

Phyton (Austria)	Vol. 29	Fasc. 3 Sonderband „Zillertal“	(15)–(37)	21. 11. 1989
------------------	---------	--------------------------------------	-----------	--------------

Die Biotope der Probebäume im Höhenprofil „Zillertal“

Von

Friedl GLATTES*), Harald R. BOLHÄR-NORDENKAMPF***), Karl GABLER*),
Johann LEITNER*), Christoph MAJER*), Josef PLATTNER**) und
Peter ZWERGER**)

Mit 12 Abbildungen

Eingelangt am 21. Juli 1989

Key words: Altitude profile, air pollution measurements, meteorological measurements, ozone, stress patterns.

Summary

GLATTES F., BOLHÄR-NORDENKAMPF H. R., GABLER K., LEITNER J., MAJER CH., PLATTNER J. & ZWERGER P., 1989. Biotopes of the sample trees along the altitude profile "Zillertal". – *Phyton (Austria)* 29 (3, Special issue "Zillertal"): (15)–(37); 12 figures. – German with English summary.

The altitude profile "Zillertal" was set up during 1984 in the Tyrolian Alps. It runs from an altitude of 600 m in the valley up to 2138 m belonging mainly to the alpine spruce-fir forest. The rocky ground is quartzphyllite covered with brown earth of relativ high acidity. The profile is situated in the atlantic central-alpine climate and is wet-continental. To detect natural and anthropogenic stress factors along the profile, several measuring stations were installed to record air temperature, global irradiation, relative humidity, wind speed, wind direction, SO₂, NO, NO₂, O₃ precipitation and wet deposition. During the measuring period from January to August 1988 an extremely warm winter occurred with late frosts in March. Due to frequently developed inversion layers the temperature gradient and the rise in irradiation start from an altitude of 1000 m.

Close to container-measuring units, sample trees were selected to be used for the physiological measurements in different altitudes: Tree 1 (700 m) stressed by NO_x, SO₂, (O₃), heat, dry air, Ca, K-deficiency. Tree 2 (1000 m) stressed by water locked soil

*) D. I. Friedl GLATTES, Dr. Karl GABLER, Johann LEITNER, CH. MAJER, Forstliche Bundesversuchsanstalt, Seckendorff-Gudent-Weg 8, A-1131 Wien.

**) Ing. Josef PLATTNER, Peter ZWERGER, Forstliche Bundesversuchsanstalt, Außenstelle für subalpine Waldforschung, Rennweg 1, A-6020 Innsbruck.

***) Prof. Dr. H. R. BOLHÄR-NORDENKAMPF, Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Wien, Althanstraße 14, A-1090 Wien.

and extrem high O₃ concentrations. Tree 3 (1520 m) affected by winter stress, chilling, O₃, soil acidification and Ca, K-deficiency.

Zusammenfassung

GLATES F., BOLHÄR-NORDENKAMPF H. R., GABLER K., LEITNER J., MAJER CH., PLATTNER J. & ZWERGER P., 1989. Die Biotope der Probebäume im Höhenprofil „Zillertal“. – *Phyton (Austria)* 29 (3, Sonderband „Zillertal“): (15)–(37). 12 Abbildungen – Deutsch mit englischer Zusammenfassung.

Das Höhenprofil „Zillertal“ wurde 1984 eingerichtet und erstreckt sich von 600 m NN bis 2138 m NN mit einem Hauptabschnitt im Fichten- und Tannenwaldgebiet. Der paläozoische Quarzphyllit ist das Untergrundgestein für teilweise stark saure Braunerden. Das Profil liegt im atlantisch-zentralalpinen Klimabereich und ist hygrisch-kontinental. Um die standortspezifischen Stressorenmuster natürlicher und anthropogener Herkunft zu erfassen, wurden entlang des Höhenprofils Meßstationen zur Erfassung von Temperatur, Globaleinstrahlung, relativer Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit und Windrichtung, SO₂, NO, NO₂, O₃, sowie der Niederschläge und der nassen Depositionen eingerichtet. Der Untersuchungszeitraum Jänner bis August 1988 war geprägt durch einen „warmen“ Winter mit starken Frostperioden im März. Durch das Auftreten von Inversionen ist der Temperaturgradient erst über 1000 m NN ausgeprägt. Mit der Höhe nimmt die Einstrahlung und die Häufigkeit von tiefen Temperaturen zu.

Für die durchzuführenden vergleichenden baumphysiologischen Untersuchungen verschiedener Arbeitsgruppen wurden in der Nähe von drei Container-Meßstationen Probebäume ausgewählt: Baum 1 (700 m NN) ist belastet durch NO_x, SO₂, (O₃), Wärme- und Lufttrockenheit, Ca, K-Mangel. Baum 2 (1000 m NN) ist belastet durch Staunässe und starke O₃-Immissionen. Baum 3 (1520 m NN) ist belastet durch tiefe Temperaturen, Strahlung, O₃ und Bodenversauerung, Ca- und K-Mangel.

Abb. 1. A: Der Schwendberg im Zillertal mit den Standorten 1, 700 m NN, Zehnerpunkt, 2, 1000 m NN, Talwiese und hinter dem Bergrücken 3, 1520 m NN Stockaste. – B: Probebaum 1, 700 m NN, Zehnerpunkt mit Meßplattform. – C: Klimatisierter Meßcontainer, ausgestattet mit Registriereinrichtung für SO₂, meteorologische Daten, NO, NO₂, O₃ (Monitor Labs Umweltmeßtechnik, Mödling (vgl. SMIDT, 1989a)). – D: Chlorophyllfluoreszenzmeßgerät, Plant Stress Meter (Biomonitor Schweden), Blatttemperatur- und Luftfeuchtemeßgerät (vgl. LECHNER & BOLHÄR-NORDENKAMPF, 1989). – E: Parkinson coniferous needle chamber (ADC, GB) zur Messung des CO₂-Gasstoffwechsels mit eigens konstruiertem Lichtaufsatz für variable Lichtintensitäten (vgl. BOLHÄR-NORDENKAMPF & LECHNER, 1989a).

Fig. 1. A: The “Schwendberg” in the “Zillertal”, Tyrol showing the sites in different altitude: 1, 700 m, “Zehnerpunkt”, 2, 1000 m, “Talwiese”; behind the mountain ridge 3, 1520 m, “Stockaste”. – B: Sample tree 1 with measuring platform, 700 m, “Zehnerpunkt”. – C: Air conditioned measuring container equipped to record SO₂, climatic data, NO, NO₂ and O₃ (Monitor Labs Umweltmeßtechnik, Mödling) (SMIDT, 1989a). – D: Plant Stress Meter to measure Chlorophyllfluorescence induction curves (Biomonitor, Sweden). Measuring equipment for needle temperature and air humidity (LECHNER & BOLHÄR-NORDENKAMPF, 1989). – E: Parkinson coniferous needle chamber (ADC, GB) to measure CO₂-gas exchange adapted with an illumination set up for varying light intensities (BOLHÄR-NORDENKAMPF & LECHNER, 1989a).



1. Einleitung

Auf der Nordhalbkugel lassen immergrüne Nadelwälder aber auch Laubgehölze seit einigen Jahren zunehmend Schäden erkennen, die nicht eindeutig Standortfaktoren wie Nährstoffversorgung oder Witterungsverlauf zuzuordnen sind. Diese als neuartig bezeichneten Waldschäden zeigen im einzelnen zum Teil längst bekannte Schadsymptome, welche jedoch durch ihre Ausprägung und Kombination, insbesondere jedoch durch die weite Verbreitung, ein bis dato nicht beobachtetes Phänomen sind.

Da diese neuartigen Waldschäden weltweit auftreten, liegt es nahe, einen ubiquitären Auslöser (trigger) zu suchen. Grundsätzlich ist dieser übergreifend wirkende Stressor durch die primären und sekundären Luftschadstoffe gegeben. Ausgehend von dieser Erkenntnis, wurden in zahlreichen Ländern Forschungsprogramme initiiert, welche die Höhe der Immissionen erfassen sollten um ihre Auswirkungen auf die Baumphysiologie und den Boden studieren zu können (ARNDT & MUELLER-DOMBOIS, 1988).

Obwohl zahlreiche Tests und Untersuchungsmethoden erarbeitet wurden, konnte trotz gewaltiger Meßdatenakkumulation nicht immer eine kausalanalytische Zuordnung der Schadsymptome erfolgen. Es entstanden daher aufgrund einzelner Forschungsergebnisse zahlreiche scheinbar widersprüchliche Theorien über die Ursachen des „Waldsterbens“ (STIMM, 1984).

Im Rahmen des Projektes „Höhenprofil Zillertal“ wird versucht, eine Vielzahl jener natürlichen und anthropogenen Stressoren, welche in der Literatur der letzten Jahre (MANSFIELD 1976, SMITH 1981, ULRICH & MATZNER 1983, GUDERIAN 1985, NIESSLEIN & VOSS 1985, KRAUSE & al. 1986, GESELLSCHAFT FÜR STRAHLEN- UND UMWELTFORSCHUNG 1987, KLEY 1988) als Verursacher der neuartigen Waldschäden genannt werden, zu erfassen.

Die nun abgeschlossene Projektphase sollte insbesondere der Suche nach Möglichkeiten einer Frühdiagnose von Dispositionen zur Schadensausbildung dienen und gegebenenfalls versuchen, mit Hilfe von differentialanalytischen Methoden Kausalitäten aufzudecken.

2. Topographie und Geologie des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet am Schwendberg im Zillertal (Tirol, östl. L. 11°51'10", nördl. B. 47°12'20") ist kein geschlossenes Waldgebiet, sondern vielmehr reich an Siedlungen und landwirtschaftlichen Flächen (Abb. 1A). Die gute verkehrstechnische Erschließung machte es jedoch erst möglich, entlang eines Höhenprofils eine Kette von Meßstationen zu errichten und auch ganzjährig zu betreiben. Obwohl durch die Lage in einem inneralpinen Trogtal ohne Großemittenten insbesondere bezüglich der höher gelegenen Standorte von einem Reinluftgebiet gesprochen werden kann, muß die Belastung durch lokale Emittenten und das starke Verkehrsaufkommen

ebenso berücksichtigt werden, wie die häufige Ausbildung von Inversionen und ein möglicher Transport von Luftschadstoffen aus dem Inntal (Abb. 2).

Das 1984 eingerichtete Profil umfaßt im Waldgürtel eine Höhendifferenz von über 1000 Metern (600–1730 m NN). In den teilweise disjunkten Waldarealen entlang des Höhenprofils dominiert in allen Höhenlagen die Fichte. Während die untersten Probepunkte noch im submontanen Laufmischwald gelegen sind, erstreckt sich der Hauptabschnitt im zwischenalpinen Fichten-Tannenwaldgebiet bis zur aktuellen Waldgrenze (Abb. 3). Oberhalb des Waldgürtels befinden sich sehr stark durch Pilzinfektion geschädigte Hochlagenaufforstungen (DONAUBAUER, 1980), die in der gegenständlichen Projektphase nicht in den Untersuchungsrahmen einbezogen wurden. Bis ca. 1200 m NN ist das Gebiet stark landwirtschaftlich genutzt. Die Restwaldbestände sind daher zum Teil auf ungünstige Standorte verdrängt (GLATTES & al. 1985, GLATTES & SMIDT, 1987).

Das Höhenprofil liegt auf einen SE- bis E-exponierten Hang südwestlich von Zell am Ziller in den Tuxer-Voralpen, welche geologisch den Zentralalpen (Tauern-Schieferhülle) angehören. Das Gestein ist im gesamten Gebiet ein sehr einheitlicher, paläozoischer Quarzphyllit des Unterostalpins. Neben wenigen Einlagerungen von Akerit und Chlorit überwiegen silbergrauer Muskowit-Quarzphyllit mit Quarzlinsen sowie weiche, feinschlammige graphitische Phyllite und Tonschiefer. Während die erste Gruppe zur Herausbildung von Felspartien und Härtingen neigt, verwittern Phyllite und Tonschiefer rasch zu feinsandig-schluffigen Böden und begünstigen dadurch Staunässe und Hangrutschungen. Der anstehende Fels ist meist von einer mächtigen Hangschuttdecke bedeckt. Zum geringeren Teil sind auch Moränenreste erhalten. Als Böden finden sich zum Teil stark saure, partiell umgelagerte Braunerden (GLATTES & al. 1985, MAJER, 1989).

3. Klima

3.1 Lokalklima

Das mittlere Zillertal gehört, nach WALTER-LIETH 1960, dem atlantisch-zentralalpinen Klimatyp, Typ VII (X) 3, an. Die Niederschlagsverteilung des Gebietes ist durch Maxima in den wärmsten Monaten gekennzeichnet. Die Streichrichtung der Gebirgsketten und die lokale Reliefgestaltung lassen das Westwetter entlang der Linie Inntal–Zillertal gegen Süden wirksam werden (MAYER, 1963). Allgemein steigen die Niederschlagsmengen mit der Meereshöhe.

Nach der Charakteristik von RINGLEB 1947, 1948, weist das sommerliche Niederschlagsmaximum das Untersuchungsgebiet als hygrisch-kontinental aus. Der Kontinentalitätsgrad nimmt dabei nach Süden deutlich zu. Im Zillertal hat nur Gerlos, aufgrund der höheren Meereshöhe, gegenüber den Talorten einen leicht ozeanischen Einschlag. Kaltenbach am Nordausgang des Zillertals, Brandberg und Mayrhofen liegen im Grenzbereich

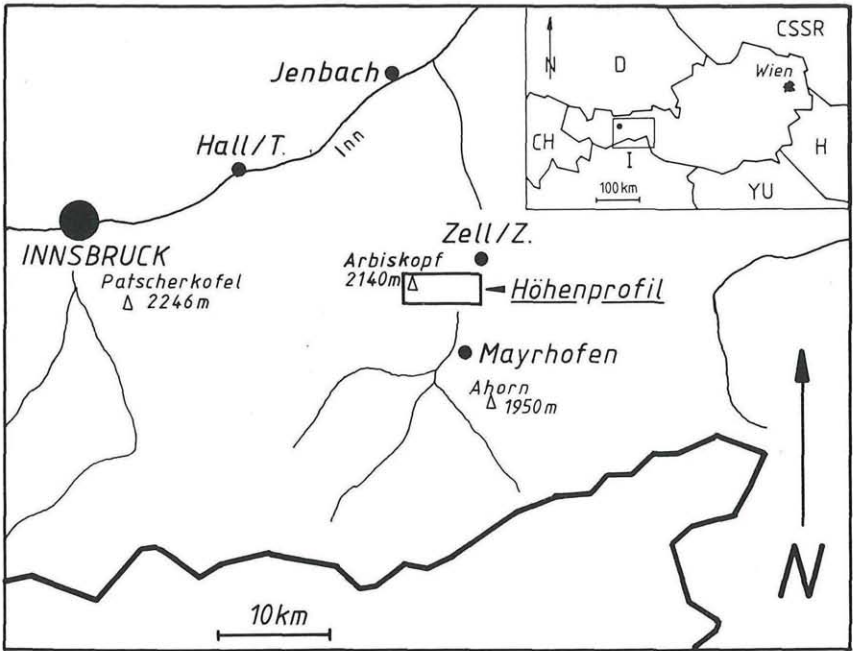


Abb. 2: Lageskizze des Höhenprofils „Zillertal“ in den Tuxer-Voralpen. Tirol: östl. L. $11^{\circ}51'10''$, nördl. B. $47^{\circ}12'20''$. Seehöhe: 600 bis 2138 m.

Fig. 2: Layout map of the altitude profil "Zillertal" in the Tyrolian "Tuxer-Voralpen", E $11^{\circ}51'10''$, N $47^{\circ}12'20''$; Altitude: 600–2138 m.

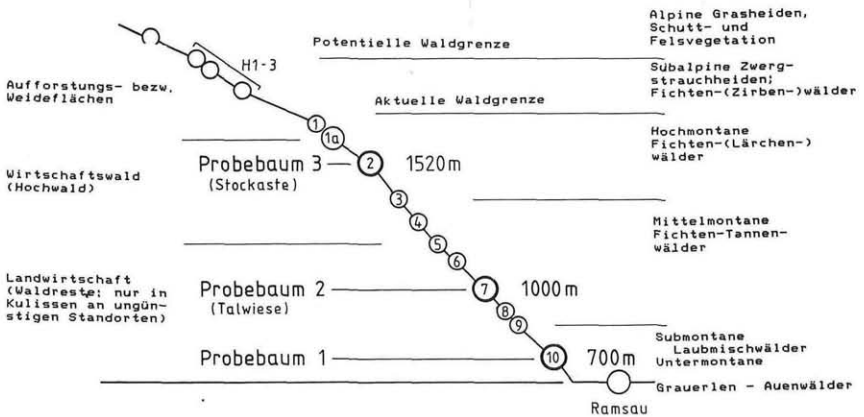


Abb. 3: Lage der Probenbäume im Höhenprofil „Zillertal“ mit Angabe der Vegetationsstufen und Waldgesellschaften (vgl. Tab. 1).

Fig. 3: Location of the sample trees in the altitude profile "Zillertal", Vegetation zones and forest communities (see Tab. 1).

(20)

zwischen ozeanisch und kontinental. Hingegen weisen Vordertux und Ginzling im inneren Zillertal mit Kontinentalitätszahl von +2.5 bereits stark kontinentalen Charakter auf. Die Dauer der Schneebedeckung (Winterdecke) beträgt im obersten Teil des Höhenprofils je nach Exposition zwischen 150 und über 200 Tage (CZELL, 1964).

Die jährliche durchschnittliche Sonnenscheindauer an der Station Zell am Ziller betrug zwischen 1971 und 1988 1345 Stunden, wobei naturgemäß die Monate Juli und August Spitzenwerte (162 und 166 Stunden) aufwiesen. Das bedeutet eine jährliche relative Sonnenscheindauer von 49% der möglichen Sonnenscheindauer.

Die Windverhältnisse werden stark durch die Orographie beeinflusst. Das Zillertal ist durch die Alpenkämme von West- und Ostwinden fast gänzlich abgeschnitten. Der Bodenwind weht das ganze Jahr über aus Norden oder Süden. Während im Frühjahr die Winde aus dem Nordsektor dominieren, sind es im Herbst und Winter jene aus dem Süden. Die Windstärke beträgt meist nur 1 und 2, in seltenen Fällen werden in den frühen Nachmittagsstunden 3 Beaufortgrade erreicht.

3.2 Meßstationen

Durch die große Höhendifferenz der einzelnen Probepunkte ergab sich wie geplant die Möglichkeit, die Höhengradienten der Stressorenmuster (vgl. BOLHÄR-NORDENKAMPF, 1989) zu studieren (Tab. 1). In den verschiedenen Höhenlagen (600 m, 1000 m, 1560 m NN) wurden die bestehenden Meßstationen herangezogen, um dauerregistrierend Lufttemperatur ($^{\circ}\text{C}$), Luftfeuchte (%), Globalstrahlung ($\text{J}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{min}^{-1}$), Luftdruck (hPa), Windgeschwindigkeit ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) und Windrichtung zu erfassen, wobei die Halbstundenmittelwerte analog und mit fortschreitendem Ausbau auch digital abgespeichert wurden. In den klimatisierten Containern (Abb. 1C) sind auch die Meßgeräte zur Erfassung von Stickoxiden (NO , NO_2), Schwefeldioxid (SO_2) und Ozon (O_3) untergebracht (SMIDT, 1989a). Ergänzt wurden die Daten der drei Container-Meßstationen durch drei herkömmliche meteorologische Meßstellen (2138 m, 1720 m, 850 m NN). Die Proben zur Bestimmung der sauren Deposition wurden in der Nähe der Meßcontainer gesammelt. Eine Ausnahme bildet die Station Stockaste (1560 m NN), ihr wurden die Depositionen der Sammelstelle Sportalm (1720 m NN) zugeordnet (SMIDT, 1989b). Die Information über die Belastungen mit Luftschadstoffen wurde durch integrierende O_3 - und NO_x -Messungen („Kerzen“) mit 7 zusätzlichen Meßpunkten ergänzt (Tab. 1). Für die Interpretation der Meßdaten ist zu berücksichtigen, daß die Meßstation am Talboden „Ramsau“ (1) in locker verbautem Gebiet liegt und sich die beiden Meßstationen „Talwiese“ (2) und „Stockaste“ (3) durch ihre Exposition nach ESE (2) und SSW (3) unterscheiden (SMIDT & al., 1988a, b).

Tabelle 1 / Table 1

Meßstellen und Erhebungsrahmen. I = Meteorologische Messungen: T = Lufttemperatur, L = relative Luftfeuchte, D = Luftdruck, G = Globalstrahlung, W = Windgeschwindigkeit und Windrichtung. II = Luftschadstoffe: S = SO₂, O = Ozon, N = NO und NO₂. III = Integrierende Bestimmungen: K = Ozon und NO_x, P = nasse Depositionen, A = Nadelanalysen. IV = Vegetationsaufnahmen und -analysen. V = Bodenanalysen: B₁ = volumgerechte, B₂ = nicht volumgerechte Probenentnahme, F = Dauerbeobachtungsfläche. Ergänzt durch Erhebungen entsprechend der Waldzustandinventur.

I = meteorological measurements: T = air temperature, L = relative humidity, D = atmospheric pressure, G = global irradiation, W = wind speed and wind direction. II = air pollutants: S = SO₂, O = ozone, N = NO and NO₂. III = integrating measurements: K = O₃ and NO_x, P = wet deposition, A = needle analysis. IV = recording and analysis of vegetation. V = soil sampling: B₁ = volume keeping sampling, B₂ = normal sampling, F = continuous observation plots.

	m NN	I		II		III		IV		V					
		T	L	D	G	W	S	O	N	K	P	A	B ₁	B ₂	F
Arbiskopf	2138	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
H1-H3	1910-2040	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+
Sportalm	1720	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
1	1720	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-
1A	1730	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+
2	1560	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-
Container Stockaste	1560	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
Probebaum 3	1520	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
3	1400	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-
4	1300	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-
5	1200	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+
6	1140	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
7	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
Container Talwiese	1000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
Probebaum 2	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
8	930	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
9	850	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	-
Probebaum 1 10	700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-
Container Ramsau	600	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-

(22)

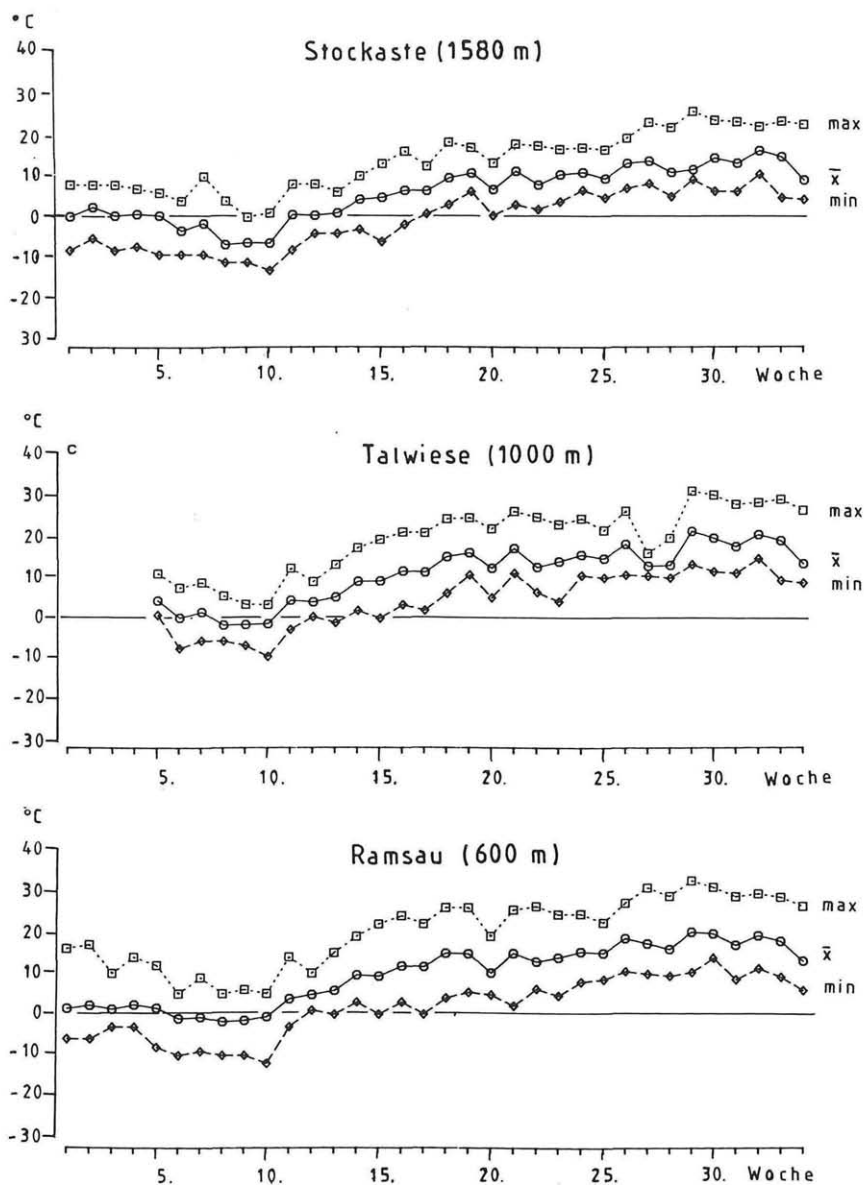


Abb. 4: Lufttemperaturen. Wochenmittelwerte, maximale und minimale Halbstundenmittelwerte. Jänner bis August 1988.

Fig. 4: Air temperature. Means of the week; minimal and maximal half hour means, January to August 1988.

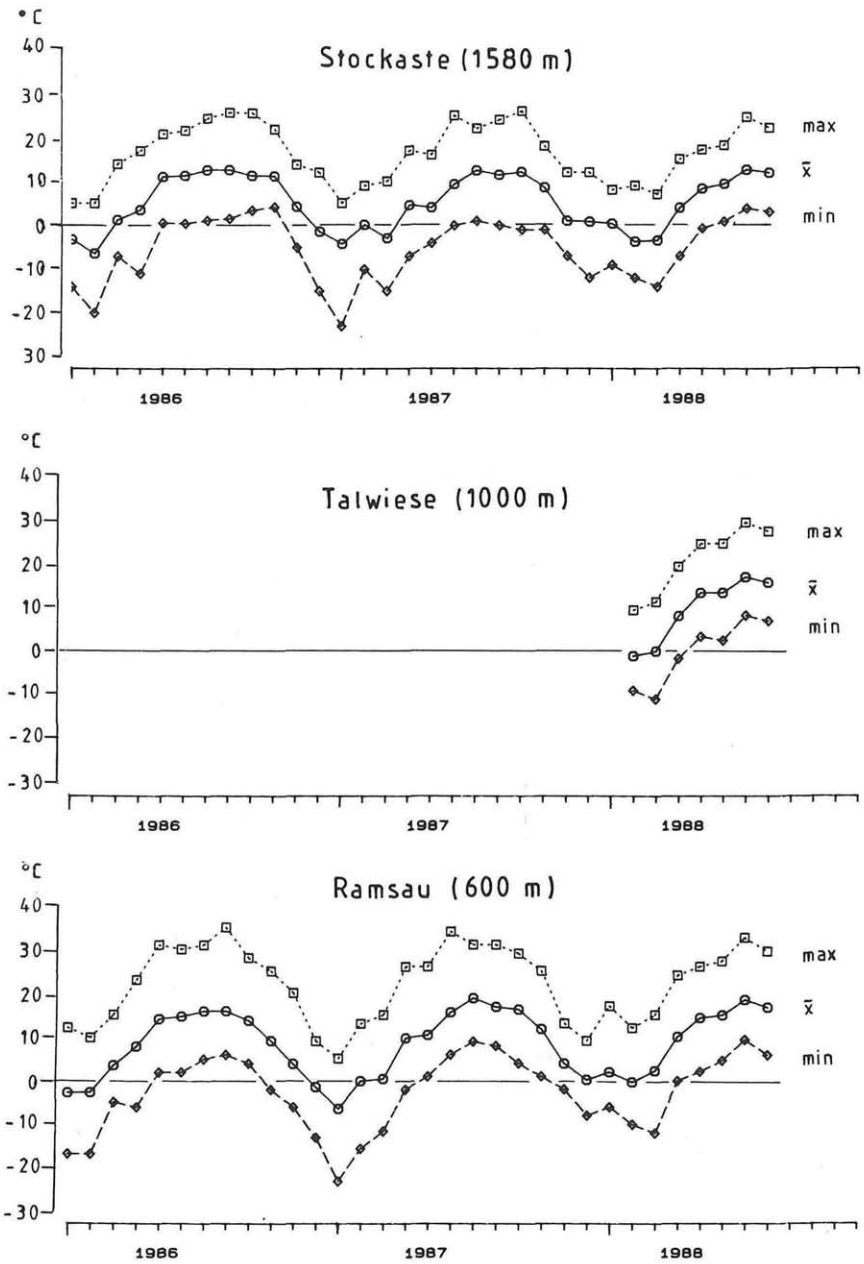


Abb. 5: Lufttemperaturen. Monatsmittelwerte, maximale und minimale Halbstundenmittelwerte: 1986/87/88.

Fig. 5: Air temperature. Means of the month, minimal and maximal half hour means, 1986/87/88.

(24)

3.3 Meßergebnisse

3.3.1 Temperatur

Die Temperatursumme von Jänner bis August 1988 war an der Stockaste (3, 1560 m NN) am geringsten ($53,7^{\circ}\text{C}$), lag in der Ramsau (1, 600 m, NN) deutlich höher ($78,7^{\circ}\text{C}$), und war auf der Talwiese (2, 1000 m NN) aufgrund häufiger Inversionen mit $71,2^{\circ}\text{C}$ nur etwas unter jener der Talstationen gelegen (KAISER, 1989).

Die Temperaturminima des Beobachtungszeitraumes waren an allen 3 Meßstationen im März gegeben, wobei auf der Stockaste (3) mit -14°C der absolut tiefste Wert gemessen wurde. Von März bis August 1988 war ein kontinuierlicher Temperaturanstieg an allen Meßstellen zu registrieren, eine Ausnahme bildete der Temperaturrückgang an der Meßstelle in 1000 Meter Seehöhe in den ersten beiden Juliwochen. Die Absenkung des Wochenmittelwertes betrug von der ersten zur zweiten Juliwoche $5,4^{\circ}\text{C}$. Der tiefe Wochenmittelwert von $11,4^{\circ}\text{C}$ blieb auch in der dritten Juliwoche erhalten. Erst gegen Ende des Monats Juli kam es entsprechend einem Wochenmittel von 20°C wieder zu einer deutlichen Erwärmung (Abb. 4¹⁾).

Vergleicht man die Monatsmittelwerte der Temperatur der letzten drei Jahre, so zeigt sich für die Meßstellen Ramsau (1) und Stockaste (2) daß der Monatsmittelwert des Jänner 1988 an beiden Meßstellen höher lag; betrachtet man die Minimaltemperaturen der Monate Jänner bis März, so läßt sich der „warme“ Winter 1988 deutlich erkennen, liegt doch der Minimalwert von -6°C (Ramsau 1) und -9°C (Stockaste 3) entschieden höher als die entsprechenden Werte 1987 mit -23°C (1,2) und 1986 mit -17°C (1) bzw. -14°C (3). Weiters erscheint bemerkenswert, daß die Minima der Temperatur an beiden Meßstellen (1,3) 1986 im Februar, 1987 im Jänner, 1988 hingegen erst im März registriert wurden (Abb. 5).

3.3.2 Föhn- und Kälteeinbrüche

Durch Wetterbeobachtungen ergänzt wurden vom Stationsdienst mit Hilfe der meteorologischen Meßwerte Föhn- und Kälteeinbrüche ausgewiesen. Zur Erfassung von Föhnepisoden wurde der vorauslaufende Druckabfall, die Änderung der Windrichtung, die Temperaturzunahme sowie die Lufttrockenheit verwendet. Die registrierten Föhneinbrüche erreichten in den seltensten Fällen den Talboden. Kälteeinbrüche ergaben sich aus der Veränderung im Halbstundenmittelwert um -5°C (Tab. 2).

¹⁾ Erratum:

Die Höhenangabe „Stockaste 1580 m“ in Abb. 4 und den folgenden ist durch „Stockaste 1560 m“ zu ersetzen.

The altitude “Stockaste 1580 m” in Fig. 4 and in the following ones must be replaced by “Stockaste 1560 m”.

Tabelle 2 / Table 2

Föhn- (A) und Kälteeinbrüche (B) Januar bis Juli 1988.

Episodes of foehn weather (A) and sudden changes to cold (B) January to July 1988.

A. Föhnleinbrüche

Datum	06.01	14.01	15.01	29.01	04.02	14.02	21.02	03.03	10.03
MEZ	7. ³⁰	13. ³⁰	7. ⁰⁰	13. ³⁰	11. ⁰⁰	9. ³⁰	9. ⁰⁰	10. ⁰⁰	9. ⁰⁰

Datum	16.03	23.03	30.03	11.04	01.05	29.05	30.05	03.06
MEZ	3. ⁰⁰	7. ³⁰	9. ³⁰	7. ⁰⁰	11. ⁰⁰	12. ⁰⁰	14. ³⁰	10. ⁰⁰

Datum	01.07	05.07
MEZ	8. ⁰⁰	7. ⁰⁰

B. Kälteeinbrüche

Datum	06.01	21.01	29.01	06.02	07.02	09.02	12.02	17.02	23.02
MEZ	21. ⁰⁰	7. ⁰⁰	23. ⁰⁰	13. ³⁰	9. ⁰⁰	23. ⁰⁰	15. ⁰⁰	14. ³⁰	14. ⁰⁰

Datum	05.03	16.03	22.03	01.04	09.04	13.04	20.04	23.04	03.05
MEZ	11. ³⁰	22. ⁰⁰	5. ⁰⁰	13. ⁰⁰	18. ⁰⁰	0. ⁰⁰	15. ⁰⁰	14. ⁰⁰	6. ³⁰

Datum	09.05	20.05	30.05	04.06	01.07	03.07	05.07	07.07
MEZ	14. ⁰⁰	6. ⁰⁰	20. ⁰⁰	20. ⁰⁰	21. ³⁰	10. ⁰⁰	21. ⁰⁰	16. ⁰⁰

3.3.3 Globalstrahlung

Im Vergleich zur höchstgelegenen Meßstelle, betrug die Strahlungssumme in 1000 Metern Seehöhe 93%, jene an der Talstation dagegen 96%. Die Maxima der Strahlung wurden an allen Meßstellen Anfang Juli registriert ($6,53-6,84 \text{ J} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$). Eine Ausnahme stellte ein extremer Halbstundenmittelwert mit $8,67 \text{ J} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$ im März 1988 dar (Abb. 6).

Die Monatsmittelwerte der Strahlung lagen in den drei letzten Meßjahren zwischen $0,2$ und $1,3 \text{ J} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$. Ein Anstieg der maximalen Halbstundenmittelwerte von 1986 bis 1988 ist nur auf der Stockaste (3) gegeben (Abb. 7).

3.3.4 Relative Luftfeuchte und Sättigungsdefizite

Die relative Luftfeuchte nahm im Jänner und Februar mit der Seehöhe ab, von März bis Juli wies sie in der Ramsau (1) und auf der Stockaste (3) die gleichen Gehalte auf, dagegen war sie auf der Talwiese (2) angehoben. Im August waren die geringsten Werte an der Stockaste (3), erhöhte in der

(26)

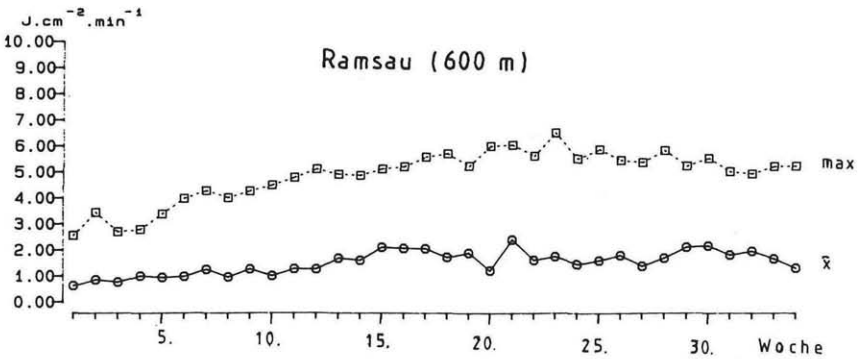
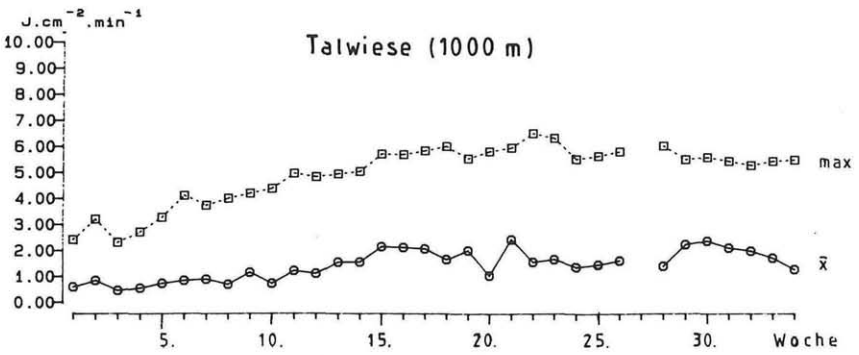
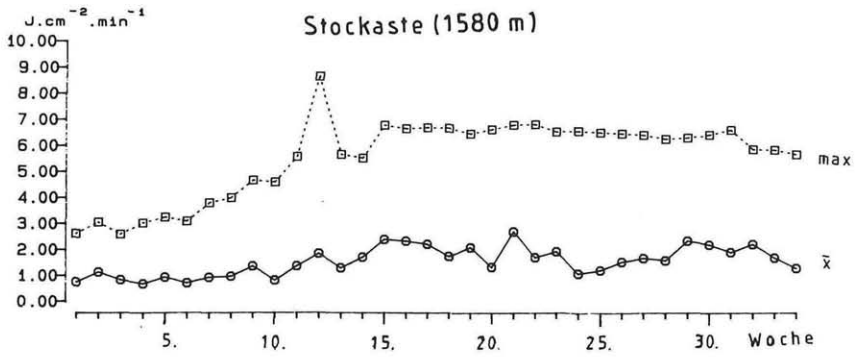


Abb. 6: Globalstrahlung, vgl. Abb. 4.
Fig. 6: Global irradiation, (see Fig. 4).

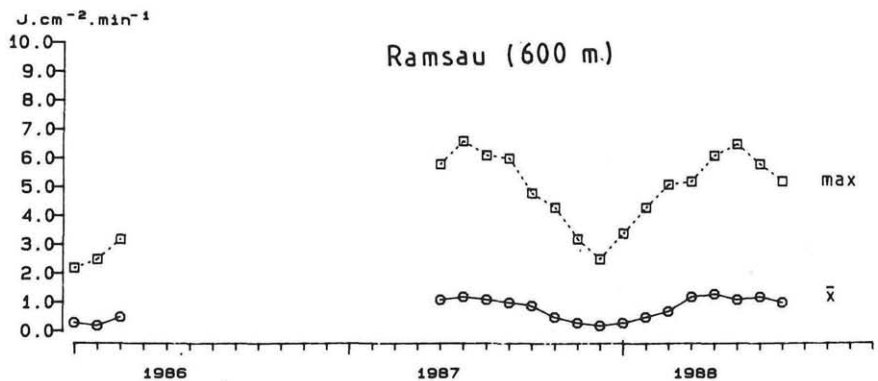
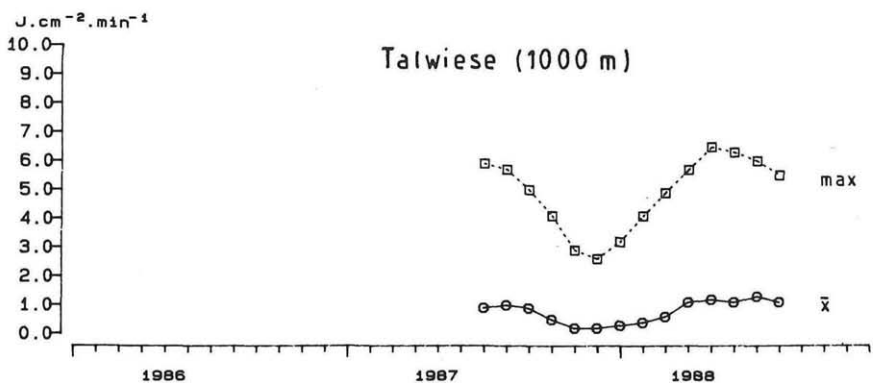
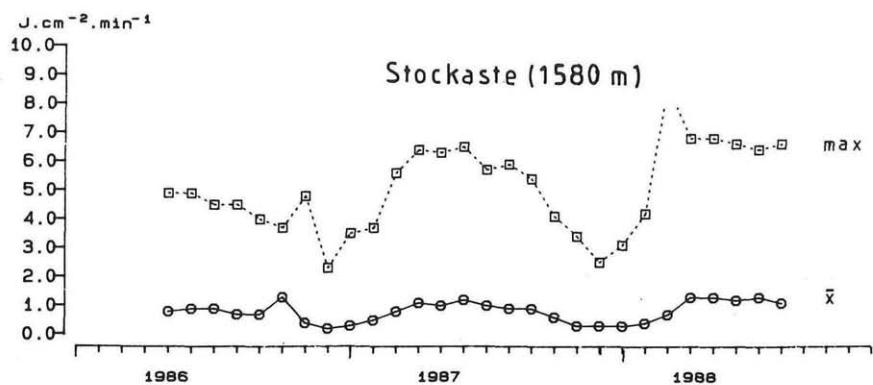


Abb. 7: Globalstrahlung, vgl. Abb. 5.
Fig. 7: Global irradiation, (see Fig. 5).

(28)

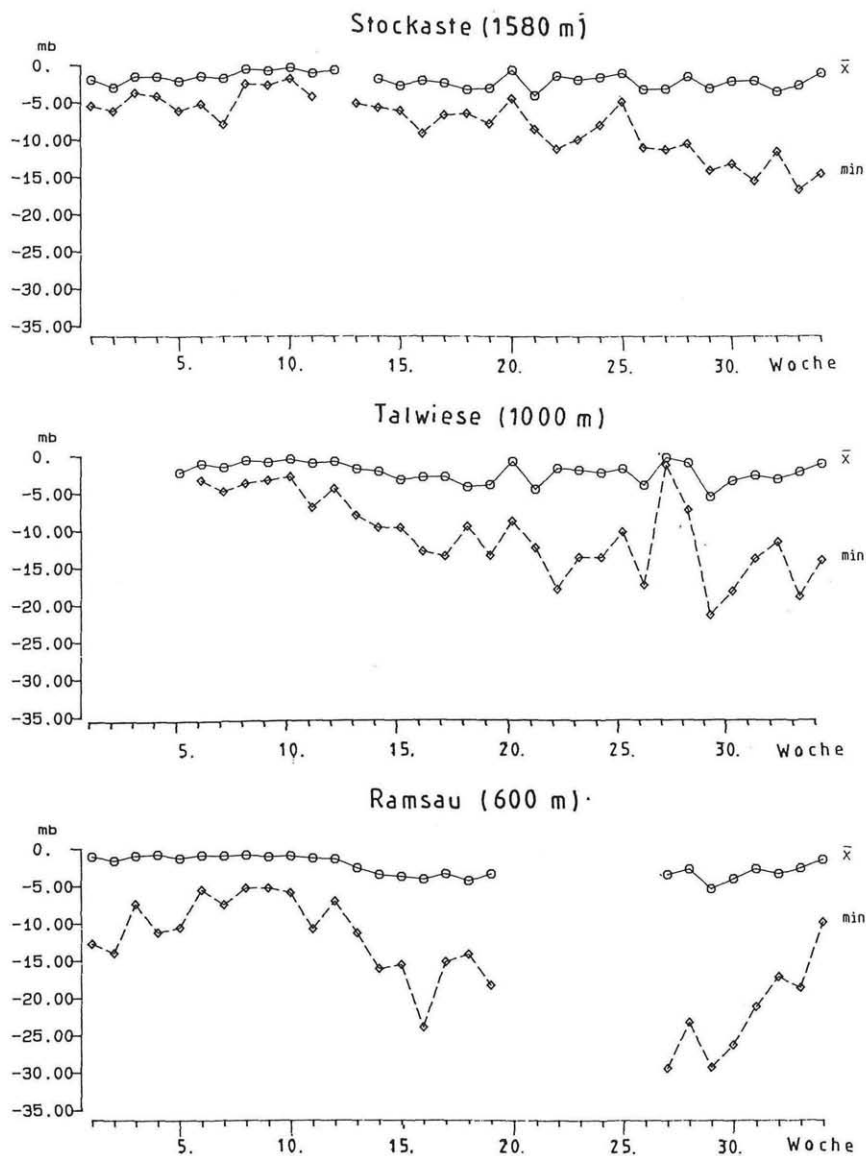


Abb. 8: Sättigungsdefizit. Wochenmittelwerte, minimale Halbstundenmittelwerte, Jänner bis August 1988 (mb = mbar).

Fig. 8: Saturation deficit. Means of the week; minimal half hour means; January to August 1988 (mb = mbar).

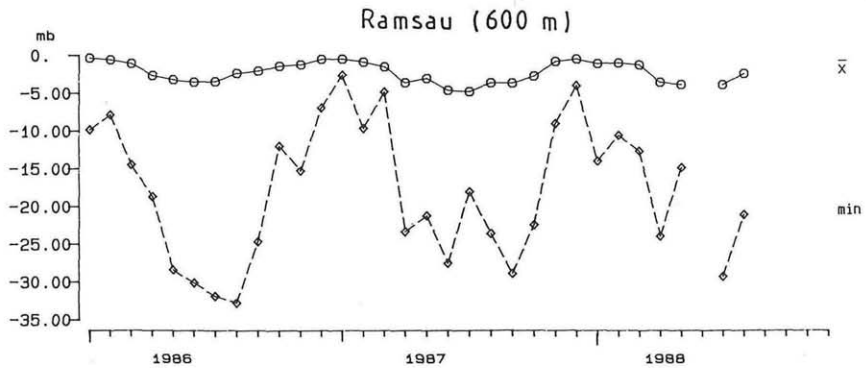
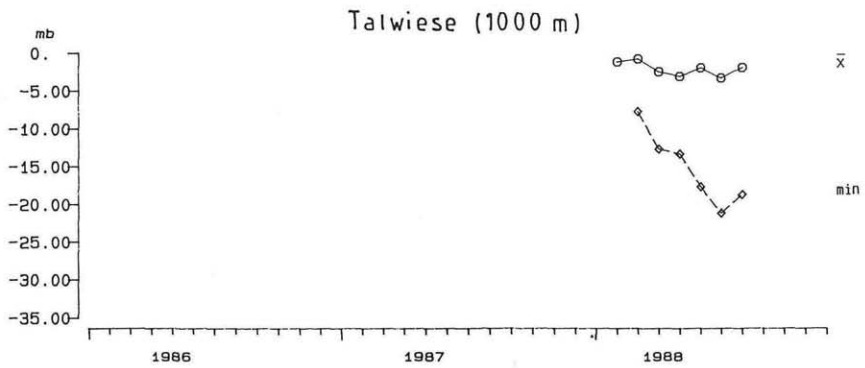
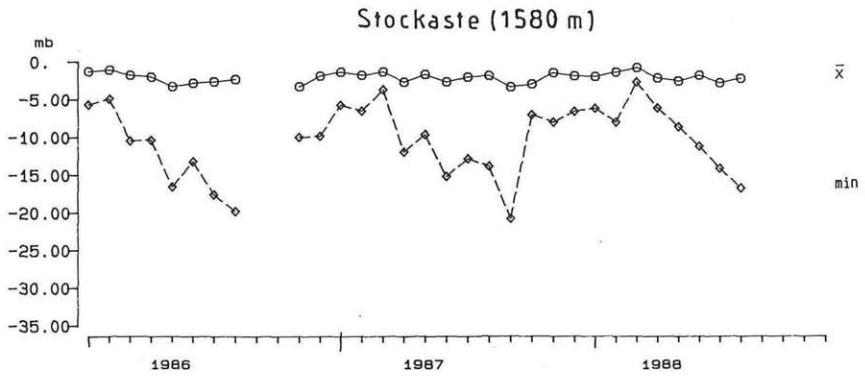


Abb. 9: Sättigungsdefizit. Monatsmittelwerte, minimale Halbstundenmittelwerte: 1986/87/88 (mb = mbar).

Fig. 9: Saturation deficit. Means of the month; minimal half hour means 1986/87/88 (mb = mbar).

(30)

Ramsau (1) und die höchsten Luftfeuchtegehalte wiederum an der Station Talwiese (2). Die maximalen Wochenmittelwerte wurden in 1000 m (2) und 1560 m Seehöhe (3) im Mai und für die Talwiese (2) auch noch im Juli registriert.

Die durchschnittlichen Luftfeuchtegehalte in den letzten drei Meßjahren lagen für alle drei Stationen zwischen 60 und 92%, wobei die geringsten Gehalte, bezogen auf Monatsmittelwerte auf der Stockaste (3) gemessen wurden.

Die Wochenmittel der Sättigungsdefizite unterschritten an keiner der Stationen -5 mbar, so daß durch die integrierende Betrachtung eine belastende Lufttrockenheit nicht aufzutreten scheint. Berücksichtigt man jedoch die wöchentlichen Minima, fallen diese von Jänner bis Juli kontinuierlich. Auf der Stockaste (3) werden zum Unterschied von der Talwiese (2) -15 mbar kaum unterschritten, wobei einige der tiefsten Werte mit Föhnepisoden korrelierbar sind. Obwohl Föhn nur selten den Talboden erreicht, treten in der Ramsau (1) Werte unter -20 mbar häufiger auf, so daß der Hinweis auf ein inneralpines Trockental zum Teil gegeben erscheint (Abb. 8, 9).

3.3.5 Windrosen

Die Windrosen errechneten sich aus den Halbstundenmittelwerten der Monate Jänner bis August. Entsprechend der geschützten Lage wurde ein großer Anteil an Kalmen beobachtet. Ramsau (1) 600 m NN – 79%, Talwiese (2) 1000 m NN – 72%. Die Windrose auf der Stockaste (3) 1560 m NN war

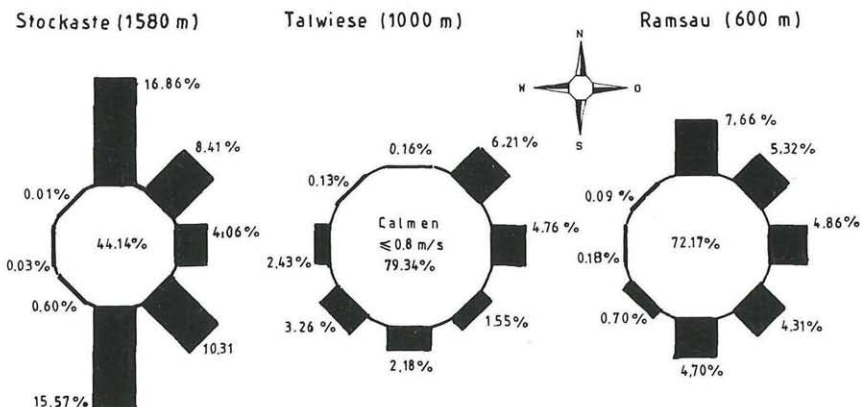


Abb. 10: Windrosen der drei Meßstellen: Häufigkeitsverteilung entsprechend der arithmetisch gemittelten Windgeschwindigkeiten. Jänner bis August 1988.

Fig. 10: Compass rose of winds; frequency of winds according to the arithmetic means of wind speed. January to August 1988.

jedoch durch nur 44% Kalmen gekennzeichnet. Die häufigsten Windrichtungen an dieser Meßstelle (3) waren jene aus Nord und Süd, wogegen die westliche Windrichtung nur selten repräsentiert war. An der Station auf der Talwiese waren dagegen die Nord- und Südwinde ebenso wie die Westwinde schwach repräsentiert, am häufigsten wurden Ostwinde registriert. Die Hauptwindrichtung in der Ramsau (1) war aus Norden gegeben, gefolgt von den Ost- und Südwinden, wogegen Westwinde kaum auftraten (Abb. 10).

3.3.6 Niederschlag

Die Niederschlagssummen stiegen mit der Seehöhe an, wobei die Niederschlagsmengen der Talstation (1, 600 m) und auf der Talwiese (2, 1000 m) nahezu gleich waren, während die monatliche Niederschlagssumme an der Meßstelle (Sportalm für 3, 1720 m NN) deutlich darüber lag. Die monatlichen Niederschlagssummen nahmen insbesondere an der höchstgelegenen Sammelstelle (Sportalm) von 1986 an stetig zu. So wurde im März 1988 die maximale monatliche Niederschlagssumme von 680 mm gemessen (Abb. 11).

4. Die Standorte der Probebäume

Dokumentiert durch die klimatologischen Meßwerte sowie aufgrund der Dauerregistrierung von Luftschadstoffen, ergeben sich verschiedene Gradienten, die im wesentlichen von der Seehöhe bestimmt werden. Die Auswahl der Probebäume erfolgte unter Berücksichtigung der Unterschiede im standortspezifischen Stressorenmuster. Um während des ganzen Jahres Proben entnehmen zu können, mußte bei der Auswahl auch auf die Erreichbarkeit der Bäume bei jeder Witterung geachtet werden.

Um die eingesetzten Untersuchungsmethoden auf ihre Eignung zur Erstellung der Frühdiagnose einer Schadensentwicklung zu testen, mußten die Untersuchungen nicht nur am gleichen Probebaum, sondern auch am gleichen Probeast durchgeführt werden. Es wurden daher Bäume ausgewählt, deren Krone zumindest einseitig frei zugänglich war. An der sonnenexponierten Seite der freien Krone wurden kleine Meßplattformen mit einer durchschnittlichen Höhe von 5 m errichtet (Abb. 1B). Die Untersuchungen erfolgten somit alle an einem zum Großteil unbeschatteten Abschnitt der Unterkrone.

Die Plattformen sollten die Anwendung von *in situ*- Untersuchungsmethoden ermöglichen. Insbesondere der Einsatz der Chlorophyllfluoreszenz zur Detektion von Streß läßt ad hoc Aussagen über die Belastungssituation zu (Abb. 1D). Apparativ aufwendiger sind die Photosynthese- und Transpirationmessungen, sie geben jedoch eine detailliertere Auskunft über den aktuellen physiologischen Zustand des Baumes (Abb. 1E).

Die baumphysiologischen Untersuchungen wurden ausschließlich an

Fichte (*Picea abies* [L.] KARST.) durchgeführt. Die Benadelung und damit der Kronenzustand der Probebäume war durchwegs gut. Vereinzelt fanden sich Spitzenvergilbungen und in Hochlagen gelb-braune Punkte auf den Nadeln (chlorotic mottles). Die Belastung der Bäume durch den winterlichen Stressorenkomplex nimmt mit der Höhenlage zu (vgl. SAKAI & LAR-CHER, 1987).

Ein mit dem Temperaturverlauf vergleichbarer Gradient sollte sich für die Ozonkonzentration ergeben, es wurde jedoch für den mittleren Standort (2, Talwiese, 1000 m NN), wahrscheinlich bedingt durch Inversionen, die höchste Ozonbelastung gemessen. In der Nähe des Talbodens ist im Winter eine lokale Belastung durch NO_x gegeben und episodenhaft auch eine durch SO₂ und O₃ (vgl. KAISER, 1989; SMIDT, 1989a).

Probebaum 1, 700 m NN¹⁾, Schwendberghof, Zehnerpunkt

Die Jahrringbreiten der letzten 20 Jahre betragen 3–5 mm pro Jahr. Der Baum ist – vom Tal aus gesehen – der linke Teil eines Zwiesels. Er ist 45 Jahre alt, gesund und hat eine normale Jahrringentwicklung. Der gleichaltrige rechte Teil des Zwiesels hat eine nahezu gleiche Jahrringentwicklung wie der linke Teil.

Das Stressorenmuster ist geprägt

- durch Nährstoffmangel bezüglich K und Ca,
- durch eine erhöhte Belastung durch Wärme und Lufttrockenheit im Sommer,
- durch erhöhte NO_x-Immissionen im Winter,
- durch Episoden von erhöhten SO₂- und O₃-Immissionen.

Dem Probebaum 1 werden die Meßwerte der Station Ramsau (600 m NN) zugeordnet.

Probebaum 2, 1000 m NN, Talwiese

Der Baum ist 84 Jahre alt und zeigt nach besonders starken Zuwächsen in den ersten Jahrzehnten seit 40 Jahren eine rückläufige Entwicklung.

Das Stressorenmuster ist geprägt

- durch partielle Staunässe,
- durch eine permanent überhöhte O₃-Immission.

Dem Probebaum 2 werden die Meßwerte der Station Talwiese (1000 m NN) zugeordnet.

¹⁾ Die Höhenangabe „Schwendberghof 750 m“ in Abb. 12 hat richtig „700 m“ zu lauten.

(34)

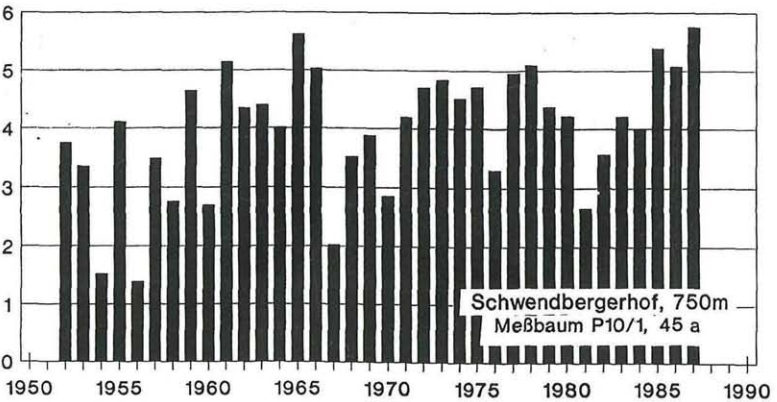
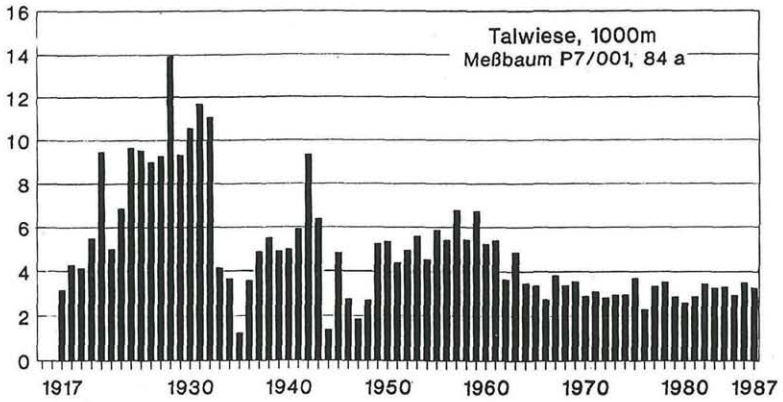
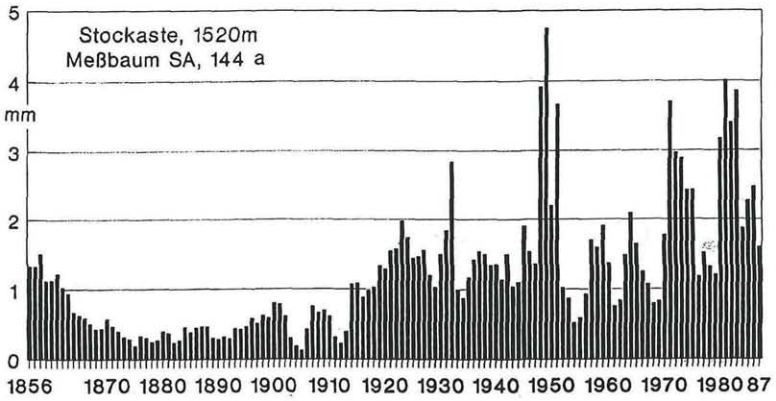


Abb. 12: Jahrringanalysen (Jahrringbreiten in 1 m Stammhöhe).
Fig. 12: Annual ring analysis. (Ring breadth 1 m above the ground).

Probebaum 3, 1520 m NN, Stockaste

Dieser bereits 144 Jahre alte Baum ließ an den letzten 30 Jahren eine erhöhte Zuwachsrate erkennen. Obwohl in 1 m Höhe das innere Drittel des Stammes rotfaul ist, war eine Auswertung der Bohrspäne möglich. Die Zuwachssteigerung dürfte darauf zurückzuführen sein, daß etwa ab dem Jahre 1950 die Schneitelnutzung und die Waldweide reduziert und zum Teil eingestellt wurden (Abb. 12).

Das Stressorenmuster ist geprägt

- durch einen stark ausgebildeten Winterstressorenkomplex,
- durch Nährstoffmangel bezüglich Ca und K,
- durch niedrige Boden-ph-Werte.

Dem Probebaum 3 werden die Meßwerte der Station Stockaste (1560 m NN) und zum Teil jene der Meßstelle Sportalm (1720 m NN) zugeordnet.

Da zu erwarten war, daß die zu detektierenden versteckten Schäden nur temporär in saisonaler und ontogenetischer Abhängigkeit als nicht vorhersehbare Störungen auftreten, wurde versucht, durch Konzentration verschiedener Forschungsprojekte einen kleinen Schwerpunkt im Höhenprofil „Zillertal“ zu schaffen (vgl. BOLHÄR-NORDENKAMPF & LECHNER, 1989b). Nur bei Vorliegen ausreichend unterschiedlicher Information über die baumphysiologischen Reaktionsmuster kann die Synopse mit den natürlichen und anthropogenen Stressorenmuster Auskunft über die Möglichkeiten einer Schadens-Frühdiagnose geben.

Danksagung

Herrn PAUSCH sei für die vorbildliche Mitbetreuung der Meßstationen gedankt.

Literatur

- ARNDT U. & MUELLER-DOMBOIS D., 1988. Forests of the World. – *Geojournal* 17: 1–308.
- BOLHÄR-NORDENKAMPF H. R., 1989. Streßphysiologisches Konzept einer kausalanalytischen Waldschadensforschung. – *Phyton (Austria)* 29 (3, Sonderband „Zillertal“): (11)–(14).
- & LECHNER E. G., 1989a. Saisonale und streßbedingte Modifikationen der photosynthetischen Kapazität von Fichten im Höhenprofil „Zillertal“: B) Lichtabhängige CO₂-Fixierung. – *Phyton (Austria)* 29 (3, Sonderband „Zillertal“): (207)–(227).
 - & – , 1989b. Synopse streßbedingter Modifikationen der Anatomie und Physiologie von Nadeln als Frühdiagnose einer Disposition zur Schadensentwicklung bei Fichte. – *Phyton (Austria)* 29 (3, Sonderband „Zillertal“): (255)–(301).
- CZELL A., 1964. Die Maßnahmekarte als Grundlage für Aufforstungsprojekte oberhalb des Wirtschaftswaldes. – *Cbl. f. d. ges. Forstwes.* 81, (3), 158–187.
- DONAUBAUER E., 1980. Über Pilzkrankheiten in Hochlagenaufforstungen. – *Mitt. Forstl. Bundesversuchsanst. Wien* 129: 51–62.

- GESELLSCHAFT FÜR STRAHLEN- UND UMWELTFORSCHUNG MÜNCHEN, 1987. Patient Wald. – GSF Mensch und Umwelt, München.
- GLATTES F. & SMIDT S., 1987. Höhenprofil Zillertal, Ergebnisse 1985. – FBVA-Berichte Nr. 20, Schriftenreihe der Forstl. Bundesversuchsanst. Wien.
- , – , DRESCHER A., MAJER C. & MUTSCH F., 1985. Untersuchung einiger Parameter zur Ursachenfindung von Waldschäden am Beispiel eines Höhenprofils im Zillertal/Tirol, erste Ergebnisse. – FBVA-Berichte Nr. 9, Schriftenreihe der Forstl. Bundesversuchsanst. Wien.
- GUDERIAN R., 1985. Air pollution by Photochemical Oxidants. Formation, Transport, Control and Effects on Plants. Ecological Studies 52. – Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.
- KAISER A., 1989. Die vertikale Temperaturstruktur der Atmosphäre im Zillertal. – Phytion (Austria) 29 (3, Sonderband „Zillertal“): (49)–(61).
- KLEY D., 1988. Bildung, Verbreitung und Trends des atmosphärischen Ozons. Vortrag im Symposium „Verteilung und Wirkung von Photooxidantien im Alpenraum“, Garmisch Partenkirchen, 11.–15. 4. 1988.
- KRAUSE G. H. M., ARNDT U., BRANDT C. J., BUCHER J., KENK G. & MATZNER E., 1986. Forest Decline in Europe: Development and possible causes. – Water, Air, and Soil Pollution 31: 647–668.
- LECHNER E. G. & BOLHÄR-NORDENKAMPF H. R., 1989. Saisonale und streßbedingte Modifikationen der photosynthetischen Kapazität von Fichten im Höhenprofil „Zillertal“: A) Induktionscharakteristika der Chlorophyllfluoreszenz. – Phytion (Austria) 29 (3, Sonderband „Zillertal“): (187)–(206).
- MAJER C., 1989. Bodenkundliche Untersuchungen an drei ausgewählten Meßpunkten des Zillertaler Höhenprofils. – Phytion (Austria) 29 (3, Sonderband „Zillertal“): (39)–(47).
- MANSFIELD T. A., 1976. Effects of air pollutants on plants. – Cambridge University Press London, New York, Melbourne.
- MAYER H., 1963. Tannenreiche Wälder am Nordabfall der mittleren Ostalpen. – München, Basel, Wien.
- NISSLEIN E. & VOSS G., 1985. Was wir über das Waldsterben wissen. – Deutscher Instituts-Verlag.
- RINGLEB F., 1947. Die thermische Kontinentalität im Klima West- und Nordwestdeutschlands. – Meteorolog. Rundschau. 1: 87–95.
- , 1948. Die hygri sche Kontinentalität im Klima West- und Nordwestdeutschlands. – Meteorolog. Rundsch.: 1: 276–282.
- SAKAI A. & LARCHER W., 1987. Frost survival of plants. Responses and adaptation to freezing stress. – Springer Berlin.
- SMIDT S., 1989a. Luftschadstoffmessungen am Höhenprofil „Zillertal“. – Phytion (Austria) 29 (3, Sonderband „Zillertal“): (69)–(83).
- , 1989b. Messungen der nassen Freilanddeposition am Höhenprofil „Zillertal“. – Phytion (Austria) 29 (3, Sonderband „Zillertal“): (85)–(95).
- , GLATTES F. & LEITNER J., 1988a. Höhenprofil Zillertal – Meßbericht 1986 (Luftschadstoffmessungen, meteorologische Daten, Niederschlagsanalysen). – FBVA-Berichte Nr. 26, Schriftenreihe der Forstl. Bundesversuchsanst. Wien.
- , – & – , 1988b. Höhenprofil Zillertal – Meßbericht 1987 (Luftschadstoffmessungen, meteorologische Daten, Niederschlagsanalysen). – FBVA-Berichte Nr. 32, Schriftenreihe der Forstl. Bundesversuchsanst. Wien.

- SMITH W. H., 1981. Air Pollution and Forests. Interactions between Air Contaminants and Forest Ecosystems. – Springer-Verlag New York, Heidelberg, Berlin.
- STIMM B., 1984. Waldsterben. Bestandsaufnahme zum Erkenntnisstand über eine neuartige und existenzbedrohende Umwelterkrankung. – Ecomed, Landsberg.
- ULRICH B. & MATZNER B., 1983. Ökosystemare Wirkungsketten beim Wald- und Baumsterben. – Forst- und Holzwirt. 18: 468–473.
- WALTER H. & LIETH H., 1960. Klimadiagramm-Atlas. – Georg Fischer Jena.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Phyton, Annales Rei Botanicae, Horn](#)

Jahr/Year: 1989

Band/Volume: [29_3](#)

Autor(en)/Author(s): Glattes Friedl, Bolhàr-Nordenkampf Harald
Romuald, Gabler Karl, Leitner Johann, Majer Christoph, Plattner Josef,
Zwenger Peter

Artikel/Article: [Die Biotope der Probebäume im Höhenprofil "Zillertal".
15-37](#)