

**FBVA - B E R I C H T E**  
**Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt**

Nr. 52

1991

---

Der forstliche Teil der Umgebungsüberwachung des  
kalorischen Kraftwerkes Dürnrohr  
Ergebnisse von 1981 bis 1990

ODC 181.45:160.201:174.7:176.1:(436.3)

von

A. Fürst

Herausgegeben  
von der  
Forstlichen Bundesversuchsanstalt in Wien  
Kommissionsverlag: Österreichischer Agrarverlag, 1141 Wien



Herstellung und Druck  
Forstliche Bundesversuchsanstalt  
A-1131 WIEN

Copyright by  
Forstliche Bundesversuchsanstalt  
A-1131 WIEN

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet  
Printed in Austria

# I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

	Seite
1 EINLEITUNG	5
2 EMITTENTEN IM BEREICH DES KONTROLLGEBIETES	5
2.1 Kraftwerk Dürnrohr	5
2.2 Andere Emittenten	7
3 EINRICHTUNG UND UMFANG DES MESSNETZES	8
4 METHODIK	9
4.1 Probenahme	9
4.2 Probenvorbereitung	9
4.3 Schwefelanalyse	10
5 ERGEBNISSE UND DISKUSSION	11
5.1 Untersuchungszeitraum 1981-1985	11
5.2 Untersuchungszeitraum 1986-1990	14
5.3 Vergleich der Ergebnisse beider Untersuchungs- zeiträume	14
5.4 Diskussion der Ergebnisse unter Einbeziehung der Daten der BIN-Grundnetzuntersuchung und der Emissionswerte des Kraftwerkes	15
5.5 "Erweiterung" des Untersuchungsgebietes durch die Einbeziehung der Punkte des verdichteten Bioindikatornetzes	21
6 ZUSAMMENFASSUNG	22
7 AUSBLICK	23
8 LITERATUR	24
ANHANG	27



## 1 EINLEITUNG

Um die Schwefelimmissionssituation vor und nach der Inbetriebnahme des Kohlekraftwerkes Dürnrohr für den forstlichen Bereich erfassen zu können, wurde im vermuteten Einflußbereich des Kraftwerkes 1981 vom Amt der Niederösterreichischen Landesregierung - Landesforstdirektion gemeinsam mit der Forstlichen Bundesversuchsanstalt ein lokales Bioindikatornetz mit den Baumarten Fichte und Pappel eingerichtet.

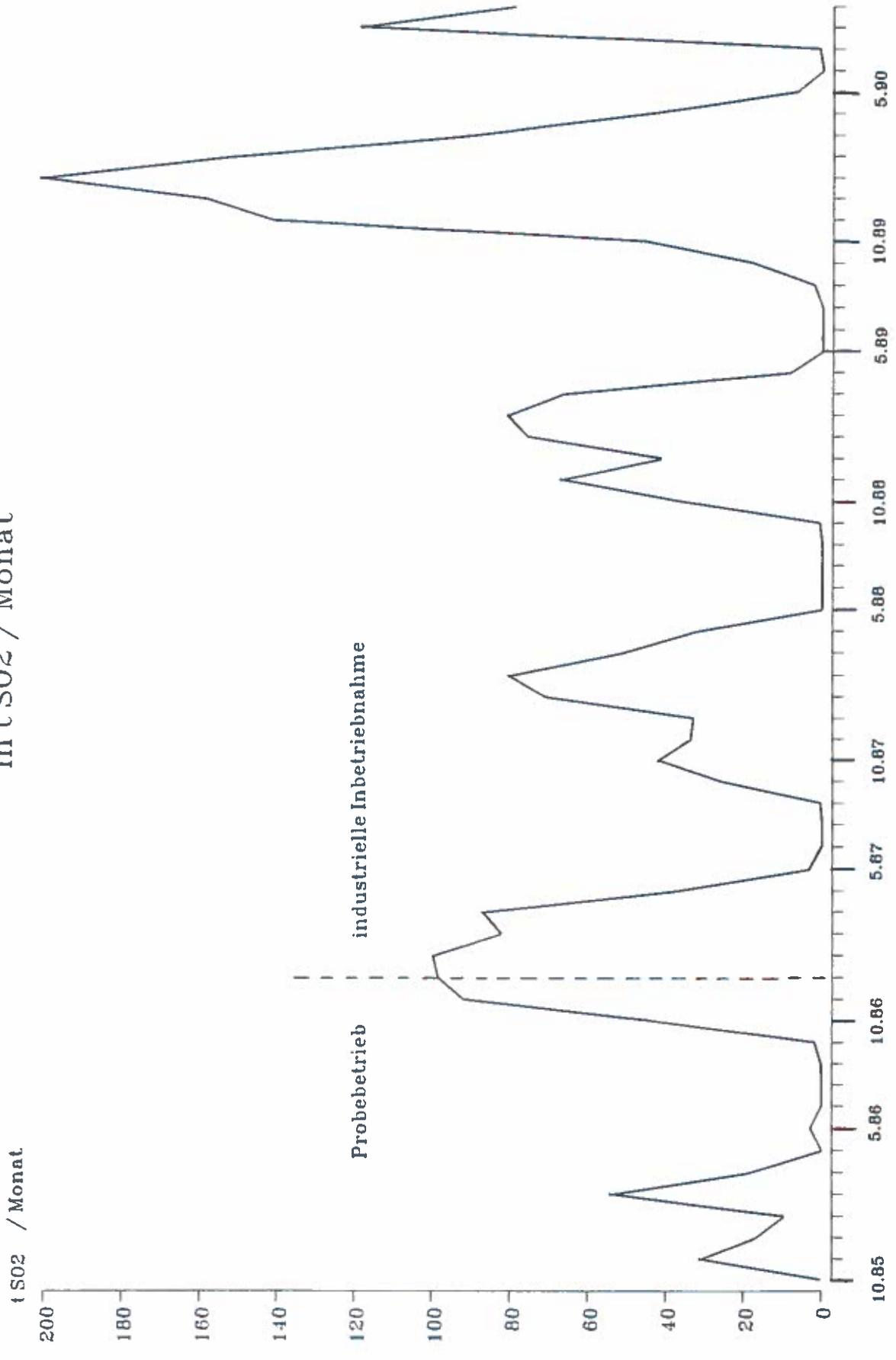
Die rechtliche Grundlage lieferte die Rodungsbewilligung, die zur Errichtung des Kraftwerkes notwendig war; in ihr wurde den Kraftwerksbetreibern ein forstliches Beweissicherungsverfahren vorgeschrieben. Außer dieser forstlichen Beweissicherung wurden weitere Untersuchungen, wie etwa die landwirtschaftliche Beweissicherung [1], Staubkonzentrations- und Staubbiederschlagsmessungen sowie die Einrichtung und der Betrieb eines Immissionsmeßnetzes, vorgeschrieben [2]. Das Immissionsmeßnetz bleibt auf Kraftwerkslebensdauer in Betrieb, die übrigen Erhebungen sind bis drei Jahre nach Aufnahme des industriellen Betriebes fortzusetzen. Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse des forstlichen Beweissicherungsverfahrens während des bescheidmäßig vorgeschriebenen Untersuchungszeitraumes behandelt. Neben den Ergebnissen der Nadelanalysen der Proben des Kontrollnetzes Dürnrohr werden sowohl die Ergebnisse der Bioindikatornetzuntersuchung zur räumlichen als auch die Emissionsraten des Kraftwerkes zur kausalen Klärung von Immissionseinwirkungen im Untersuchungsgebiet herangezogen.

## 2 EMITTENTEN IM BEREICH DES KONTROLLGEBIETES

### 2.1 Kraftwerk Dürnrohr [3]

Der Bau des Kraftwerkes Dürnrohr begann im November 1981, der Probetrieb wurde am 15. Oktober 1985 aufgenommen. Die industrielle Inbetriebnahme der Gesamtanlage erfolgte im Dezember 1986.

Abbildung 1:  
Emissionsraten des Kraftwerkes  
in t SO<sub>2</sub> / Monat



Die maximale Gesamtleistung der beiden Kraftwerksblöcke liegt bei 757 MW (weitere technische Daten siehe Tabelle 1). Als Brennstoff wird hauptsächlich Steinkohle verwendet, es kann aber auch Erdgas eingesetzt werden. Seit der industriellen Inbetriebnahme werden die Rauchgase durch eine Entschwefelungs- und eine Entstickungsanlage gereinigt, das Restgas wird über einen 210m hohen Schornstein abgeführt. In Abbildung 1 sind die monatlichen Emissionsraten ab Oktober 1985 dargestellt. Ein Großteil der Emissionen wird - wie erwartet - außerhalb der Vegetationszeit emittiert. Der Kurvenverlauf zeigt, daß in den beiden milden Wintern 87/88 und 88/89 die Kraftwerksemissionen niedriger waren als im kalten Winter 86/87; die mit Abstand höchsten Emissionsraten waren bisher im Winter 89/90 zu verzeichnen. 1990 mußte das Kraftwerk aufgrund des Niederwasserstandes der Donau und der damit verbundenen geringeren Leistung der Donaukraftwerke verstärkt während der Vegetationsperiode gefahren werden.

## 2.2 Andere Emittenten

Um abschätzen zu können, ob im Untersuchungsgebiet mit Immissionseinwirkungen von weiteren  $\text{SO}_2$ -Emittenten zu rechnen ist, wurden die Ergebnisse des Emissionskatasters 1985 [4] herangezogen. Die Emissionsangaben erfolgt in diesem Kataster in  $\text{t SO}_2/\text{a}$  je  $10 \times 10 \text{ km}$  Rasterfeld. In Tabelle 2 sind jene Rasterfelder des Untersuchungsgebietes ausgewiesen, in denen mehr als  $100 \text{ t SO}_2/\text{a}$  emittiert werden.

Vor allem das Rasterfeld St. Pölten (70/35) könnte mit seinen  $1190,7 \text{ t SO}_2/\text{a}$  die Ergebnisse des Untersuchungsgebietes beeinflussen, als maßgebliche Emittentengruppen sind hier die Kraft- und Fernheizwerke, ein industrieller Großemittent und der Hausbrand zu nennen. Der  $\text{SO}_2$ -Hauptemittent im Rasterfeld Theiß (71/37) war das Kraftwerk Theiß; durch die Brennstoffumstellung auf Gas dürfte jedoch die Emissionsrate in diesem Rasterfeld deutlich abgesunken sein. Während des Untersuchungszeitraumes müssen auch die in unmittelbarer Nähe des Kraftwerkes liegenden Emittenten, nämlich die Donauchemie und die Zuckerfabrik Tulln berücksichtigt werden [5]. Auch Emissionen aus dem Raum Wien können das Untersuchungsgebiet beeinflussen.

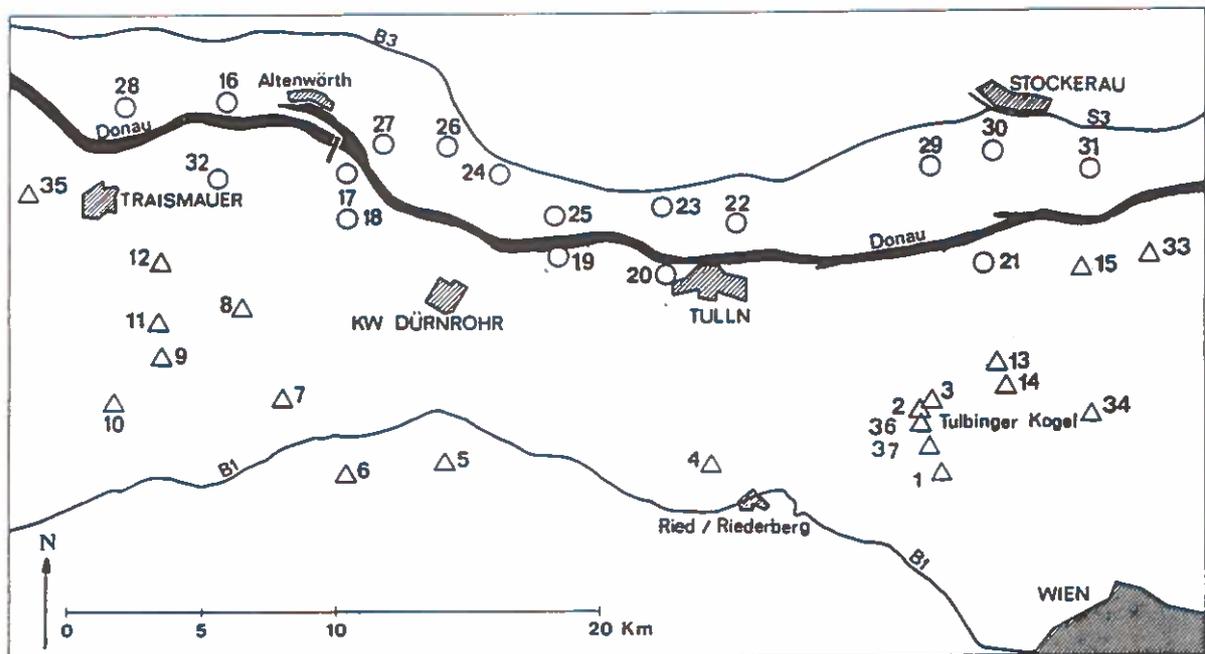
### 3 EINRICHTUNG UND UMFANG DES MESSNETZES

Ziel der Untersuchung war es, eventuelle Änderungen in der Immissionssituation durch die Inbetriebnahme des Kraftwerkes nachzuweisen. Aufgrund des Kraftwerksstandortes, der Hauptwindrichtung und der Schornsteinhöhe besteht vor allem die Möglichkeit, daß Immissionseinwirkungen am Prallhang des Wienerwaldes nachweisbar sein können, daher wurde am Tulbinger Kogel ein Höhenprofil eingerichtet. Insgesamt wurden 1981 fünfzehn Fichten als Indikatorbäume im Westen, Süden und im Wienerwaldbereich des Untersuchungsgebietes ausgewählt.

Um eine eventuell vorhandene Immissionsbelastung während der Vegetationszeit auch im Bereich der Donauauen feststellen zu können, wurden auch siebzehn Pappeln in die Untersuchung einbezogen.

Abbildung 2:

SKIZZE DES KONTROLLNETZES DÜRNRÖHR



Entnahmestelle für:

- Fichtenproben    △
- Pappelproben    ○

Das Meßnetz wurde 1986 durch drei weitere Standorte (33, 34 und 35) erweitert, um eine bessere Abgrenzung der immissionsbelasteten Zonen im Untersuchungsgebiet zu ermöglichen. Auf den Standorten 2, 5, 7, 14, 15 und 25 wurden ferner während des Untersuchungszeitraumes von 1981 bis 1989 Ersatz- oder Zusatzbäume eingerichtet.

Ab 1990 wurden zur Vorbereitung für Untersuchungen in kommenden Jahren an den Punkten 1, 3-6, 8, 10-13, 32 und 33 je ein zweiter Probebaum - gemäß dem Durchführungserlaß zur zweiten Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen - beerntet, die Punkte 36 und 37 am Tulbinger Kogel wurden neu eingerichtet (siehe auch Punkt 7). Die Lage aller Untersuchungspunkte ist in der Abbildung 2 dargestellt.

#### 4 METHODIK

##### 4.1 Probenahme

Die Probenahme erfolgte nach den Bestimmungen der Zweiten Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen [6]. Die unter Aufsicht von Vertretern des Amtes der Niederösterreichischen Landesregierung - Landesforstdirektion gewonnenen Pflanzenproben wurden unmittelbar nach der Entnahme dem Institut für Immissionsforschung und Forstchemie der Forstlichen Bundesversuchsanstalt zur weiteren Bearbeitung übergeben. Die Fichtennadelproben wurden zwischen Ende September und Anfang Oktober entnommen, die Pappelblattproben zwischen Ende August und Anfang September.

##### 4.2 Probenvorbereitung

Die Fichtenastproben wurden in Nadeljahrgänge getrennt, ungewaschen bei 80°C im Umlufttrockenschrank getrocknet, von den Holzteilen befreit, anschließend gemahlen und vor der Analyse bei 105°C nachgetrocknet. Die Numerierung der Nadeljahrgänge erfolgte aufsteigend mit dem Alter; der im Entnahmehjahr gebil-

dete Nadeljahrgang stellt also den Nadeljahrgang 1 dar. Die Trocknung der Pappelblattproben erfolgte bei denselben Temperaturen.

#### 4.3 Schwefelanalyse

Die Bestimmung des Gesamtschwefelgehaltes in den Proben der Entnahmejahre 1981 und 1982 wurde nach der Verbrennung der Probe mit Sauerstoff im Schönigerkolben mit einem spektralphotometrischen Verfahren [7] durchgeführt. Dabei wird das bei der Verbrennung der Probe mit Sauerstoff gebildete Schwefeldioxid durch eine wäßrige Wasserstoffperoxidlösung zum Sulfat oxidiert. Störende Kationen werden vor dem Zusatz von Bariumchloranilat mit einem Ionenaustauscher entfernt. Bariumchloranilat reagiert mit dem in der Lösung befindlichen Sulfat und die dabei entstehende Chloranilsäure wird nach dem Abfiltrieren der Lösung bei 332nm photometriert. Zur Eichung werden Natriumsulfatstandards verwendet.

Die Schwefelanalysen der Proben der Entnahmejahre 1983 bis 1990 wurden mit einem LECO SC-132 Schwefelanalysator durchgeführt. Um die Vergleichbarkeit mit den Grenzwerten der zweiten Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen zu gewährleisten wurden die bei [8] angegebenen Analysenparameter am Schwefelanalysator eingestellt. Für die Analyse am LECO SC-132 wurden 200 mg gemahlene und getrocknete Probe eingewogen, mit ca. 0,5 g Quarzsand überschichtet und mit Sauerstoff im Verbrennungsrohr verbrannt. Zur Eichung des Gerätes wurden Kohlestandards (Fa. LECO) mit bekannten Schwefelgehalten (zwischen 0,4 bis 0,6 % S) verwendet.

Die Richtigkeit der Methode wurde auch mit dem, ab dem Frühjahr 1990 zur Verfügung stehenden, Standardreferenzmaterial CRM 101 (Spruce Needles) des Eichamtes der EG überprüft [9], dabei konnte der zertifizierte Schwefelwert wiedergefunden werden.

## 5 ERGEBNISSE UND DISKUSSION

### 5.1 Untersuchungszeitraum 1981-1985

Die in den Tabellen 3, 4 und 5 ausgewiesenen Ergebnisse der Jahre 1981-1985 dokumentieren die SO<sub>2</sub>-Immissionseinwirkungen vor der Inbetriebsetzung des Kraftwerkes; die Proben der Entnahme 1985 konnten für die Beurteilung dieses Untersuchungszeitraumes verwendet werden, weil das Kraftwerk erst im Oktober 1985 in Betrieb gesetzt wurde und zu diesem Zeitpunkt die "Entnahme 1985" bereits abgeschlossen war.

Zur Beurteilung, ob Immissionseinwirkungen vorliegen, wurden für die Baumart Fichte die Grenzwerte (maximale natürliche Schwefelgehalte) der zweiten Verordnung [6] (0,11 %S für den Nadeljahrgang 1 und von 0,14 %S für den Nadeljahrgang 2) herangezogen. Es zeigten sich bei den in allen fünf Untersuchungsjahren (1981-1985) beernteten vierzehn Fichten in folgendem Umfang Überschreitungen dieser Grenzwerte:

bei den Bäumen 2 und 13 in vier Untersuchungsjahren, bei den Bäumen 6 und 10 in zwei Untersuchungsjahren und beim Baum 11 in einem Untersuchungsjahr.

Der maximale natürliche Schwefelgehalt für die Baumart Pappel von 0,40 %S [10] wurde bei den in allen fünf Untersuchungsjahren bearbeiteten siebzehn Bäumen in folgendem Umfang überschritten: bei den Bäumen 17 und 25 in fünf Untersuchungsjahren, beim Baum 21 in vier Untersuchungsjahren, bei den Bäumen 19, 20 und 31 in drei Untersuchungsjahren, beim Baum 24 in zwei Untersuchungsjahren und Baum 32 in einem Untersuchungsjahr.

Die Lage der Punkte und die Häufigkeiten der Überschreitungen der maximalen natürlichen Schwefelgehalte von 1981 bis 1985 ist aus Abbildung 3 - für den Nadeljahrgang 1 der Fichtenproben und der Pappelproben - ersichtlich. Abbildung 4 dokumentiert das Ergebnis des Nadeljahrganges 2 der Fichtenproben.

Abbildung 3: Häufigkeit an Überschreitung der maximalen natürlichen Schwefelgehalte der Fichtenproben des Nadeljahrganges 1 und der Pappelproben von 1981 - 1985

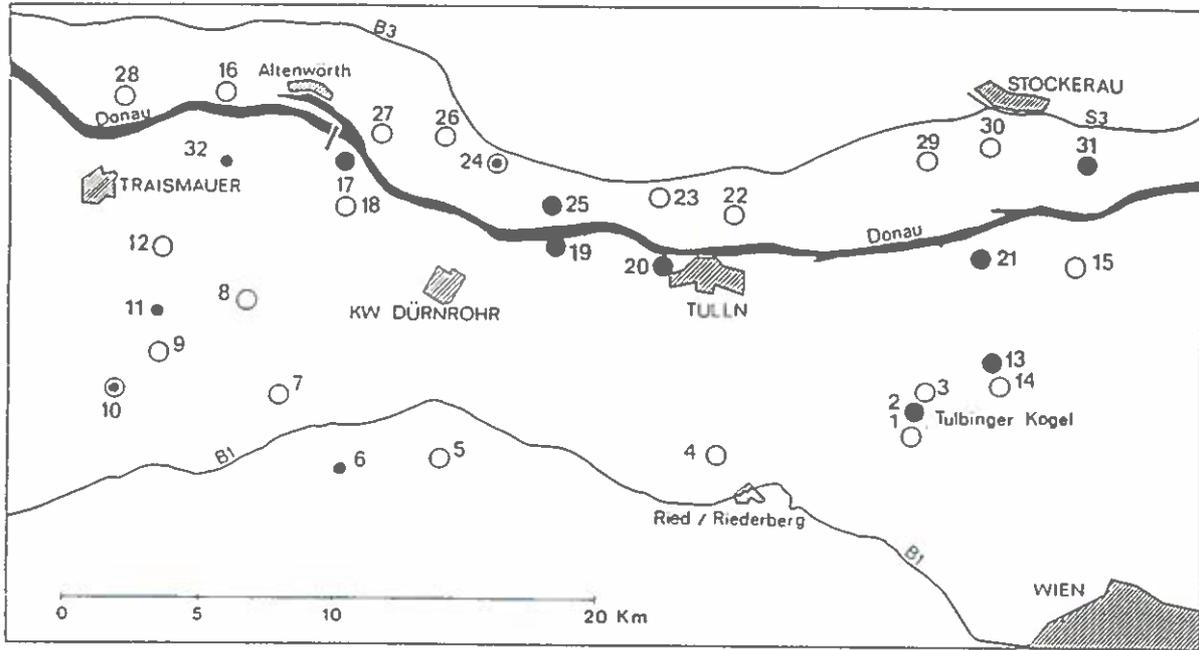


Abbildung 4: Häufigkeit an Überschreitung der maximalen natürlichen Schwefelgehalte der Fichtenproben des Nadeljahrganges 2 von 1981 - 1985

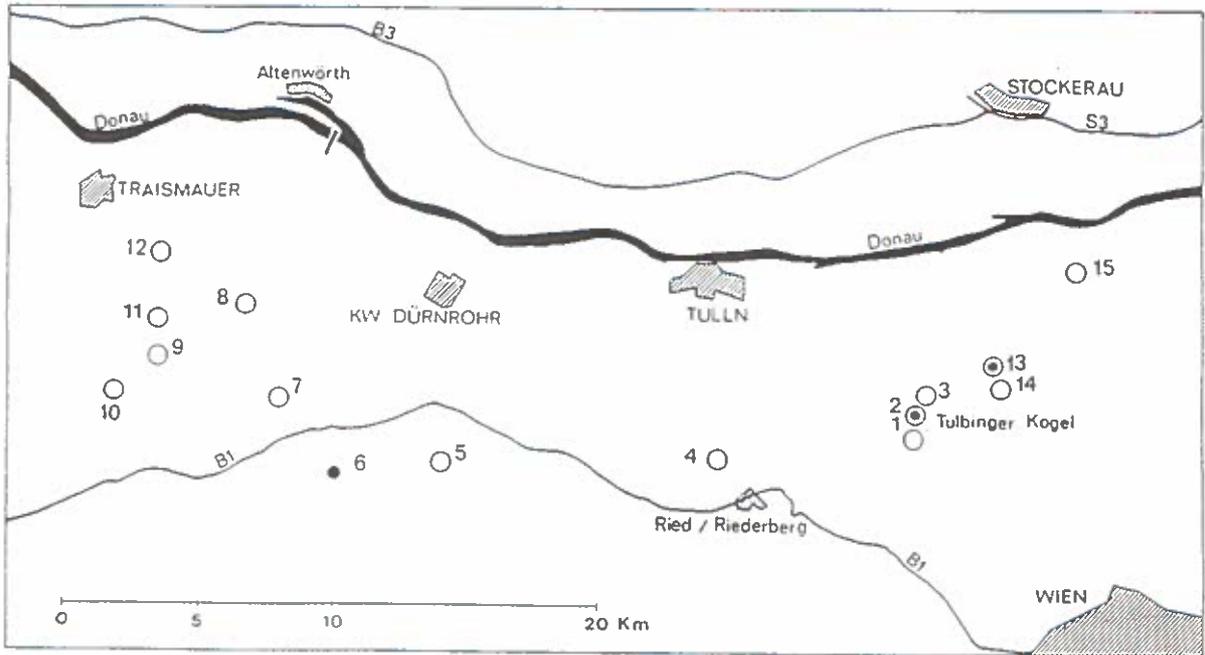


Abbildung 5: Häufigkeit an Überschreitung der maximalen natürlichen Schwefelgehalte der Fichtenproben des Nadeljahrganges 1 und der Pappelproben von 1986 - 1990

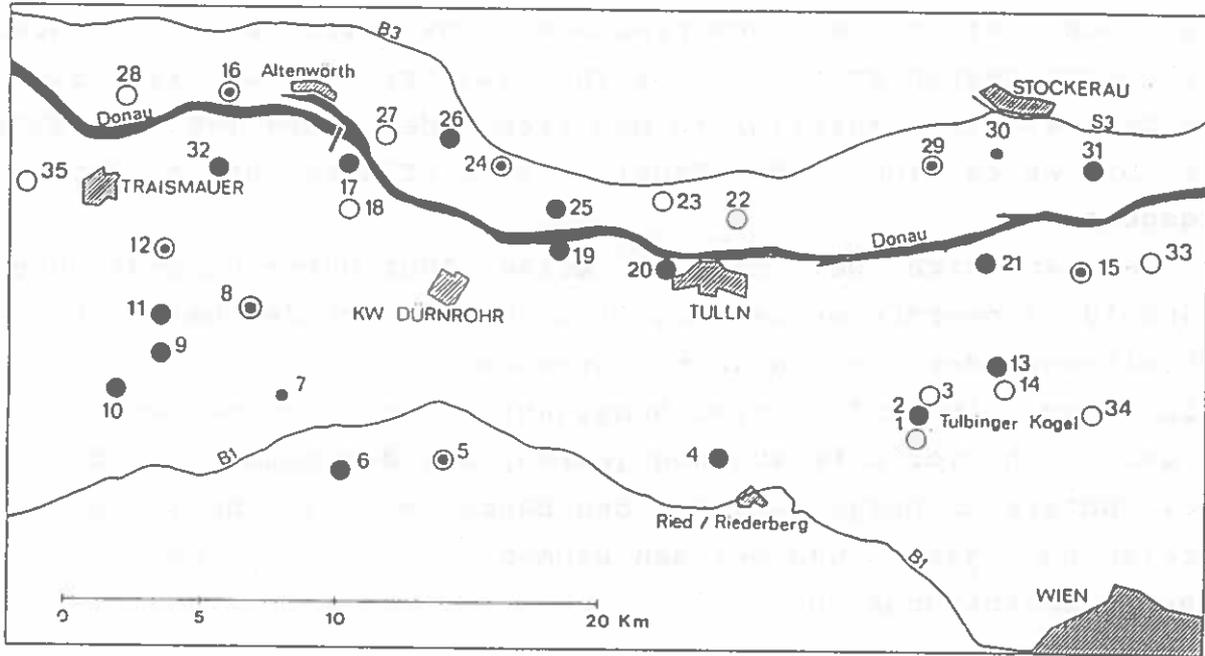
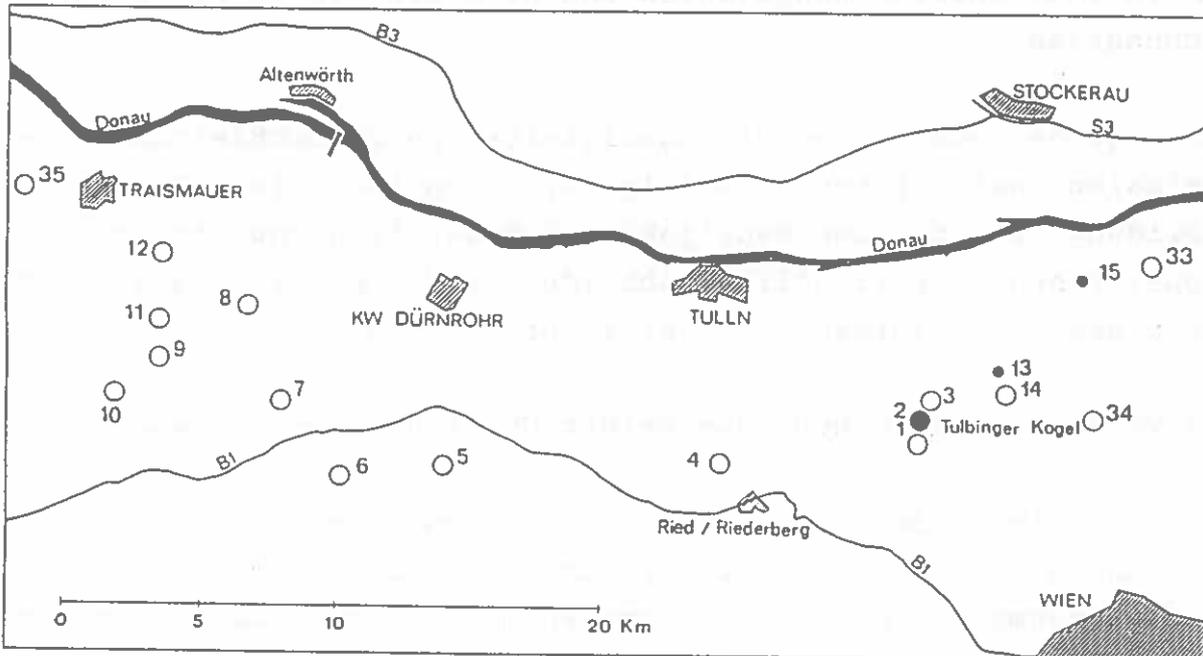


Abbildung 6: Häufigkeit an Überschreitung der maximalen natürlichen Schwefelgehalte der Fichtenproben des Nadeljahrganges 2 von 1986 - 1990



## 5.2 Untersuchungszeitraum 1986-1990

Die nach der ersten Inbetriebnahme des Kraftwerkes (Oktober 1985) entnommenen Proben der Beerntungsjahre 1986 bis 1990 stellen das Vergleichsmaterial zu den Proben der Jahre 1981 bis 1985 dar. Die Werte sind in den Tabellen 3, 4 (Fichte) und 5 (Pappel) angegeben.

Es zeigten sich bei den in allen fünf Untersuchungsjahren (1986-1990) beernteten zwanzig Fichten in folgendem Umfang Überschreitungen der oben genannten Grenzwerte:

beim Baum 2 in fünf Untersuchungsjahren, bei den Bäumen 4, 10, 11 und 13 in vier Untersuchungsjahren, bei den Bäumen 6 und 9 in drei Untersuchungsjahren, bei den Bäumen 5/1, 8 und 12 in zwei Untersuchungsjahren und bei den Bäumen 2/1, 7/1, 15 und 15/1 in einem Untersuchungsjahr.

Für die im Untersuchungszeitraum bearbeiteten sechzehn Pappeln ergaben sich folgende Häufigkeit an Grenzwertüberschreitungen: bei den Bäumen 17, 20 und 31 in fünf Untersuchungsjahren, bei den Bäumen 19 und 21 in vier Untersuchungsjahren, bei den Bäumen 26 und 32 in drei Untersuchungsjahren, bei den Bäumen 16, 24 und 29 in zwei Untersuchungsjahren und beim Baum 30 in einem Untersuchungsjahr.

Die Lage der Punkte und die Häufigkeiten an Überschreitungen der maximalen natürlichen Schwefelgehalte von 1986 bis 1990 ist aus Abbildung 5 - für den Nadeljahrgang 1 der Fichtenproben und der Pappelproben - ersichtlich. Abbildung 6 dokumentiert das Ergebnis des Nadeljahrganges 2 der Fichtenproben.

## 5.3 Vergleich der Ergebnisse beider Untersuchungszeiträume

Beim Vergleich der Ergebnisse der beiden Untersuchungsperioden vor und nach der Inbetriebsetzung des Kraftwerkes zeigt sich eine Zunahme der Anzahl von Punkten mit Grenzwertüberschreitungen: Während von 1981 bis 1985 13 von 31 Bäumen (rund 42%) zumindest einmal Überschreitungen der maximalen natürlichen Ge-

halte aufgewiesen haben, waren es in den Jahren von 1986 bis 1990 25 von 36 Bäumen (rund 69%). An den Fichtenpunkten 4, 5 bzw. 5/1, 7 bzw. 7/1, 8, 9, 12 und 15 bzw. 15/1, die in der ersten Untersuchungsperiode keine Überschreitungen aufgewiesen hatten, kam es zwischen 1986 und 1990 erstmals zu einmaligen bzw. mehrmaligen Überschreitungen der maximalen natürlichen Schwefelgehalte; dies war auch bei den Pappelpunkten 16, 26, 29 und 30 der Fall.

Auch bei den mittleren Schwefelgehalten der 13 - in beiden Perioden untersuchten - identen Fichten kam es im Nadeljahrgang 1 generell zu einer Zunahme (siehe Tabelle 6). Besonders starke Zunahmen (mehr als 0,030% S) ergaben sich bei den im südlichen bzw. westlichen Teil des Kontrollnetzes liegenden Punkten 4, 8, 9 und 11. Im Nadeljahrgang 2 kam es außer an den Punkten 6 und 13 zu Zunahmen der mittleren Schwefelgehalte in der Untersuchungsperiode 1986-1990; eine starke Zunahme konnte hier beim Punkt 9 beobachtet werden (Tabelle 7).

Auch bei den Proben der 16 jährlich beernteten Pappeln war eine steigende Tendenz festzustellen (siehe Tabelle 8); hier kam es außer an den Punkten 19, 21, 23 und 24 zu Zunahmen der mittleren Schwefelgehalte. Starke Zunahmen (mehr als 0,100 % S) waren bei den Pappelpunkten 20 und 26 (zwischen Altenwörth und Tulln) zu verzeichnen.

#### 5.4 Diskussion der Ergebnisse unter Einbeziehung der Daten der BIN-Grundnetzuntersuchung und der Emissionswerte des Kraftwerkes

Die Entwicklung der Schwefelgehalte im Untersuchungsgebiet könnte zur Annahme führen, daß die Zunahme in der Untersuchungsperiode 1986-1990 nur auf die Inbetriebnahme des Kraftwerkes zurückzuführen ist. Bei der Interpretation der Zunahmen der mittleren Schwefelgehalte in den Jahren von 1986 bis 1990 im Vergleich zu den Vorjahren dürfen jedoch auch die unterschiedlichen Witterungsverläufe der einzelnen Jahre nicht außer acht gelassen werden. Diese können unter anderem die Immissionseinwirkung durch die Beeinflussung pflanzenphysiologischer Prozesse maßgeblich bestimmen.

Um diese relativ komplexen pflanzenphysiologischen Prozesse, die bei der Schwefelakkumulation eine Rolle spielen können, zu berücksichtigen, wurden als Vergleichswerte die Ergebnisse der Bioindikatornetzuntersuchung der Forstlichen Bundesversuchsanstalt [11] herangezogen; diese liegen für das Grundnetz für Niederösterreich und Wien ("BIN-Grundnetz") von 1983 bis 1990 vor. Unter der Annahme gleichbleibender Immissionsbelastung in den Untersuchungsjahren bei der "BIN-Grundnetzuntersuchung", wären die Schwankungen der Jahresmittel der Schwefelgehalte durch Einflüsse bedingt, die die Schwefelaufnahme der Bäume beeinflussen.

Die Mittelwerte des "BIN-Grundnetzes" der Jahre 1983 bis 1990 sind in Tabelle 9 angegeben. Bei der "BIN-Grundnetzuntersuchung" wurden Fichten und Kiefern als Indikatorbaumarten verwendet. Für die beiden Baumarten gelten die maximalen natürlichen Schwefelgehalte von 0,11 % Schwefel im Nadeljahrgang 1 und 0,14 % Schwefel im Nadeljahrgang 2. Ein Vergleich mit den Schwefelwerten der Proben des Kontrollnetzes ist daher nur mit den Werten der von 1981 - 1990 beernteten Fichten (n=13) möglich (Tabelle 10). Die Verläufe der mittleren Schwefelgehalte der Proben des "BIN-Grundnetzes" und jener des Kontrollnetzes Dürnröhr sind für beide Nadeljahrgänge in den Abbildungen 7 und 9 dargestellt.

Bei den mittleren Schwefelgehalten des Nadeljahrganges 1 und 2 der Proben des Kontrollnetzes Dürnröhr ist ein stetiger Anstieg der Immissionseinwirkung von 1983 bis 1987 zu beobachten: 1983 lagen die Werte beim "BIN-Grundnetz" über den Gehalten der Proben des Kontrollnetzes Dürnröhr; 1984 und 1985 lagen beide mittleren Gehalte auf ähnlichem Niveau. Das Auseinanderlaufen der beiden mittleren Schwefelgehalte der Proben des "BIN-Grundnetzes" und jener des Kontrollnetzes Dürnröhr vor allem 1986 und 1987 deutet auf zusätzliche Immissionen im Untersuchungsgebiet hin. Die Differenz zwischen den Ergebnissen der mittleren Schwefelgehalte des Nadeljahrganges 1 des Kontrollnetzes Dürnröhr und jenen der "BIN-Grundnetzuntersuchung" blieb ab 1988 konstant. Im mittleren Schwefelgehalt der Proben des Nadeljahrganges 2 war sogar eine Abnahme dieser Differenz von 1988-90 festzustellen.

Sowohl 1984 als auch 1986 waren beim "BIN- Grundnetz" Rückgänge in der  $\text{SO}_2$ -Immissionseinwirkung im Vergleich zu den Proben des Kontrollnetzes Dürnröhr feststellbar, was auf zusätzliche Immissionen in den Jahren 1984 und 1986 hinweist. Die Ursache für die 1984 zusätzlich aufgetretenen Immissionseinwirkungen muß in anderen Quellen als im Kraftwerk Dürnröhr gesucht werden, weil das Kraftwerk zu diesen Zeitpunkt noch nicht in Betrieb war. Auch für den 1986 eingetretenen deutlichen Anstieg des mittleren Schwefelgehaltes kann das Kraftwerk alleine nicht verantwortlich sein, denn während dieses Zeitraumes lagen die Emissionen des Kraftwerkes, vor allem in der Vegetationszeit, deutlich niedriger als in den Folgejahren (siehe Abbildung 8 und Abbildung 10).

Auch die Tatsache, daß bei den Fichtenproben fast alle Grenzwertüberschreitungen nur im Nadeljahrgang 1 aufgetreten sind, deutet auf eine Beteiligung anderer Emittenten hin, denn zumindest in den Jahren 1986-1989 kann der jeweilige Nadeljahrgang 1 aufgrund der Emissionsdaten nur geringen Immissionen aus dem Kraftwerk ausgesetzt gewesen sein.

Würde ein merklicher Kraftwerkseinfluß vorliegen, müßte dies vor allem bei den Proben der Entnahme 1990 erkennbar sein, weil in diesem Akkumulationszeitraum die mit Abstand höchsten Emissionen des Kraftwerkes erfolgt sind. Es konnten aber bei den Proben der Entnahme 1990 keine Steigerungen gegenüber den vorangegangenen Jahren festgestellt werden, und auch die Differenz zwischen dem Ergebnis der "BIN-Grundnetzuntersuchung" und dem Ergebnis des Kontrollnetzes blieb im Vergleich zu den Vorjahren (1988 und 1989) gleich bzw. wurde bei den Jahrgangsmittelwerten im Nadeljahrgang 2 sogar kleiner. Diese Verläufe der Jahrgangsmittelwerte und der Emissionsraten weisen ebenfalls darauf hin, daß der Anteil der Emission des Kraftwerkes an den Immissionseinwirkungen nicht sehr hoch sein dürfte.

Ein analoges Bild ergab sich bei den sechzehn jährlich beernteten Pappelproben (siehe Tabelle 11). Vergleicht man die Schwankungen der Jahrgangsmittelwerte (Abbildung 11) mit den Emissionsraten des Kraftwerkes (Abbildung 12) während des Akkumulationszeitraumes Mai bis August des Entnahmejahres, zeigt sich

Abbildung 7: Jahrgangsmittelwerte des Nadeljahrgang 1

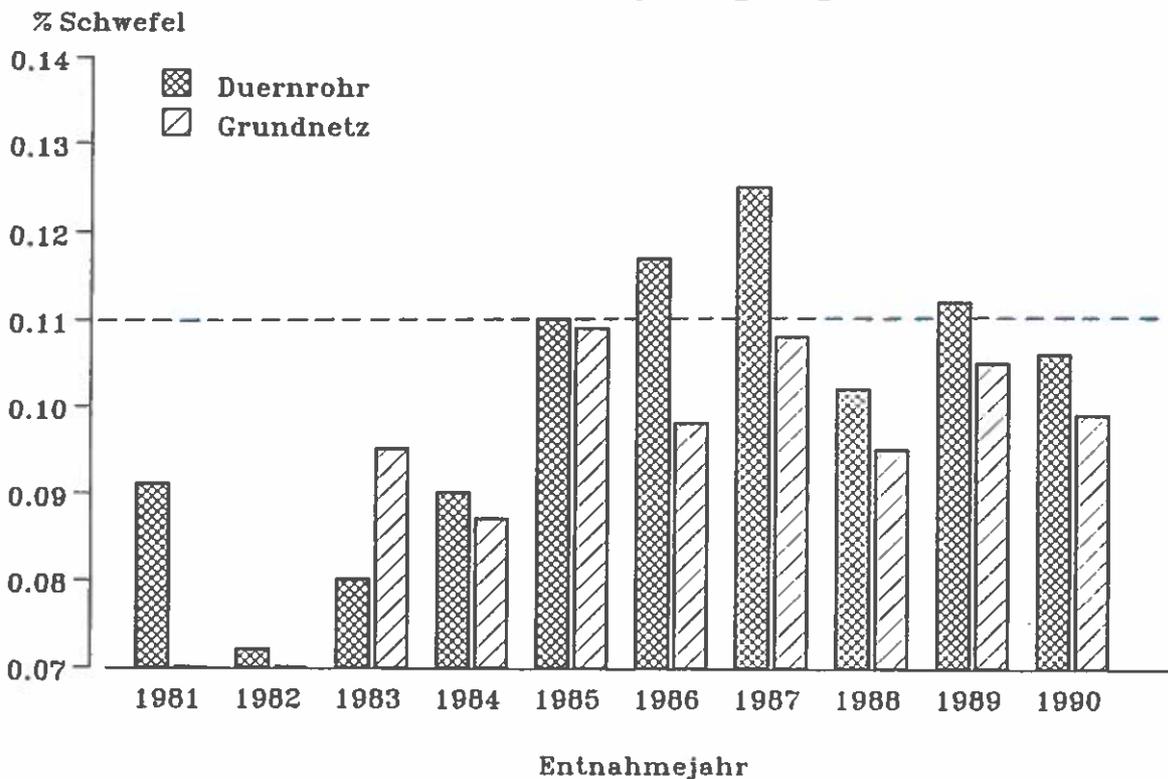


Abbildung 8: Emissionsraten des Kraftwerkes vom Aus-  
trieb (Mai) bis zur Entnahme (September)

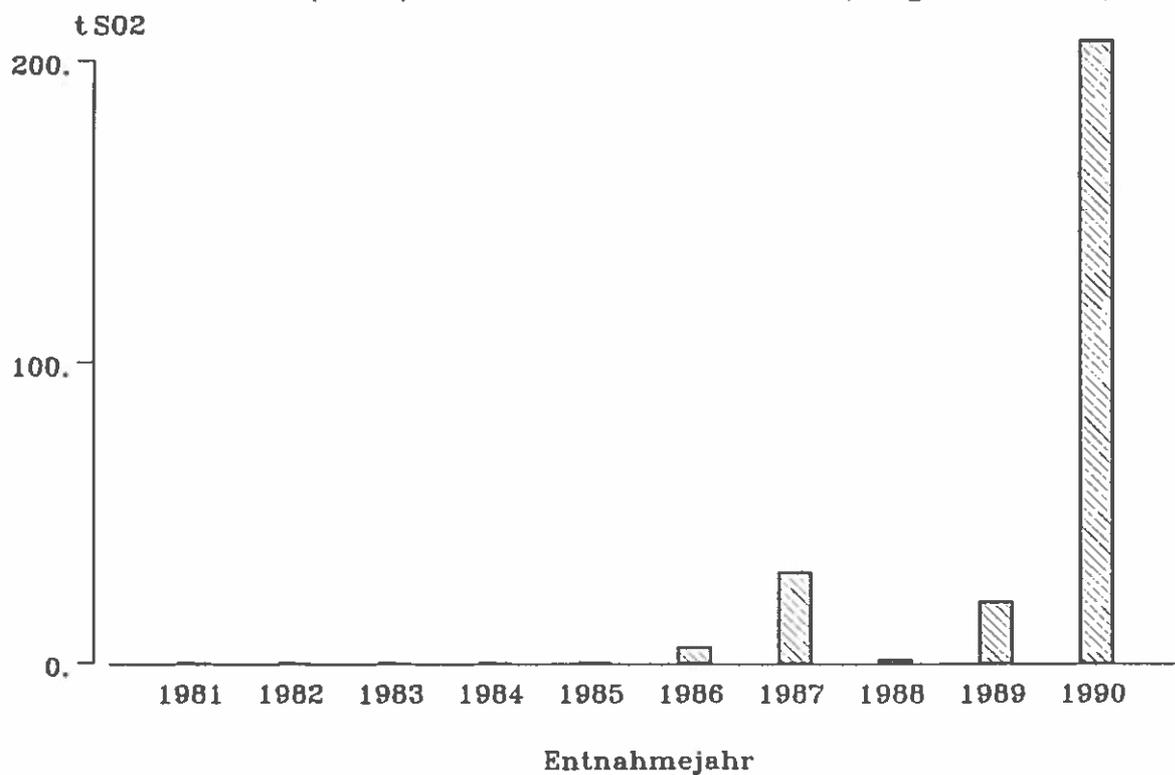


Abbildung 9: Jahrgangsmittelwerte des Nadeljahrgang 2

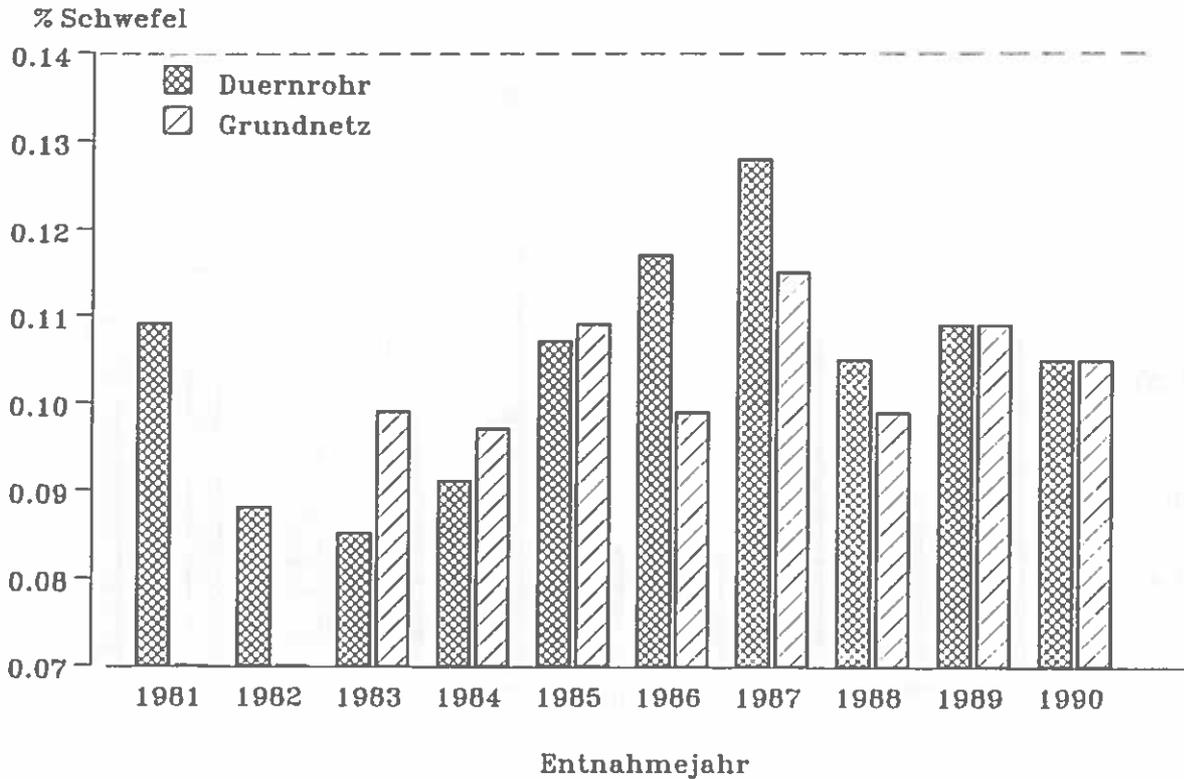


Abbildung 10: Emissionsraten des Kraftwerkes vom Aus-  
trieb (Mai des Vorjahres) bis zur  
Entnahme (September)

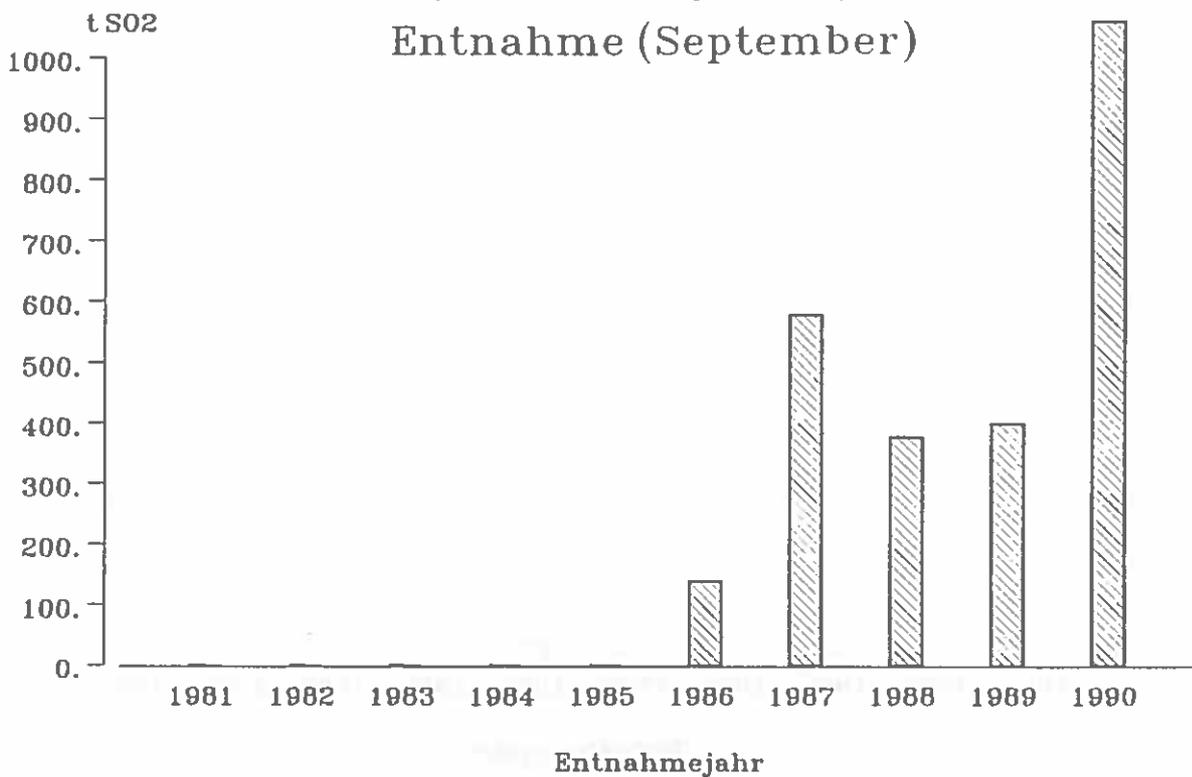


Abbildung 11: Jahrgangsmittelwerte der Pappelproben

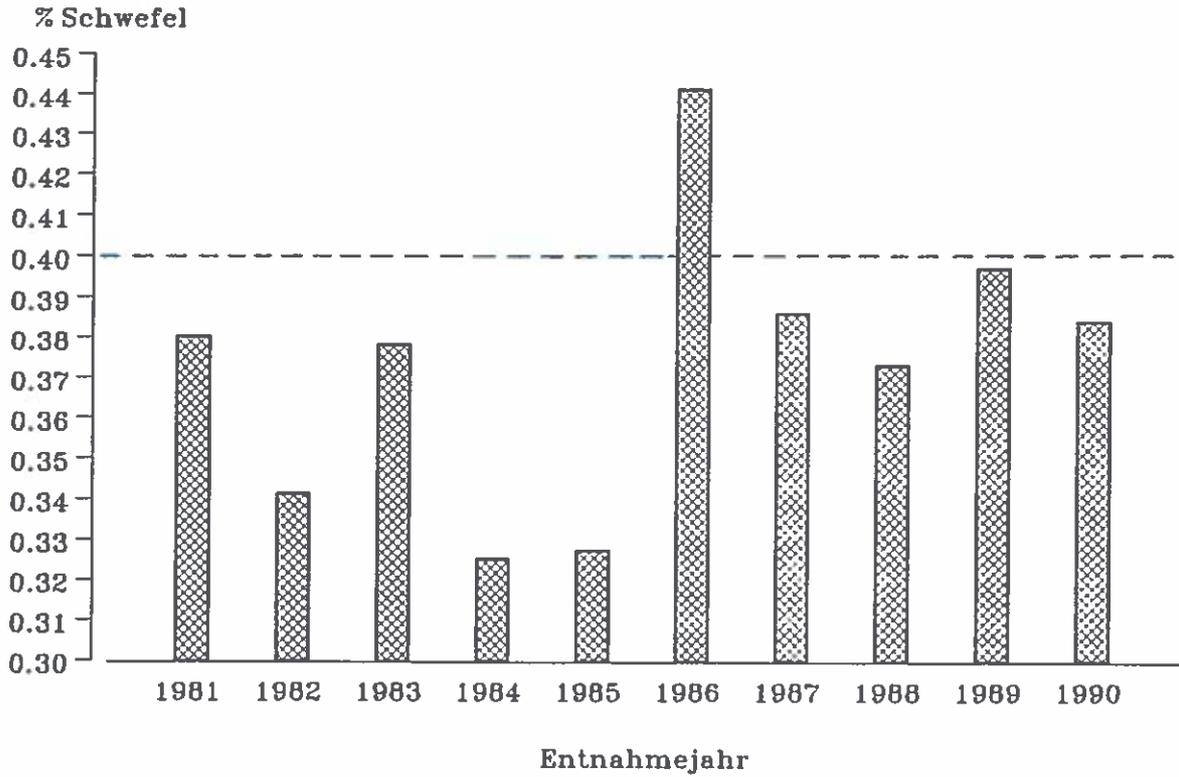
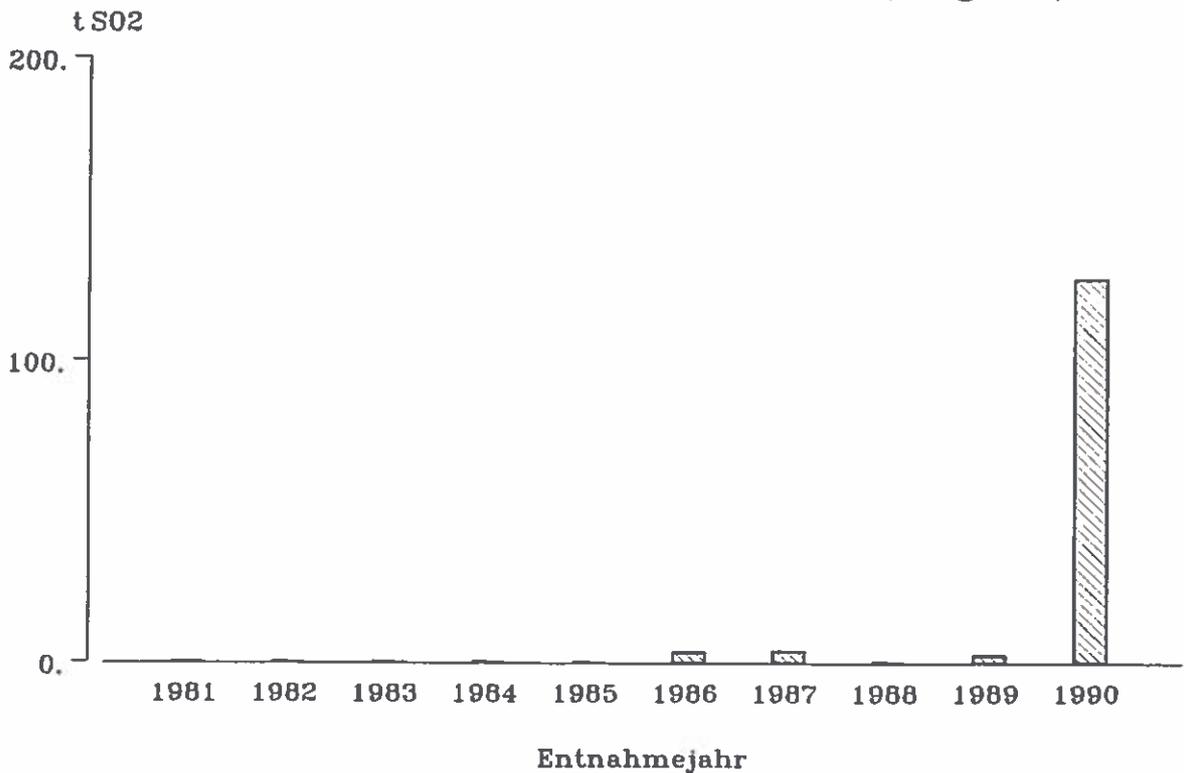


Abbildung 12: Emissionsraten des Kraftwerkes vom Aus-  
trieb (Mai) bis zur Entnahme (August)



auch hier kein Zusammenhang. Während die Jahrgangsmittelwerte der Pappelpunkte 1981, 1983 und 1987 bis 1990 annähernd auf dem gleichen Niveau waren, lagen die Ergebnisse der Jahre 1982, 1984 und 1985 deutlich niedriger; das Maximum konnte im Jahr 1986 festgestellt werden. Deutliche Kraftwerksemissionen waren während des Akkumulationszeitraumes dagegen nur 1990 vorhanden.

#### 5.5 "Erweiterung" des Untersuchungsgebietes durch die Einbeziehung der Punkte des verdichteten Bioindikatornetzes

In den Jahren 1981 bis 1985, also vor der Inbetriebnahme des Kraftwerkes konnten bereits Überschreitungen der maximalen Schwefelgehalte an den Fichtenpunkten 6, 10 und 11 im südwestlichen Teil des Kontrollnetzes festgestellt werden; diese Grenzwertüberschreitungen lassen Immissionen von Quellen südwestlich des Kontrollnetzes vermuten. Um diese Annahme zu verifizieren, wurden die Ergebnisse der Bioindikatornetzuntersuchung (Grundnetz- und Verdichtungspunkte) zur Erweiterung des Untersuchungsnetzes herangezogen [12], wofür die Werte der Jahre 1985 bis 1989 des verdichteten Bioindikatornetzes zur Verfügung standen. Die Lage der Probepunkte und die untersuchte Baumart sind im Anhang (Abbildung 13) dargestellt. Die im Anhang befindlichen Abbildungen 14, 16, 18, 20 und 22 zeigen die Punkte mit Grenzwertüberschreitungen im Nadeljahrgang 1 der Nadelproben bzw. jene der Laubproben; die Ergebnisse des Nadeljahrganges 2 sind in den Abbildungen 15, 17, 19, 21 und 23 wiedergegeben. Die Grenzwertüberschreitungen bei den Proben des Nadeljahrganges 1 im Jahr 1985 (Abbildung 14), also vor der Inbetriebsetzung des Kraftwerkes, erhärten die Annahme, daß zusätzliche Immissionen aus dem Großraum St. Pölten eine Ursache für die 1985 festgestellten Immissionseinwirkungen im Westen des Kontrollnetzes waren. Auch bei den einjährigen Proben des Entnahmehjahres 1986 (Abbildung 16) zeigt sich in dem Bereich zwischen St. Pölten und Traismauer eine Verschlechterung der Immissionssituation, obwohl die Kraftwerksemissionen in diesen Zeitraum - bedingt durch den Probetrieb - relativ gering waren (Abbildung 8). Es ist daher auch für die Folgejahre eine Beeinflussung der Punkte im Westen

des Kontrollnetzes durch Immissionen aus dem Großraum St. Pölten denkbar.

## 6 ZUSAMMENFASSUNG

Um Änderungen in der Schwefelimmissionseinwirkungen im forstlichen Bereich vor und nach der Inbetriebsetzung des Kraftwerkes Dürnrohr feststellen zu können, wurde 1981 im vermuteten Einflußbereich ein Untersuchungsnetz zu Bioindikation eingerichtet, aus dem jährlich Blatt- und Nadelproben entnommen und auf ihren Schwefelgehalt analysiert wurden. Beim Vergleich der Ergebnisse der beiden Untersuchungsperioden vor und nach der Inbetriebsetzung des Kraftwerkes konnte folgendes festgestellt werden:

Nach der Inbetriebsetzung (1986 bis 1990) wiesen deutlich mehr Punkte zumindest einmal Überschreitungen der maximalen natürlichen Schwefelgehalte auf (rund 69 %) als in der Untersuchungsperiode davor (rund 42 %). 1986 bis 1990 waren an fast allen Punkten die mittleren Schwefelgehalte höher als in den ersten fünf Jahren. Jedoch den alleinigen Verursacher für diese Zunahmen im Kraftwerk Dürnrohr zu finden, kann aber aus folgenden Gründen nicht bestätigt werden:

Beim Vergleich der mittleren Schwefelgehalte je Untersuchungs-jahr des "BIN-Grundnetz" mit jenen des Kontrollnetzes Dürnrohr fällt auf, daß vor allen 1984 und 1986 zusätzliche Immissionen im Untersuchungsgebiet auftraten. 1984 müssen andere Quellen als das Kraftwerk für diese Verschlechterung verantwortlich gewesen sein, weil das Kraftwerk 1984 noch nicht in Betrieb war, und auch für den 1986 eingetretenen deutlichen Anstieg des mittleren Schwefelgehaltes kann das Kraftwerk zumindest nicht alleine verantwortlich gewesen sein, denn während dieses Zeitraumes lagen die Emissionen des Kraftwerkes, vor allem in der Vegetationszeit, deutlich niedriger als in den Folgejahren. Dies und die Tatsache, daß bereits vor der Inbetriebsetzung des Kraftwerkes Grenzwertüberschreitungen bei den Fichtenproben im südwestlichen Teil des Kontrollnetzes aufgetreten sind, lassen Immissionen aus dem Großraum St. Pölten vermuten. Erhärtet wird diese

Vermutung durch die Tatsache, daß Proben des verdichteten Bioindikatorsnetzes aus dem Bezirk St. Pölten bereits 1985, also vor der Inbetriebnahme, Grenzwertüberschreitungen aufgewiesen haben. Es muß daher auch mit zusätzlichen Immissionseinwirkungen in den folgenden Jahren im südwestlichen Teil des Kontrollnetzes gerechnet werden.

Beim Vorliegen eines deutlichen Kraftwerkseinflusses müßte sich dies in den Schwefelgehalten der Proben der Entnahme 1990 widerspiegeln, weil während des möglichen Akkumulationszeitraumes die mit Abstand höchsten Emissionen des Kraftwerkes erfolgt sind. Es konnten aber bei den Proben der Entnahme 1990 keine Steigerungen festgestellt werden, was ebenfalls darauf hinweist, daß der vom Kraftwerk verursachte Anteil an den Immissionseinwirkungen nicht sehr hoch sein dürfte.

## 7 AUSBLICK

Sowohl die Kraftwerksbetreiber als auch die Landesforstdirektion und die Forstliche Bundesversuchsanstalt haben ihr Interesse an einer Fortführung der Untersuchungen bekundet. Es wurde deshalb vereinbart, eine Weiterführung der forstlichen Untersuchungen in modifizierter Form vorzunehmen.

Dies erscheint aus zwei aktuellen Anlässen unbedingt notwendig: Die derzeit diskutierte Ersatzstromlieferung an die CSFR, die als Überbrückung von Engpässen der Stromversorgung nach der Stilllegung von veralteten Atomkraftwerken gedacht sind, müßten zumindest teilweise in kalorischen Kraftwerken Österreichs gewonnen werden. Es ist aber auch jederzeit möglich, daß (wie im Sommer 1990) das Kraftwerk Dürnrohr wegen eines Niedrigwasserstandes der Donau in Betrieb gehen muß. Gerade in solchen Perioden, in denen der Kraftwerkseinsatz erhöht wird oder verstärkt während der Vegetationszeit erfolgen muß, ist es günstig, auf kontinuierlich durchgeführte Untersuchungen zurückgreifen zu können, um eventuelle Änderungen in der Immissionssituation feststellen und leichter interpretieren zu können.

Da der Großteil der Emissionen des Kraftwerkes außerhalb des

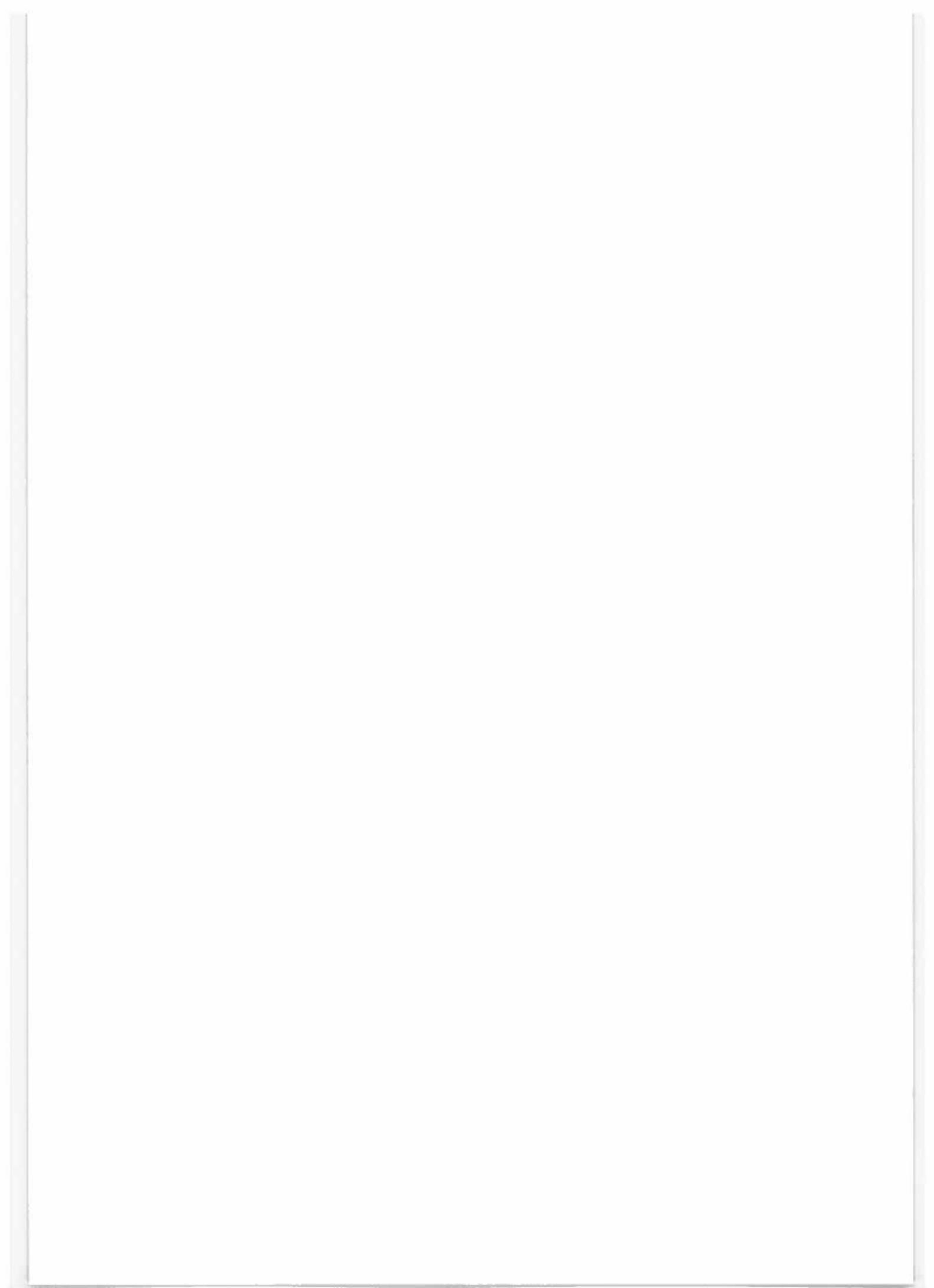
Zeitraumes Mai bis August erfolgt, soll ab 1991 die Beerntung der Pappeln eingestellt werden. Dafür wurden bereits ab 1990 an den Fichtenstandorten 1-6, 8, 10-15, und 33 Doppelbaumbeerntungen (gemäß dem Durchführungserlaß zur zweiten Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen) vorgenommen, um die Einflüsse, die durch die individuellen Schwankungen im Schwefelgehalt der Einzelbäume entstehen können, zu verringern. Am Tulbinger Kogel wurde das Höhenprofil durch die Punkte 36 und 37 verdichtet. Der Punkt 9 wird mangels eines brauchbaren zweiten Probenahmebaumes ab 1991 ersatzlos gestrichen. Die Punkte 7, 34 und 35 werden durch die in unmittelbarer Nähe gelegenen Punkte des Bioindikatornetzes ersetzt.

Durch diese Modifikation des Untersuchungsnetzes ab 1991 sollen einerseits die Kosten der Untersuchung minimiert werden, andererseits aber durch die Doppelbaumprobenahme die Qualität und Aussagekraft der Ergebnisse verbessert werden, um weiterhin eine optimale Überwachung für den forstlichen Bereich zu gewährleisten.

## 8 LITERATUR

1. HAUNOLD E., et al. 1991. Umgebungsüberwachung Dürnrohr / Bericht über die Untersuchungstätigkeit im Jahre 1990 und Jahresvergleich 1983-1990 - Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf - im Druck.
2. DAXBÖCK W., FÜRST A., HAUNOLD E., KARGER H. 1990. Die Umgebungsüberwachung des Kraftwerkes Dürnrohr - Umfang und Ergebnisse - EVN und Verbundkraft, 12 S.
3. Verbundkraft und EVN stellen vor: Dürnrohr ein Kohlekraftwerk der Zukunft, 1989.
4. Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Abt.R/1 Umweltschutz, 1985. Emissionskataster Niederösterreich / Neuerstellung - 76 S.

5. PILLMANN W., SPRINZL G. 1986. Transmission und Immissionsverteilungen Dürnrohr 1985/86. Österreichisches Bundesinstitut für Gesundheitswesen - Bericht im Auftrag der Verbundkraft Elektrizitätswerke GmbH und der NEWAG/NIOGAS AG, 26 S.
6. Zweite Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen BGBl 199. 89 Stück/1984.
7. RABER H., LIKUSSAR W., GRILL D. 1976. Eine spektralphotometrische Schnellmethode zur Bestimmung von Schwefel in Pflanzenmaterial - Int. J. Environ. Anal. Chem. 4: 251-255.
8. FÜRST A. 1987. Schwefelbestimmung in Fichtennadelproben - ein Methodenvergleich - Fresenius Z. Anal. Chem. 328: 89-92.
9. MAIER E.A., MUNTAU H., GRIEPINK B. 1989. Certified reference materials - beech leaves and spruce needles - for the quality control in monitoring damage in forests by acid deposition - Fresenius Z. Anal. Chem. 335: 833-838.
10. STEFAN K. 1982. Feststellung von Immissionseinwirkungen im OÖ. Zentralraum mit Hilfe von Nadel- und Blattanalysen - in: Der Wald als Weiser für die Luftgüte - eine Studie über Immissionen im OÖ Zentralraum - Amt der OÖ Landesregierung, Forsttechnischer Dienst: 17-20.
11. STEFAN K. 1991. Grundnetz des österreichischen Bioindikatornetzes - Ergebnisse der Schwefelanalysen der Probenahme 1990 und Vergleich der Resultate der von 1983 bis 1990 bearbeiteten Grundnetzpunkte. Forstliche Bundesversuchsanstalt - Interner Bericht BIN-S63/1991.
12. STEFAN K. 1990. Vergleich der Schwefelanalysendaten des österreichischen Bioindikatornetzes im Jahre 1989 mit den Ergebnissen vorangegangener Jahre. Forstliche Bundesversuchsanstalt - Interner Bericht BIN-S62/1990.



# ANHANG

**Tabelle 1:**

**Betriebsdaten des Kraftwerkes Dürnrohr**

	Block 1 Verbund	Block 2 EVN
Elektrische Engpaßleistung	405 MW	352 MW
<b>Brennstoffe:</b>		
Gas oder Steinkohle	für jeweils 100% der Leistung	
max. Kohleverbrauch	ca. 140 t/h	ca. 120 t/h
Schwefelgehalt	ca. 0,6-0,8 %S	
<b>Rauchgas- entschwefelung:</b>		
Rauchgasmenge (m <sup>3</sup> /h i.N.)	1,21.10 <sup>6</sup>	1,038.10 <sup>6</sup>
maximale SO <sub>2</sub> - Konzentration vor der Entschwefelung	2300 mg/m <sup>3</sup> i.N.	
Entschwefelungsgrad (Behördenvorsreibung)	90%	
maximale SO <sub>2</sub> - Konzentration nach der Entschwefelung (Behördenvorsreibung)	400 mg/m <sup>3</sup> i.N.	
Schornsteinhöhe:	210 m	

**Tabelle 2:**

SO<sub>2</sub>-Emissionsraten (t SO<sub>2</sub>/Jahr) laut Emissionskataster Nieder-  
österreich 1985 je 10x10 km Rasterfeld

Rasterfeld	Bezeichnung	Gesamtemission t/a
70/35	St.Pölten	1190,7
71/35	Herzogenburg	111,3
70/37	Krems	286,9
71/37	Theiß	2605,9
73/36	Tulln	295,2
75/37	Stockerau	128,7
75/36	Klosterneuburg	225,9
76/36	Korneuburg	626,6



Tabelle 3 (Fortsetzung):

Gesamtschwefelgehalte des Nadeljahrganges 1 der Fichtenproben  
des Kontrollnetzes Dürnrohr in den Jahren 1981 - 1990

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
11	0,082	0,073	0,073	0,086	0,118	0,128	0,122	0,115	0,119	0,108
11/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,113
12	0,086	0,067	0,074	0,070	0,098	0,112	0,113	0,099	0,100	0,094
12/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,103
13	0,129	0,111	0,096	0,112	0,135	0,116	0,129	0,104	0,129	0,116
13/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,108
14	0,090	0,073	0,065	0,083	0,100	0,102	0,106	0,089	0,106	0,089
14/1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,128	0,122
15	0,076	0,064	0,070	0,081	0,102	0,099	0,133	0,083	0,080	0,078
15/1	-	-	-	-	-	0,111	0,103	0,098	0,102	0,107
33	-	-	-	-	-	0,097	0,107	0,079	0,088	0,073
33/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,108
34	-	-	-	-	-	0,102	0,099	0,078	0,087	0,108
35	-	-	-	-	-	0,093	0,086	0,086	0,099	0,083
36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,114
36/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,118
37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,097
37/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,111



Tabelle 4 (Fortsetzung):

Gesamtschwefelgehalte des Nadeljahrganges 2 der Fichtenproben  
des Kontrollnetzes Dürrohr in den Jahren 1981 - 1990

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
11	0,097	0,105	0,088	0,083	0,103	0,125	0,123	0,113	0,118	0,114
11/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,105
12	0,102	0,069	0,069	0,089	0,091	0,101	0,112	0,095	0,095	0,095
12/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,102
13	0,148	0,138	0,124	0,131	0,154	0,115	0,146	0,121	0,129	0,116
13/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,104
14	0,113	0,084	0,083	0,097	0,101	0,118	0,114	0,096	0,095	0,086
14/1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,137	0,120
15	0,103	0,082	0,091	0,090	0,112	0,106	0,142	0,098	0,088	0,089
15/1	-	-	-	-	-	0,112	0,116	0,108	0,115	0,108
33	-	-	-	-	-	0,095	0,096	0,077	0,096	0,074
33/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,099
34	-	-	-	-	-	0,100	0,123	0,085	0,088	0,093
35	-	-	-	-	-	0,089	0,093	0,092	0,097	0,088
36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,106
36/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,112
37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,096
37/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,104

Tabelle 5:

Gesamtschwefelgehalte der Pappelpollen des Kontrollnetzes Dürnrohr  
in den Jahren 1981 - 1990

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
16	0,209	0,400	0,331	0,335	0,371	0,484	0,367	0,338	0,401	0,363
17	0,482	0,401	0,470	0,468	0,482	0,523	0,558	0,415	0,598	0,497
18	0,191	0,137	0,140	0,157	0,161	0,249	0,207	0,165	0,175	0,230
19	0,535	0,470	0,565	0,340	0,392	0,576	0,475	0,440	0,454	0,344
20	0,610	0,493	0,553	0,307	0,390	0,538	0,506	0,761	0,593	0,741
21	0,538	0,488	0,627	0,422	0,371	0,451	0,458	0,480	0,400	0,477
22	0,309	0,250	0,289	0,395	0,291	0,398	0,339	0,351	0,315	0,329
23	0,348	0,276	0,253	0,282	0,304	0,280	0,303	0,300	0,291	0,241
24	0,397	0,295	0,513	0,417	0,361	0,456	0,428	0,332	0,348	0,299
25	0,612	0,475	0,696	0,530	0,769	0,966	0,836	0,804	0,820	-
25/1	-	-	-	-	-	-	-	0,278	0,232	-
26	0,300	0,297	0,247	0,165	0,288	0,436	0,385	0,323	0,468	0,431
27	0,280	0,225	0,237	0,198	0,270	0,366	0,240	0,232	0,211	0,256
28	0,287	0,338	0,352	0,344	0,288	0,367	0,355	0,298	0,359	0,338
29	0,329	0,345	0,290	0,311	0,252	0,429	0,325	0,321	0,464	0,356
30	0,328	0,296	0,313	0,283	0,242	0,406	0,328	0,300	0,325	0,313
31	0,476	0,399	0,522	0,517	0,374	0,599	0,499	0,511	0,556	0,489
32	0,456	0,353	0,339	0,253	0,398	0,490	0,402	0,398	0,397	0,447
32/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,388

Tabelle 6:

Mittelwerte der Schwefelgehalte (%S) des Nadeljahrganges 1 der 13 jedes Jahr untersuchten Fichten vor und nach Inbetriebsetzung des Kraftwerkes

Probepunkt	$\bar{x}$ 81-85	$\bar{x}$ 86-90	Differenz
1	0,077	0,100	+ 0,023
2	0,125	0,138	+ 0,013
3	0,072	0,102	+ 0,030
4	0,084	0,115	+ 0,031
6	0,091	0,115	+ 0,024
8	0,077	0,113	+ 0,036
9	0,089	0,121	+ 0,032
10	0,097	0,120	+ 0,023
11	0,086	0,118	+ 0,032
12	0,079	0,104	+ 0,025
13	0,117	0,119	+ 0,002
14	0,082	0,098	+ 0,016
15	0,079	0,095	+ 0,016

Tabelle 7:

Mittelwerte der Schwefelgehalte (%S) des Nadeljahrganges 2 der 13 jedes Jahr untersuchten Fichten vor und nach Inbetriebsetzung des Kraftwerkes

Probepunkt	$\bar{x}$ 81-85	$\bar{x}$ 86-90	Differenz
1	0,073	0,097	+ 0,024
2	0,139	0,156	+ 0,017
3	0,071	0,098	+ 0,027
4	0,078	0,106	+ 0,028
6	0,110	0,108	- 0,002
8	0,082	0,109	+ 0,027
9	0,084	0,120	+ 0,036
10	0,101	0,124	+ 0,023
11	0,095	0,119	+ 0,024
12	0,084	0,100	+ 0,016
13	0,139	0,125	- 0,014
14	0,096	0,102	+ 0,006
15	0,096	0,105	+ 0,009

Tabelle 8:

Mittelwerte der Schwefelgehalte (%S) der 16 jedes Jahr untersuchten Pappeln vor und nach Inbetriebsetzung des Kraftwerkes

Probepunkt	$\bar{x}$ 81-85	$\bar{x}$ 86-90	Differenz
16	0,329	0,391	+ 0,062
17	0,461	0,518	+ 0,057
18	0,157	0,205	+ 0,048
19	0,460	0,458	- 0,002
20	0,471	0,628	+ 0,157
21	0,489	0,453	- 0,036
22	0,307	0,346	+ 0,039
23	0,293	0,283	- 0,010
24	0,397	0,373	- 0,024
26	0,259	0,409	+ 0,150
27	0,242	0,261	+ 0,019
28	0,322	0,343	+ 0,021
29	0,305	0,379	+ 0,074
30	0,292	0,334	+ 0,042
31	0,458	0,531	+ 0,073
32	0,360	0,427	+ 0,067

Tabelle 9:

Jahrgangsmittelwerte der von 1983 bis 1990 bearbeiteten Nadelproben (n=76) des Bioindikatornetzes (Grundnetz Niederösterreich und Wien)

Entnahmejahr	%S im Nadeljahrgang	
	1 (Minima-Maxima)	2 (Minima-Maxima)
1983	0,095 (0,065-0,142)	0,099 (0,064-0,149)
1984	0,087 (0,056-0,130)	0,097 (0,067-0,165)
1985	0,109 (0,080-0,149)	0,109 (0,075-0,182)
1986	0,098 (0,066-0,140)	0,099 (0,067-0,166)
1987	0,108 (0,075-0,167)	0,115 (0,076-0,221)
1988	0,095 (0,068-0,137)	0,099 (0,066-0,168)
1989	0,105 (0,078-0,159)	0,109 (0,075-0,184)
1990	0,099 (0,074-0,149)	0,105 (0,077-0,192)

**Tabelle 10:**

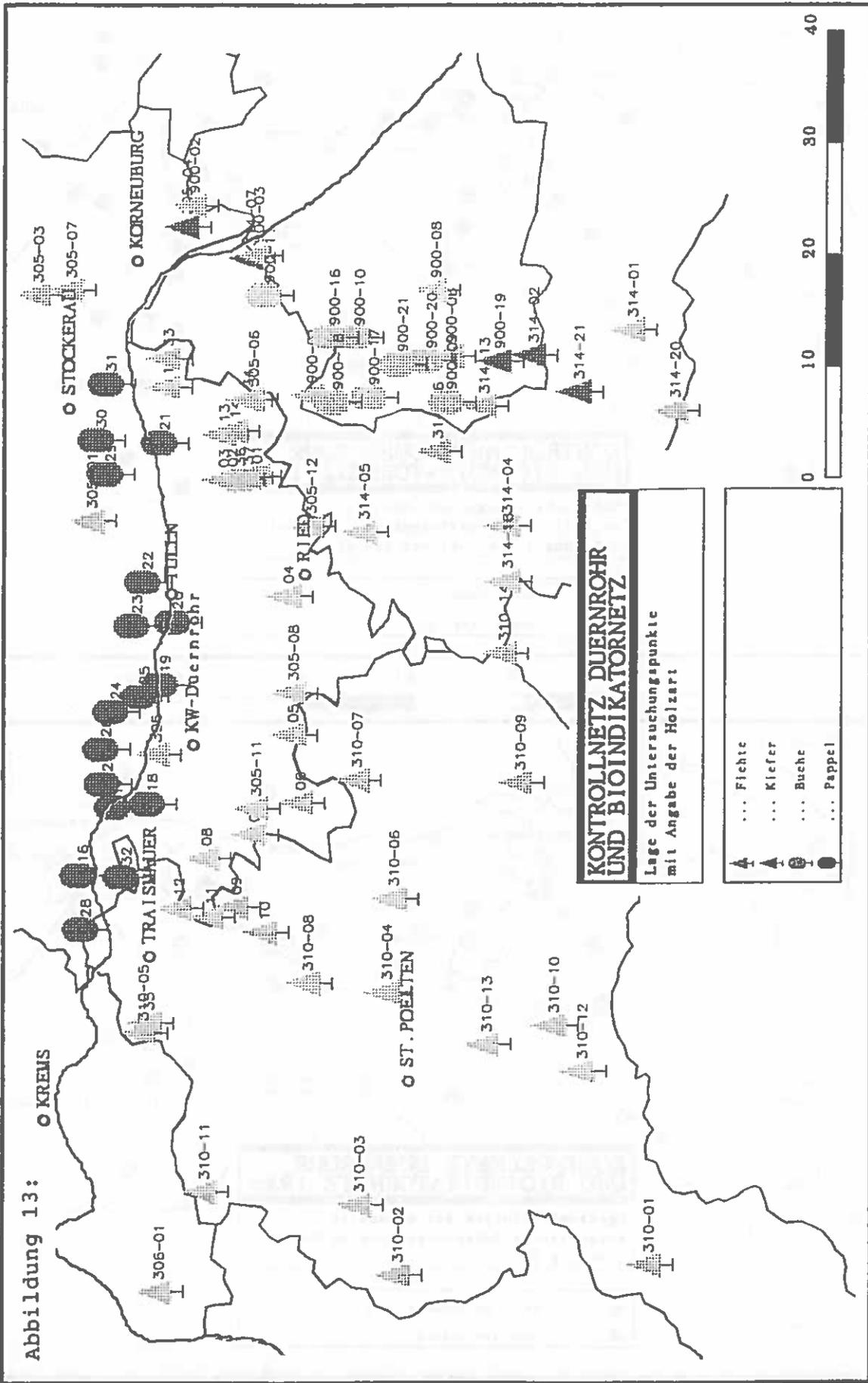
Jahrgangsmittelwerte der von 1981 bis 1990 bearbeiteten Nadelproben (n=13) des Kontrollnetzes Dürnrohr

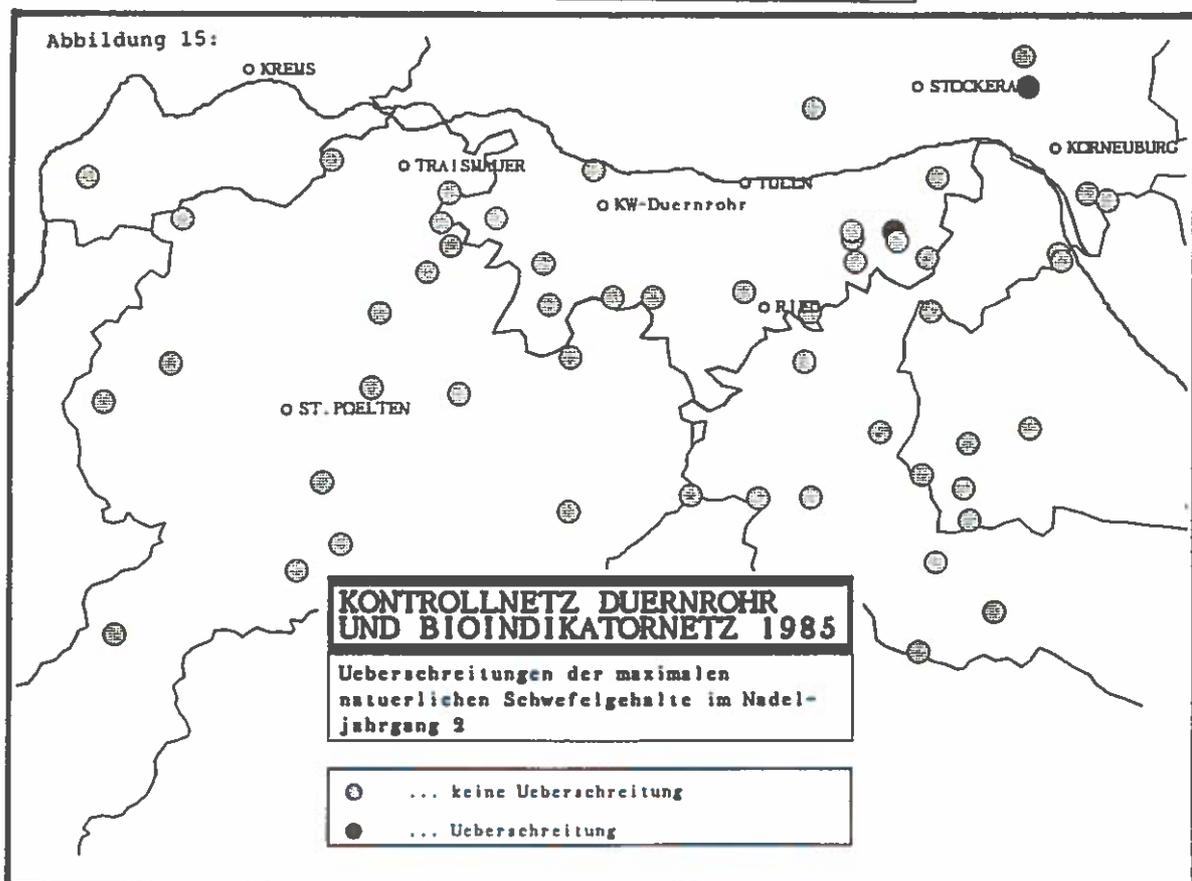
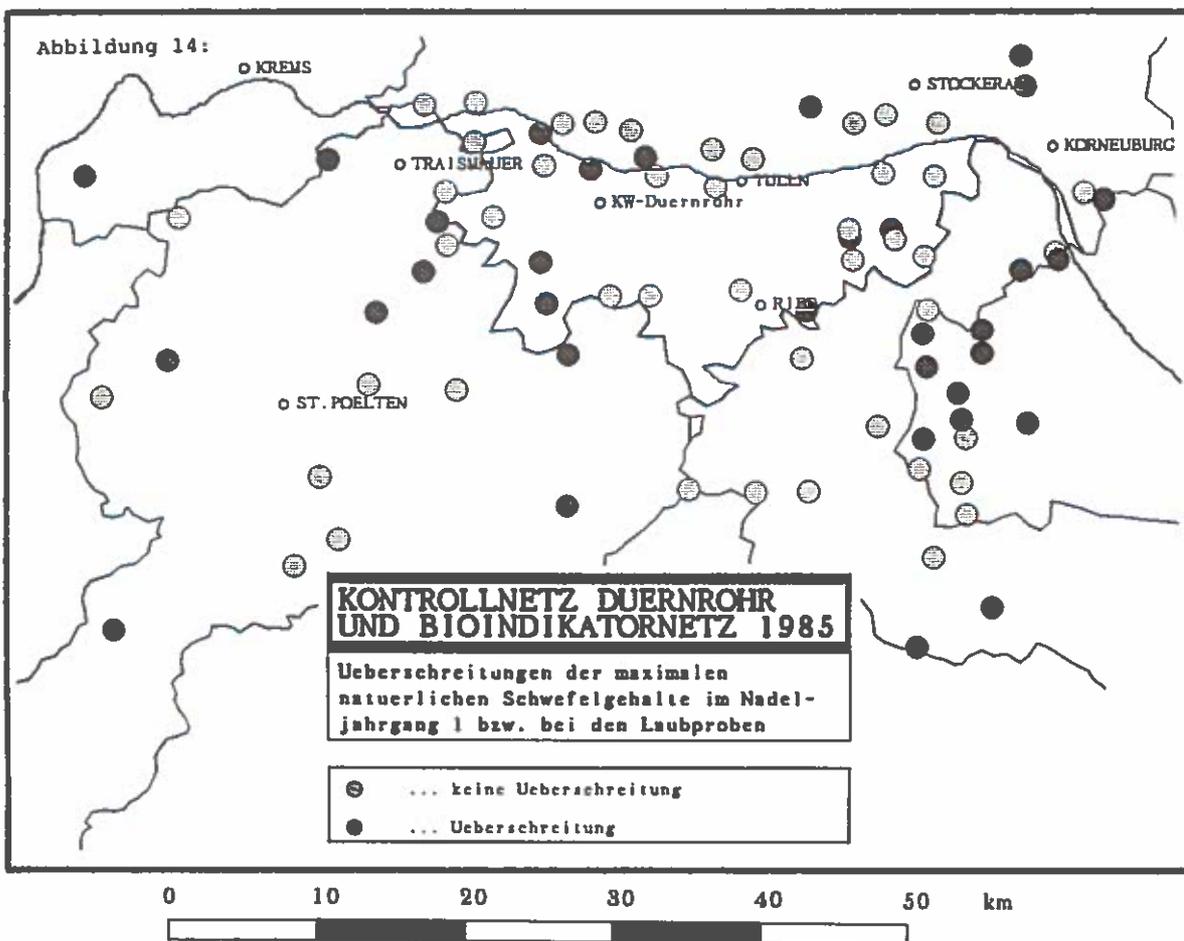
Entnahmejahr	%S im Nadeljahrgang	
	1 (Minima-Maxima)	2 (Minima-Maxima)
1981	0,091 (0,066-0,129)	0,109 (0,071-0,163)
1982	0,072 (0,046-0,119)	0,088 (0,051-0,138)
1983	0,080 (0,065-0,107)	0,085 (0,068-0,124)
1984	0,090 (0,070-0,127)	0,091 (0,070-0,131)
1985	0,110 (0,094-0,145)	0,107 (0,088-0,154)
1986	0,117 (0,099-0,147)	0,117 (0,098-0,184)
1987	0,125 (0,102-0,153)	0,128 (0,099-0,174)
1988	0,102 (0,083-0,121)	0,105 (0,088-0,134)
1989	0,112 (0,080-0,137)	0,109 (0,088-0,144)
1990	0,106 (0,073-0,135)	0,105 (0,086-0,142)

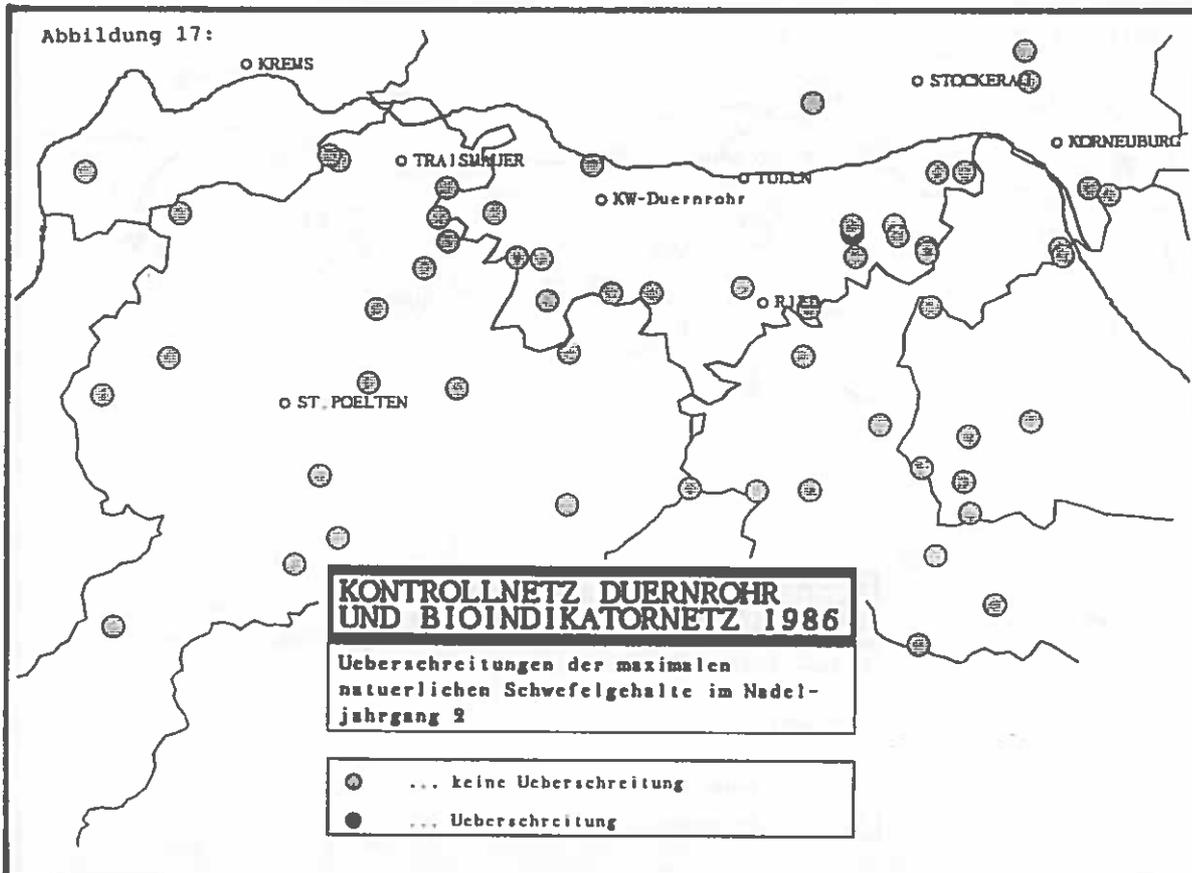
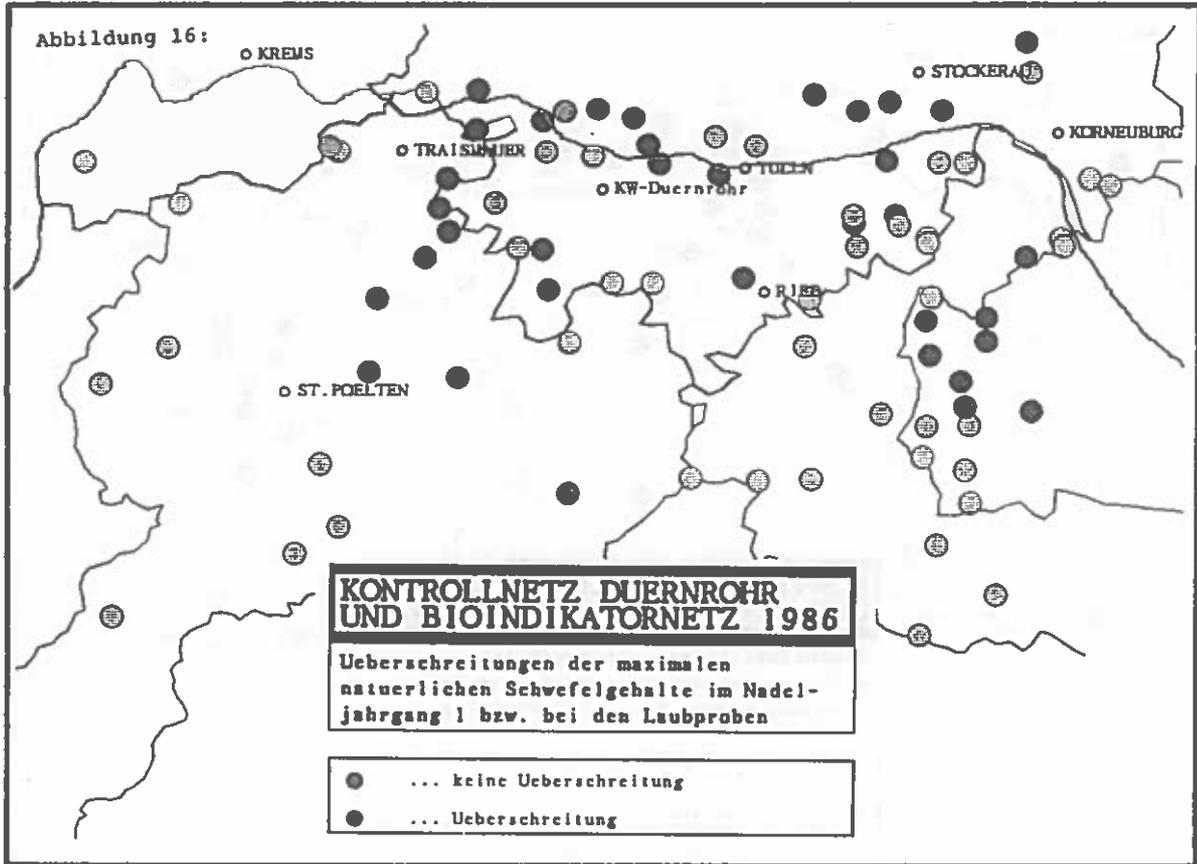
**Tabelle 11:**

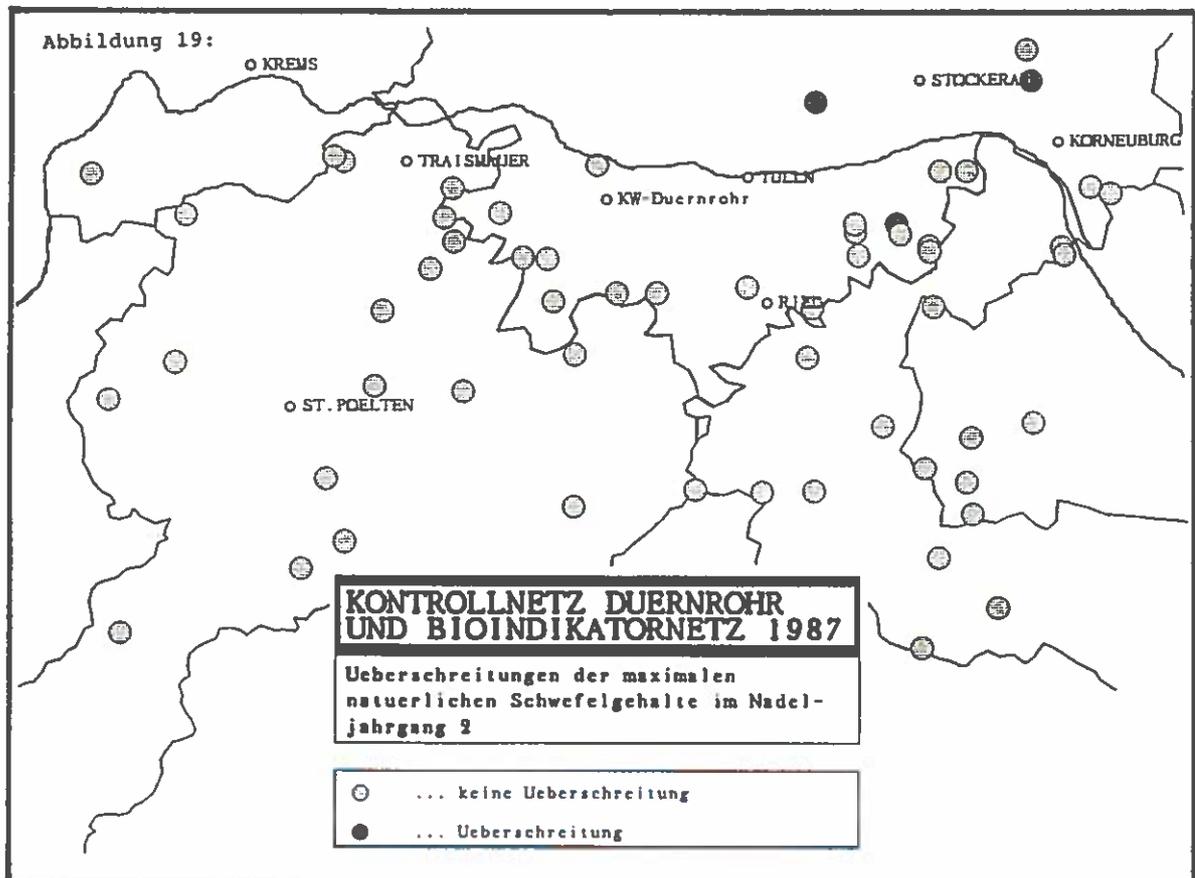
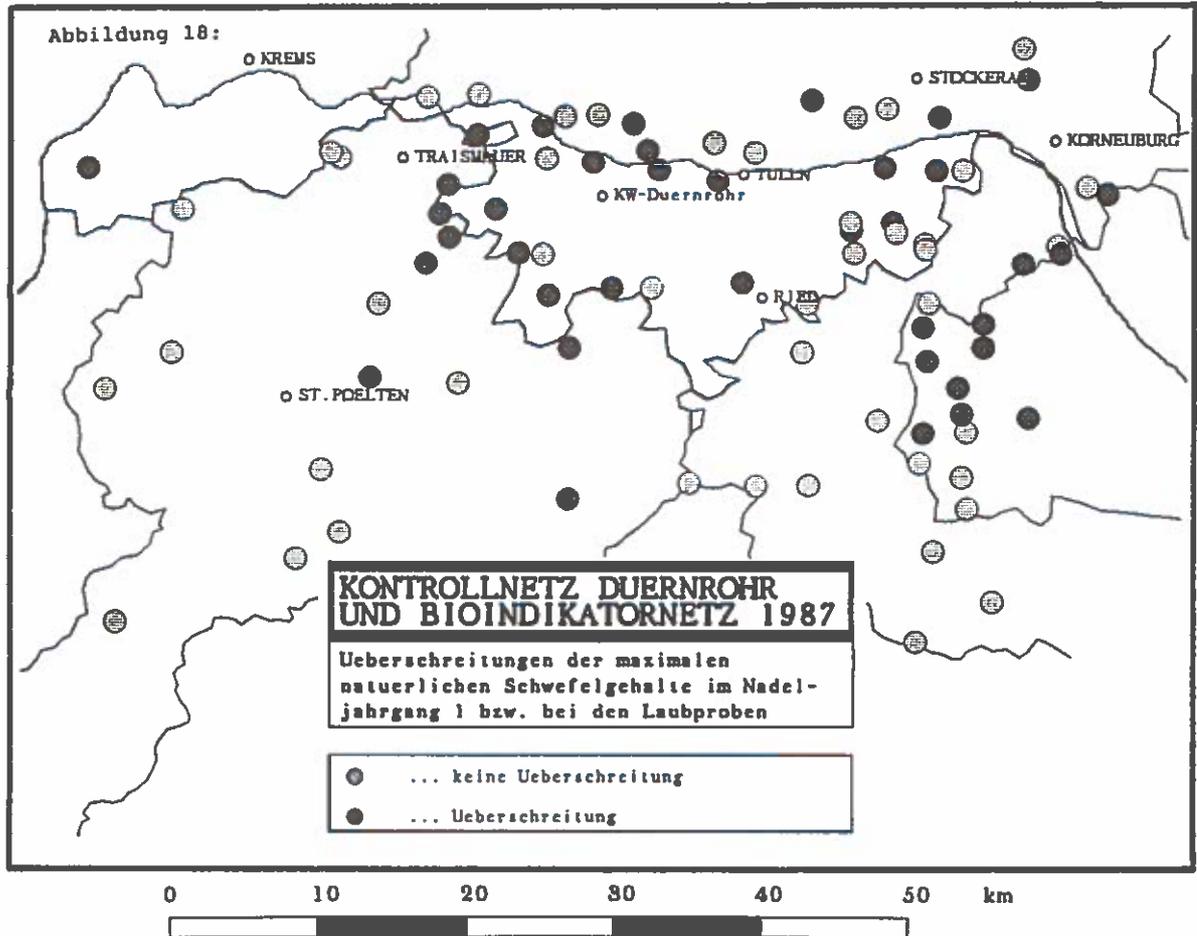
Jahrgangsmittelwerte der von 1981 bis 1990 bearbeiteten Pappelproben (n=16) des Kontrollnetzes Dürnrohr

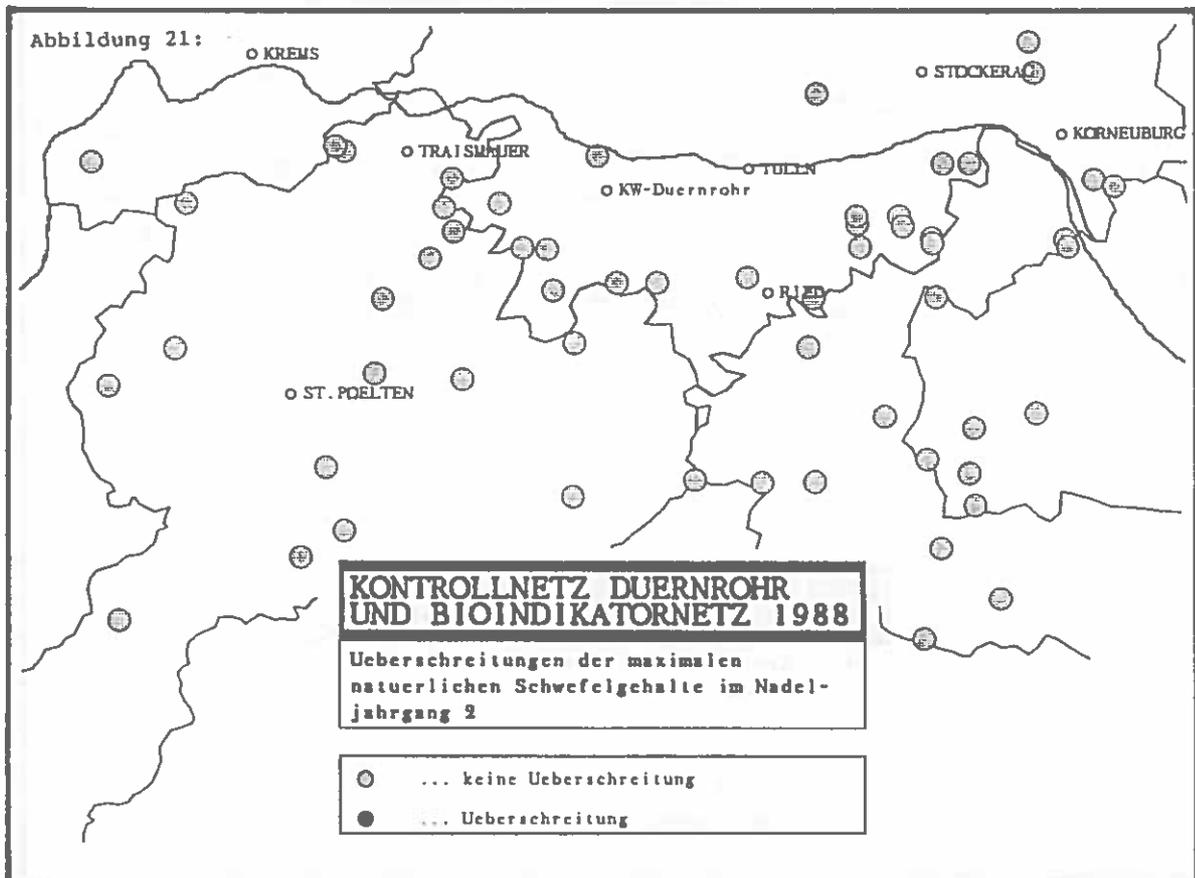
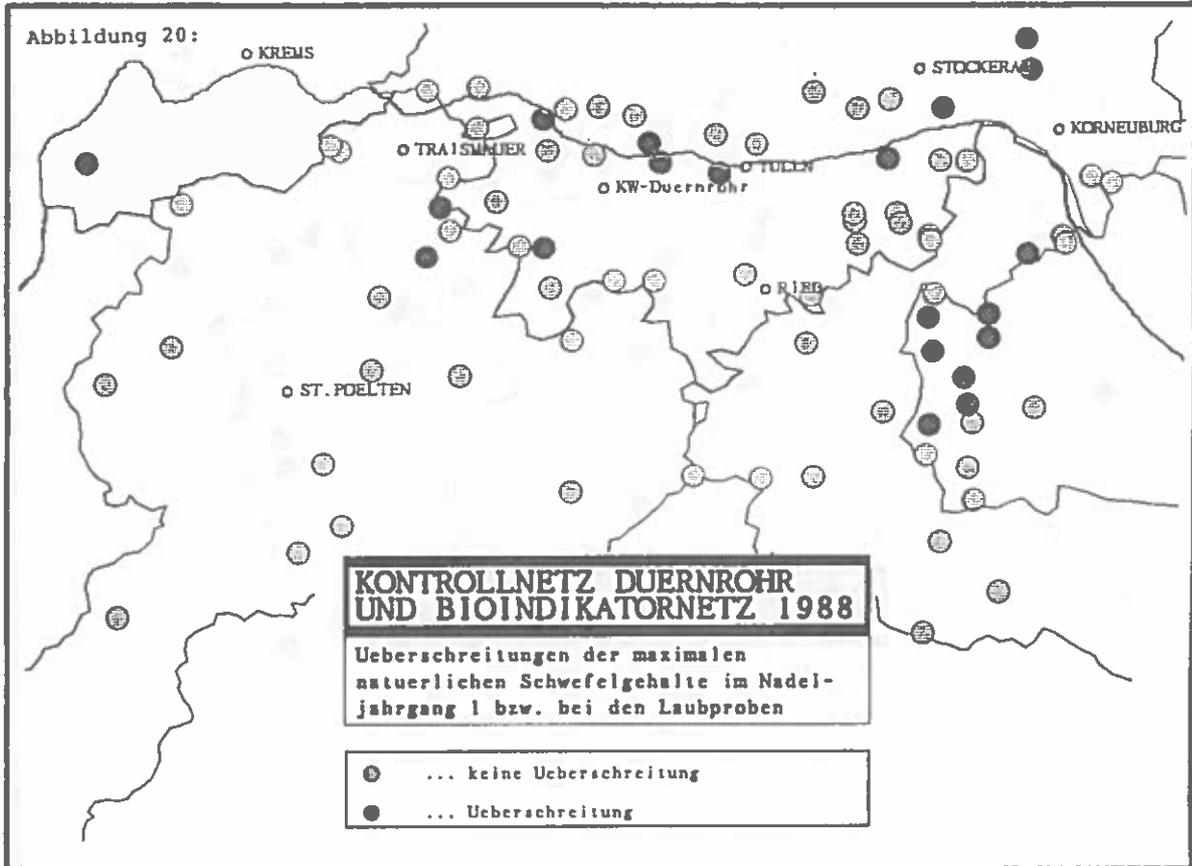
Entnahmejahr	%S (Minima-Maxima)
1981	0,380 (0,191-0,610)
1982	0,341 (0,137-0,493)
1983	0,378 (0,140-0,627)
1984	0,325 (0,157-0,517)
1985	0,327 (0,161-0,482)
1986	0,441 (0,249-0,599)
1987	0,386 (0,207-0,558)
1988	0,373 (0,165-0,761)
1989	0,397 (0,175-0,598)
1990	0,384 (0,230-0,741)

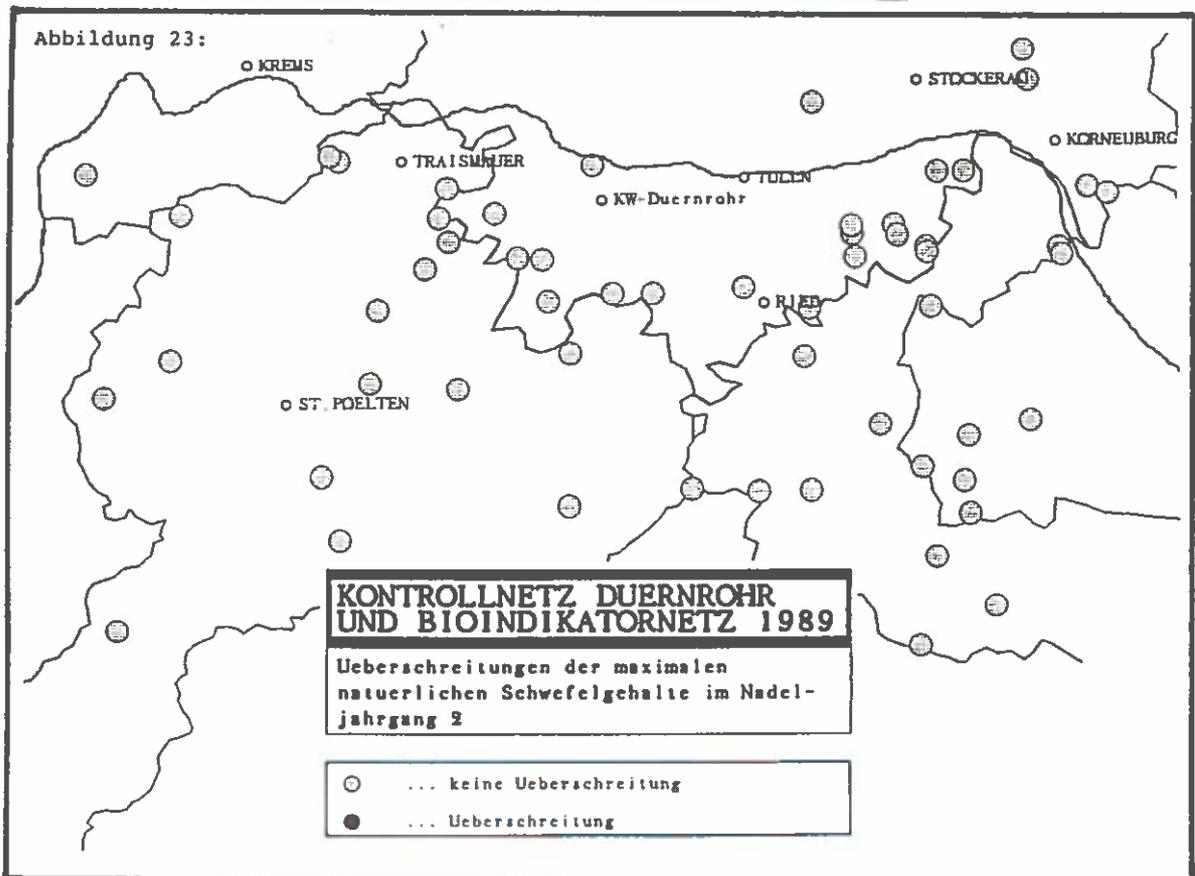
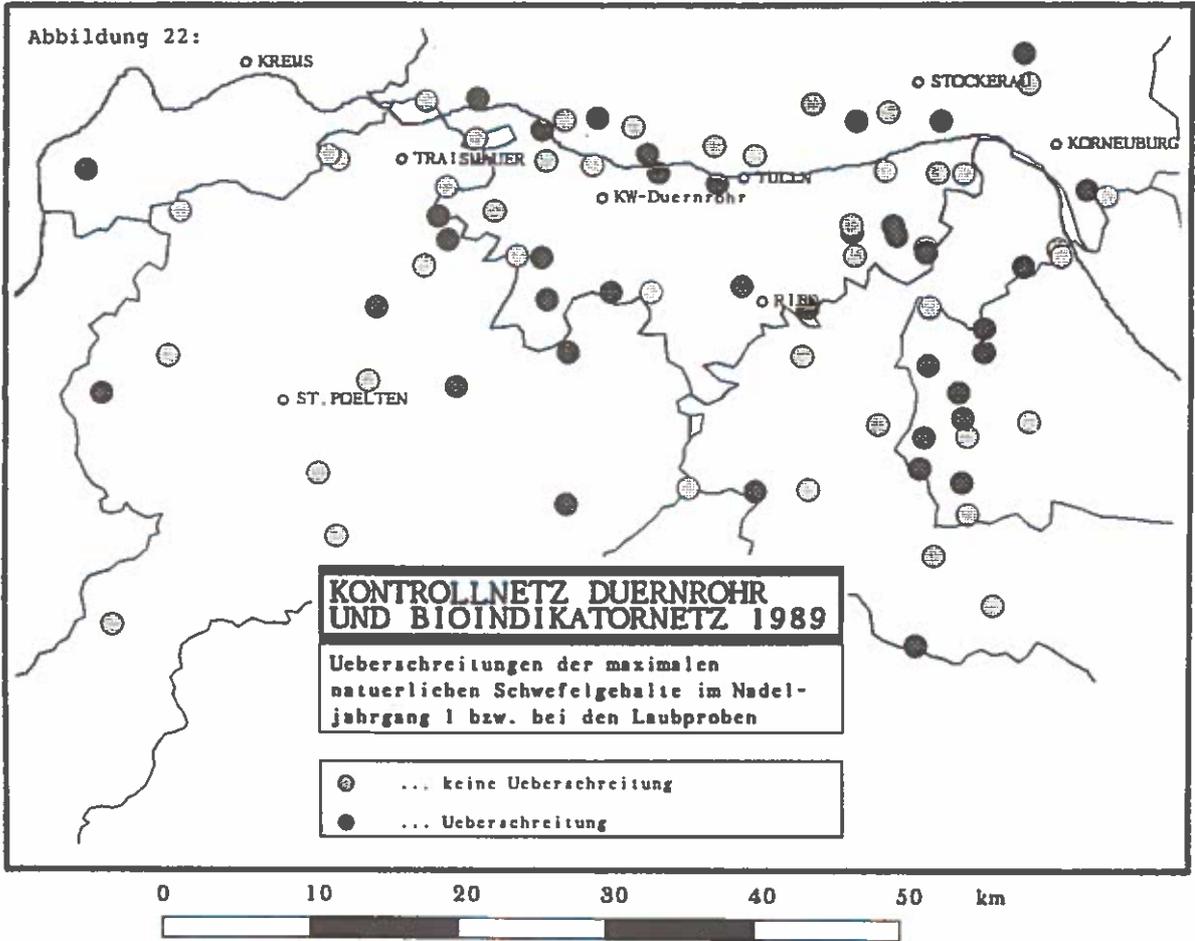












**FBVA-BERICHTE**  
**Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt**  
**Wien**

- 1988 35 Schaffhauser, Horst: Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1986/87.  
Preis ÖS 140.-- 138 S.
- 1989 36 Beiträge zur Wildbacherosions- und Lawinenforschung (8). IUFRO-Fachgruppe S1.04-00. Vorbeugung und Kontrolle von Wildbacherosion, Hochwässer und Muren, Schneeschäden und Lawinen.  
Preis ÖS 130.-- 128 S.
- 1989 37 Rachoy, Werner; Exner, Robert: Erhaltung und Verjüngung von Hochlagenbeständen.  
Preis ÖS 100.-- 100 S.
- 1989 38 Merwald, Ingo: Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1982/83, 1983/84.  
Preis ÖS 100.-- 92 S.
- 1989 Sonderheft:  
Schneider, Werner: Verfahren, Möglichkeiten und Grenzen der Fernerkundung für die Inventur des Waldzustandes.  
Preis ÖS 200.-- 118 S.
- 1989 39 Krehan, Hannes: Das Tannensterben in Europa. Eine Literaturstudie mit kritischer Stellungnahme.  
Preis ÖS 60.-- 58 S.
- 1989 40 Krissl, Wolfgang; Müller, Ferdinand: Waldbauliche Bewirtschaftungsrichtlinien für das Eichen-Mittelwaldgebiet Österreichs.  
Preis ÖS 140.-- 134 S.
- 1990 41 Killian, Herbert: Bibliographie zur Geschichte von Kloster, Forstlehranstalt und Forstlicher Versuchsanstalt Mariabrunn - Schönbrunn.  
Preis ÖS 165.-- 162 S.
- 1990 42 Jeglitsch, Friedrich: Wildbachereignisse in Österreich 1974 - 1976 und Kurzfassung der Wildbachereignisse in Österreich in den Jahren 1974 - 1987.  
Preis ÖS 100.-- 98 S.
- 1990 43 Beiträge zur Wildbacherosions- und Lawinenforschung (9). IUFRO-Fachgruppe S1.04-00. Vorbeugung und Kontrolle von Wildbacherosion, Hochwässer und Muren, Schneeschäden und Lawinen.  
Preis ÖS 80.-- 80 S.

- 1990 44 **Smidt, Stefan; Herman, Friedl; Leitner, Johann:** Höhenprofil Zillertal. Meßbericht 1988. Luftschadstoffmessungen, Meteorologische Daten, Niederschlagsanalysen.  
Preis ÖS 35.-- 33 S.
- 1990 44a **Smidt, Stefan; Herman, Friedl; Leitner, Johann:** Höhenprofil Zillertal. Meßbericht 1988 (Anhang). Luftschadstoffmessungen, Meteorologische Daten, Niederschlagsanalysen.  
Preis ÖS 280.-- 230 S.
- 1990 Sonderheft:  
**Kilian, Walter; Majer, Christoph:** Österreichische Waldboden-Zustandsinventur. Anleitung zur Feldarbeit und Probenahme.  
Preis ÖS 70.-- 58 S.
- 1990 45 **Neumann, Markus; Schadauer, Klemens:** Waldzustandsinventur. Methodische Überlegungen und Detailauswertungen.  
Preis ÖS 90.-- 88 S.
- 1990 46 Zusammenkunft der Deutschsprachigen Arbeitswissenschaftlichen und Forsttechnischen Institute und Forschungsanstalten. Bericht über die 18. Zusammenkunft vom 18.-20. April 1990.  
Preis ÖS 340.-- 286 S.
- 1991 47 **Smidt, Stefan:** Beurteilung von Ozonmessdaten aus Oberösterreich und Tirol nach verschiedenen Luftqualitätskriterien.  
Preis ÖS 90.-- 87 S.
- 1991 48 **Englisch, Michael; Kilian, Walter; Mutsch, Franz:** Österreichische Waldboden-Zustandsinventur. Erste Ergebnisse.  
Preis ÖS 80.-- 75 S.
- 1991 49 Österreichisches Waldschaden-Beobachtungssystem. Ziele, Methoden und erste Ergebnisse.  
Preis ÖS 130.-- 128 S.
- 1991 50 **Smidt, Stefan:** Messungen nasser Freilanddepositionen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt.  
Preis ÖS 90.-- 90 S.
- 1991 51 **Holzschuh, Carolus:** Neue Bockkäfer aus Europa und Asien.  
Preis ÖS 200.-- 75 S.
- 1991 52 **Fürst, Alfred:** Der forstliche Teil der Umgebungsüberwachung des kalorischen Kraftwerkes Dürnrohr. Ergebnisse von 1981 bis 1990.  
Preis ÖS 45.-- 42 S.