark zopftrocken geworden, mittelalte Bestände zeigten eine übermäßige Trockenspitzigkeit. Auffällige Trockenschäden sind auch an Pappeln (*Populus*) entstanden (Abb. 2). An anderen Holzarten traten keine äußerlich deutlich erkennbaren Erscheinungen hervor.



Abb. 1: Nach Grundwasserabsenkung abgestorbene Erlen (*Alnus*)



Abb. 2: Schäden an Pappelbeständen nach einer Grundwasserabsenkung.

Aufgrund dieser Beobachtungen kommen wir zu der Feststellung, daß nur einige Holzarten typische Symptome nach einer Grundwasserabsenkung zeigen.

Neben diesen äußerlich erkennbaren Schädigungen treten aber auch Zuwachsschäden ein. In Abb. 3 sind die Jahrringbreiten von Eschen (*Fraxinus*) und Eichen (*Quercus*) über einen längeren Zeitraum zu verfolgen. Deutlich ist bei allen Stämmen ein Rückgang des Zuwachses um das Jahr 1930 zu erkennen. In diesem Jahr wurde in der Nähe des Waldes ein Wasserwerk in Betrieb genommen. Die bislang in sehr weiten Grenzen stark schwankenden Jahrringbreiten - zurückzuführen auf jeweils unterschiedliches Wasserangebot - sind nach 1930 absolut geringer geworden und unterliegen nicht mehr den deutlichen Schwankungen. In einem Pappelbestand hat die Grundwasserabsenkung 1957 ebenfalls starke Zuwachsrückgänge bewirkt. Nach einigen "Schockjahren" hat der Zuwachs der Pappel jedoch weitgehend wieder den ursprünglichen Umfang erreicht (Abb. 4).

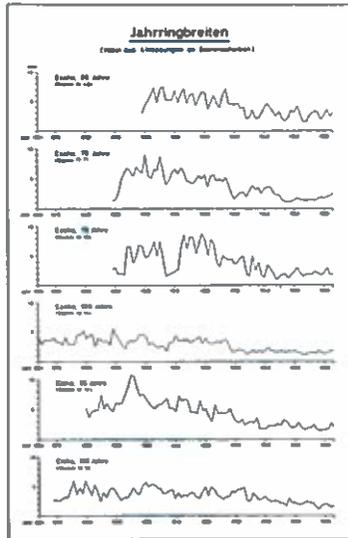


Abb. 3: Zuwachsschäden an Eichen und Eschen seit 1930 nach einer damals erfolgten Grundwasserabsenkung durch den Bau von zwei Wasserwerken, dargestellt an Jahrring-Meßreihen.

Wir können also eine zweite Feststellung treffen, daß nämlich eine Grundwasserabsenkung auch bei Holzarten ohne sichtbare äußere Symptome einen Rückgang der Jahrringbreite und damit des Zuwachses bewirkt.

ABGRENZUNG ZU IMMISSIONSWIRKUNGEN

Sind nun diese Erscheinungsbilder eines Schadens durch Grundwasserabsenkung spezifisch genug, um diese Schädigungen von Immissionswirkungen auf den Wald dort zu trennen, wo beide Schadensarten zusammen auftreten können? Im Ruhrgebiet trifft man oft auf trockene Kronenteile der Eiche, die auf eine Schädigung durch Grundwasserabsenkung hindeuten. Andererseits wei-

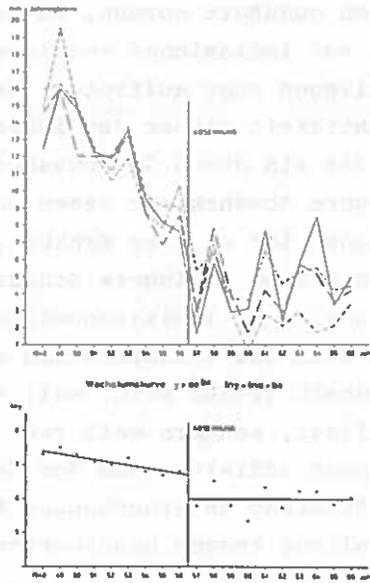


Abb. 4: Zuwachsverluste bei Pappel nach einer Grundwasserabsenkung 1957. Die untere Kurve verdeutlicht das Ausmaß des Schadens und zeigt an, daß der Zuwachs wieder ansteigt.

sen aber die Blätter und die Nadeln der umstehenden Kiefern hohe Schadstoffkonzentrationen auf, so daß zusätzlich ein Immissionsschaden vorliegt. Da sowohl durch eine Grundwasserabsenkung als auch durch Immissionswirkungen ein Rückgang der Jahrringbreite und damit des Zuwachses hervorgerufen werden kann, ist eine Schadensfeststellung mit einwandfreier nachzuweisender Ursache nicht möglich. Wir müssen also die Frage, ob es eindeutige Unterscheidungsmerkmale für einen Schaden durch Grundwasserentzug oder Immissionswirkungen gibt, vorläufig verneinen. Daraus resultiert, daß eine Trennung dieser Schädigungen und ihres Ausmaßes nur aufgrund von Vergleichsuntersuchungen innerhalb und außerhalb des Industriegebietes - mit Rauchschiäden und ohne - möglich ist.

Es ist verschiedentlich geäußert worden, daß Holzarten dort besonders empfindlich auf Immissionen reagieren, wo Grundwasserabsenkungen vorliegen oder auftreten. Es ist dies eine Annahme, für deren Richtigkeit bisher jeglicher Beweis fehlt. Zwar ist es denkbar, daß ein durch Grundwasserentzug geschwächter Baum geringere Abwehrkraft gegen schädliche Immissionen entwickelt; ebenso ist es aber denkbar, daß ein vermindert transpirierender Baum geringere Schadstoffmengen aufnimmt und somit eine geringere Immissionswirkung vorliegt. In vielen solchen Fällen wird der Gesamtschaden am Baum oder am Bestand aber nicht deshalb größer sein, weil ein verstärkter Immissionsschaden vorliegt, sondern weil zwei Schädigungsarten sich in ihrem Wirkungsmaß addieren. Aus dem Gesagten wird auch deutlich, in welcher Richtung Untersuchungen anzustellen wären, wenn wir diese und ähnliche Fragen beantworten wollen.

Ohne im Rahmen dieses Referates näher darauf einzugehen, möchte ich einen Hinweis darauf geben, daß es in Industriegebieten auch Waldschäden durch den Anstieg des Grundwassers gibt. Ursache eines solchen Anstieges sind in der Regel Bergsenkungen.

ZUSAMMENFASSUNG

Bei Waldschäden in Industriegebieten können neben Emissionen auch Veränderungen des Grundwasserspiegels als Ursache in Betracht kommen. Beide Schäden nach Ursache und Auswirkung voneinander abzugrenzen, ist nur durch vergleichende Untersuchungen innerhalb und außerhalb des Industriegebietes möglich, wonach beide Schadensursachen gutachtlich gegeneinander abzugrenzen sind.

LITERATUR

Altherr, E.; 1971: Zur Beurteilung forstwirtschaftlicher Schäden im Absenkungsgebiet von Wasserwerken.

Allgem. Forstzeitschrift, S. 441 - 442

Berge, H., 1969: Immissionsempfindlichkeit der Laub- und Nadelhölzer in Abhängigkeit von Standortfaktoren.

Allgem. Forstzeitschrift, München, S. 90 - 91.

Günther, K.-H., 1970: Auswirkungen einer Grundwasserabsenkung auf die Schwarzerle.

Forschung und Beratung, Reihe C, Landw. Verlag, Hiltrup b. Münster (Westf.), S. 83 - 117.

DAMAGE TO FOREST TREES BY LOWERING OF THE WATER TABLE IN AREAS OF ATMOSPHERIC POLLUTION

BY K. H. GUNTHER

Landesanstalt für Immissions- und Bodennutzungsschutz des Landes NW.

In industrial regions forests can be damaged by a lowering of the water table, as well as by atmospheric pollution. It would therefore be important to recognize damage symptoms which indicate the cause of the damage.

The effects on the forest of a lowering of the water table were investigated on a wide range of sites. After a lowering of the water table there is an increase in drought damage, especially on older trees, and a reduction in increment may occur.

Some slides and tables show that the damage symptoms are not specific enough to distinguish the effects of a lowering of the water table from pollution damage.

Conclusions: In cases of damage to forests in industrial regions, changes in water table may be responsible, as well as atmospheric pollution. If investigations of the water table reveal a change, then damage due to this should be distinguished from concomitant pollution damage by means of comparative studies outside the industrial region.

FACTORS AFFECTING THE RELEASE OF VOLATILE CHEMICALS BY FOREST TREES

by

James W. HANOVER

Michigan State University

Published with the approval of the Director of the Michigan Agricultural Experiment Station as Journal Article No. 5721. This work was supported by U. S. Public Health Service Grant 5R01AP00736.

INTRODUCTION

The exchange of carbon dioxide, oxygen, and water vapor are well-known functions of tree foliage. In addition to these substances most leaves also emit and absorb a diversity of volatile organic chemicals. The volatile chemicals released by plants are mainly terpenoid compounds which now appear to have significant roles in growth regulation (Jackson and Osborne 1970), ecological succession (Muller 1966), insect attraction (Jacobson and Beroza 1963), disease resistance (Cobb, et al. 1968), and human allergies (Pirila, Siltanen, and Pirila 1964).

Both the emission and absorption of volatiles by leaves are affected by a number of common factors. Although here I will consider the causes of variation between trees in the release of organic chemicals to the atmosphere this information is also relevant to the problem of absorption of volatiles and especially the resistance of or damage to tree foliage by air pollutants. My discussion will also be restricted mainly to factors internal to the plant rather than external with the realization that temperature, light, relative humidity, and nutritional status contribute to quantitative variation in the release of volatiles. The internal factors which I have studied are the volatile oil composition of conifer tissues and the surface wax deposits on needles of several species.

GAS EXCHANGE BY TREE LEAVES

The pathways by which carbon dioxide and water vapor must diffuse and the resistances they may encounter between the atmosphere and the leaf mesophyll have been thoroughly discussed by others (Gaastra, 1959; Heath, 1969; Slatyer, 1967).

Volatile terpenes and other organic chemicals synthesized in tree foliage follow partially different pathways because of their distinctly compartmentalized metabolism. In the genera Pinus, Picea, Larix, and Pseudotsuga the bulk of these volatiles is produced in parenchyma cells and then secreted into an adjacent resin duct. In Pinus the secretory cells are more specialized than in other genera and are termed epithelial cells, (Figure 1). These ducts are typically embedded in the mesophyll tissue at some distance from the stomatal chambers but at varying distances from the epidermis depending upon the species (Figure 2). Thus the epithelial cells present a resistance to movement of the volatile terpenes that is in addition to the common resistances encountered by CO₂ and water. A summary of the factors involved in the release of a given volatile compound by a conifer leaf through the stomatal pathway is given by the following equation:

$$V = ([Vol]_{int} - [Vol]_{ext}) / (r_s + r_a + r_{me} + r_e)$$

where V = volatiles released in gm/cm²/sec

[Vol]_{int} = concentration of volatile in epithelial cells in
 $\frac{gm \text{ terpene vapor}}{cm^3 \text{ air}}$

[Vol]_{ext} = concentration of volatile in air near leaf surface
in cm³ terpene vapor/cm³ air

r_s = resistance of stomatal aperture in sec/cm/cm² leaf

r_a = boundary layer resistance in sec/cm/cm² leaf

r_{me} = mesophyll cell resistance in sec/cm/cm²

r_e = epithelial cell resistance in sec/cm/cm²

Conductance of volatiles through the cuticle probably occurs but at a very low rate similar to that of CO₂ and water vapor (Gale and Hagan 1966). The cuticular pathway represents a resistance parallel with that of the stomate and is omitted in the above model on the assumption that its magnitude is relatively small.

Compared with water and CO₂ no quantitative data are available for the resistances encountered by volatiles emanating from sources within a conifer leaf. It is quite likely that the epithelial cell wall may be a very large resistant component because of the low metabolic turnover and translocation rates of resin duct constituents in conifers (Nicholas, 1963; Mutton, 1962; Loomis, 1967).

With admittedly little experimental basis upon which to judge it seemed logical that the two factors that would be most likely to significantly affect the emission of volatiles are the internal leaf concentrations of each volatile and wax deposits on the needle surface particularly in or around the stomates. Obviously at this time our interest lies mainly in the variations between trees, races, and species in the qualitative composition of volatiles released to the atmosphere and the major barriers to their release as offered by the stomatal and surface waxes. These factors would also be important in the absorption of air pollutants by tree leaves and interactions between air pollutant chemicals and natural plant products.

It should be emphasized that only the volatile materials emanating from within the foliage are considered here. Those originating from the free surfaces of resins exuded from tissue wounds or natural breaks, such as occur in buds and ripening cones, are omitted although they may contribute significantly to total volatile production by trees.

COMPOSITION OF VAPORS IN AND AROUND CONIFER FOLIAGE

Introduction

It is a well established fact that there is a great range of variation in the qualitative and quantitative composition of the essential oils in conifers (Mirov, 1967; Wilkinson, et al. 1971; Hanover and Furniss, 1966). The composition also appears to be under strong genetic control (Hanover, 1966a) and is subject to relatively weak environmental modification (Hanover, 1966b). Because different species, races, and individual trees may have their own distinctive internal terpene compositions it is highly probable that they also may have their own distinctive odors resulting from the release of these volatiles to the atmosphere. Unfortunately there is little experimental data available to

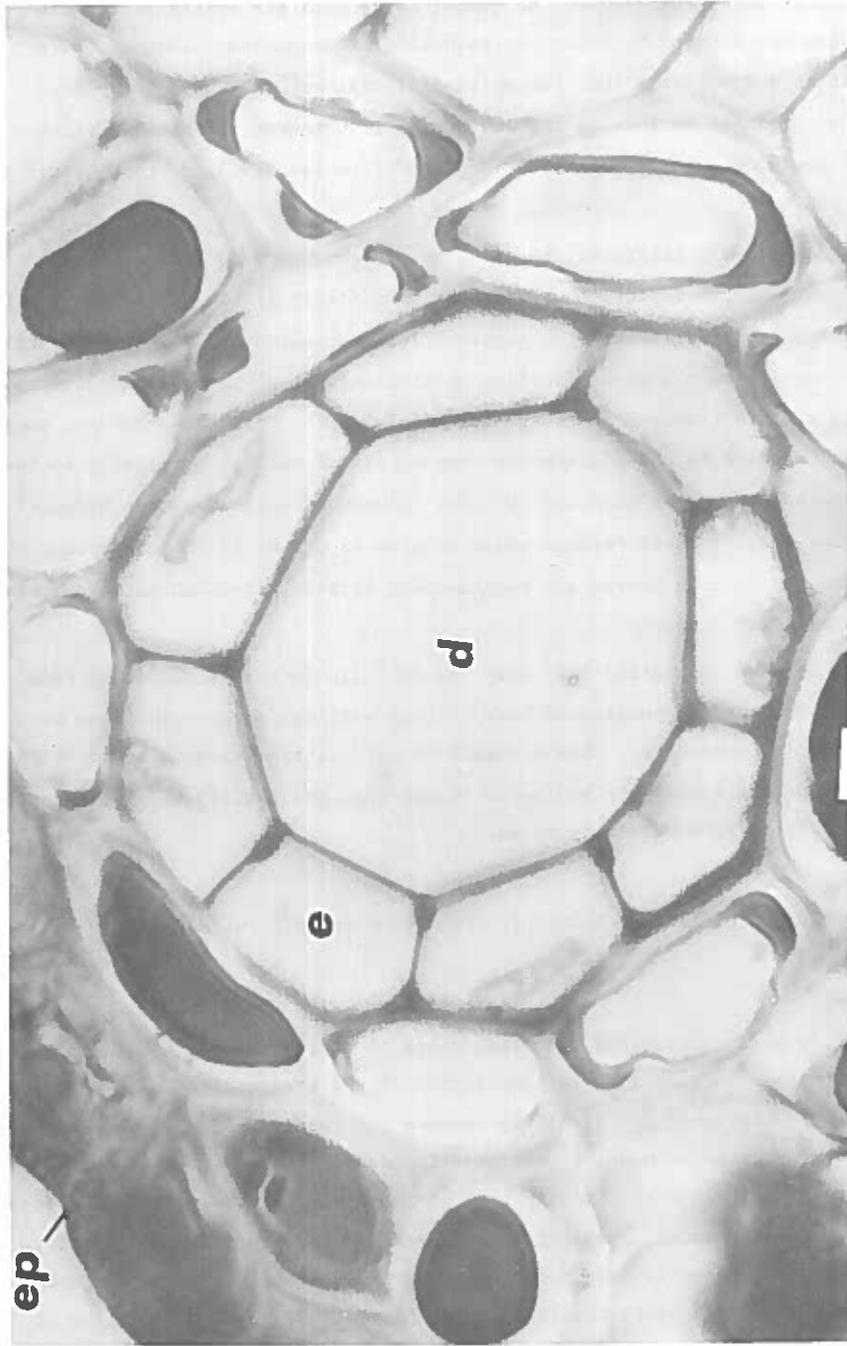


Fig. 1: Close view of a resin duct (d) and associated epithelial cells (e) in relation to the epidermis (ep) of a *Pinus monticola* needle. Dark material in mesophyll cells are probably tannins and other phenolic substances

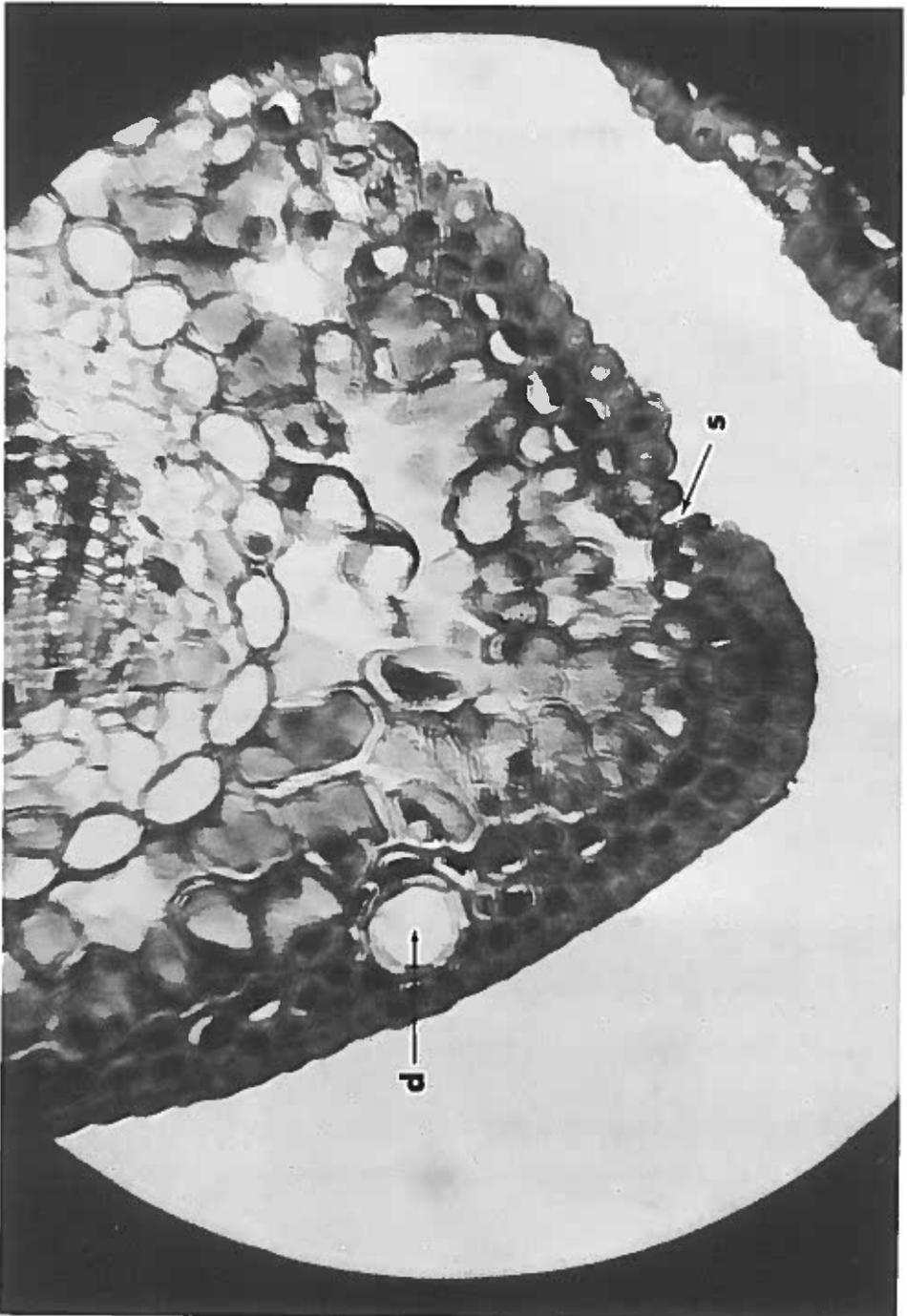


Figure 2. Portion of a *Pinus monticola* needle in cross section showing locations of stoma (s) and resin ducts (d).

support this hypothesis. Therefore this study was undertaken to determine the relationship between the internal concentrations of terpenes and vapor composition around the foliage.

Experimental Methods

Most studies of volatile oils in conifers are based upon analyses of oleoresin exuded from wounded tissue, usually xylem or cortex tissue. A few workers such as von Rudlof (1967), have analyzed oils distilled from foliage. It was therefore necessary to first determine the correspondence between cortical and foliar terpene composition. Cortical oleoresin samples were obtained from 11 vigorous seedlings of Pinus monticola and analyzed by gas-liquid chromatography using methods described in detail previously (Hanover, 1966a). Five grams of fresh foliage were removed from the same seedlings and extracted with 100 ml of Spectro grade ^Pentane by homogenation. The homogenate was filtered, reduced to 1.0 ml by an air stream and 4 μ l of this solution were then injected into the chromatograph. Recovery of monoterpenes using this technique was tested by adding standard volumes of known terpenes to tissue samples and found to be efficient.

Analyses of the volatiles given off by the foliage were done as follows: several needles were removed from 11 vigorous potted seedlings representing 5 species to assure a diversity of chemical variation. The needles were severed in such a way as to assure that no free oleoresin was present. If exudation did occur a coating of Silastic moldmaking rubber was placed over the wounded surface. Needles were placed in a 2 cc. vial which was sealed with a rubber septum and illuminated for 10 minutes. Gas samples were taken from the vial with a gas-tight syringe which had been heated prior to use to prevent condensation of the terpenes in the syringe. The gas sample was injected immediately into the chromatograph which was equipped with a flame ionization detector and an electronic digital integrator. The column was 1/4" X 8' stainless steel packed with 10% polypropylene glycol on Chromosorb W. ^{Thy} Helium flow rate was 150 ml/min, column temperature 115°C, and the detector and injection port temperatures were 200°C.

Results of both tissue and vapor analyses are given as a percent of the total terpene fraction rather than on a tissue weight basis for comparative purposes.

Results and Discussion

The monoterpene compounds that have been detected in the species considered here are shown in Figure 3 with their boiling points which are the main basis for order of separation on the polypropylene glycol column. Only the major monoterpenes are included in the results because they consistently occur above trace levels.

The terpene compositions of cortex oleoresin and foliage of western white pine is quite similar as shown in Table 1. Occasionally, individual trees showed a discrepancy between the two tissues which could be due to experimental error or the tree itself. More work is needed to explain these exceptions but it may be concluded that there is a general correspondence between the volatiles present in cortex and foliage of western white pine. We are presently attempting to determine if a similar relationship holds true for other species.

The results of the comparative analyses of oleoresin and vapor state terpenes are shown in Table 2 for individual trees. Although the qualitative compositions are similar for the two sources of terpenes there are obvious quantitative differences in their relative concentrations. The concentrations of α -pinene and camphene are usually higher in the vapor than in the oleoresin whereas the reverse is true for 3-carene. An exception was Picea pungens which had more α -pinene in the oleoresin than in its vapor. Camphene is consistently high in the vapor of all species. The four trees of Pinus sylvestris showed a wider discrepancy in the levels of terpenes in vapor and oleoresin than other species which suggests that there may be some significant species differences in the capacity to release volatiles from their foliage.

A possible explanation of the relatively high α -pinene and camphene concentrations in the vapor is their lower boiling points compared with the other terpenes. Relative volatility of course may also account for the lower amounts of 3-carene in the vapor than in the oleoresin. Both limonene and β -phellandren have relatively high boiling points which would suggest that they should occur in higher levels in the oleoresin than in the vapor. This is not consistently true for all samples but variation in the other terpenes occurring in high concentrations could obscure the variation patterns for terpenes which are usually in low concentrations, due to the relative method of expressing the data.

These results indicate that more attention must be given to the actual

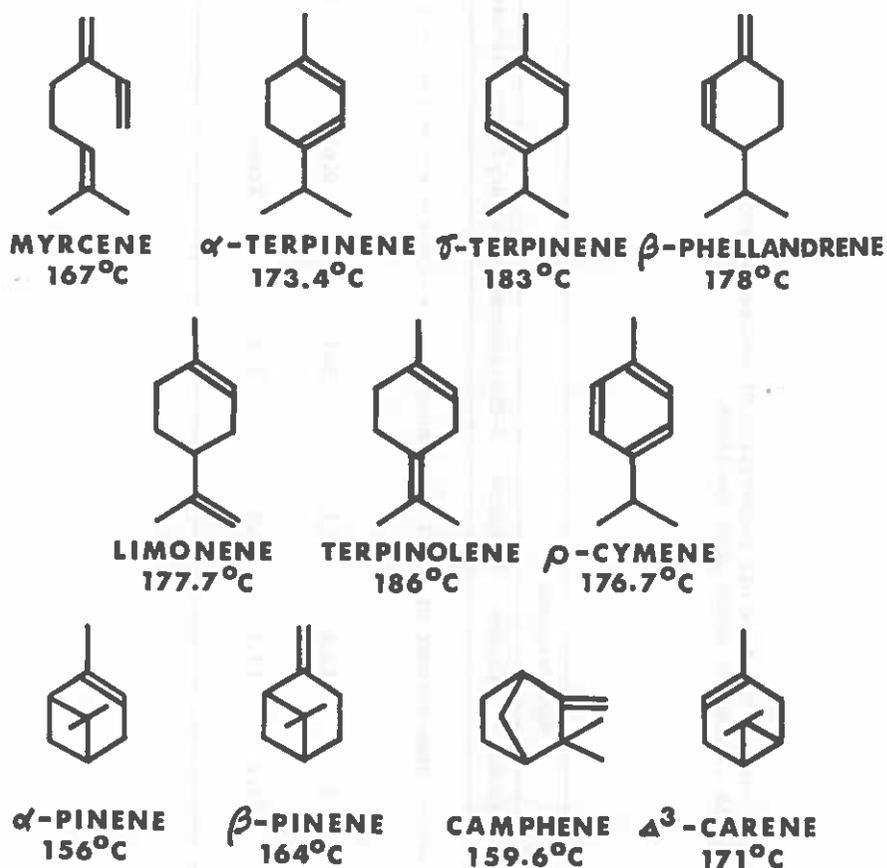


Figure 3. Structures and boiling points of the major monoterpenes found in Pinus, Picea, and Pseudotsuga species.

Table 1. Relationship between volatile oil composition of cortex oleoresin and foliage in 11 western white pine seedlings.

Tissue Sampled	Monoterpenes								
	α -pinene	Camphene	β -pinene	Myrcene	3-Carene	Limonene	β -Phellandrene	γ -Terpinene	Terpinolene
Cortex	22.0	0.5	53.6	3.2	12.6	3.1	3.3	0.6	1.2
Foliage	24.2	0.6	49.4	3.7	13.3	2.3	5.3	Trace	1.1
----- Mean percent of total monoterpenes -----									

Table 2. Relationship between volatile oil composition of cortex oleoresin and vapors released from foliage of several tree species.

Source of sample	Monoterpenes						
	α - Pinene	Camphene	β - Pinene	Myrcene	γ - Carene	Limonene	β - Phellandrene
	- - - - - Mean percent of total monoterpenes - - - - -						
<u>Pinus sylvestris</u> (Sweden)							
vapor	69.9	8.1	5.0	2.1	13.2	1.2	0.4
oleoresin	2.5	-	4.3	3.7	76.5	5.3	0.0
<u>Pinus sylvestris</u> (Sweden)							
vapor	51.9	5.2	19.0	1.3	22.6	0.0	0.0
oleoresin	5.9	-	15.8	2.6	59.4	9.3	2.5
<u>Pinus sylvestris</u> (Germany)							
vapor	61.4	5.3	9.0	2.9	21.4	0.0	0.0
oleoresin	6.3	-	28.0	1.8	58.7	0.1	0.0
<u>Pinus sylvestris</u> (Belgium)							
vapor	39.5	10.9	12.8	4.6	28.1	2.6	1.5
oleoresin	5.9	0.3	19.1	2.8	63.9	0.5	1.2
<u>Pinus monticola</u> 1							
vapor	18.7	0.8	66.2	3.9	0.5	6.6	3.3
oleoresin	16.8	0.3	64.8	2.2	1.3	4.7	9.1
<u>Pinus monticola</u> 2							
vapor	21.7	2.2	60.2	3.4	8.1	2.2	2.2
oleoresin	12.0	0.2	45.0	3.1	31.4	2.3	2.2
<u>Pinus strobus</u> 1							
vapor	39.5	5.3	15.7	3.0	7.0	29.5	0.0
oleoresin	8.1	0.3	44.0	1.4	21.7	22.9	0.0
<u>Pinus strobus</u> 2							
vapor	59.9	2.7	18.8	3.9	5.3	9.4	0.0
oleoresin	38.0	2.4	48.5	2.2	1.7	3.3	3.9
<u>Picea glauca</u>							
vapor	30.3	1.9	53.4	4.0	1.9	6.4	2.1
oleoresin	18.1	0.4	53.0	3.6	5.2	12.0	7.3
<u>Picea pungens</u> <u>glauca</u> var. Thompson							
vapor	23.7	4.9	39.9	2.0	2.2	27.3	0.0
oleoresin	37.5	0.8	15.5	4.4	21.2	17.3	0.8
<u>Picea pungens</u>							
vapor	20.8	18.0	12.7	18.0	0.0	25.4	5.1
oleoresin	43.0	0.7	10.0	3.1	21.2	17.6	0.0
Means							
vapor	39.8**	5.9**	28.4	4.5	10.0*	10.1	1.3
oleoresin	17.6**	0.5**	31.6	2.8	32.9*	8.7	2.5

Excluding terpinolene, α -terpinene, cymene and γ -terpinene.

* $p > .05$; ** $p > .01$

measurement of vapor state terpenes when dealing with problems of insect attraction and human allergies. Internal composition certainly restricts and in some species regulates the external vapor composition. But it is apparently not valid to assume that one can merely measure oleoresin composition and assume that this accurately reflects the composition of volatiles released.

OBSERVATIONS OF CONIFER LEAF SURFACES WITH THE
SCANNING ELECTRON MICROSCOPE

Introduction

Conifer needles are well adapted to prevent the loss of water vapor to the atmosphere by virtue of their xeromorphic anatomical features, i.e., low surface to volume ratio, heavily cuticularized and thick-walled epidermal cells, and sunken guard cells (Esau, 1953). Quantitative data confirming the relatively large stomatal and cuticular resistances to gas exchange for conifers are given by Cowan and Milthorp (1968) and Gates (1968). The role of surface wax deposits in controlling either the loss or absorption of volatile chemicals by leaves is not clear. Some workers (Mueller, et al, 1954; Schieferstein and Loomis, 1956) believe that surface wax is not important in retarding cuticular transpiration but evidence for this is lacking. Parker (1968) compared rate of water loss in two species, Tsuga canadensis and Picea pungens, which differed in the amounts of waxy plugs in the stomatal cavities. He found that the thicker wax plug in Picea pungens needles was associated with a lower rate of water loss in that species than in Tsuga canadensis. Parker's study although not definitive does suggest a significant role for surface waxes in preventing water vapor loss and perhaps, conversely, acting as a barrier to the absorption of volatiles by the leaf. This phase of the study of the factors affecting the release of volatiles by forest trees was undertaken to learn more about the types and degrees of surface wax deposition among coniferous species as a potential factor affecting the release of volatiles by foliage.

Experimental Methods

Several one-year-old needles were removed with forceps from three trees of each of the following species: Picea pungens, Picea pungens glauca var. Thompson, Picea glauca, Abies concolor, (Arizona seed source), Pseudotsuga menziesii, Pinus sylvestris (Spanish seed source), Pinus strobus, and Pinus nigra (Yugoslavia seed source). The needles were affixed to polished carbon discs with rubber cement, coated with gold about 200 Å thick, and examined directly under vacuum with an Applied Science Laboratory EMX-SM scanning electron microprobe operated at 15 KV and 3.0 nanoamps. The beam diameter for the instrument was 2000 Å. Replicate needles of each tree and species were examined at levels of magnification ranging from 100X to 5000X to verify constancy of surface wax patterns for the materials used. Photographs were obtained to illustrate typical conditions and variations observed in the samples. Previous studies on leaf surface waxes by electron microscopy have depended upon examination of a carbon replica of the leaf surface rather than the leaf itself as done here.

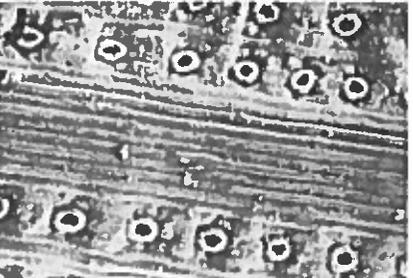
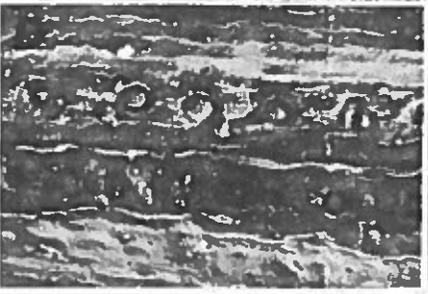
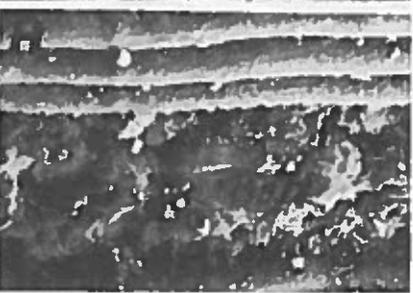
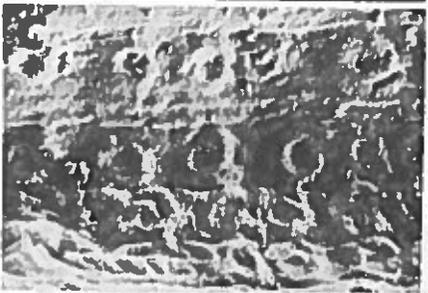
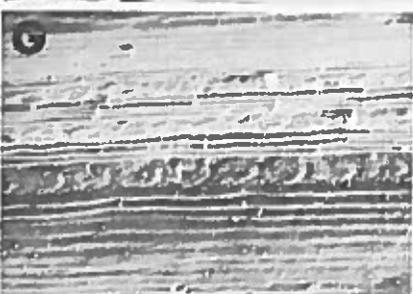
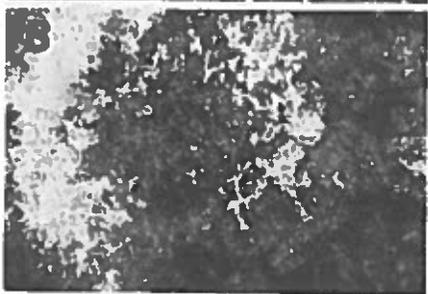
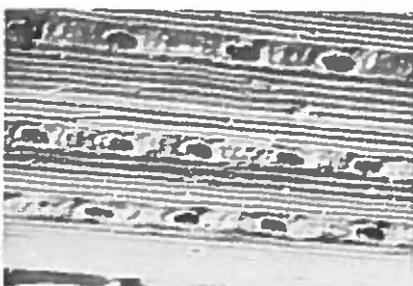
Results and Discussion

Except for occasional shriveling of the cuticle due to the vacuum imposed upon them direct examination of conifer needles yielded good resolution and consistent results. Typical surface views of each species at 200X are shown in Figure 4; A, C, D, E, F, G, I, and J.

It is apparent from the electronmicrographs that conifer species differ considerably in the type and degree of surface wax deposits on their needles. Moreover, there are pronounced differences between the species in the degrees of occlusion of the stomates. Both Pinus strobus and Pinus nigra have relatively open stomates at the leaf surface in contrast to those of the other species which are occluded with wax. More detail of the wax associated with the stomates of Pseudotsuga menziesii and Pinus sylvestris is shown in Figure 4; B and H, respectively. The wax of Pseudotsuga menziesii is fibrillar or crystalline in form compared with that of Pinus sylvestris which is plate-like or amorphous.

There is also variation within a species such as Picea pungens in the amount and type of surface wax. A green Picea pungens needle (Fig. 4, E) lacks the even, "fluffy" appearing wax coating present on a blue needled Picea pungens

Figure 4. Electronmicrographs of needle surfaces of seven coniferous species. (A) Pseudotsuga menziesii, X200. Four rows of partially occluded stomata are visible. (B) View of one stoma of Pseudotsuga menziesii, X2000. Surface wax is fibrillar or crystalline type. (C) Abies concolor, which has a visible wax bloom on its needles, X200. (D) Picea pungens, a green needle variety of blue spruce, x200. (E) Picea pungens glauca var. Thompson, a silver white needle variety of blue spruce, x200. Stomata are barely visible through surface wax. (F) Pinus nigra, with surface wax absent from stomata, x200. (G) Pinus sylvestris, x200. Stomata barely visible through wax. (H) View of two stomata of Pinus sylvestris. Surface wax is plate-like or amorphous type, x1000. (I) Picea glauca, x200. Stomata are partially occluded with wax. White objects on this and other needles are dust or dirt particles. (J) Pinus strobus, x200. Stomata are free of surface wax and are distinguished by a circular, raised border of wax. Scale for the photomicrographs is as follows: 200x, 1 cm = 42.5 μ ; 1000x, 1 cm = 8.5 μ ; 2000x, 1 cm = 4.25 μ .



(Fig. 4, D) although the stomatal openings of each are occluded. Further results of our studies on within-species variation in the surface waxes are forthcoming.

The significance of these observations on surface waxes with respect to the differential emission of volatiles, gas exchange, and air pollution damage to foliage remains to be determined. Nevertheless the characteristics of the wax deposits and particularly their intimate association with the stomates as revealed in this study suggests that they may indeed have an important role in controlling the release and absorption of volatiles and particulate matter in the atmosphere by conifer leaves.

CONCLUSIONS

The following conclusions may be stated from the results of these studies:

1. The volatile oil composition of Pinus monticola foliage is similar to that of the cortical oleoresin although discrepancies do exist in some individual trees.
2. The volatile oil composition of the vapors released by conifer foliage differs from that of the cortical oleoresin depending upon species although general patterns also exist for all the species tested. α -Pinene and camphene are more concentrated in the vapor than in the oleoresin of all trees tested except Picea pungens in which α -pinene was higher in the oleoresin. β -Carene was consistently higher in the oleoresin than in the vapor.
3. The scanning electron microprobe proved to be a useful tool for the examination of waxes on conifer leaf surfaces. There is much variation associated with species and races within species in the types and quantities of wax deposits.
4. Variation between species and races in the surface wax deposits, particularly in and around the stomates may be a significant factor in both the release of volatiles from the foliage and the absorption of atmospheric materials including air pollutants.

LITERATURE CITED

- Cowan, I. R. and F. L. Milthorpe. 1968. Plant factors influencing the water status of plant tissues. pp. 137-193. In: Kozlowski, T. T. (Ed.) Water deficits and plant growth. Academic Press, New York.

- Cobb, F. W., Jr., M. Krstic, E. Zavarin, and H. W. Barber, Jr. 1968. Inhibitory effects of volatile oleoresin components on Fomes annosus and four Ceratocystis species. *Phytopathol.* 58: 1327-1335.
- Esau, Katherine. 1953. *Plant anatomy*. John Wiley & Sons, New York.
- Gale, J., and Robert M. Hagan. 1966. Plant antitranspirants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 17: 269-282.
- Gates, David M. 1968. Transpiration and leaf temperature. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 19: 211-238.
- Gaastra, P., 1959. Photosynthesis of crop plants as influenced by light, carbon dioxide, temperature, and stomatal diffusion resistance. *Mededel. Landbouwhogeschool Wageningen* 59: 1-68.
- Hanover, J. W. 1966a. Genetics of terpenes. I. Gene control of monoterpene levels in Pinus monticola Dougl. *Heredity* 21: 73-84.
- Hanover, J. W. 1966b. Environmental variation in the monoterpenes of Pinus monticola Dougl. *Phytochemistry* 5:713-717.
- Hanover, J. W. and M. M. Furniss. 1966. Monoterpene concentrations in Douglas fir in relation to geographic location and resistance to attack by the Douglas fir beetle. *Proc. Second Forest Genetics Workshop, U. S. Forest Service Res. Paper NC-6*, pp. 23-28.
- Heath, O. V. S. 1969. *The physiological aspects of photosynthesis*. Stanford University Press, Stanford, Calif.
- Jackson, Michael B., and Daphne J. Osborne. 1970. Ethylene, the natural regulator of leaf abscission. *Nature* 225: 1019-1022.
- Jacobson, Martin and Morton Beroza. 1963. Chemical insect attractants. *Science* 140: 1367-1372.
- Loomis, W. D. 1967. Biosynthesis and metabolism of monoterpenes. pp. 59-82, In: Pridham, J. B. (Ed.). *Terpenoids in plants*. Academic Press, New York.
- Mirov, N. T. 1967. *The genus Pinus*. Ronald Press, New York.
- Muller, C. H. 1966. The role of chemical inhibition in vegetational composition. *Bull. Torrey Bot. Club* 93: 332-351.
- Mueller, Ludwig E., P. H. Carr, and W. E. Loomis. 1954. The submicroscopic structure of plant surfaces. *Amer. J. Bot.* 41: 593-600.

- Mutton, D. B. 1962. Wood resins. pp. 331-363, In: Hillis, W. E. (Ed.) Wood extractives and their significance to the pulp and paper industries. Academic Press, New York.
- Nicholas, Harold J., 1963. The biogenesis of terpenes in plants. pp. 641-691, In: Bernfield, P. (Ed.). Biogenesis of natural compounds. Pergamon, New York.
- Parker, Johnson. 1968. Drought resistance mechanisms. pp. 195-234, In: Kozlowski, T. T. (Ed.). Water deficits and plant growth. Academic Press, New York.
- Pirilä, V., E. Siltanen, and Louna Pirilä. 1964. On the chemical nature of the eczematogenic agent in oil of turpentine. *Dermatologica* 128: 16-21.
- Rudloff, E. von. 1967. Chemosystematic studies in the genus Picea (Pinaceae). II. The leaf oil of Picea glauca and P. mariana. *Can. J. Bot.* 45: 1703-1714.
- Schieferstein, R. H., and Loomis, W. E. 1956. Wax deposits on leaf surfaces. *Plant physiology* 31: 240-247.
- Slatyer, R. O. 1967. Plant-water relationships. Academic Press, London.
- Wilkinson, R. C., J. W. Hanover, J. W. Wright, and R. H. Flake, 1971. Genetic variation in the monoterpene composition of white spruce (Picea glauca). *For. Sci.* (In press).

FACTORS AFFECTING THE RELEASE OF
VOLATILE CHEMICALS BY FOREST TREES

By James W. Hanover, Michigan State University

ABSTRACT

The factors that regulate or affect the quality and quantity of volatile chemicals released by trees are indirectly related to such problems as photosynthetic efficiency, insect attraction, human allergies, air pollution damage to trees, drought or cold resistance, and species density and diversity. A theoretical consideration of these factors is given. The principle volatiles released by trees are terpene compounds. Their release is genetically controlled and is

modified by many non-genetic factors. Data are presented which show the methods and results of gas chromatographic analyses of liquid and vapor samples from numerous tree species. The leaf surface of tree species have also been examined using the scanning electron probe microscope to determine the structure and amounts of waxes present in and around the stomates.

S C H L U S S R E S O L U T I O N

1. Es ist unerlässlich, daß die einzelnen Regierungen ehestens Maßnahmen zur Einschränkung der die Vegetation schädigenden Rauchemissionen von Industrieanlagen und sonstigen Emissionsquellen entsprechend dem jeweiligen technischen Fortschritt und den wirtschaftlichen Gegebenheiten treffen.
2. Da sich Emissionen wohl vermindern, nicht aber gänzlich ausschalten lassen, die Bevölkerungszunahme und der damit steigende Bedarf an Zivilisationsgütern aber eine Ausweitung der industriellen Produktion erfordert, bleibt das Problem der Luftverunreinigung auch in der Zukunft aktuell. Es sind daher schon jetzt umfassende vorausschauende Maßnahmen zu treffen.
3. Um den Schutz des Menschen und seiner Umwelt zu gewährleisten, sind gesetzliche Maßnahmen, regionale Luftreinhalteprogramme und entsprechende Raumplanungen notwendig.
4. Aufgabe des Gesetzgebers ist es, verbindliche wissenschaftlich erarbeitete Richtlinien einzuführen. Vordringlich ist die Herausgabe von Grenzwerten aufgrund der in verschiedenen Ländern bereits vorliegenden Ergebnisse, vor allem für besonders schädigende phytotoxische Immissionen, z. B. Fluorimmissionen.
5. Ziel der Luftreinhalteprogramme muß es sein, in bereits immissionsbelasteten Gebieten das Ausmaß der Immissionen soweit als möglich zu senken und vorzulegen, daß dort in Zukunft nicht neue unzumutbare Emissionsquellen hinzukommen.

6. Bei der Raumplanung sind Immissionsgebiete und Siedlungsräume nach Möglichkeit zu trennen. Standorte für neue Emissionsquellen sind aufgrund der orographischen und klimatologischen Verhältnisse so festzulegen, daß die Gefährdung der Umwelt auf ein Mindestmaß beschränkt wird.

7. Von der Umwelt des Menschen wird vor allem der Wald durch die Luftverunreinigungen betroffen, was eine Fülle von Auswirkungen zur Folge hat, u. a. die Vernichtung des besonders rauchempfindlichen Nadelwaldes in mehreren Industrieregionen der Erde.
Der Wald ist aber nicht nur wesentlicher Bestandteil der Landschaft und Klimaregulator, sondern auch ein wirtschaftlicher Faktor. Darüber hinaus hat er in zunehmendem Maße soziale Funktionen zu erfüllen. Er ist zum Orte der Erholung für den arbeitenden Menschen geworden, der daher mit Recht Anspruch auf die Erhaltung dieses wesentlichen Teiles seiner Umwelt erhebt.
Der Staat hat deshalb für die Erhaltung des Waldes in Immissionsgebieten zu sorgen, wie dies in Nordrhein-Westfalen durch Abgrenzung der Immissionsareale und finanzielle Förderung des Anbaus relativ rauchharter Baumarten geschieht.

8. Wissenschaftliche Untersuchungen müssen die notwendigen Unterlagen für diese Maßnahmen liefern. Besonders vorrangig erscheint dabei die Resistenzforschung, die zum Unterschied von analogen Versuchen auf dem landwirtschaftlichen Sektor eine wesentlich langfristigere Betreuung erfordert. Zur Lösung dieser vielfältigen Probleme beizutragen, erachten die Teilnehmer an dieser Arbeitstagung als ihre vornehmste Aufgabe.