| Mitt. POLLICHIA | 78 | 107 – 119 | 8 Abb. | 1 Tab. | Bad Dürkheim 1991 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | ISSN 0341-9665 |

Gerhard NETTA & Volker WILHELMI

# Untersuchungen kleinräumiger Klimaunterschiede immissionsbelasteter Fichtenwälder im Hunsrück

## Kurzfassung

NETTA, G. & WILHELMI, V. (1991): Untersuchungen kleinräumiger Klimaunterschiede immissionsbelasteter Fichtenwälder im Hunsrück. - Mitt. POLLICHIA, **78**: 107 – 119, Bad Dürkheim

Im Rahmen der Waldschadensforschung finden im wesentlichen Untersuchungen der Vegetation, der Pedosphäre und der Hydrosphäre Berücksichtigung. Der vorliegende Beitrag zeigt kleinklimatische Veränderungen in Waldökosystemen auf, die durch forsttechnische Maßnahmen (Kahlschlag, Durchforstung) verursacht werden. Insbesondere Temperatur und Feuchtigkeit sind Parameter, die entscheidenden Einfluß auf die biologischen und chemischen Prozesse im Waldbiotop nehmen.

## Abstract

NETTA, G. & WILHELMI, V. (1991): Untersuchungen kleinräumiger Klimaunterschiede immissionsbelasteter Fichtenwälder im Hunsrück.
[Investigations of small scale climatic differences of immissionstressed pine forests in the Hunsrück mountains]. - Mitt. POLLICHIA, **78**: 107 – 119, Bad Dürkheim

Within the frame of research concerning forest damage, investigations mainly focus upon vegetation, pedosphere and the hydrosphere. The following essay shows small scale changes in the ecological system of the forest induced by technical means (clearcut, forest clearing).
Temperature and humidity are, above all, parameters which take decisive influence upon the biological and chemical processes of forest biotopes.

## Résumé

NETTA, G. & WILHELMI, V. (1991): Untersuchungen kleinräumiger Klimaunterschiede immissionsbelasteter Fichtenwälder im Hunsrück.
[Recherches sur les modifications climatiques sur les petites surfaces dans les sapinières du Hunsrück causées par la pollution de l'air]. - Mitt. POLLICHIA, **78**: 107 – 119, Bad Dürkheim.

Les recherches concernant la végétation, la pédosphère et l'hydrosphère, sont, pour l'essentiel, prises en considération dans le cadre des recherches faites sur les dégâts forestiers.

La présente recherche, met en evidence, les modifications microclimatiques dans les systèmes écologiques de la forêt, modifications causées par des mesures prises par les eaux et forêts (coupe blanche. éclaircissage). La température et l'humidité apparaissent comme étant des paramètres exterçant une influence décisive sur les réactions biologiques et chimiques du biotope forestier.

## 1. Einleitung

Die langjährige Schadstoffbelastung unserer Wälder hat unterschiedlichste Folgewirkungen nach sich gezogen, die zusammen zu einer drastischen Schwächung dieser Ökosysteme geführt haben: direkt sichtbare Schäden der Vegetation (z.B. der Assimilationsorgane) – auch als Oberflächenschäden beschrieben – weisen besonders auch auf die indirekten, unter der Oberfläche ablaufenden Schadwirkungen hin; die Bodenversauerung hat zu einer dramatischen Auswaschung wichtiger Nährelemente und gleichzeitig zu einer Erhöhung toxischer Al-Konzentrationen geführt, wodurch die Pflanzenwurzeln auf Dauer zerstört werden. Zudem muß eine empfindliche Störung und Hemmung des biologischen Humusabbaus beobachtet werden, was zu einer Entkopplung des Nährelementkreislaufs führt (WILHELMI 1987; NETTA 1989).

Letztendlich handelt es sich also um sehr viele Einzelfaktoren, die synergistisch zusammenwirken und so – wie eine Zerfallspirale (MANION 1981) – das Ökosystem Wald angreifen und auf Dauer schwächen.

Als Restabilisierungsmaßnahme bietet sich v.a. die Kompensationsdüngung mit Dolomitkalken als sinnvoll und erfolgsversprechend an (KRIETER 1986; WILHELMI & KRIETER 1988; WILHELMI 1987, 1988, 1989; NETTA 1989).

Gleichzeitig fällt auf, daß natürliche Einflußgrößen in der Waldschadensforschung weniger Berücksichtigung finden: klimatische Faktoren nehmen entscheidenden Einfluß auf alle biologischen und chemischen Prozesse im Wald, die oben beschrieben wurden; Temperatur und Feuchtigkeit bilden den Rahmen, in dem sich alles abspielt. Hat nun der Mensch die Möglichkeit, z.B. mithilfe von Durchforstungsmaßnahmen auf das kleinräumige Klima Einfluß zu nehmen? Kann man vielleicht sogar der Immissionsbelastung auf „natürliche" Weise entgegenwirken?

Ziel der folgenden Untersuchungen ist es, diesen Fragen nachzugehen, und vielleicht sogar Anregungen für wenig kostenintensive Maßnahmen geben zu können, die die Wälder zumindest für die nächsten zwanzig Jahre entlasten könnten, in denen noch mit hohen Schadstoffeinträgen zu rechnen ist.

## 2. Material und Methoden

Die vorliegenden Untersuchungen wurden von dem UBA-Projekt 10607046/01 getragen und in der Umweltforschungsstation des Geographischen Instituts der Universität Mainz (Leitung: Prof. Dr. M. Krieter) durchgeführt.

Zur Untersuchung wurden im Hunsrück am Standort „Lauschhütte" (Forstamt Bingen) drei Fichtenflächen sowie eine Freifläche ausgewählt.

Lage: 550-580 m. Bestandesalter: 46-54 Jahre. Bonität: 2.0. Schadensklassifikation: 2. Bodentyp: Parabraunerde. Skelettenteil: 50-60 %. Humusform: feinhumusreicher Moder. Forsttechnische Maßnahmen: Parzelle I – undurchforstet; Parzelle II – Durchforstungshieb 1978; Parzelle III – Durchforstungshieb 1986; Parzelle IV – Kahlschlag 1985.

Nach KRIETER (1986) werden im vermeintlich emissionsferneren Hunsrück infolge des Schadstoff-Ferntransportes die gleichen höhen- und expositionsabhängigen Einträge ermittelt

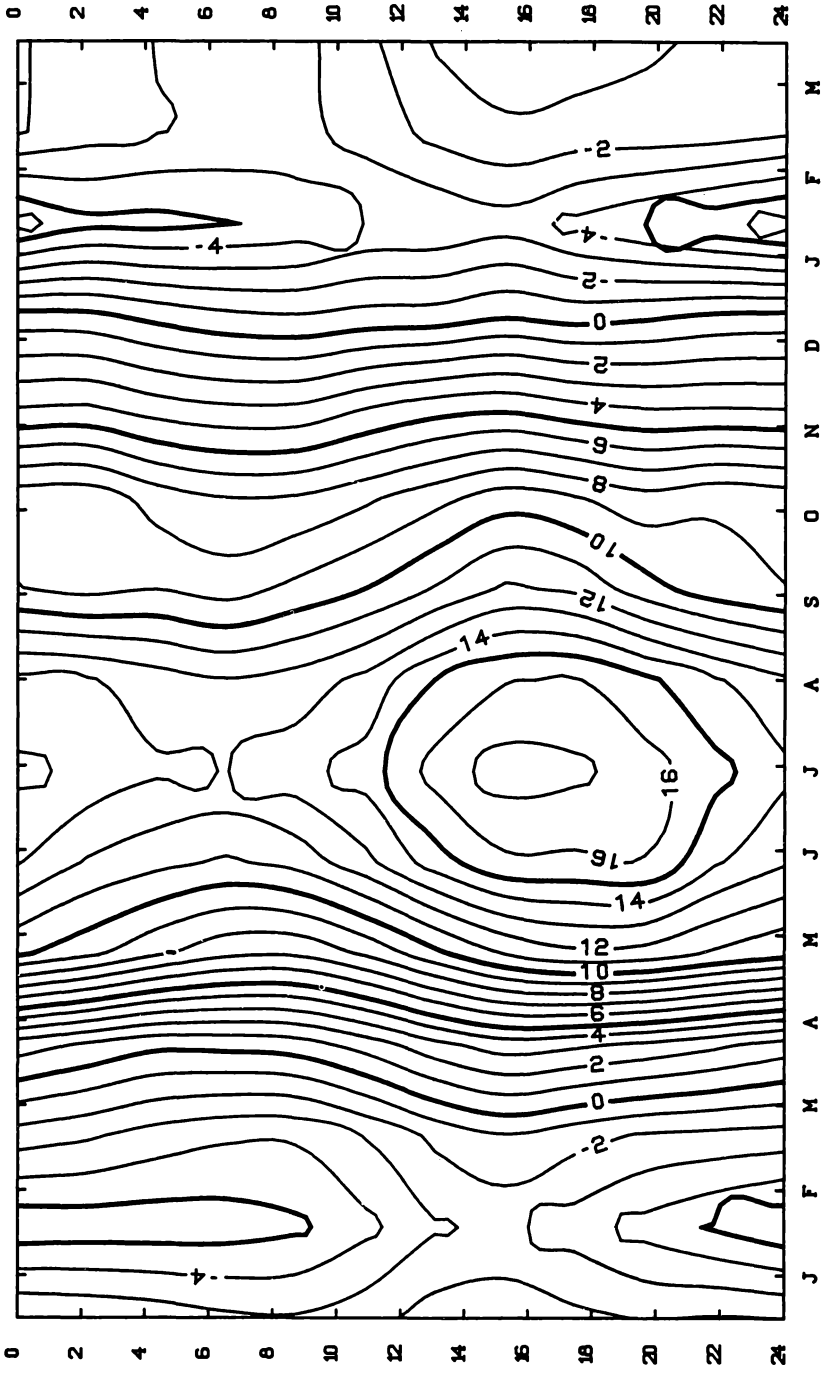



Abb. 1: Isopletendiagramm der Lufttemperaturen, Januar 1986 bis März 1987, Binger Wald I (570 m NN)

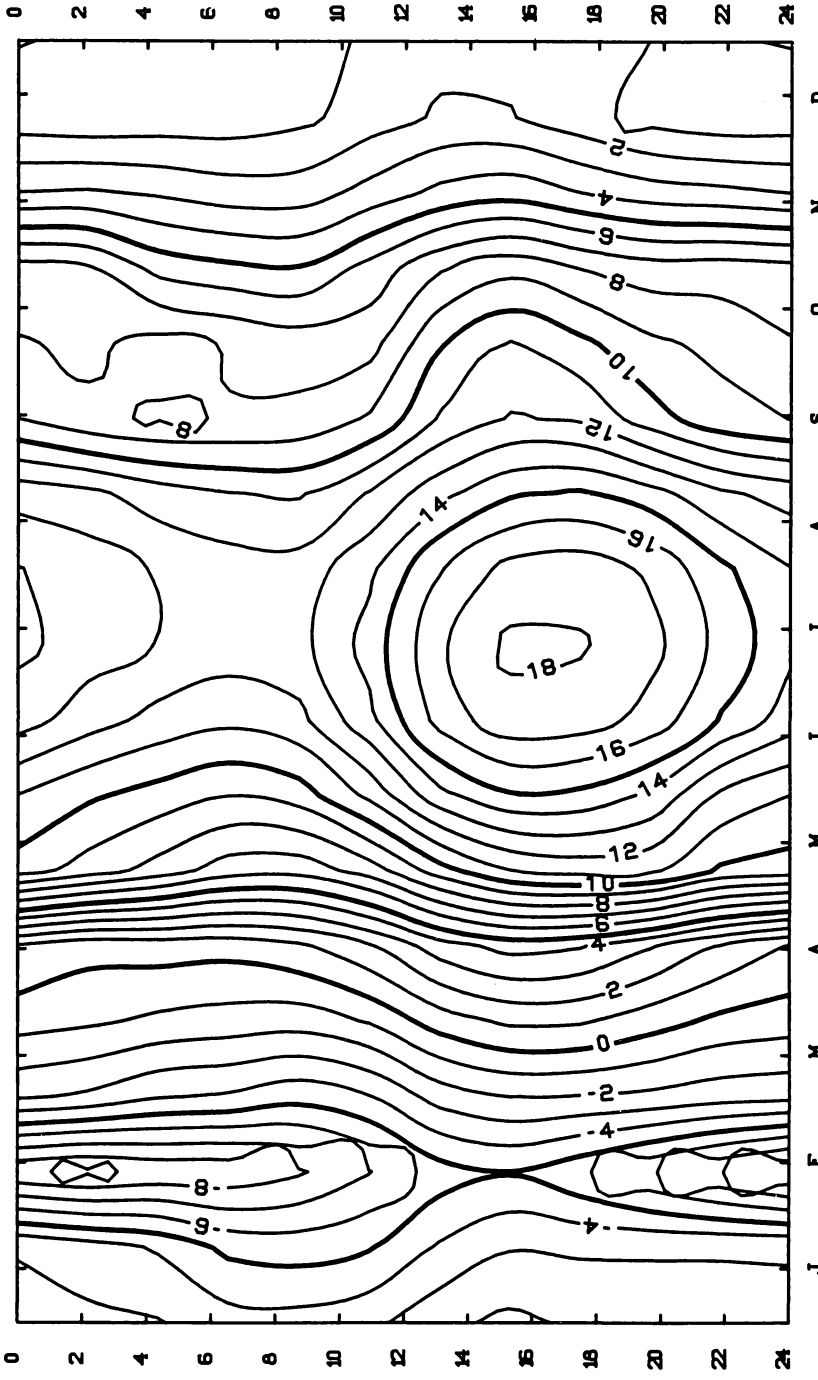



Abb. 2: Isopletendiagramm der Lufttemperaturen, Januar 1986 bis Dezember 1986, Binger Wald II (570 m NN)

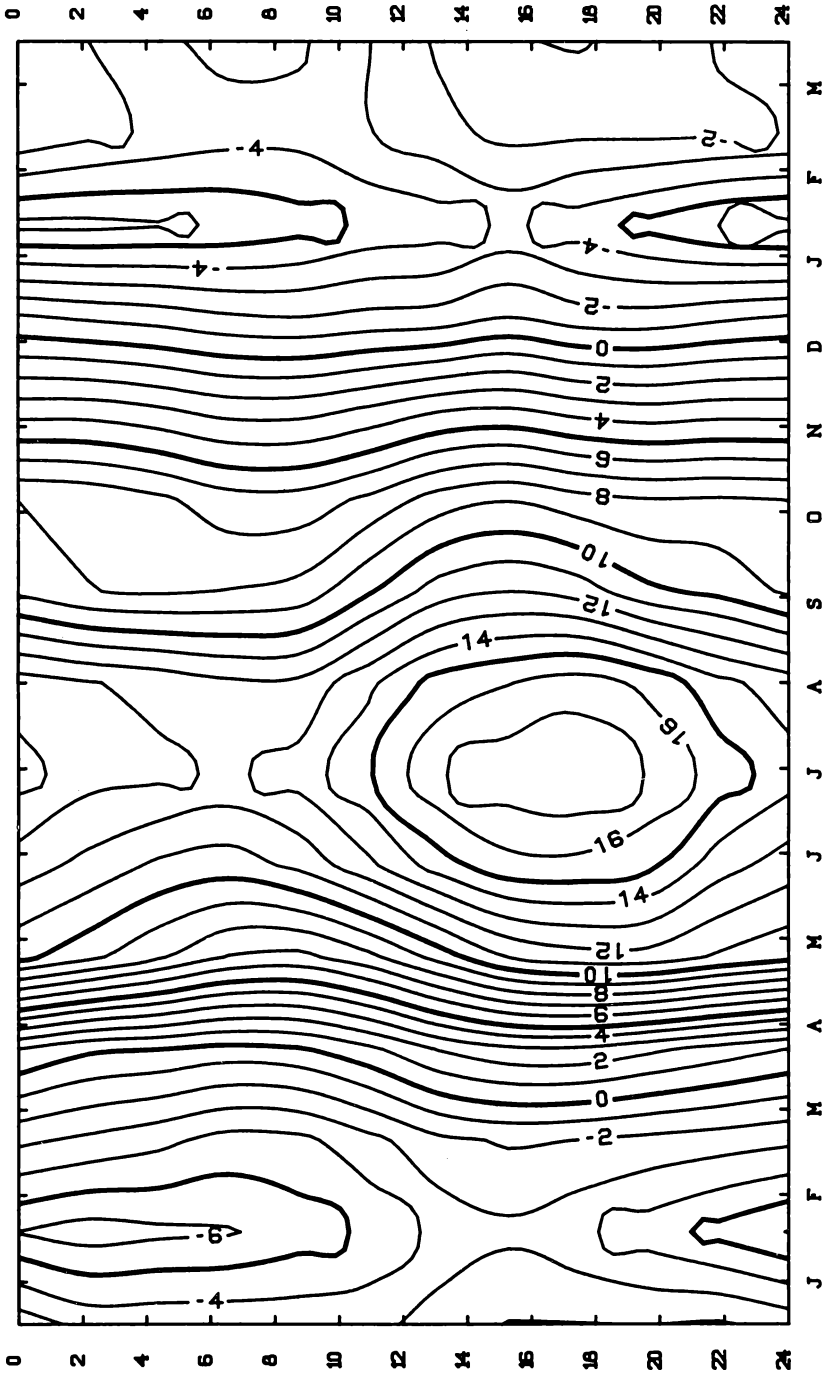



Abb. 3: Isopletendiagramm der Lufttempraturen, Januar 1986 bis März 1987, Binger Wald III (570 , NN)

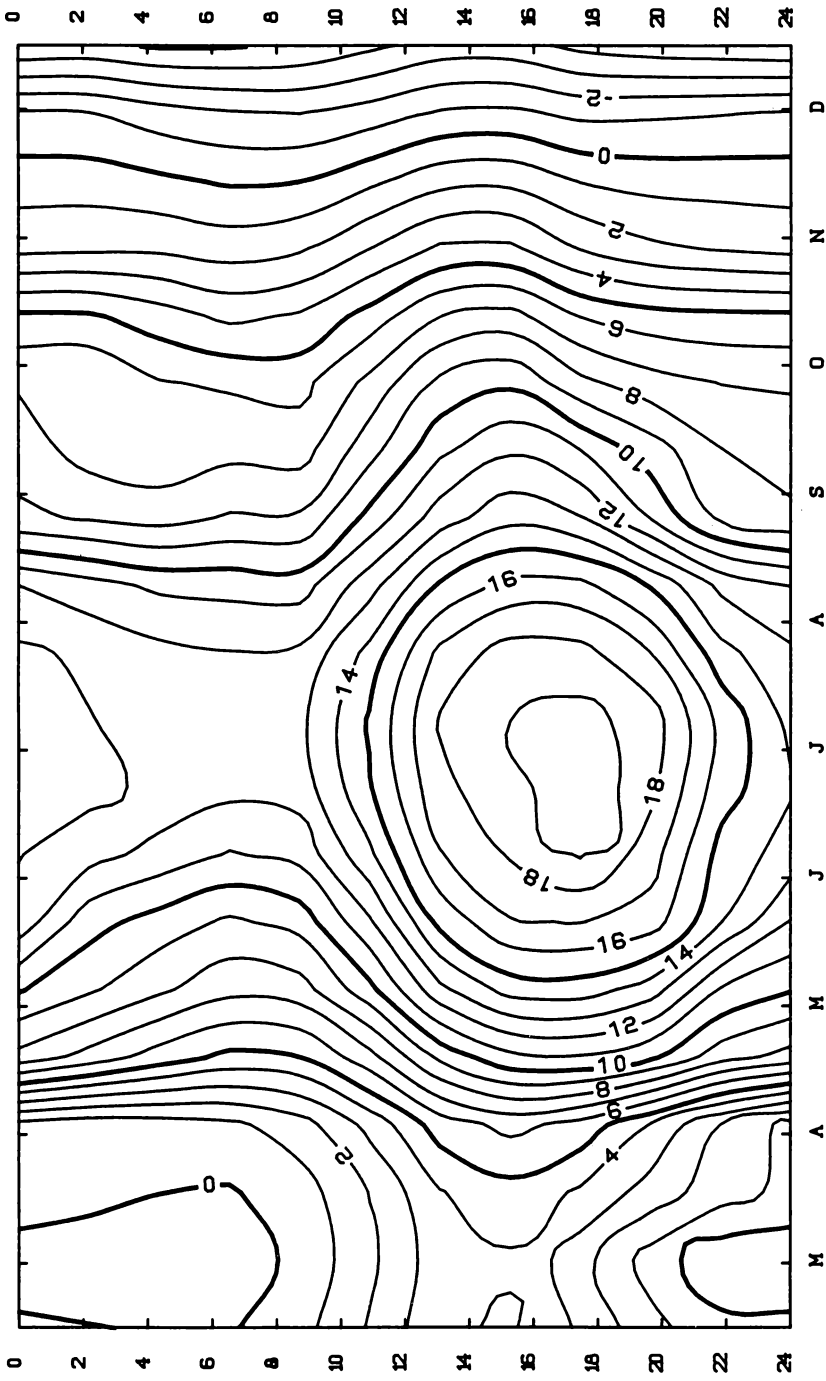



Abb. 4: Isopletendiagramm der Lufttemperaturen, März 1986 bis Dezember 1986, Binger Wald IV (570 m NN)

wie im Taunus; demnach sind beide Mittelgebirge als „mittelstark belastet" anzusehen.

Als Depositionsdurchschnittswerte können angegeben werden: Niederschlagssumme im Bestand: 450 mm. Elementgehalte kg/ha/a: S – 35, $NO_3$ – N – 15, Cl – 35; pH-Wert: 3.5.

Die kontinuierliche Messung der Temperatur und Luftfeuchtigkeit erfolgt auf allen Parzellen über je einen Thermohygrographen, der in einer Höhe von 2 m in einem weißen, winddurchlässigen Kasten steht.

## 3. Ergebnisse und Diskussion

Lufttemperatur: (vgl. Tab.; Abb. 1-4)

Die Höhe der Temperaturen und ihr Verlauf kennzeichnet den Untersuchungsstandort als „Standort mittlerer Breiten". Dabei kann im Jahresgang ein deutlicher Maximum- und Minimum-Wert, eine relativ hohe Jahresamplitude, sowie eine Verzögerung der Höchst- und Tiefstwerte im Tagesverlauf ermittelt werden. Die niedrigsten Temperaturen liegen in den späten Nacht- und frühen Morgenstunden (4-8 Uhr), die Höchsttemperaturen werden am Nachmittag gegen 16 Uhr erreicht.

Tab. 1

Klimadaten der Hunsrückparzellen I, II, III, IV – Erhebungszeitraum: 1/86-12/86

| | I | II | III | IV |
|---|---|---|---|---|
| mittl. relat. Luftfeuchtigk. (%) | 88.4 | 87.8 | 86.7 | 83.2 |
| mittl. Jahrestemperatur (°C) | 6.1 | 5.8 | 5.6 | 5.1 |
| mittl. Temp. Februar (°C) | - 7.8 | - 8.1 | - 8.2 | -10.6 |
| mittl. Temp. Juli (°C) | 14.7 | 15.3 | 15.0 | 15.4 |
| mittl. Temp. Vegetationszeit (°C) | 13.1 | 13.2 | 12.9 | 13.1 |
| Frosttage im Jahr | 106 | 114 | 110 | 129 |
| Hauptwindrichtung | SW | | | |

Die mittleren Jahrestemperaturen liegen zwischen 5.1 °C und 6.1 °C und sind damit deutlich niedriger als auf den Untersuchungsflächen des Solling-Projektes, für die MURACH (1984) ein Mittel von 6.5 – 8.5 °C angibt; dabei muß berücksichtigt werden, daß diese Parzellen mit einer Höhe von ca. 400 m ü. NN 170 m tiefer liegen als die Hunsrückstandorte. Zudem war das Untersuchungsjahr 1986/87 extrem naß und v.a. kalt.

Der Durchforstungseinfluß macht sich bereits deutlich bemerkbar: Parzelle I hat den dichtesten Bestand, der Temperaturextreme abschwächt, und gleichzeitig die höchste durchschnittliche Jahrestemperatur. Die Kahlfläche wird aufgrund der höheren Ein- und Ausstrahlung (vgl. MITSCHERLICH 1970) von der niedrigsten Temperatur charakterisiert; dies ist ein Hinweis darauf, daß die Temperaturminima im Winter eindeutig vor den sommerlichen Maxima dominieren. Die Temperaturen sinken bereits Anfang November stark ab ( 2.1 – 5.0 °C) und liegen im April sogar noch darunter (1.2 – 1.9 °C); die Minima sind im Februar, die Maxima im Juli. Der Bestandeseinfluß wird dabei besonders im Vergleich von Parzelle I und IV deutlich: die Freifläche hat die bei weitem niedrigsten Wintertemperaturen und die höchsten Sommerwerte.

Die Temperaturen in der Vegetationszeit von Mai bis September lassen keine Unterschiede erkennen und liegen auf dem Niveau der von MURACH (1984) angegebenen Messungen.

Die Zahl der Frosttage zeigt wiederum die „isolierende" Wirkung des Waldes, indem im Bestand der Frost abgeschwächt wird, während die Freifläche von einem ungehinderten, um max. 23 Tage verlängerten Bodenfrost erfaßt wird.

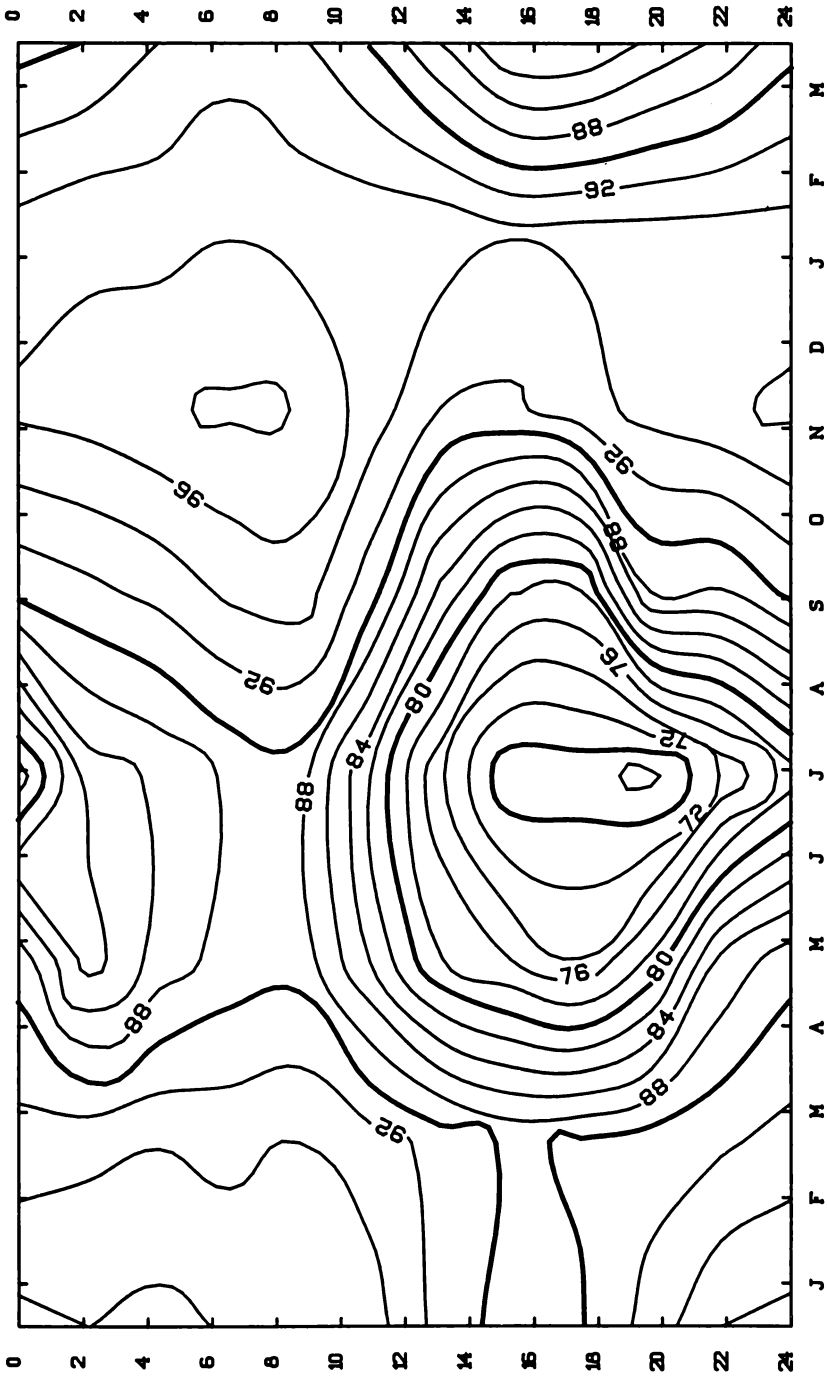



Abb. 5: Isopletendiagramm der relativen Luftfeuchte, Januar 1986 bis März 1987, Binger Wald 1 (570 m NN)

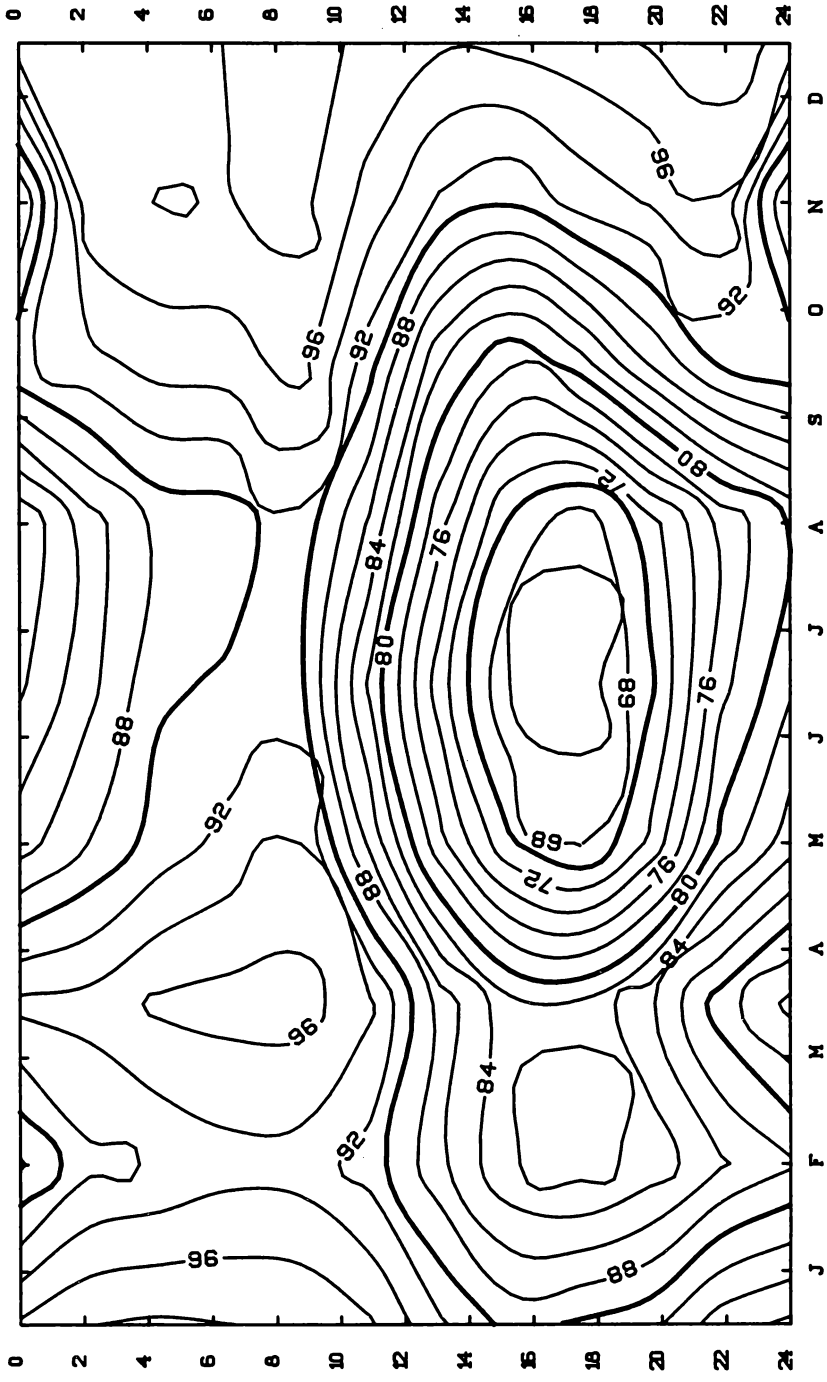



Abb. 6: Isopletendiagramm der relativen Luftfeuchte, Januar 1986 bis Dezember 1986, Binger Wald II (570 m NN)

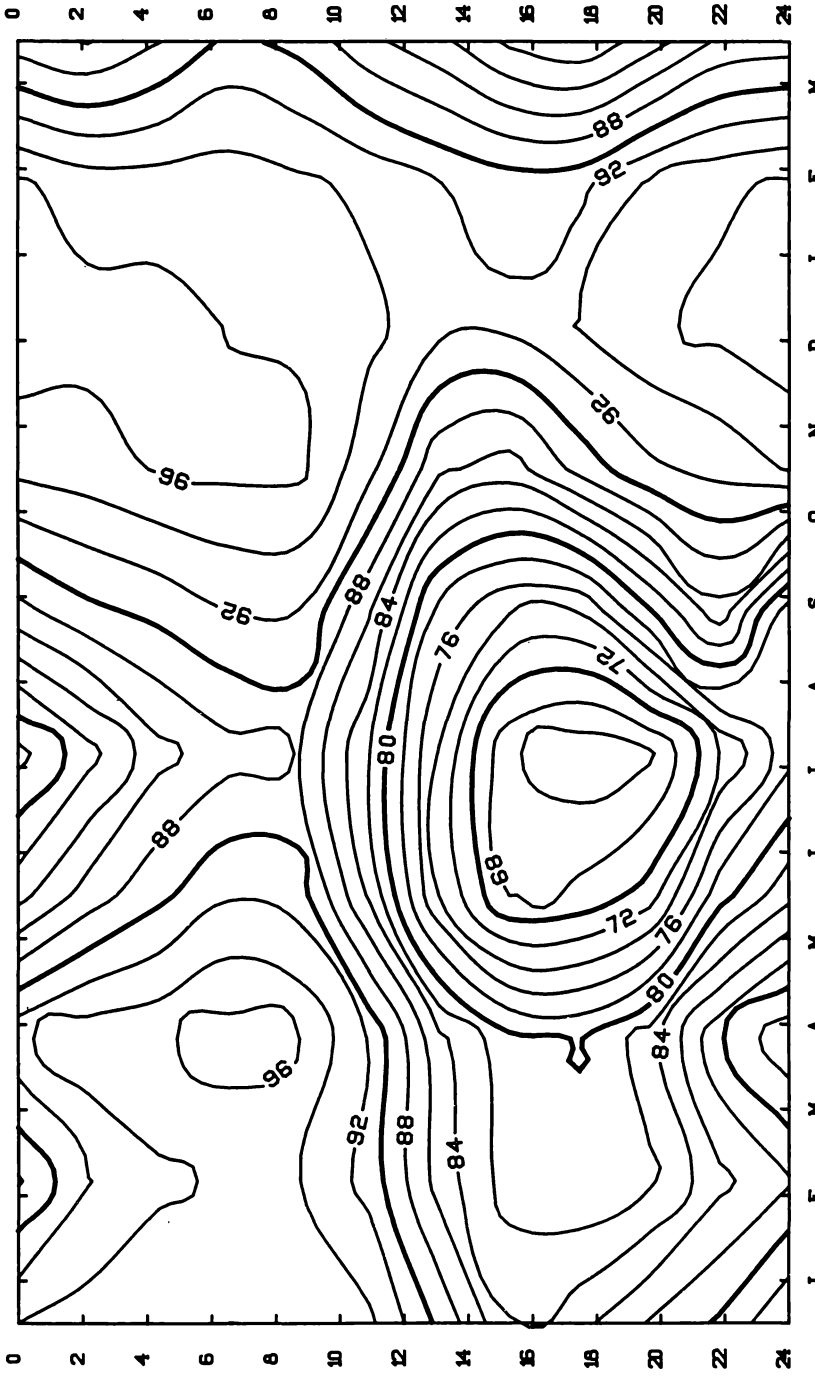



Abb. 7: Isopletendiagramm der relativen Luftfeuchte, Januar 1986 bis März 1987, Binger Wald III (570 m NN)

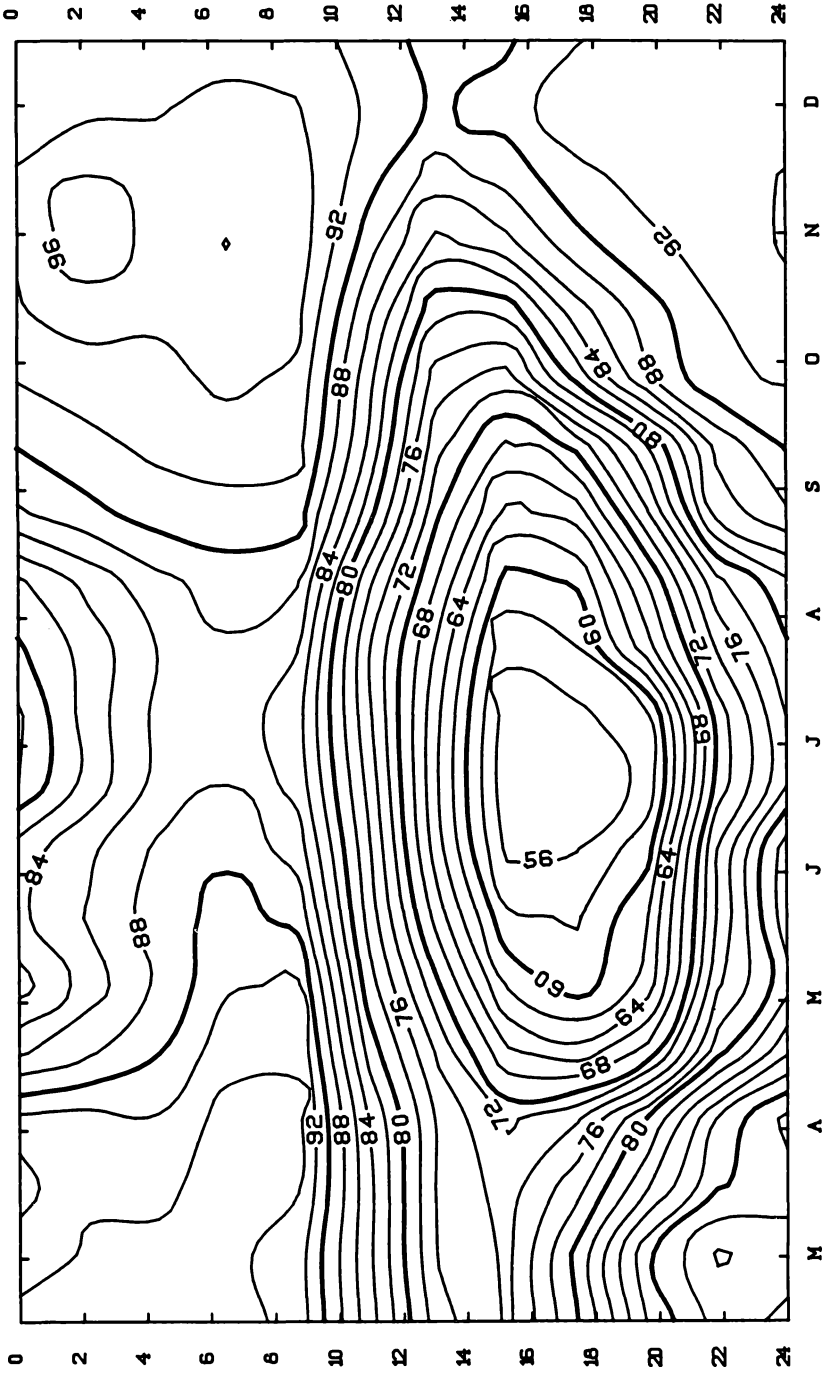



Abb. 8: Isopletendiagramm der relativen Luftfeuchte, März 1986 bis Dezember 1986, Binger Wald IV (570 m NN)

Die Jahresschwankung der Temperaturen zeigt auf der Kahlfläche die hohen Ein- und Ausstrahlungsintensitäten mit 26 °C an, während in den Beständen nur 22 – 23 °C auftreten.

Die Temperaturdaten charakterisieren den Standort „Lauschhütte" als Cfb-Klima nach KÖPPEN. In den Beständen I und III überwiegt der ausgeglichene Klimacharakter durch die „Temperaturabpufferung" der Vegetation. Die Freifläche wird von einer größeren Temperaturamplitude geprägt, da hier ungehindert Ein- und Ausstrahlung stattfinden kann. Die stark durchforstete Parzelle II steht zwischen diesen beiden kleinräumigen Waldklimaten.

relative Luftfeuchte: (vgl. Tab.; Abb. 5-8)

Temperatur und relative Luftfeuchte stehen im Tages- und Jahresgang in einem direkten Zusammenhang: mit der morgendlichen Erwärmung nimmt die relative Luftfeuchte ab, während die Abkühlung am Abend wieder zu einem Anstieg führt; die im Monatsmittel höchsten relativen Luftfeuchten liegen auf allen Parzellen im Dezember, die niedrigsten im Juli. Von Januar bis April wird ein hoher Feuchtegehalt der Luft von 80-90 % erreicht, der dann infolge der ansteigenden Frühjahrstemperaturen im Mai auf Werte zwischen 76 % (Parzelle IV) und 79 % (Parzelle I) abfällt. Die intensive Einstrahlung in den Sommermonaten führt zu einem Rückgang der Feuchte auf das minimale Mittel von 72 % (Parzelle IV) im Juli. Ab Oktober bewirken zuerst die Herbstnebel, dann aber v.a. die extrem niedrigen Temperaturen einen Anstieg der relativen Luftfeuchte auf nahe 100 % bei gleichzeitiger starker Abnahme der Tagesamplitude.

Im Vergleich zum Solling (80-83.5 %) liegen die Durchschnittswerte relativ hoch, was mit der Höhenlage der Bestände zu erklären ist. Der Bestandeseinfluß wird deutlich: auf Parzelle I liegt die durchschnittliche relative Feuchte im Jahr mit 88.4 % um ca. 5 % höher als auf der Freifläche, auf der v.a. die sommerliche, höhere Verdunstungsrate die Luft austrocknet.

Auch die relative Feuchte zeigt den ausgeglichenen Klimacharakter im Bestand im Gegensatz zu dem von Extremen bestimmten Klima auf der Freifläche.

## 4. Folgerungen

Besonders der im Vergleich zur Freifläche erhöhten relativen Luftfeuchte in den Beständen muß eine große Bedeutung beigemessen werden: sie ermöglicht eine verstärkte Adsorption gasförmiger und staubförmiger Partikel, die zu einer zusätzlichen Akkumulation säurebildender Stoffe im Bestand, direkt an Nadeln oder Blättern führen kann. Da gerade die immissionsstarken Herbst- und Wintermonate in diesen Höhen von lange anhaltenden Nebelwetterlagen gekennzeichnet sind, muß damit gerechnet werden, daß in dieser Zeit auch hohe Schadstoffkonzentrationen – an Nebelpartikel gebunden – wirksam werden können.

Als direkte Folgerung kann daraus gezogen werden, daß durchforstete, also lichtere Bestände nicht nur geringere Schadstoffmengen ausfiltern, sondern diese auch bei relativ trokkenerer Luft und stärkerer Zirkulation geringere Schadwirkungen erwarten lassen.

Aktive Durchforstung kann also ein wichtiger Beitrag sein, bislang unabwendbare immissionsökologische Folgen abzuschwächen. Dagegen muß von der radikalen Abholzung ganzer Waldbestände strikt abgeraten werden, da hier Extremtemperaturen biologische und chemische Prozesse im Boden unkalkulierbar forcieren, ja entkoppeln können, und am Ende der Bodenerosion freien Lauf lassen.

## Literaturverzeichnis

KRIETER, M. et al. (1986): Untersuchungen zur Restabilisierung immissionsgeschädigter Wälder. – Forschungsbericht 10607046/01, Umweltbundesamt, Berlin.

MANION, P. D. (1981): Tree Disease Concepts. – S. , Washington D.C.: Prentice Hall.

MITSCHERLICH, G. (1970): Untersuchungen über die Bodentemperatur in einigen Nadel- und Laubholzbeständen in der Nähe von Freiburg. – Allg. Forst- u. Jagdzeitung, **141**: - , Stuttgart.

MURACH, D. (1984): Die Reaktion der Feinwurzeln von Fichten (*Picea abies* KARST.) auf zunehmende Bodenversauerung. – Göttinger bodenkundl. Ber., 77, 128 S., Göttingen.

NETTA, G. (1989): Ökochemische Untersuchungen von Waldböden in Hunsrück und Taunus zur Bewertung der Systemverträglichkeit neuartiger Restabilisierungsdüngungen. – Diss., Geographisches Institut, Johannes Gutenberg-Universität, 297 S., Mainz.

WILHELMI, V. (1987): Biologisch-chemische Untersuchungen zum Streuabbau als Bewertungsgrundlage der Umweltverträglichkeit neuartiger Walddüngungsverfahren. – Diss., Geographisches Institut, Johannes Gutenberg Universität, 347 S., Mainz.

WILHELMI, V. (1988): Düngung und Durchforstung als kombinierte Waldsanierungsmaßnahme. – Allg. Forstzeitschrift, **30**. 844-846, Stuttgart.

WILHELMI, V. (1989a): Mikrobiologische Maßparameter als Belastungs- und Vitalitätsindikator des Bodens. – Allg. Forstzeitschrift, **5**: 124-125, Stuttgart.

WILHELMI, V. (1989b): Die Stickstoffdynamik von Fichtenbeständen im Hunsrück unter dem Einfluß von Schadstoffbelastung und neuen Düngungsverfahren. – Forst und Holz, **4**: 86-90, Göttingen.

WILHELMI, V. & KRIETER, M. (1988): Zur biologischen Umweltverträglichkeit neuartiger Walddüngungsverfahren. – Allg. Forstzeitschrift, **43**. 1178-1180, Stuttgart.

*(Bei der Schriftleitung eingegangen am 23. 02. 1991)*

*Anschrift der Autoren:*
*Dr. Gerhard* NETTA, *Bienengarten 3, D-5400 Koblenz,*
*Dr. Volker* WILHELMI, *Albert Stohr-Straße 37, D-6500 Mainz.*

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der POLLICHIA

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: 78

Autor(en)/Author(s): Netta Gerhard, Wilhelmi Volker

Artikel/Article: Untersuchungen kleinräumiger Klimaunterschiede immissionsbelasteter Fichtenwälder im Hunsrück 107-119