

Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft in Bern
Band: 42 (1985)

Artikel: Ökologische Untersuchungen an Zwergfichtenbeständen im Gebiet des Turnen (Niedersimmental)
Autor: Wegmüller, Jürg / Wegmüller, Samuel
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-318509>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 31.01.2026

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

JÜRGEN WEGMÜLLER¹ und SAMUEL WEGMÜLLER²

Ökologische Untersuchungen an Zwergfichtenbeständen im Gebiet des Turnen (Niedersimmental)

1. Einleitung

Bei Kartierungsarbeiten zum Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz (WELTEN und SUTTER 1982) stiessen wir im Gebiet des im Niedersimmental gelegenen Turnen (Abb. 1) auf ausgedehnte Zwergfichtenbestände. Ähnliche Kümmerfichtenbestände waren früher vorerst von MOOR (1954) und später von RICHARD (1961) vom Creux du Van (Neuenburger Jura) beschrieben worden. RICHARD führte an diesen Beständen auch ökologische Untersuchungen durch, die interessante Einblicke in die aussergewöhnlichen Standortbedingungen vermittelten. FURRER (1966, 1972) hat sich später mit der Beschreibung von Zwergfichtenbeständen in den Alpen der Ost- und Innerschweiz befasst. Von ihm stammt ebenfalls eine Literaturübersicht über die Vegetation kaltluftführender Blockhalden (FURRER 1961).

Unsere Untersuchung aus dem Gebiet des Turnen schliesst an diese Arbeiten an. Sie hatte zum Ziel, Artengefüge und Struktur dieser Bestände und insbesondere auch deren Standortbedingungen zu erfassen.

2. Geographische Lage, Geologie und Vegetation des Untersuchungsgebietes

Der Höhenzug des Turnen (2079,2 m) – Pfaffen (1956 m) bildet zwischen Weissenburg und Ringoldingen die rechte Talflanke des Niedersimmentals (Abb. 1). Auf seiner Nordseite treten zwei unterschiedliche Landschaftsformen in Erscheinung, einerseits die von der Simme weg bald steil dann wiederum sanfter ansteigenden Talflanken und andererseits die darüber hoch aufragenden Felsen des Massivs (Abb. 2). Die weichen Geländeformen der Talflanken werden durch mesozoische Flysche, Mergel und Radiolarite der Simmendecke gebildet, die Steilhänge durch Kreidekalke. Demgegenüber bestehen die Felsen des Massivs aus Malmkalken der Klippen-Decke. Diese werden von einer geringmächtigen

1 ETH Zentrum Zürich (bis 30. April 1984); GRD, Thun (ab 1. Mai 1984).

2 Systematisch-Geobotanisches Institut der Universität Bern.

Kreideschicht überlagert. Gegen Norden fallen die Malmkalke steil zu zwei grossen Kesseln ab, die als Chlyne und Grosse Chorb bezeichnet werden (Abb. 2). In beiden liegen mächtige Blockschuttmassen der abwitternden Malmkalke.

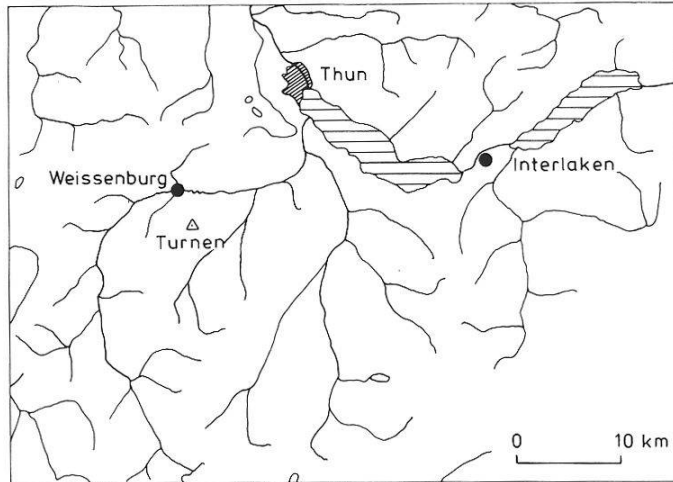


Abbildung 1: Lage des Untersuchungsgebietes.



Abbildung 2: Turnen mit «Chlyne Chorb» (links) und «Grosse Chorb» (rechts), vom Stockhorn aus gesehen.

Über die ganze nordexponierte Talflanke ziehen sich, von wenigen Alpweiden abgesehen, ausgedehnte Wälder (Chorbwald), die sich bis in die beiden Körbe hineinerstrecken (Abb. 2). Es handelt sich um artenreiche Weisstannenwälder (*Abieti-Fagetum*) in optimaler Ausbildung, die mit zunehmender Höhe in Tannen-Fichten-Wälder und schliesslich in reine Fichtenwälder (*Piceetum subalpinum*) übergehen. In beiden Körben erfahren diese Fichtenwälder in 1500–1600 m Höhe durch die ausgedehnten Schutthalden eine scharfe Begrenzung (Abb. 3). Die natürliche Waldgrenze ist hier um 250–300 m herabgesetzt.

Am Fuss der Blockschutthalden beider Körbe finden sich nun im Übergang zum Hochwald Zwergfichtenbestände unterschiedlicher Ausdehnung (Abb. 3 und 4). Ein grösserer Bestand zieht sich auch auf einer nordöstlich des «Drüchrützler» (Pt. 1466) gelegenen Blockschutthalde über eine Länge von 150 m in den Tannen-Fichten-Wald hinunter. Die Fichten erreichen in diesen Beständen eine Höhe von bloss 2–4 m; sie stehen meistens schief oder steigen bogig auf. Auf den ersten Blick erwecken diese Zwergfichtenwäldchen den Eindruck, es handle sich um Jungwuchs. Dem ist aber nicht so: Jahrringzählungen an Stämmchenquerschnitten zeigen, dass zahlreiche dieser Fichten dreissig, fünfzig und mehr Jahre alt sind, die Bestände also wesentlich älter sind, als man vermuten würde. Sie vermögen in einer extremen Kampfzone, die durch Schattenlage, verkürzte Vegetationsdauer, Steinschlag und Lawinen geprägt ist, noch knapp aufzukommen.



Abbildung 3: «Chlyne Chorb», Blockschutthalde mit Zwergfichtenbeständen.



Abbildung 4: Im Aufstieg zum «Grosse Chorb». Am Hangfuss Zwergfichtenbestände.

3. Vegetationszonierung – Struktur und Artengefüge der Zwergfichtenbestände

3.1 Vegetationszonierung

Die Vegetationsdecke lässt nun von den Blockschutthängen über die Zwergfichtenbestände zum Tannen-Fichten-Hochwald eine ausgeprägte Zonierung erkennen. Um diese zu erfassen, legten wir am Hangfuss auf der Westseite des Grossen Korbes in etwa 1530 m Höhe (Koord. 604.470/164.950) ein Querprofil fest, das wir mit dem Nivelliergerät ausmassen (Abb. 5). Längs der Profillinie steckten wir je nach Geländebeziehungen und Vegetationsdecke Aufnahmeflächen von 1 oder 2 m² ab und notierten die in den einzelnen Flächen auftretenden Arten. Bei diesen Aufnahmen berücksichtigten wir, der sehr kleinen Aufnahmeflächen wegen, die Baumschicht nicht. Von den Kryptogamen (Moose, Flechten) nahmen wir nur jene Arten auf, die in den einzelnen Gesellschaften regelmässig und mit erheblichen Deckungswerten am Aufbau der Vegetationsdecke beteiligt sind. Die Aufnahmen sind daher hinsichtlich der Kryptogamen unvollständig. Die Deckungswerte (Artmächtigkeit) ermittelten wir nach der Bewertungsskala von BRAUN-BLANQUET (1964). Die nachstehend aufgeführte Skala haben wir SUTTER und BETTSCHART (1982, S. 45) entnommen. Es bedeuten:

- + = spärlich, mit geringem Deckungswert (< 1 %)
- 1 = reichlich, aber mit geringem Deckungswert, oder
spärlich, aber mit grösserem Deckungswert (1–10 %)
- 2 = sehr zahlreich, oder mindestens 1/10–1/4 deckend (10–25 %)
- 3 = 1/4–1/2 der Aufnahmefläche deckend, Individuenzahl beliebig (25–50 %)
- 4 = 1/2–3/4 der Aufnahmefläche deckend, Individuenzahl beliebig (50–75 %)
- 5 = mehr als 3/4 der Aufnahmefläche deckend, Individuenzahl beliebig (75–100 %)
- r mit r werden Arten bezeichnet, die nur ganz vereinzelt vorkommen

Die vorgenommene Gruppierung der Arten (Abb. 5) ergibt sich aus deren Auftreten innerhalb des Transektes. Verschiedene Gruppen umfassen Arten mit unterschiedlichen Standortsansprüchen und zum Teil auch zufällige. Der kleinen Aufnahmeflächen wegen können in einem derartigen Transekt nicht alle der für die einzelnen Pflanzengesellschaften typischen Arten erfasst werden. Hingegen vermittelt die Darstellung der Transekttaufnahmen (Abb. 5) ein anschauliches Bild der Vegetationszonierung, die im folgenden kurz besprochen werden soll. Folgende Arten wurden ihres seltenen Auftretens wegen nicht in die Darstellung einbezogen: *Juniperus nana* (41), *Salix reticulata* (27, 29), *Rhamnus pumila* (10), *Daphne mezereum* (6, 7), *Lonicera alpigena* (6, 12), *Lastrea phegopteris* (9), *Polystichum lobatum* (11), *Botrychium lunaria* (25), *Orchis maculata* (1), *Aconi-*

tum vulparia (6), *Saxifraga androsacea* (25, 28), *Chrysosplenium alternifolium* (24), *Alchemilla vulgaris* agg. (11, 22), *Soldanella alpina* (27, 28), *Erinus alpinus* (29), *Melampyrum silvaticum* (15) und *Euphrasia minima* (29).

Rhododendro hirsuti – *Mugetum* (Aufnahmen 30–41)

Steinrosen-Bergföhren-Gesellschaft

Trotz intensivem Steinschlag und Rutschungen haben sich auf der Blockschutthalde grössere inselartige Vegetationsdecken mit dichtem Schluss entwickelt, in denen vereinzelt kleine Fichten und Bergföhren aufkommen. In diesen Polstern und Spalierrasen treten die Zwergsträucher *Rhododendron hirsutum*, *Arctostaphylos alpina* und *Dryas octopetala* hervor (Gruppe 2), die auch die Schuttbewegung hemmen und zur Festigung des Hanges beitragen. Ferner treten Arten der Blaugras-Horstseggen-Gesellschaft (*Seslerio-Caricetum sempervirentis*) und der Polsterseggen-Gesellschaft (*Caricetum firmae*) (Gruppe 2 und 3) auf. Kalkunterlage und reiche Schneebedeckung bilden die Voraussetzung zur Entwicklung dieser Pflanzengesellschaft. Im Herbst verleihen die tiefrot gefärbten Blätter der Alpen-Bärentraube dem Blockschutthang einen leuchtend farbigen Aspekt.

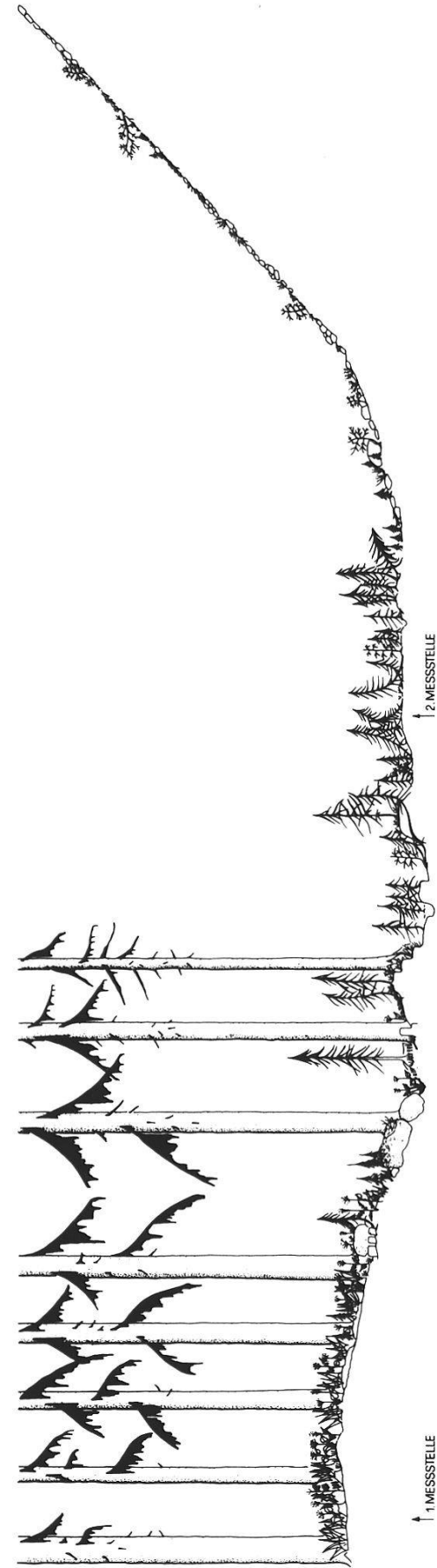
Initialstadien zu Zwergfichtenbeständen (Aufnahmen 24–29)

Die Artenzusammensetzung der bereits stärker konsolidierten Böden am Hangfuss wird durch die lange Schneebedeckung wesentlich beeinflusst. *Salix retusa* (Gruppe 4) tritt stärker hervor und vereinzelt sind auch *Salix reticulata*, *Saxifraga androsacea* und *Soldanella alpina* festzustellen. *Ranunculus alpestris* fügt sich ebenfalls gut ins Bild der Vegetation ausapernder Böden. Obwohl Beziehungen zur Kriechweiden-Gesellschaft der Stumpf- und Netzblättrigen Weide (*Salicetum retusae-reticulatae*) bestehen, weist das abweichende Artenspektrum doch auf frühe Initialstadien zu Zwergfichtenbeständen hin.

Lycopodio – *Mugetum* (Aufnahmen 15–23)

Zwergfichtenbestände, Bärlapp-Bergföhren-Gesellschaft

Der geschlossene Zwergfichtenbestand zeichnet sich durch die charakteristischen Wuchsformen der Fichten und insbesondere auch durch den dichten Schluss der Moosdecke aus. Struktur, Artengefüge und Probleme der Nomenklatur dieser Bestände sollen im nachfolgenden Unterabschnitt 3.2 besprochen werden. Die Transektaufnahmen zeigen klar auf, wie eine Reihe von Blütenpflanzen und Moosen des angrenzenden Hochwaldes (Gruppe 6) auf die Zwergfichtenbestände übergreift.



Aufnahmenummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42		
Aufnahmefläche m²	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	3	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	
Deckungswerte in %:																																												-
Strauchschicht	60	50	70	50	20	70	40	40	30	40	25	70	50	60	60	40	20	50	50	30	50	50	60	30	10	20	20	20	50	25	50	25	5	70	50	30	70	70	50	50	-			
Krautschicht	50	70	50	60	80	60	80	70	70	40	70	50	25	25	25	20	20	30	50	60	50	40	40	40	40	40	5	30	30	20	10	30	5	20	20	25	15	20	20	20	-			
Moosschicht	60	50	60	50	60	60	60	50	50	60	60	60	40	50	80	90	90	90	70	60	70	80	90	60	40	20	40	30	20	10	10	15	5	10	10	20	30	20	50	10	5	-		
1 <i>Picea excelsa</i>																																												
<i>Vaccinium myrtillus</i>																																												
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>																																												
<i>Hieracium murorum</i>																																												
2 <i>Rhododendron hirsutum</i>																																												
<i>Dryas octopetala</i>																																												
<i>Arctostaphylos alpina</i>																																												
<i>Pinus mugo</i>																																												
<i>Carex ornithopoda</i>																																												
<i>Hieracium villosum</i>																																												
<i>Carex firma</i>																																												
<i>Scabiosa lucida</i>																																												
<i>Helianthemum alpestre</i>																																												
<i>Primula auricula</i>																																												
<i>Gentiana clusii</i>																																												
<i>Lastrea robertiana</i>																																												
<i>Globularia cordifolia</i>																																												
3 <i>Sesleria coerulea</i>																																												
<i>Galium anisophyllum</i>																																												
<i>Barbisia alpina</i>																																												
<i>Ranunculus alpestris</i>																																												
<i>Polygonum viviparum</i>																																												
<i>Ranunculus carinthiacus</i>																																												
<i>Carex sempervirens</i>																																												
<i>Bellidiastrum michelii</i>																																												
<i>Campanula scheuchzeri</i>																																												

Adenostylo-Abietetum (Aufnahmen 1–14)

Alpendost-Fichten-Tannenwald

Der Übergang vom Zwergfichtenbestand zum Hochwald hebt sich im Transekt (Abb. 5) durch die Spektren der Hochstaudenflur (Gruppe 7) und der Buchenwaldarten sowie einiger Moose (Gruppe 8) klar ab. Im Hochsommer sind hier die Hochstaudenfluren mit *Cicerbita alpina* und *Adenostyles alliariae* und weiteren typischen Vertretern prachtvoll entwickelt. Besonders erwähnt sei der Fund des in diesem Gebiet seltenen Knotenfusses (*Streptopus amplexifolius*). Das Hervortreten der Buchenwaldarten (Gruppe 8) wird zweifellos durch die Kalkunterlage begünstigt. Die Säurezeiger (Gruppe 9) sind hingegen schwach vertreten. Aufgrund des Artenspektrums ordnen wir diese hochstaudenreiche Waldvegetation trotz der Fichtendominanz dem *Adenostylo-Abietetum* zu.

Gruppe 10 schliesslich umfasst Arten der Felsblöcke und Gruppe 11 Moose mit breiterem ökologischem Spektrum, während die Arten der Gruppe 1 über den ganzen Transekt weg den Übergang zur untern subalpinen Stufe anzeigen.

Zusammenfassend sei festgehalten, dass längs der Transektlinie drei voneinander klar abgehobene Pflanzengesellschaften erfasst worden sind.

3.2 Struktur und Artengefüge der Zwergfichtenbestände (*Lycopodio – Mugetum*)

Um das Artenspektrum der Zwergfichtenbestände möglichst vollständig zu erfassen, wurden zusätzlich zu den Transektaufnahmen in Beständen am westlichen Hangfuss des Grossen Korbes in 1430 m – 1550 m Höhe sowie am östlichen Hangfuss in 1570 m Höhe insgesamt 14 Aufnahmen gemacht. Die Aufnahmeflächen umfassen 40–100 m². Wir verzichten hier auf die Wiedergabe der zu einer Tabelle vereinigten Aufnahmen, geben aber eine knappe Zusammenfassung.

Von initialen Stadien abgesehen, treten die Zwergfichten meistens in geschlossenen Beständen auf. Die Moosschicht erreicht darin Deckungswerte von 80–100 %. An deren Aufbau sind *Ptilium crista-castrensis*, *Hylocomium splendens*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Polytrichum formosum*, *Dicranum scoparium* und meistens auch *Pleurozium schreberi* mit beträchtlichen Anteilen beteiligt. Von den Flechten sind *Peltigera aphthosa*, *Cladonia macroceras*, *Cetraria islandica* sowie *Cladonia rangiferina* und *C. pyxidata* häufig zu verzeichnen. *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* und *Lastrea dryopteris* sind beinahe in allen Aufnahmen mit beträchtlichen Deckungswerten vertreten.

Grundsätzlich lassen die Zwergfichtenbestände des Grossen Korbes zwei Typen unterschiedlicher Ausprägung erkennen: Bestände, deren Böden spät ausapern, sind durch das Auftreten von *Salix retusa*, *S. reticulata*, *Dryas octopetala*

und vereinzelt auch von *Rhododendron hirsutum* gekennzeichnet; aus den Kalkschutthalden greifen ferner *Carex sempervirens*, *Festuca pumila*, *Ranunculus alpestris*, *Galium anisophyllum*, *Alchemilla conjuncta* agg., *Pedicularis verticillata*, *Ranunculus montanus* agg. und *Polygonum viviparum* auf die Bestände über. Bei initialen Stadien wie z. B. in den Frostsinken am östlichen Hangfuss des Grossen Korbes sind die Zwergfichtenbestände bedeutend lichter, und wir verzeichnen zusätzlich folgende Arten: *Arctostaphylos alpina*, *Bartsia alpina*, *Pinguicula alpina*, *Parnassia palustris*, *Saxifraga aizoon*, *Silene acaulis* und dann insbesondere auch *Carex capillaris*, deren Vorkommen in derartigen kalten Senken typisch ist.

Bei der zweiten Ausprägung handelt es sich um Bestände, deren Böden etwas früher ausapern und feuchter sind. Die Zwergfichten stehen hier meistens dichter, der Kronenschluss ist enger und die Bestände sind in der Regel artenärmer. Mit den erstgenannten Beständen haben sie folgende Arten gemeinsam: *Lycopodium annotinum*, *Cystopteris montana*, *Pyrola secunda*, *Valeriana tripteris*, *Saxifraga rotundifolia*, *Moehringia muscosa*, *Dryopteris dilatata*, *Oxalis acetosella* und *Selaginella selaginoides*. Sie heben sich aber durch das Auftreten von *Sphagnum quinquefarium*, *Sphagnum squarrosum*, *Arabis alpina* und *Luzula silvatica* ab.

MOOR (1954) hat die Zwergfichtenbestände ursprünglich zur Gesellschaft des *Tofieldio-Piceetum* zusammengefasst; RICHARD (1961) stellte sie später aufgrund eines breiten Aufnahmемaterials aus dem Jura zum *Lycopodio-Mugetum* (Bärlapp-Bergföhren-Gesellschaft). ELLENBERG und KLÖTZLI (1972) gelangten jedoch zur Ansicht, dass die meisten dieser Bestände dem *Sphagno-Piceetum typicum* (Typischer Torfmoos-Fichtenwald) entsprechen.

Der Vergleich unserer Aufnahmen mit den umfangreichen Erhebungen von RICHARD (1961) im Jura zeigt, dass vom Artenspektrum her eine recht weitgehende Übereinstimmung besteht. Trotz des Fehlens von *Pinus mugo* in unsern Aufnahmen – die Bergföhre dürfte hier gegenüber den Zwergfichten noch zu wenig konkurrenzkräftig sein – ordnen wir vorläufig die Bestände aus dem Gebiet des Turnen dem *Lycopodio-Mugetum* zu.

4. Temperaturmessungen

4.1 Einleitung

An je einem Bodenprofil im Zwergfichtenbestand und im Fichten-Tannen-Hochwald (Abb. 5) führten wir in den Vegetationsperioden der Jahre 1983 und 1984 Temperaturmessungen durch. Ziel dieser Messungen war, Aufschluss über den jahreszeitlichen Verlauf der Bodentemperaturen in verschiedenen Tiefen zu

erhalten. Zur Durchführung dieser Messungen entwickelten wir eine an die beiden Bodenprofile adaptierte Messeinrichtung, die im folgenden kurz beschrieben ist.

4.2 Messeinrichtung

Wir verwendeten als Temperaturfühler NTC-Widerstände. Dies sind elektronische Bauteile, welche die Eigenschaft haben, ihren elektrischen Widerstand in Abhängigkeit von der Temperatur stark zu verändern. Die Bezeichnung NTC-Widerstand (*Negative Temperature Coefficient*) leitet sich daraus ab, dass der Widerstand dieser Elemente mit steigender Temperatur abnimmt, der Koeffizient $\frac{\Delta R}{\Delta T}$ also negativ ist.

NTC-Widerstände sind sehr robuste, überlastsichere Bauelemente, die meist keiner Alterung unterliegen. Ihre nichtlineare Kennlinie ist hingegen ein Nachteil (Abb. 6). Jeder einzelne Widerstand muss über den gesamten Temperaturbereich, in dem gemessen werden soll, geeicht werden. Um die Temperatur auf $\pm 0,1^\circ \text{C}$ bestimmen zu können, ist eine Widerstandsmessung mit einer Genauigkeit von $\pm 1\text{‰}$ erforderlich. Ein Messgerät, das den Widerstandswert mit dieser Genauigkeit direkt anzeigt, ist teuer. Da in unserem Fall der Messkomfort von untergeordneter Bedeutung war, wurde eine Schaltung mit Wheatstone-scher Brücke und Widerstandsdekade zur Bestimmung eines Masses für den Widerstand gewählt (Abb. 7).

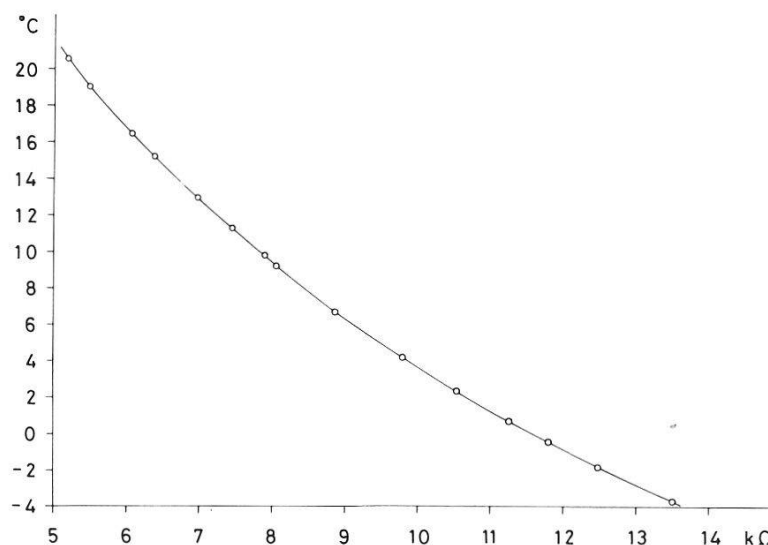


Abbildung 6: Nichtlineare Kennlinie einer geeichten NTC-Sonde.

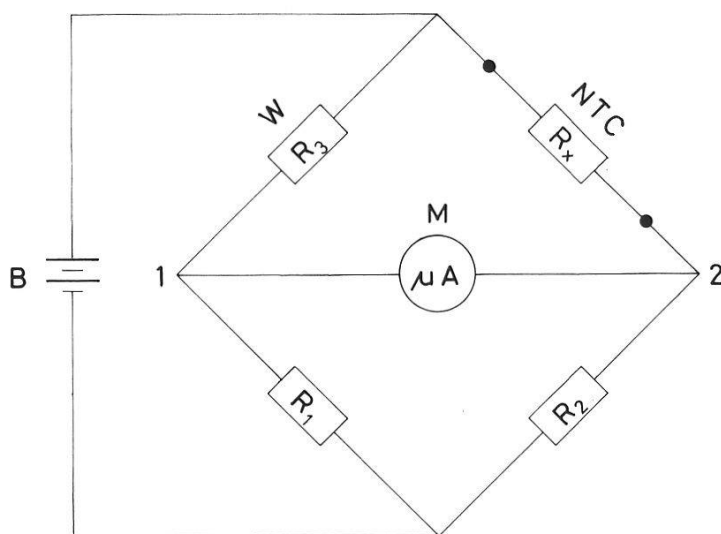


Abbildung 7: Schaltschema des Messgerätes

B	Batterie 18 V
W	Widerstandsdekade 0–10 MΩ, einstellbar in Schritten von 1Ω
R _x	Widerstandswert der NTC-Sonde
R ₁ , R ₂	Brückenwiderstände 5,6 kΩ
M	Messinstrument ± 50 μA

Bei der Messung wird die Widerstandsdekade so eingestellt, dass kein Strom durch das Messinstrument fließt. Hier liegt denn auch der Vorzug dieses Verfahrens. Das Messinstrument muss einzig den Nullpunkt mit genügend grosser Empfindlichkeit anzeigen. Der Wert R_x des NTC-Widerstandes bestimmt sich aus der Forderung, dass Punkt 1 und 2 das gleiche Potential aufweisen müssen.

$$R_x = \frac{R_2}{R_1} \cdot R_3$$

Überlegungen, ob man den tatsächlichen Ohm-Wert des NTC-Widerstandes misst, können entfallen, da jede einzelne Sonde mit dem beschriebenen Gerät geeicht wird und somit die Temperatur als Funktion der an der Widerstandsdekade eingestellten Kombination bestimmt wird.

Die mit den Kabelanschlüssen verlöteten NTC-Widerstände wurden je in ein dickwandiges Glasröhrchen von 10,5 cm Länge eingeführt und in Polyester eingebettet. Darüber wurde eine Silikonmasse eingefüllt und die Öffnung des Glasröhrchens mit einem Schrumpfschlauch zusätzlich abgedichtet. Die Kabel von je sechs Sonden wurden in einem Kästchen (8 x 5 x 3 cm) zusammengefasst, wo das Messgerät angeschlossen werden konnte. Die Eichung der zwölf Sonden erfolgte in einem Wasserbad mit Rührwerk im Temperaturbereich von $-4,0^\circ\text{C}$ bis $20,0^\circ\text{C}$. Zu erwähnen bleibt, dass die ganze Messeinrichtung sehr preisgünstig ist.

4.3 Feldarbeiten

Im Herbst 1982 öffneten wir sowohl im Fichten-Tannen-Hochwald (Messstelle 1) als auch im Zwergfichtenbestand (Messstelle 2) unseres Transektes (Abb. 5) je ein Bodenprofil von 1,5 m Tiefe. In Tiefenabständen von 25 cm führten wir hierauf je 6 Sonden ein.

Bodenprofil 1: Fichten-Tannen-Hochwald

- | | |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0 – 8 cm | schwarzbrauner Rohhumus, wenig zersetzt.
2 cm: pH = 5.7 |
| 8 – 22 cm | schwarzbrauner Rohhumus, stärker zersetzt, leicht mineralisch.
10 cm: pH = 5.5 20 cm: pH = 6.3 |
| 22 – 32 cm | steigender Skelettanteil; kantige Kalkbrocken, Ø 5–30 cm, dazwischen mineralische, braune Erde, feucht, kompakt.
30 cm: pH = 7.0 |
| 32 – 70 cm | hoher Skelettanteil, Anhäufung grünlicher und weisser Kalksteinblöcke, meist kantig, Ø 10–80 cm, dazwischen grobkörniges, mineralisches, braunes Erdmaterial.
40 cm: pH = 7.0 60 cm: pH = 7.1 |
| 70 – 150 cm | Kalkblockschutt, Ø 10–60 cm, zwischen den Blöcken graugrüner, sandiger Ton.
75 cm: pH = 7.4 90 cm: pH = 7.8 110 cm: pH = 7.9 |

Bodenprofil 2: Zwergfichtenbestand

- | | |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0 – 22 cm | torfartiger, schwarzbrauner Rohhumus, stark durchwurzelt, mit einigen kantigen Kalksteinbrocken.
2 cm: pH = 5.5 10 cm: pH = 5.5 20 cm: pH = 6.3 |
| 22 – 45 cm | hoher Anteil des Kalkblockschuttes, Ø 20–60 cm. Zersetzung der organischen Substanzen zu schwarzem Humus.
30 cm: pH = 7.0 40 cm: pH = 7.0 |
| 45 – 150 cm | grobblockiger Kalkschutt, Ø 10–80 cm. In den grossen Zwischenräumen zirkulieren Kaltluftströme. In Spalten schwarze Humusanhäufungen, mit zunehmender Tiefe selten.
60 cm: pH = 7.1 75 cm: pH = 6.4 |

Die Messreihe umfasst die Vegetationsperioden der Jahre 1983 und 1984. Ursprünglich war geplant, die Messungen nur während der Vegetationsperiode von 1983 durchzuführen. Da aber das Wetter in den Monaten Juli und August des Jahres 1983 aussergewöhnlich heiss und trocken war und die Bodentemperaturen sicher höher lagen als in einem Jahr mit durchschnittlichem Temperaturverlauf, schlossen wir für die Vegetationsperiode 1984 eine weitere Messreihe an. Im Winter 1983/84 waren regelmässige Messungen der grossen Schneemassen wegen nicht möglich. In der Regel wurden die Messungen in Abständen von 8–10 Tagen durchgeführt. Am 23. November 1984 schlossen wir die Messungen ab und gruben die Sonden aus. Eine Nacheichung ergab gegenüber der ursprünglichen Eichung keine über den Messfehler des Gerätes hinausgehende Abweichung. Es konnte keine Alterung der NTC-Widerstände festgestellt werden.

4.4 Fehlerquellen

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass mit dem Öffnen eines Profils die Bodenstrukturen gestört werden. Auch wenn die Einfüllung des Aushubmaterials nach Einführen der Sonden noch so sorgfältig vorgenommen wird, dürften sich bei Temperaturmessungen gegenüber dem ursprünglichen Zustand leichte Abweichungen ergeben. Dies gilt insbesondere für die Blockschuttböden der Zwergfichtenbestände, die von Kaltluftströmen durchzogen werden.

Mit unserem Messgerät konnten Widerstandsänderungen gemessen werden, die einer Temperaturdifferenz bis zu $0,1^{\circ}\text{C}$ entsprechen. Messfehler zufolge Erwärmung der Widerstände durch den durchfliessenden Strom konnten durch Wiederholung der Messungen weitgehend vermieden werden. Beim ersten Durchgang wurden die Widerstandswerte der sechs Sonden eines Profils ermittelt, beim zweiten die Messungen mit sehr kurzen Stromstössen wiederholt und die ermittelten Werte überprüft.

Ein weiterer Messfehler könnte sich aus der Ableitung von Wärme von der Oberfläche über die Kabel zu den Sonden ergeben. Dieser Fehler dürfte in unserem Falle sehr klein sein, weil die Anzapfstellen nur knapp über der Erdoberfläche lagen und keiner direkten Einstrahlung ausgesetzt waren.

4.5 Ergebnisse der Temperaturmessungen

Die ermittelten Temperaturkurven beider Messstellen für die Vegetationsperioden der Jahre 1983 und 1984 finden sich in Abbildung 8 und 9 dargestellt. Leider steht zum Vergleich keine Datenreihe einer meteorologischen Messstelle ähnlicher Höhenlage des Niedersimmentals zur Verfügung.

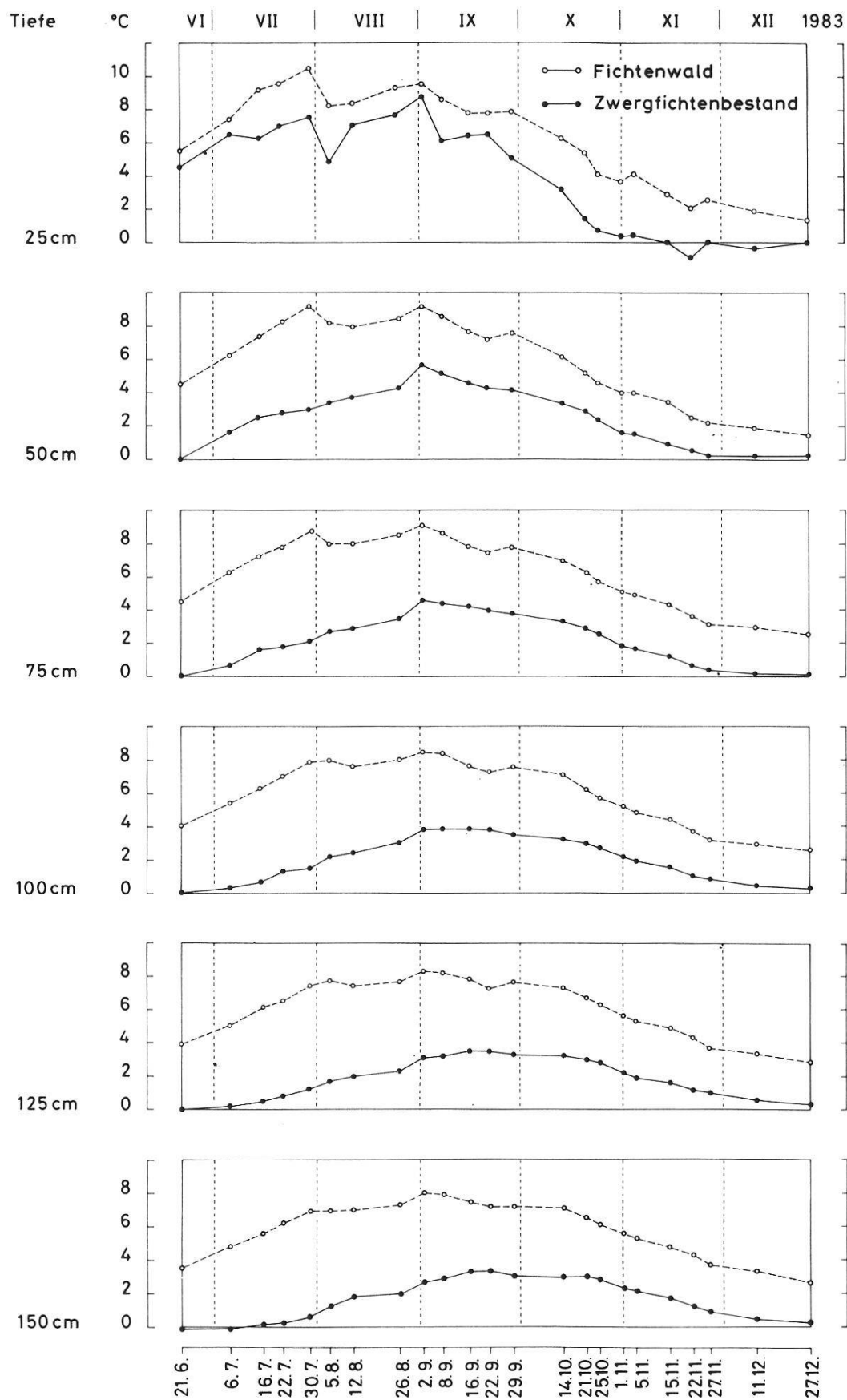


Abbildung 8: Temperaturkurven der Vegetationsperiode 1983.

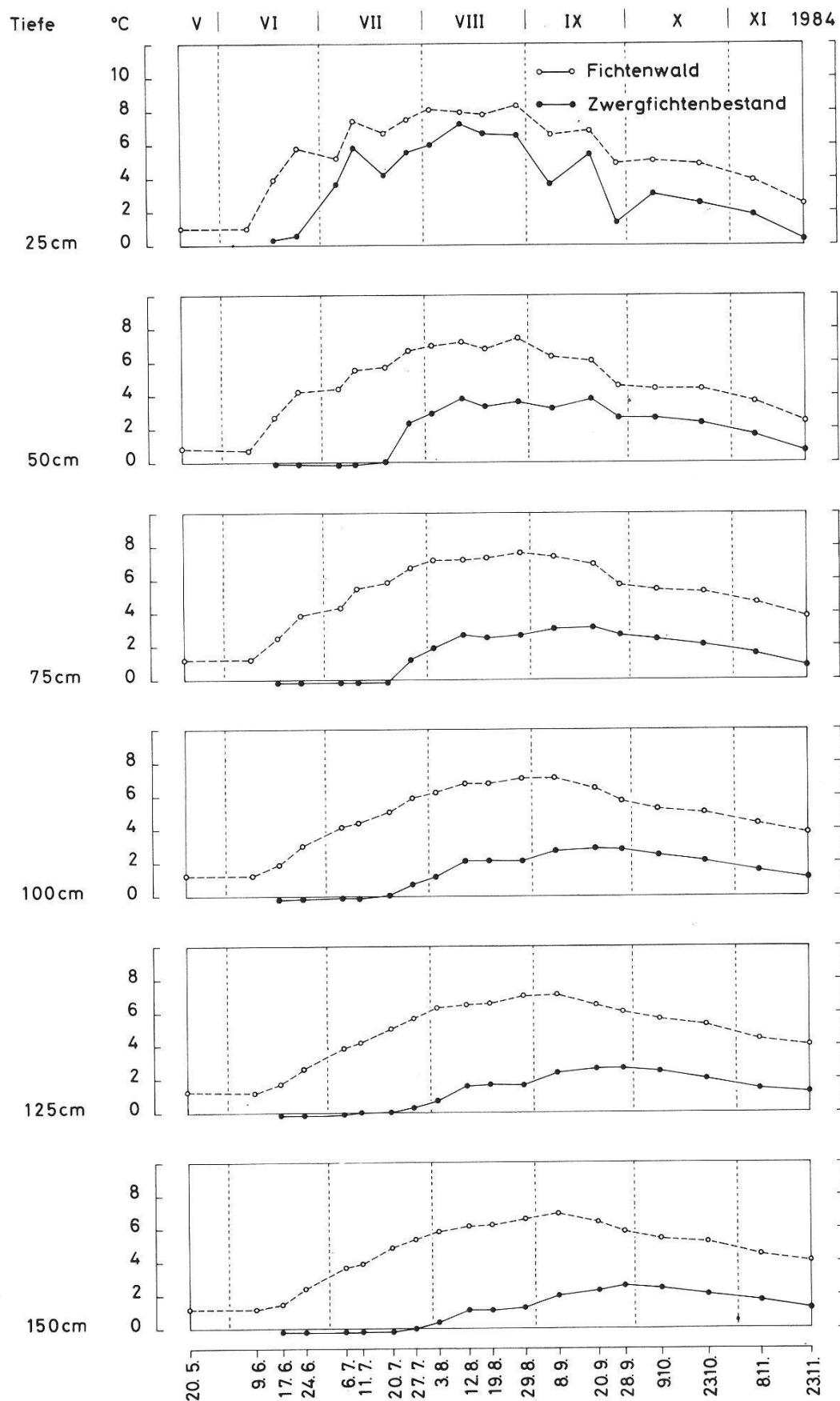


Abbildung 9: Temperaturkurven der Vegetationsperiode 1984.

Im Jahr 1983 wurde die Messstelle im Zwergfichtenbestand um die Junimitte schneefrei, im Jahr 1984 erst anfangs Juli. Die Messstelle im Fichten-Tannen-Hochwald lag am 20. Mai 1984 noch unter einer 50 cm mächtigen Schneedecke; am 9. Juni betrug diese noch 10 cm.

Sowohl im Zwergfichtenbestand wie auch im Hochwald stiegen die Temperaturen in 25 cm Tiefe zu Beginn beider Vegetationsperioden rasch an. Im Hochwald setzte sich die Erwärmung, im Bodenprofil von oben nach der Tiefe fortschreitend, mit entsprechender Abstufung durch. Einen davon wesentlich abweichenden Verlauf zeigt die Temperaturkurve des Zwergfichtenbestandes während der Vegetationsperiode von 1984. In der Tiefe von 50–150 cm blieb der Boden bis zum 20. Juli gefroren! In der Vegetationsperiode von 1983 mit den aussergewöhnlichen Temperaturverhältnissen erfolgte auch in diesen Tiefen, wenn auch verzögert, eine leichte Erwärmung. Aus den Messungen beider Vegetationsperioden ist ersichtlich, dass in 150 cm Tiefe des Zwergfichtenbestandes erst Ende Juli eine Erwärmung eintritt.

Aus beiden Darstellungen geht ferner klar hervor, dass die Bodentemperaturen einander entsprechender Horizonte im Zwergfichtenbestand deutlich unter jenen des Fichten-Tannen-Hochwaldes liegen, wobei die Messstellen bloss 37 m voneinander entfernt sind! In der zweiten Junihälfte sind die Unterschiede mit 5° – $6,5^{\circ}$ C (!) am grössten; im Spätherbst fallen sie geringer aus, und unter der winterlichen Schneedecke erfolgt eine weitere Angleichung.

In beiden Vegetationsperioden erreichten die Bodentemperaturen in Tiefen unterhalb 50 cm ihr Maximum erst Ende August oder anfangs September, zu einem Zeitpunkt also, da die Tageslänge schon bedeutend abgenommen hat, der Pflanzendecke zur Fotosynthese somit erheblich weniger Lichtenergie zur Verfügung steht.

Andererseits weisen die tiefern Bodenschichten bezüglich des Wärmehaushaltes eine bestimmte Kapazität auf. So haben zu Beginn des Monats August 1983 die schweren Gewitterregen mit Hagelschlag, die in den oberen Bodenschichten zu einer empfindlichen Abkühlung führten, sich auf die untern kaum ausgewirkt. Ebenso ist aus beiden Darstellungen ersichtlich, wie die herbstliche Abkühlung vorerst die obersten Bodenschichten trifft und dann mit einer deutlichen Phasenverschiebung auf die untern ausgreift.

RICHARD (1961) ermittelte in einem Zwergfichtenbestand des Creux du Van Temperaturen, die unter jenen des Bestandes im Grossen Korb liegen. So blieb im Jahre 1958 der Boden in 130–160 cm Tiefe fast während der ganzen Vegetationsperiode gefroren (!), und im heissen Sommer des Jahres 1959 stieg die Temperatur nicht über 2° C an. Es ist nicht auszuschliessen, dass unsere Messungen im Zwergfichtenbestand des Grossen Korbes noch tiefere Werte ergeben hätten, wäre die Messstelle etwas weiter hangwärts angelegt worden.

4.6 Diskussion

Wie bereits im Kapitel 3 dargelegt, heben sich die Zwergfichtenbestände sowohl von der Struktur wie auch vom Artenspektrum her deutlich vom hochstaudenreichen Fichten-Tannenwald ab. Nicht weniger eindrücklich sind die grossen Unterschiede zwischen den Bodentemperaturen beider Waldgesellschaften (Abb. 8 und 9). Zweifellos sind es die extremen Standortbedingungen, die zum Zwergwuchs der Fichten führen. Einmal dauert die Schneebedeckung im Frühjahr im Zwergfichtenbestand drei bis vier Wochen länger als im Hochwald. Die verzögerte Ausaperung verkürzt die Vegetationsperiode der Zwergfichten, was sich auf die Zuwachsrates negativ auswirkt. Sodann stocken die Bestände auf sehr kalten Böden, die bis zum Hochsommer gefroren bleiben. Die tiefen Temperaturen beruhen auf Kaltluftströmen, die im Kalkblockschutt am Hangfuss austreten, deren Entstehung aber nicht restlos geklärt ist. Die thermisch sehr ungünstigen Bodenverhältnisse dürften denn auch den das Wachstum begrenzenden Hauptfaktor darstellen, der zur Verzweigung der Fichte führt. Schliesslich wirkt sich auch die ausgesprochene Schattenlage der beiden nach Norden gerichteten Körbe auf das Wachstum der Bäume hemmend aus.

5. Naturschutz

Das grosse Waldgebiet der beiden Körbe blieb über sehr lange Zeit unerschlossen und damit schwer zugänglich. Demzufolge war auch eine intensive Nutzung ausgeschlossen. In den letzten Jahren ist nun aber das gesamte Gebiet sowohl von Erlenbach wie auch von Därstetten aus bis auf die Höhe von 1450 m durch Alp- und Waldwege breit erschlossen worden. Demzufolge hat jetzt auch eine intensive Nutzung eingesetzt. Zwei Waldwege enden heute am Zwergfichtenbestand, der sich vom «Drüchrützler» in den Tannen-Fichten-Wald hinunterzieht. Es stellt sich nun die Frage, ob nicht das noch unerschlossene Gebiet auf der Nordabdachung des Höhenzuges Turnen-Pfaffen (Chlyne Chorb, Grosse Chorb und Chörbli) mit den noch sehr ursprünglichen und wenig beeinflussten Wäldern von der weitem Erschliessung ausgeklammert und unter Schutz gestellt werden sollte. Es könnte damit ein grosses Naturschutzgebiet von besonderem landschaftlichem Reiz geschaffen werden.

Zusammenfassung

Im Gebiet des Turnen (Niedersimmental) wurden im nordexponierten Kessel des Grossen Korbes ökologische Untersuchungen an Zwergfichtenbeständen durchgeführt. Anhand von Transektaufnahmen wurde eine Vegetationszonierung

aufgezeigt, die von einer Pioniervegetation auf Kalkblockschutt (*Rhododendro hirsuti-Mugetum*) über Zwergfichtenbestände (*Lycopodio-Mugetum*) am Hangfuss zum hochstaudenreichen Alpendost-Fichten-Tannenwald (*Adenostylo-Abietetum*) des Kesselbodens führt.

Zur Ermittlung der Bodentemperaturen wurden mit temperaturabhängigen elektrischen Widerständen (NTC-Widerstände) Sonden entwickelt. Messreihen, die sich über die Vegetationsperioden der Jahre 1983 und 1984 erstreckten, zeigen, dass die Zwergfichtenbestände auf sehr kalten Blockschuttböden stocken. Zu den Böden des angrenzenden Alpendost-Fichten-Tannenwaldes ergeben sich besonders im Früh- und Hochsommer bedeutende Temperaturunterschiede.

Extreme Schattenlage, hohe Schneebedeckung, späte Ausaperung und insbesondere die von Kaltluftströmen durchzogenen Blockschuttböden bedingen die sehr geringe Zuwachsrates der Zwergfichtenbestände.

Verdankung

Herrn PD Dr. U. SIEGENTHALER, Physikalisches Institut der Universität Bern, danken wir für die Beratung in technischen Fragen beim Bau der Temperatursonden sehr. Zu danken haben wir aber auch Frl. lic. phil. nat. I. BISANG und Herrn lic. phil. nat. E. RUOSS vom Systematisch-geobotanischen Institut Bern, die uns verschiedene Moose und Flechten bestimmt haben. Frau lic. phil. nat. K. STUDER-EHRENSBERGER, Systematisch-geobotanisches Institut Bern, danken wir für die sorgfältige Ausführung der Zeichnungen sehr.

Literaturverzeichnis

- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Auflage. Springer, Wien, New York, 865 S.
- FURRER, E. (1961): Über «Windlöcher» und Kälteflora am Lauerzersee (Schwyz). Ber. geobot. Inst. ETH, Stiftg. Rübel, Zürich 32, 83–96.
- (1966): Kümmerfichtenbestände in den Alpen der Ost- und Innerschweiz. Schweiz. Z. Forstwes. 117, 720–733.
- (1972): Kaltluftvegetation im Waagtal (Schwyz). Ber. geobot. Inst. ETH, Stiftg. Rübel, Zürich 41, 21–24.
- ELLENBERG, H., KLÖTZLI, F. (1972): Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. Mitt. schweiz. Anst. forstl. Versuchsw. 48, 4, 589–930.
- MOOR, M. (1954): Fichtenwälder im Schweizer Jura. Vegetatio 5/6, 542–552.
- RICHARD, J.-L. (1961): Les forêts acidophiles du Jura. Beitr. geobot. Landesaufn. Schweiz. 38, 164 S.
- SUTTER, R., BETTSCHART, A. (1982): Zur Flora und Vegetation der Karstlandschaft des Muotatales. In: A. Bettschart: Die Karstlandschaft des Muotatales. Ber. Schwyz. Natf. Ges., Ahtes Heft, 13–80.
- WELTEN, M., SUTTER, R. (1982): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz, Band I und II, Birkhäuser, Basel.