

Beitr. Naturk. Oberösterreichs	2	209-312	30.12.1994
--------------------------------	---	---------	------------

Die Tobelwälder des Salzachufers bei Ach (Oberösterreich) Eine vegetationskundliche Untersuchung

vorgelegt als Staatsexamensarbeit für das Lehramt an Gymnasien am Institut
für Spezielle Botanik der Johannes Gutenberg Universität Mainz

TH. WIELAND

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

1 Einleitung und Zielsetzung	211
2 Das Untersuchungsgebiet	212
2.1 Geographische Abgrenzung und naturräumliche Gliederung	212
2.2 Das Klima	214
2.3 Geologische Entwicklung und Böden.....	216
2.4 Die geomorphologische Entwicklung der Seitentobel.....	220
2.5 Zur Entwicklung der Vegetation	222
2.6 Potentiell natürliche Vegetation des Naturraumes	224
3 Untersuchungsmethoden	225
3.1 Pflanzensoziologische Untersuchungen.....	225
3.1.1 Bestandsaufnahmen	225
3.1.2 Auswertung mit Tabellen	226
3.2 Wärmeklimatische Untersuchungen.....	227
3.2.1 Material und Methode	227
3.2.2 Auswahl der Probestellen	228
3.2.3 Auswertung	229
4 Die Waldvegetation des Salzachdurchbruchs	229
4.1 Die Flora und ihre pflanzengeographische Stellung.....	229
4.2 Die potentiell natürlichen Waldgesellschaften.....	231
4.2.1 Erlen-Eschen-Quellwälder	234

4.2.2 Edellaubholzreiche Wälder	239
4.2.2.1 Hasel-Buschwälder	240
4.2.2.2 Bergahorn-Eschenwälder	242
4.2.3 Rotbuchenwälder	251
4.2.3.1 Mullbuchenwälder	251
4.2.3.2 Trockenhang-Kalkbuchenwälder	256
4.2.3.3 Hainsimsen-Buchenwälder	260
4.2.4 Eichen-Hainbuchenwälder	260
4.3 Ersatzgesellschaften natürlicher Waldstandorte	263
4.4 Alphabetische Liste der Gefäßpflanzen	264
5 Temperatur- und Vegetationscharakteristika ausgewählter Standorte...	266
5.1 Allgemeines	266
5.2 Heilbrünnl/Werfenau	268
5.3 Duttendorf	270
5.4 Weng	271
5.5 Ach	276
5.6 Wanghausen	280
5.7 St. Radegund	286
5.8 Ergebnisse der wärme-klimatischen Untersuchungen und zusammenfassende Diskussion der Methode	293
6 Flora und Naturschutz	295
6.1 Vorkommen gefährdeter und seltener Pflanzenarten	295
6.2 Biotopschutz	297
7 Zusammenfassung	299
8 Literaturverzeichnis	300
9 Anhang	305
9.1 Systematische Übersicht der behandelten Pflanzengesellschaften	305
9.2 Pflanzensoziologische Tabellen	306
9.3 Ergebnisse der Temperaturmessungen	307

Vorwort

Die vorliegenden Untersuchungen wurden im Rahmen einer Staatsexamensarbeit für das Lehramt an Gymnasien am Institut für Spezielle Botanik der Universität Mainz durchgeführt. Sie gehen auf eine Anregung von Herrn Dr. W. Licht zurück, der das hier behandelte Gebiet seit Jahrzehnten kennt, die Vegetation der Tobel einer systematischen Durchforschung anempfohlen und die Untersuchungen im einzelnen betreut hat. Ich verdanke ihm eine Reihe wertvoller lokaler Hinweise sowie wichtige Diskussionsbeiträge bei der Auswertung der im Gelände erhobenen Daten. Aber auch allen anderen sei gedankt, die durch materielle und geistige Hilfe dem Zustandekommen dieser Arbeit förderlich waren:

- Bernhard Mittermeier (Burghausen) für aktuelle Klimadaten und zahlreiche Tips,
- Herrn Dipl. Ing. Mitterbacher von der Castell-Castell'schen Forstverwaltung in Hochburg (Oberösterreich) für die Überlassung von Forstkarten und der Erlaubnis zu vegetationskundlichen Untersuchungen
- der Stadt Burghausen für die Zurverfügungstellung einer Unterkunft,
- Herrn Dipl. Ing. Wolfgang Berger (Umweltingenieur der Stadt Burghausen),
- den Diplomandinnen der AG Vegetationskunde der Uni Mainz für informative Gespräche und Diskussionen,
- Herrn Oberrat Dipl. Ing. Hölbling vom Vermessungsamt Braunau/Inn für die Überlassung von Kartenmaterial,
- den Biologielehrern des Kurfürst-Maximilian Gymnasiums Burghausen für die Ermöglichung von Laborarbeiten,
- der Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege in Laufen/Salzach für die spontane Zurverfügungstellung eines Mehrkanal-Temperaturmeßgerätes,
- nicht zuletzt der Schriftleitung der "Beiträge" für ihre prompte Bereitschaft, das Manuskript zum Druck anzunehmen

und ganz besonders meinen Eltern für die Ermöglichung und die immer verständnisvolle Begleitung meines Studiums.

1 Einleitung und Zielsetzung

Die Salzach hat mit ihrem Durchbruch durch eiszeitliche Aufschüttungen kurz vor ihrer Mündung in den Inn einen eindrucksvollen Cañon geschaffen, dessen Hänge ("Leiten") und Seitentälchen, im nachfolgenden Tobel genannt, eine hohe Vielfalt und Dichte natürlicher und naturnaher Struktur- und Biotoptypen aufweisen. Diese resultieren aus dem Zusammenwirken verschiedener naturräumlich wirksamer Faktoren und lassen sich durch ihre Artenkombination und pflanzensoziologische Einordnung zu einem naturraumspezifischen Biotoptypenspektrum zusammenschließen. Vorkommen und Verteilungsmuster der Biotope und der darauf anzutreffenden Waldgesellschaften

richten sich dabei nach standörtlichen Faktoren wie Geologie, Morphologie oder Klima, sowie nach der jeweiligen Nutzungsstruktur. (KAULE et.al. 1979)

In der naturnahen, standortspezifischen Ausbildung sind diese Waldbestände den extremen Verhältnissen ökologisch wie physiologisch in sehr guter Art und Weise angepaßt. Dies gilt sowohl für trockene, strahlungsexponierte Standorte, als auch für die erosionsaktiven, feucht-nassen Schluchten, deren Steilhänge durch Wald ein Maximum an Stabilisierung erfahren und gleichzeitig als naturnahe Restflächen im landwirtschaftlichen Nutzungsgefüge fungieren.

Auf diesen sogenannten Sonderstandorten werden die azonalen Schlußgesellschaften durch einen oder wenige hervorragende Faktoren geprägt. Diese bewirken meistens, daß der jeweilige Standort ohne seine zugehörige Schlußgesellschaft sehr störanfällig wäre.

Für die land- oder forstwirtschaftliche Nutzung waren derartige Standorte schon immer uninteressant, demzufolge sich hier im Gegensatz zu den "Normalstandorten" naturnahe Vegetationstypen erhalten konnten, die weitgehend der Klimaxgesellschaft entsprechen. Eine aktuelle Gefährdung dieser Bestände sollte somit nicht vorliegen; jedoch zeigt auch hier der ständig wachsende Trend, solche wirtschaftlich völlig uninteressanten Flächen zum Verfüllen mit Abraum zu verwenden, eine ständig wachsende Gefährdung an.

Geht man nun davon aus, daß Biotopwälder im gesamten Nutzungsgefüge des land- und forstwirtschaftlichen Nutzungssystems stehen, so muß ein effektiver Natur- und Umweltschutz darauf hinarbeiten, daß diese Kontaktbereiche zwischen Biotopwald und Nutzflächen gezielt ausgebaut bzw. erhalten werden.

Ziel der Arbeit war die Erfassung der typischen Waldgesellschaften, vor allem auf den erwarteten Sonderstandorten, und eine Charakterisierung ihrer Beziehung zum abiotischen Standort, sowie die Erstellung einer möglichst vollständigen Artenliste der Gefäßpflanzen. Parallel dazu wurden Temperatursummenmessungen mit der "Zuckerinversionsmethode" durchgeführt, die die Tobel hinsichtlich ihrer wärme-klimatischen Verhältnisse näher charakterisieren sollen.

2 Das Untersuchungsgebiet

2.1 Geographische Lage und naturräumliche Charakterisierung

Das Untersuchungsgebiet ist im westlichsten Teil des Bezirks Braunau am Inn (Oberösterreich) gelegen und bildet mit der Salzach die Grenze zu Oberbayern. Es umfaßt die bewaldeten Hänge einschließlich der zur Salzach hin führenden Seitentobel und erstreckt sich vom Beginn des nacheiszeitlichen Durchbruchtales bei St. Radegund (Flußkilometer 23) bis nach Aufhausen (Flußkilometer 9), nördlich von Ach gegenüber Burghausen (Karte 1).

Karte 1: Lage des Untersuchungsgebietes aus der ausgewählten Standorte (WEN = Weng, DUT = Duttendorf, ACH, WHS = Wanghausen, HB = Heilbrünnl, WA = Werfenau, RDG = Radegund. Ausschnitt aus der TK 1:50.000, Blatt L 7942 Burghausen



Im Untersuchungsraum treffen drei naturräumliche Haupteinheiten aufeinander:

Das **Salzach-Hügelland** entspricht jenem Gebiet, das in der Würmeiszeit von den Eismassen des Salzachvorlandgletschers bedeckt war und heute von den im Landschaftsbild deutlich in Erscheinung tretenden Jung- Endmoränenwällen umschlossen wird. Diese erstrecken sich in west-östlicher Richtung und bilden bei St. Radegund und im Oberen Weilharter Forst mit einer Höhe von ca. 500 m die nördliche Grenze der Würmvergletscherung und gleichzeitig die Südgrenze des Untersuchungsgebietes. Hier wird auch das nördlich sich anschließende Durchbruchstal erreicht. Die etwa 120 m steil zum Fluß (370 m ü.NN) abfallenden Talhänge weisen sehr unruhige, durch Rutschungen verursachte Formen auf. Zahlreiche Quellaustritte zeigen die Oberkante des Tertiärsockels bei etwa 450 m an.

An die Durchbruchstrecke der Salzach durch den Jungmoränenkranz schließt sich mit der **Alzplatte** übergangslos der Einschnitt in das nördlich vorgelagerte Altmoränengebiet an. Der südlichste Teil der Einheit besitzt noch schluchtartigen Charakter; die steilen Talwände treten unvermittelt bis an den Flußlauf heran. Erst bei Werfenau-Raitenhaslach öffnet sich das Tal auf etwa 1 km Breite und weist nun einen mehrfach getreppten Boden auf. Auch in diesem Abschnitt hat sich der Fluß weit in den Tertiärsockel eingetieft (WEICHART 1979). Die sich östlich an das Salzachtal anschließende Hochfläche ragt als Siedlungs- und Ackerbauinsel aus der großen geschlossenen Fläche des Weilharforstes heraus. Hier haben sich rißeiszeitliche Ablagerungen des Salzachgletschers erhalten. Mit Höhen von etwa 470 m erheben sich zwei Riß- Endmoränenwälle nur wenige Meter über die von Randkerben und Dellen gegliederte Hochterrassenfläche.

Das **untere Inntal** schließt sich nördlich an die Alzplatte an und berührt das Untersuchungsgebiet nur noch wenig. Die Hänge weichen vom Fluß zurück; die Hochfläche ist nun durch Niederterrassenschotter charakterisiert und senkt sich zum Inntal hin ab.

2.2 Klima

Im Bereich des Alpenvorlandes gehört das untere Salzachtal zu den wärmebegünstigten Räumen und kann nach MITTERMEIER (1993, mündl.) in die Temperaturzone mit über 8,5°C durchschnittlicher Jahrestemperatur eingeordnet werden. Damit setzt es sich deutlich von den umgebenden Hochflächen mit einem Mittel von 7,6°C ab und ist in dieser Hinsicht z.B. schon mit den wärmebegünstigten Gebieten des mittleren Neckarraumes vergleichbar. Die Wintermonate sind mit -1°C bis -2°C relativ mild; im Sommer werden immerhin Durchschnittstemperaturen zwischen 17 °C und 18°C erreicht.

Die Vegetationsperiode mit einem Tagesmittel $\geq 10^{\circ}\text{C}$ beginnt im Salzbachtal vor dem ersten Mai und dauert 150 Tage; der Beginn des Vollfrühlings mit der Apfelblüte liegt Ende April und "kennzeichnet es so endgültig als Frühlingsseinzugsperiode mit verlängerter Vegetationsperiode" (SCHRAG 1985, S.5).

Das Untersuchungsgebiet ist durch hohe Niederschläge bei Nordwestströmungen (Alpenstau) und durch Föhn bei Südwestlagen, der hier allerdings im Vergleich zu den weiter westlich gelegenen Gebieten nur in abgeschwächter Form auftritt, gekennzeichnet. Die jährliche Niederschlagsmenge beträgt um 950mm mit einem deutlichen Maximum in den Sommermonaten Juni, Juli und August. Nach MITTERMEIER (1993, mündl.) müssen diese Werte jedoch inzwischen deutlich nach oben korrigiert werden (Mittel 1987-1992: 1054 mm).

Tab. 1. Mittlere monatliche Temperaturen und Niederschläge von 1931 bis 1981 (Meßstation Burghausen, nach MÖSCHLE 1986).

Monat	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez
T [°C]	-2	-1	3	8	13	16	18	17	13	8	3	-1
N[mm]	56	57	57	67	95	123	127	109	76	62	63	56

Lokalklimatisch bedeutsam ist die erhöhte Luftfeuchtigkeit im Talraum, die sich durch die Lage quer zu den Hauptwindrichtungen noch erhöht.

Tab. 2. Verteilung der Windrichtung 1972-1981 (Deutscher Wetterdienst, Station Trostberg, nach SCHRAG, 1985).

Richtung	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calmen
Anteil [%]	8,0	10,3	12,2	7,3	11,8	21,4	16,0	10,2	2,8

Die Anzahl der Tage mit Nebel zur Mittagszeit beträgt nach MITTERMEIER (1993, mündl.) um 15; sie liegen jedoch überwiegend außerhalb der Vegetationsperiode (vor allem im Oktober, November).

Aufgrund der Verteilung der Windrichtungen, einer Jahresschwankung der Lufttemperatur von ca. 19°K und des sommerlichen Niederschlagsmaximums läßt sich das Klima dem mitteleuropäischen Typ des kontinentalen Übergangsklimas zuordnen.

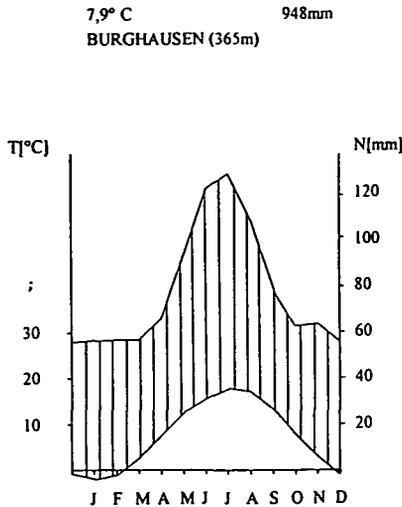


Abb.1. Klimadiagramm von Burghausen (Mittel der Jahre 1931 bis 1981, Meßstation Burghausen, nach MÖSCHLE 1986)

2.3 Geologie

Das Tertiär

Die heutigen Oberflächenformen des Alpenvorlandes werden fast ausschließlich durch das Eiszeitalter geprägt. Den Untergrund bilden tertiäre Schichten, die im nacheiszeitlichen Burghausener Durchbruchstal von der Salzach freigelegt wurden und bis ins **Miozän** (vor ca. 20 Mio. Jahren) zurückreichen.

Zu dieser Zeit erstreckte sich nördlich der sich im aufsteigen befindlichen Alpen ein Seitenarm der Tethys, der vom Genfersee über Wien bis zu den Karpaten reichte (Süddeutsches Molassebecken). In diesem Molassebecken sammelte sich Abtragungsschutt der im Tertiär und Quartär herausgehobenen Alpen. An der Wende **Oligozän/Miozän** kam die Absenkungsbewegung des Molassebeckens zum Stillstand und ab dem **oberen Miozän** begann der Rückzug des Meeres, bedingt durch eine großräumige Hebung des Alpenvorlandes, was die allmähliche Aussüßung zur Folge hatte (BAUMGARTNER & TICHY 1979). Nun lagerte sich eine teils marine, teils limnisch-brackische Folge von tonig, feinsandigen, mergeligen Flachseesedimenten ab, die eine Mächtigkeit von einigen hundert Metern besitzen und in ihrer Gesamtheit als Schlier bezeichnet werden.

Ihren Bildungsbedingungen entsprechend gliedert man sie in Untere Meeresmolasse (UMM), Untere Süßwassermolasse (USM), Obere Meeresmolasse (OMM) und Obere Süßwassermolasse (OSM) (TIETZE 1990). Abschließende Sande zeigen eine langsame Verlandung des Meeresbeckens an. Die Schlierschichten wurden später von

eiszeitlichen und postglazialen Schottern überdeckt, treten aber längs des Salzachdurchbruchs und seiner Seitentobel häufig als Quellhorizont hervor (PRESENHUBER in MÜHLBAUER & SONNTAG 1993) und sind deshalb von besonderer Bedeutung für die Vegetationsverhältnisse der Salzachleiten.

Seit dem **Oberen Miozän** bis zum Ende des **Pliozäns** (vor 5 bis 1 Mio. Jahren) war der ehemalige Ablagerungsraum aufgrund der fortdauernden Aufwärtsbewegung ein Abtragungsraum. Dabei wurde ein Hügelland geschaffen, in dem schon die Bahnen für den ersten Gletschervorstoß des anschließenden **Pleistozäns** vorgezeichnet waren (SCHRAG 1985).

Das Quartär

Das Quartär begann vor ca. 1,5 Mio. Jahren mit einer grundlegenden Klimaverschlechterung. Durch den Rückzug des Meeres begannen die Temperaturen zu sinken und Eisströme schoben sich aus den Alpen ins Vorland. Das **Pleistozän** (Eiszeitalter) begann, wobei die Eiszeiten immer wieder durch Zwischeneiszeiten (Interglaziale) mit einem wärmeren, dem unseren ähnlichen Klima, unterbrochen wurden (PRESENHUBER in MÜHLBAUER & SONNTAG 1993).

Die ältesten Ablagerungen der **Günz-** bzw. der **Mindeleiszeit** vor 500.000 bzw. 400.000 Jahren wurden vom Salzachgletscher am weitesten ins Vorland abgelagert. Sie wurden später zum großen Teil abgetragen und eingeebnet, so daß heute nur noch wenige Überreste nordwestlich Burghausen, am Hechenberg (Günzmoräne und "Mindelkappe") und am Eschlberg, vorhanden sind.

Im Gegensatz dazu stehen die Hinterlassenschaften der **Rißeiszeit** (vor ca. 150.000 Jahren), von denen nördlich des Oberen Weilharter Forstes noch Moränen und ausgedehnte Schotterflächen (Hochterrassen) erhalten sind. Sie tragen als Bildungen des Riß-Würm-Interglazials oft mächtige Lehm- und Lößauflagen, die aber in den folgenden Glazialzeiten und Interglazialen der Würmperiode zum Teil wieder abgetragen wurden und schließlich die weitläufigen Niederterrassen (Sanderschüttungen im Vorfeld des Würmgletschers) mit ihren armen, für Ackerbau ungeeigneten Böden bildeten.

Landschaftlich handelt es sich hierbei um flachwelliges Altmoränengebiet. Weiteres Kennzeichen dieser ältereiszeitlichen Ablagerungen ist ihre stellenweise starke Verfestigung zu Konglomeratbänken (Nagelfluh), die z.B. bei Ach zu einer auffallenden Versteilung der Hochufer beigetragen hat.

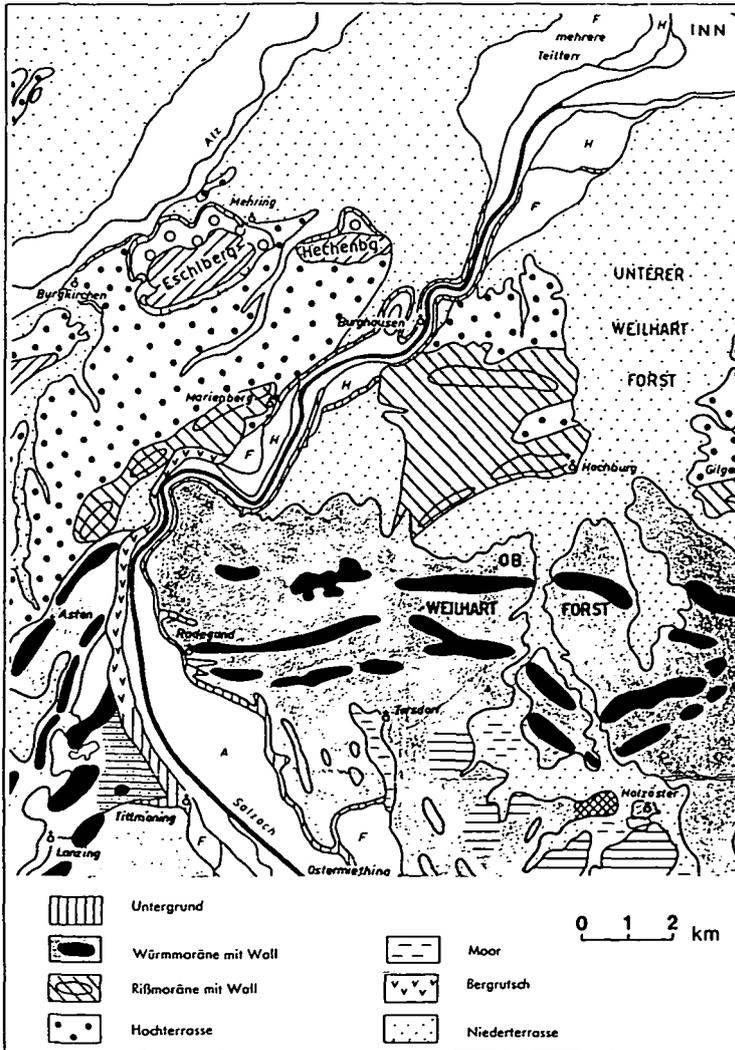
Im weiter südlich gelegenen Bereich der würmeiszeitlichen Jungmoränen haben sich die kuppig-hügelligen Formen besser erhalten.

Die **Würmeiszeit** (vor 75.000-12.000 Jahren) ist von allen Kaltzeiten am wenigsten weit ins Vorland vorgestoßen. Vom Salzburger Stammbekken aus ergossen sich die Eismassen des Salzachgletscher radial ins Vorland und schürften dabei die einzelnen Zweigebekken aus. Darunter befand sich auch das für das Untersuchungsgebiet wich-

tige Tittmoninger Zweigbecken, das sich längs der Salzach erstreckte (BAUMGARTNER & TICHY 1979).

Eine dreifach gegliederte Endmoränengirlande zieht sich, heute durch das Salzachtal unterbrochen, nördlich von St. Radegund in west- östlicher Richtung durch den Oberen Weilharter Forst und markiert hier mit Höhen um 500 m den Höchststand der würmeiszeitlichen Vergletscherung. Die würmeiszeitlichen Schotter sind nur selten verfestigt, und entbehren einer Lößbedeckung.

Karte 2: Die geologischen Verhältnisse (Ausschnitt aus „Der Salzachvorlandgletscher“, 1:100.000, nach EBERS, WEINBERGER, DEL-NEGRO 1966).



Mit dem Abschmelzen des Eises begann sich dann südlich der Endmoränen ein See aufzustauen, dessen Spiegel seinerzeit bei etwa 460 m über NN, also 90 m über dem Salzachgrund der Gegenwart lag. Solange der würmeiszeitliche Gletscher auf seinem Höchststand verharrte, flossen seine stärksten Schmelzwässer anfangs weiter östlich, durch eine breite Bresche bei Hochburg, in den Unteren Weilhart ab. Hier wurden auch die als Niederterrassen bezeichneten Schotterflächen aufgeschüttet, die im Unteren Weilhart in einer breiten Zone an die Hochterrassenlandschaft unmittelbar anschließen. Je mehr aber das Eis hinter den Endmoränen abschmolz, desto mehr fiel dem Tittmoninger Becken ein Übergewicht zu. Außerdem war an diesem Abschnitt, nämlich bei Nunreith und nördlich der Streusiedlung Schwabenlandl, der äußere Moränenkranz um die 30 m niedriger als westlich davon bei Asten oder östlich davon im Weilhart. Die Schmelzwässer, die dahinter am Rand des schrumpfenden Gletscherkuchens in heute trockenliegenden Tälern zusammenliefen, eröffneten somit einer vorgegebenen Einsattelung den Weg nach draußen.

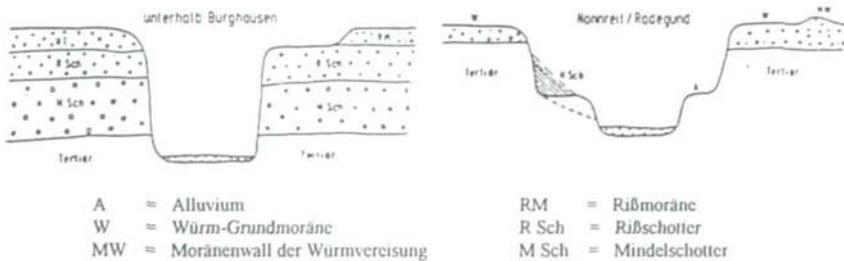


Abb. 2, 3: Geologischer Aufbau der Salzachleiten, nach WEIB, F.H. (1981).

Das Foto zeigt das Ende des Tobels bei Weng. Deutlich sichtbar an der dunklen Färbung ist die Lage des Grundwasserleiters -Foto T. WIELAND (JUNI 1993)

Spätestens hinter dem inneren Moränenkranz kam es dann aber zum Stau, bis ein Überlaufabfluß die Entleerung des Tittmoninger Sees einleitete (PITNER 1973). Aufgrund des großen Gefälles bis zur Innmündung (anfangs 100 m, heute 18 m) konnte sich die Salzach vor 18.000 Jahren wohl innerhalb weniger tausend Jahre in die lockeren Moränen und Schmelzwasserschüttungen einschneiden, bis der See zur Gänze ausgeflossen war (KOHL in DUNZENDORFER et al. 1980). Hiermit wurde auch eine neue Erosionsrichtung vorgegeben, derzufolge die Durchbruchsstrecke nördlich von Laufen durch den Abfluß des mittlerweile durch weitere Rückverlegung der Eisrandlage angestauten Laufener-Salzburger Sees ausgebildet werden konnte (MICHELER 1959).

2.4 Geomorphologie und Bodenverhältnisse der Seitentobel

Bildung der Seitentobel

Wie schon dargestellt lag das Untersuchungsgebiet während der Glazialzeiten des Pleistozäns im vergletscherten Bereich. Das heutige Relief des Untersuchungsgebietes geht insofern auf pleistozän-periglaziale Formenbildung, insbesondere der flächenhaft bewegten Fließerden zurück.

Hierzu gehören auch die zahlreichen kürzeren und längeren Seitentälchen (Tobel), die die Hochfläche an ihrer Grenze zum Durchbruchstal der Salzach zergliedern und ein Untersuchungsobjekt dieser Arbeit sind. Sie lassen sich aufgrund ihrer Entstehungsbedingungen in zwei Gruppen untergliedern.

a) Die Tobel nördlich der würmeiszeitlichen Endmoränen (Wanghausen, Ach, Duttendorf und Weng) führen bis auf die rißeiszeitliche Hochterrasse zurück und verlieren sich dort als kleine Dellen im Gelände.

Manche hiervon weisen eine kurze Ausdehnung auf, andere hingegen sind durch rückschreitende Erosion noch beträchtlich in die Länge gewachsen (PITNER 1973). Allen gemeinsam ist jedoch eine nur zeitweilige Wasserführung, wobei diese überwiegend im Unterlauf, nach dem Erreichen des Grundwasserleiters auftritt.

Ihre Bildung begann in der vorletzten Eiszeit und ist auf die wasserundurchlässige Löß- und Verwitterungslehmdecke der Hochterrasse zurückzuführen, die die Niederschläge und Schmelzwässer der kurzen eiszeitlichen Sommer durch oberflächlichen Abfluß zur Erosion zwang (EBERS in EBERS, WEINBERGER, DEL-NEGRO 1966). Im weiteren bewirkte nun Solifluktion (= Bodenfließen durch oberflächliches Auftauen über Dauerfrostboden) die Entstehung von Fließerden. Hierbei handelt es sich vorwiegend um Feinsedimente, die beim oberflächlichen Auftauen über dem Dauerfrostboden schon bei geringer Hangneigung einer gravitativen Fließbewegung folgen.

Dieser Umstand hatte seine Folgen: Je größer nämlich das erfaßte Einzugsgebiet wurde, desto nachhaltiger beteiligte sich auch das Wasser, das die Schneeschmelze alljährlich freisetzte, an der Talbildung. Ihr Unterlauf konnte erst seit oder mit der

nacheiszeitlichen Bildung des Durchbruchtals der Salzach entstehen, die von nun an die Denudationsbasis für die rückschreitend Erosion bildete.

Eine Besonderheit bietet der untere Abschnitt des Tobels bei Wanghausen: Er stellt einen ehemaligen Mäanderbogen der Salzach dar (PITNER 1973).

b) Der Tobel bei St. Radegund liegt im Bereich der würmeiszeitlichen Endmoränen. Folglich dürften bei seiner Bildung zwei Faktoren zusammengewirkt haben: Durch die Lage zwischen zwei Endmoränenwällen war der Ausgangspunkt zu einer Talbildung schon vorgegeben. Solifluktion und Schmelzwässer während der würmeiszeitlichen Sommer haben diesen Prozeß noch verstärkt. Als der Salzach dann bei St. Radegund der Durchbruch gelang diente der Tobel als Schmelzwasserrinne für die Entleerung des Schmelzwassersees und konnte sich durch Tiefenerosion mit der Salzach als Erosionsbasis weiter eintiefen.

Holozän-aktualmorphologische Prozesse und Bodenverhältnisse

Die Bodenentwicklung an den Salzachhängen läßt sich nur bedingt auf die anstehenden, meist grobkörnigen und vorwiegend kalkhaltigen Gerölle und Schotter, sowie das feinkörnige Substrat (Ton, Sand) zurückführen. Der Grund hierfür sind vielmehr die periglazial-pleistozäne Reliefentwicklung mit ausgedehnten Fließerdebildungen (v.a. Lößlehm), sowie aktualmorphologische Prozesse. Zu letzteren gehören Akkumulationsvorgänge am Hangfuß oder in Hangmulden, das Bodenfließen, gut sichtbar am Säbelwuchs der Bäume, sowie flächenhafte Rutschungen und Abspülungen, besonders im Bereich von Schichtquellenaustritten über den wasserstauenden Schichten des Schliers. Ebenfalls im Bereich von Quellaustritten, aber meist nur kleinflächig, ist aufgrund der Abscheidung von im Wasser gelöstem Kalk Tuffbildung verbreitet. Hierbei spielt das Moos *Cratoneurum commutatum* eine förderliche Rolle.

All diese Prozesse verursachten und verursachen an den Hangstandorten auf engem Raum wechselnde Standortbedingungen und somit eine Vielfalt verschiedener Böden, verhindern jedoch an vielen Stellen deren ungestörte Reifung. Die wichtigsten Bodentypen sollen im folgenden, meist in Anlehnung an die Untersuchungen von SCHRAG (1985) auf den bayerischen Salzachleiten, kurz erläutert werden:

Der **Syrosem** ist ein geringmächtiger Rohboden, der sich auf den Konglomeratbänken durch Verwitterung des kalkhaltigen Bindemittels und durch Streuanhäufung bildet. Durch die hydrologischen Bedingungen ist er meist wechsell trocken.

Ihm verwandt ist der **Lockersyrosem**, der sich in weiten Teilen der durch Hangrutschung und Schuttnachlieferung beeinflussten Hangbereiche entwickelt. Der humose Oberboden lagert direkt dem Lockergestein auf und bietet potentiell einen tiefgründigen Wurzelraum.

Die **Pararendzina** ist aufgrund der Standortbedingungen der am weitest verbreitete Bodentyp und entwickelt sich als Dauerstadium an gestörten Hangstandorten, wo eine rasche Bodenreifung verhindert wird mit einer mull- oder moderartigen Humusaufgabe.

Bei ungestörter Bodenentwicklung bildet sie lediglich ein Durchgangsstadium zur **Braunerde** oder **Parabraunerde**. Letztere liegt im Untersuchungsgebiet auf den ungestörten Terrassen (Niederterrasse, postpleistozäne Flußterrassen) und auf ungestörten Bereichen der Hangbereiche (z.B. Mulden, Verebnungen) vor. An den Oberhängen entstehen aufgrund einer fortschreitenden Versauerung durch Auswaschung Übergänge zu Podsol-Parabraunerden.

Unter dem Einfluß von Hangzugwasser und aufgrund der wasserstauenden Schichten des Schlier sind die Böden vielfach pseudovergleyt, weisen also auf den Einfluß von Staunässe hin.

An dem durch bedeutende Schichtquellenaustritte beeinflussten Hangfuß bei Werfenau tritt über größere Flächen der Bodentyp des **Anmoor-Gleys** oder der **Auenbraunerde** auf. Sie sind durch ständig hochanstehendes Grundwasser bzw. durch Staunässe geprägt und äußern sich durch einen dunklen, anmoorigen Oberboden.

Teilweise haben sich im Bereich der Tobelschlüsse durch den Menschen beeinflusste Böden gebildet (z.B. Tobel bei Weng), die sich durch Nährstoff- und Feinmaterialeinträge aus den angrenzenden landwirtschaftlich genutzten Flächen auszeichnen.

2.5 Zur Entwicklung der Vegetation

Als Ausgangspunkt der Entwicklung der Vegetation Mitteleuropas kann die holarktische Flora des **Alttertiärs** (um 50 Mio. Jahre v. Chr.) gelten. Die **pleistozänen Eiszeiten** (600.000 bis 12.000 v. Chr.) haben ihre Zusammensetzung, Verteilung und Artenvielfalt in Europa am meisten beeinflusst. In der Folgezeit sorgte dann die holozäne Klimaentwicklung für die weitere Jahrtausende dauernde Sukzession und Vegetationsentwicklung.

Am Ende der letzten, der **Würm-Eiszeit**, deren Eismassen noch den Südrand des Gebietes erreichten, bedeckte eine schütterere Pioniervegetation, in der Kriechweiden und Zwergbirken (*Betula nana*) neben vereinzelt Kräutern eine Rolle spielten, die Initialstandorte der eisfrei gewordenen Jungmoränen und ihre Schotterflächen. Die lößbedeckten Altmoränen, ihre Terrassen (Hochterrasse etc.) trugen eine Kältesteppevegetation, in der Beifuß (*Artemisia* spp.), Strandnelke (*Armeria* sp.), Sonnenröschen (*Helianthemum* sp.), Gänsefußgewächse (*Chenopodiaceae*) und Nelkengewächse (*Caryophyllaceae*) neben den Gräsern vorherrschten (KRISAI in MÜHLBAUER, SONNTAG 1993).

Seit dem Ende der letzten Eiszeit vor 17000 Jahren bestimmten zunächst extreme Klimaänderungen die Reihenfolge der Einwanderung der Waldbäume. Standortliche und kleinklimatische Unterschiede kamen seinerzeit noch nicht zum Tragen. Als das Eis nach und nach abzuschmelzen begann, erstreckte sich südlich der Endmoränen zunächst ein großer Eisrandsee, der erst durch die Entstehung des Durchbruchs bei St. Radegund abfließen konnte. Zurück blieben mehrere größere Stillgewässer, die heutigen Moore. Auf trockeneren Standorten konnte sich noch eine hochglaziale Lößsteppe

penvegetation behaupten, ehe sich ca. 11000 v.Chr. das Bild infolge einer beginnenden Warmphase änderte. Baumbirken (*Betula pendula*) und Kiefern (*Pinus spp.*) breiteten sich aus und drängten die Arten der Lößsteppe zurück. Es herrschten nun lückige Wälder vor, die offenbar in der Krautschicht noch Graswuchs aufwiesen.

Im **Boreal** (Haselzeit, 7000-5000 v.Chr.) besserte sich das Klima nochmals entscheidend. Zu jener Zeit muß es trocken und warm gewesen sein, da nun manche der Seen verschwanden oder ihr Wasserspiegel sank. Ulme und Hasel lösten den Kiefernwald ab und wärmeliebende Steppenpflanzen aus dem Osten konnten weit nach Westen vordringen wo sie sich an günstigen Stellen bis heute halten. Bis zum ersten Eingriff des Menschen in die Vegetationsdecke (in Mitteleuropa mit dem Erscheinen der jungsteinzeitlichen Bauernkulturen im **Atlantikum**, 5000-3000 v. Chr.) entwickelte sich eine fast ausschließliche Waldvegetation in Form der Sommergrünen Laubwälder. Damals waren, vom milden und feuchten Klima begünstigt, Eiche, Ahorn, Ulme, Esche und Linde die bestimmenden, die Strauch- und Bodenvegetation beeinflussenden Baumarten, während sich die Kiefer möglicherweise noch auf den Schotterfluren des Unteren Weilharts halten konnte (KRISAI in MÜHLBAUER & SONNTAG 1993).

Diese wurden im Laufe des **Subboreals** (3000-800 v.Chr.) durch die einwandernden Schattbaumarten Buche und Tanne abgelöst und, wie auch andere Arten offener Vegetationsformen auf azonale (Hangstandorte), extrazonale (Fluß-, Moor-, Sumpf- und Trockengebiete) abgedrängt. Buchen herrschten besonders im Moränenland vor; im Unteren Weihart bestand vermutlich ein Kiefern-Eichenwald. Im anschließenden **Subatlantikum** (etwa 800 v.Chr. bis 1000 n.Chr.) herrschte vermutlich ein der heutigen Zeit vergleichbares Klima. Es wird angenommen, daß zu dieser Zeit die Wald- und allgemein die Vegetationszusammensetzung durch die edaphischen Verhältnisse und reliefbedingt zahlreiche Abwandlungen erfuhr.

Die ersten nachgewiesenen Spuren des Menschen treten im **späten Neolithikum** vor ca. 4500 Jahren auf (Mondseekultur); aber erst die Römer (ca. 70-260 n.Chr.) dürften durch Rodungen, vor allem in der Umgebung der Moore, einen größeren Einfluß gehabt haben. In der Völkerwanderungszeit konnte der Wald sich dann wieder erholen, der Anteil der Buche steigt wieder.

Erst nach der bayerischen Landnahme, ab dem **7. Jahrhundert n. Chr.**, drängte man den Wald auf annähernd heutige Ausmaße zurück. Nun sind auch Ackerbau (Getreide, Buchweizen, Hanf) und Wiesenkultur (Gräser, Sauerampfer, Spitzwegerich) nachweisbar. Nur die ungünstigsten Standorte (Schotterböden des Weilharts, Steilhänge der Moränen und Terrassen, Moorränder) verbleiben dem Wald. Alle besseren Böden, besonders die lößbedeckten, rißeiszeitlichen Terrassen, mußten den Äckern und Wiesen des Menschen weichen, wobei die Klöster und Stifte der Umgebung (v.a. Raitenhaslach, Ranshofen, Michaelbeuern) maßgeblichen Anteil hatten (MICHELER 1959). Die armen Böden der Niederterrassen verschlechterten sich durch Streuentnahme (seit dem **16. Jahrhundert**), Kahlschlagbewirtschaftung und Waldweide so weit, daß aus

den ursprünglichen Eichen- und Buchenmischwäldern sekundäre Fichten- und als Endglied unnatürliche Kiefernbestände entstanden (RUBNER 1959).

Ab ca. 1750 n. Chr. entstanden große Fichtenkunstforste. Die vielen Freiflächen (Brachäcker, Raine, Wegränder) führten zur Einwanderung zahlreicher neuer Arten (Wiesenpflanzen, Ackerunkräuter, Ruderalpflanzen), so daß zu dieser Zeit die Artenzahl der Flora einen Höhepunkt erreichte (KRISAI in MÜHLBAUER, SONNTAG 1993).

Größere zusammenhängende Waldgebiete auf oberösterreichischer Seite bilden heute nur noch der Untere Weilharter- (kaum Buche) und der Obere Weilharter Forst. Letzterer stockt auf der schwachkuppigen hochwürmeiszeitlichen Endmoräne und dem nordwärts davon sich anschließenden Übergangskegel der höheren Niederterrasse und zeichnet sich durch einen erhöhten Buchenanteil aus (MICHELER 1959).

2.6 Potentiell natürliche Vegetation des Naturraumes

Nach WAGNER (1985) bestimmen im Bereich der Niederung am Unteren Inn Eichen-Hainbuchenwälder der mitteleuropäischen Hügelstufe (*Stellario-Carpinetum*) die potentiell natürliche Vegetation. Diese sind aber heute, wie auch die südlich daran anschließenden submontanen Eichen-Buchenwälder aufgrund der überwiegend tiefgründigen Böden und der meist geringen Hangneigungen und der dadurch begünstigten Landwirtschaft nur in wenigen, meist stark durch den Menschen beeinflussten Resten vorhanden. Eichen-Hainbuchenwälder trockener Standorte (*Galio-Carpinetum*) dürften nur noch fragmentarisch an besonders flachgründigen, südexponierten Standorten anzutreffen sein, wobei ihre Natürlichkeit jedoch bezweifelt werden kann.

Höhere Lagen ab 550 m werden von montanen bodensauren Buchenwäldern eingenommen. Schließlich bilden Auenwälder in den Tälern von Inn und Salzach die potentiell natürliche Vegetation und nehmen selbst heute noch beträchtliche Flächen ein. Auf die besonderen Verhältnisse an den Salzachleiten soll in Kapitel 5 eingegangen werden.

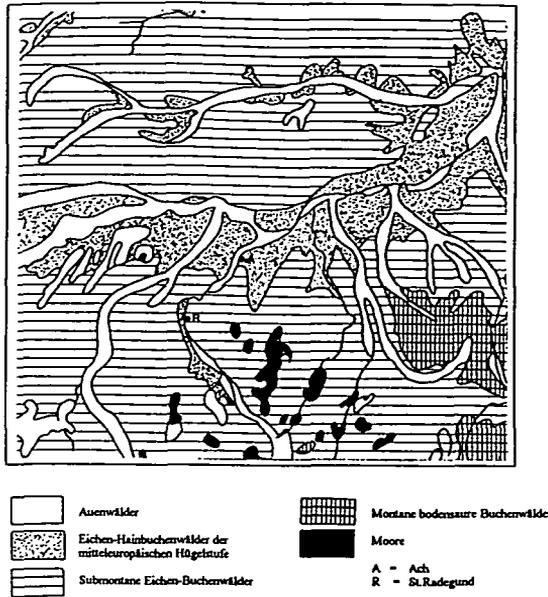


Abb. 4: Vergrößerter Ausschnitt aus der Karte der natürlichen Pflanzendecke Österreichs, nach WAGNER 1985.

3 Untersuchungsmethoden

3.1 Pflanzensoziologische Untersuchungen

3.1.1 Bestandsaufnahmen

Die vegetationskundlichen Untersuchungen wurden im Bereich des Salzachdurchbruchs zwischen St. Radegund und Überackern (Oberösterreich) im Zeitraum von April 1993 bis September 1993 durchgeführt.

Um einen Überblick über das Arbeitsgebiet zu bekommen, wurde es in seiner gesamten Ausdehnung mehrmals begangen, wobei besonderes Augenmerk auf die schon aus der Karte ersichtlichen Tobel gelegt wurde, die das Vorkommen typischer Waldgesellschaften auf engem Raum erwarten ließen. Ihre Auswahl gründete sich vor allem auf das Kriterium der "Naturnähe". Seitentobel, in denen standortfremde Gehölze (v.a. Fichte) vorherrschen oder die durch Abholzungen stark beeinflusst sind blieben unberücksichtigt.

Insgesamt wurden 92 Vegetationsaufnahmen erstellt, wobei eine Erstbegehung des Gebietes, die die Frühlingsgeophyten erfassen sollte, Ende April stattfand. Hierbei kam

die pflanzensoziologische Methode nach BRAUN-BLANQUET (1964, zitiert nach DIERBEN 1990) zur Anwendung, die auf der Kombination von Deckungsgrad, Abundanz und Soziabilität beruht.

Bei der Auswahl der Probeflächen wurde auf homogenen Pflanzenwuchs, d.h. auf eine gleichmäßige zufällige Verteilung der Einzelarten im Bestand, sowie auf die Einhaltung der Mindestgröße geachtet. Einheitliche Standortsbedingungen waren aufgrund der geologischen Verhältnisse nicht immer gegeben, was das Auftreten einiger Zufallsgäste in den Tabellen aus aufnahmetechnischen Gründen erklären würde. Die Inklination der Aufnahmeflächen wurde geschätzt; ihre Exposition und Höhenlage mit dem Kompaß bzw. einem jeweils neu geeichten Höhenmesser ermittelt. Weiterhin wurden das Datum, die Arealgröße sowie der Deckungsgrad der Baum-, Strauch-, Kraut- und Moosschicht in % notiert.

Die Nomenklatur folgt SCHMEIL-FITSCHEN (1976) und ROTHMALER (1988). Die Einteilung nach Zeigerwerten und Florenelementen erfolgte nach ELLENBERG (1992) bzw. nach OBERDORFER (1990).

3.1.2 Auswertung

Die pflanzensoziologische Einstufung der Vegetationsaufnahmen ergab sich aus der Präsenz und den Deckungsgraden der Baumarten und der Kenn- und Trennarten von Assoziationen, Verbänden, Ordnungen und Klassen, die durch ökologische Gruppen, wie z.B. Magerkeits- und Feuchtezeiger ergänzt wurden. Hierbei hielt ich mich vor allem an CLOT (1990), MUCINA et al.(1993), OBERDORFER (1992) und PFADENHAUER (1969). Arten, die nicht zur Differenzierung dienten, wurden nach Stetigkeit in Fageta-lia Ordnungcharakterarten und Begleiter sortiert. Die einzelnen Vegetationsaufnahmen wurden zu Tabellen zusammengefaßt, die grundsätzlich den Versuch darstellen, die standörtlichen Eigenschaften der Bestände möglichst deutlich herauszustellen.

Für die Erstellung der Gesamt- und Teiltabellen wurde das Programm "SORT 2.5" (ACKERMANN & DURKA 1993) benutzt. Es erleichterte vor allem die Eingabe der Einzelaufnahmen, das Sortieren und das Erstellen der Tabellen. Stetigkeiten sind prozentual angegeben. Teiltabellen wurden sowohl für die einzelnen Standorte, als auch für die syntaxonomischen Gruppen (Assoziationen, Unterverbände,...) erstellt.

Auf ein zifferngestütztes Fundortverzeichnis wurde verzichtet; die genauen Fundorte der einzelnen Aufnahmeflächen wurden in Übersichtskarten der einzelnen Teilgebiete eingetragen. In zwei Tabellen wurde exemplarisch die Verteilung der Vegetationseinheiten kartographisch dargestellt.

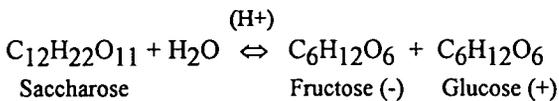
3.2 Wärmeklimatische Untersuchungen

Jeder Standort ist durch eine Vielzahl ökologischer Parameter gekennzeichnet, die nur schwerlich in ihrer Gesamtheit erfaßt werden können. Die mikroklimatischen Verhältnisse (Extremtemperaturen, Evaporation, Tagesgänge der Temperatur und der Luftfeuchte) in Schluchten sind besonders ausführlich durch VON GADOW (1975) beschrieben worden. PFADENHAUER (1969) und SCHRAG (1985) haben die Böden unterschiedlicher Waldgesellschaften des bayerischen Alpenvorlandes untersucht (siehe auch Kap. 2.3). In der vorliegenden Arbeit soll ein weiterer Beitrag zur Kenntnis des Mikroklimas in Tobeln erbracht werden. Die dabei verwendete, inzwischen etwas in Vergessenheit geratene Zuckerinversionsmethode sollte hinsichtlich ihrer Verwendungsmöglichkeit und Leistungsfähigkeit näher untersucht und deshalb ausführlicher beschrieben werden.

3.2.1 Material und Methode

Prinzip

Die von PALLMANN et al. (1940) beschriebene und in der Folgezeit vor allem von KUNDLER (1954), BERTHET (1960), und PETRÍK et KVET (1966) weiterentwickelte Zuckerinversionsmethode beruht auf einer temperaturabhängigen, durch Protonen katalysierten Hydrolyse einer wäßrigen Rohrzuckerlösung. Hierbei entsteht aus dem optisch rechtsdrehenden Rohrzucker (Saccharose) ein äquimolares Gemisch aus d(+) - Glucose und d(-) - Fructose, dem sogenannten Invertzucker.



Die Verschiebung der Gleichgewichtslage ist ein Maß für die aufgenommene Wärmemenge und kann polarimetrisch aus dem entstandenen Invertzucker bestimmt werden. Bei konstanter Protonenkonzentration ist die Geschwindigkeit der Rohrzuckerinversion nur von der Standorttemperatur abhängig, wobei die von Van't Hoff 1884 für Reaktionen in biologischen und chemischen Systemen postulierte RGT-Regel gilt.

Die Reaktionsgeschwindigkeit zeigt eine exponentielle Abhängigkeit von der Temperatur; demzufolge gehen, was für biologische Systeme nicht unerwünscht ist, höhere Temperaturen stärker in die Messung ein als niedrigere. Aus den Angaben zum pH-Wert, dem Drehwinkel der Lösung bei Versuchsbeginn (a_0), nach Exposition (a_t) und nach vollständiger Hydrolyse (a_e) kann man die **Effektivtemperatur T_{eff}** (exponentielle Mitteltemperatur) während der Expositionsdauer t [d] ermitteln (STUEBING & FANGMEIER 1992, S.67).

$$T_{\text{eff}} [^{\circ}\text{C}] = -5856,6 / [\text{pH} - 20,1998 - \log t - \log [\log(a_0 - a_e) - \log(a_t - a_e)]] + 273,15^{\circ}\text{C}$$

In diesem Zusammenhang muß auf mehrere Vorzeichenfehler hingewiesen werden, die in der angeführten Literaturstelle (STEUBING & FANGMEIER 1992, S.67) auftreten. Zur Entwicklung und Begründung der Gleichung vgl. die oben genannten Autoren.

Durchführung

Bezüglich der Herstellung der Lösungen und der Durchführung der Messungen hielt ich mich weitgehend an STEUBING & FANGMEIER (1992). Trotzdem sollen hier die wichtigsten Arbeitsschritte erläutert werden.

1993 wurden insgesamt vier Meßreihen ausgebracht, die nahezu die gesamte Vegetationsperiode (Tagesmittel über 10°C, 1993: 18.4. - 15.10) abdeckten. Um die Meßfehler möglichst gering zu halten wurde jeweils eine Stammlösung (à zwei Liter) pro Meßreihe angesetzt. Diese enthielt definierte Mengen an Saccharose, Formaldehyd als Antiseptikum und Na-Citratdihydrat als Pufferreagenz zur Einstellung eines definierten pH. Anschließend wurde im Meßkolben mit destilliertem Wasser aufgefüllt. Ein der erwarteten Temperatur und geplanten Expositionsdauer gemäßer pH-Wert wurde mit Hilfe eines vor jeder Messung geeichten pH-Meters mit konzentrierter HCl eingestellt, um im größten Genauigkeitsbereich der Messung zu bleiben (vgl. auch BERTHET 1960). Nach einer Nulleinstellung des Polarimeters mit destilliertem Wasser konnte a_0 gemessen werden. Anschließend wurde die Lösung in Schnapdeckelgläschen (à 20 ml) abgefüllt und sofort tiefgefroren.

Das Einholen der Proben wurde in der Reihenfolge des Auslegens getätigt; anschließend konnte a_t bestimmt werden. Der Drehwinkel nach vollständiger Hydrolyse a_e wurde nach längerer Expositionsdauer bei höheren Temperaturen gemessen.

3.2.2 Auswahl der Probestellen

Ausgehend von der Hypothese, daß in Schluchten weniger die unterschiedlichen Waldtypen sondern vor allem die Reliefverhältnisse das Wärmeklima des Standorts bestimmen, wurden die Proben jeweils an Stellen unterschiedlicher Exposition und Höhenlage, vor direkter Strahlung geschützt, in möglichst benachbarten, unterschiedlichen Waldgesellschaften an der Bodenoberfläche (0 cm) ausgelegt bzw. in Höhe der Krautschicht (40 cm) an Schnüren aufgehängt. Dies wurde meist in Form eines transektartigen Querschnitts durch den Tobel verwirklicht. Weiterhin bot der Tobel bei St.Radegund die Chance, in verschiedenen, eng benachbarten Sukzessionsstadien die dortigen Wärmeverhältnisse bei sonst gleichen klimatischen Voraussetzungen zu untersuchen. Alle Meßpunkte, ausgenommen diejenigen auf Pionierstandorten, liegen innerhalb einer Aufnahmefläche und charakterisieren somit das durch die entsprechende Waldgesellschaft in Abhängigkeit von der topographischen Lage geschaffene Bestandsklima.

Aufgrund der begrenzten Meßkapazität wurde auf mehrere Vergleichsmessungen pro Meßpunkt zugunsten einer großen Anzahl von Meßstellen verzichtet. Lediglich an der

Bodenoberfläche wurden immer zwei Messungen durchgeführt, um die im Vergleich zum Luftraum höhere Streuungswahrscheinlichkeit etwas abzufangen.

3.2.3 Auswertung

Zur graphischen Darstellung der temperaturklimatischen Unterschiede zwischen den einzelnen Standorten wurden, sofern möglich, Mittelwerte der gemessenen polarimetrischen Drehwerte gebildet. Die Werte der Einzelproben sind im Anhang aufgeführt.

Nach Eingabe der ELLENBERG'schen Zeigerwerte (1992) konnte die durchschnittliche Temperaturzahl (einfache- und Abundanz-gewichtete Mittelung) jeder Aufnahme berechnet, und eine Einordnung des betreffenden Standorts getroffen werden. Sie wird den experimentellen Meßdaten gegenübergestellt und diesbezüglich diskutiert. Nicht bewertet wurden Arten der Baumschicht.

4 Die Waldvegetation des Salzachdurchbruchs

4.1 Die Flora und ihre pflanzengeographische Stellung

Da außer der Arbeit von SCHRAG (1985) noch keine genaueren Untersuchungen zur Flora und Waldvegetation des Gebietes vorliegen, erscheint es sinnvoll, eine Übersicht der klimatisch bedingten Vegetationseinheiten zu geben. Um deren Ausbildung und Verbreitung verständlich zu machen, soll zunächst eine Übersicht zur florengeographischen Stellung der vorgefundenen Arten gegeben werden.

Das Gebiet gehört nach KRISAI (in MÜHLBAUER & SONNTAG 1993) zur zentraleuropäischen Provinz der mitteleuropäischen Florenregion. Die Vegetation ist im wesentlichen Ausdruck des Standortes und der Vegetationsgeschichte. Boden, Relief, Mikroklima und die Lage zu benachbarten Vegetationsgebieten bestimmen die Zusammensetzung der Flora (OBERDORFER in SAUER & SCHNETTER 1971). Hieraus ergibt sich trotz der geologischen Einheitlichkeit des Untersuchungsgebietes eine Mannigfaltigkeit an unterschiedlichen Standorten, derzufolge sich hier mehr als in anderen Landschaften Vertreter verschiedener Florenelemente finden, die sich standörtlich verzahnen oder aber nur auf bestimmte Standorttypen beschränkt bleiben.

Auffällig ist dabei das starke Hervortreten von Arten der submediterranen Region, die hier neben subatlantischen, mitteleuropäischen (subozeanischen und gemäßigt kontinentalen), eurasisch kontinentalen, präalpiden und borealen Elementen aufgrund geeigneter Standorte und Klimabedingungen sowie der besonderen nacheiszeitlichen Einwanderungsgeschichte (MICHELER 1959) besonders zahlreich vorhanden sind. Die Florengebietsbezeichnungen richten sich nach OBERDORFER (1990), wobei subatlantische und eurasiatische-subozeanische Arten zum mitteleuropäischen Florenelement zusammengefaßt werden.

Im Gebiet überwiegen Arten der **mitteleuropäischen Florenregion**, die den Grundbestand wichtiger Klimaxgesellschaften, insbesondere der Fagetalia-Wälder, stellen. Dies sind einmal die eigentlich subatlantischen Arten mit einer engeren Bindung an die meeresnahen Gebiete West- oder Südwesteuropas, andererseits aber auch eurasiatisch-suboceanische Arten, die zwar weiter in den Kontinent hineingreifen, aber doch den Schwerpunkt ihrer Häufung im Westen oder Südwesten Europas besitzen. Als Beispiele seien *Fagus sylvatica*, *Ulmus glabra*, *Acer pseudoplatanus*, *Polystichum aculeatum*, *Allium ursinum*, *Euphorbia amygdaloides*, *Actaea spicata*, *Primula elatior*, *Actaea spicata*, *Mercurialis perennis* und *Corydalis cava* genannt.

Die Arten des **eurasisch kontinentalen und subkontinentalen Florenelements** haben den Schwerpunkt ihrer Verbreitung im osteuropäischen Laubwaldgebiet und meiden die europäischen Küsten. Hierzu gehören *Carpinus betulus*, *Asarum europaeum*, *Lathyrus vernus*, *Carex digitata*, *Melica nutans*, *Anthericum ramosum*, *Daphne mezereum*, *Lilium martagon*, *Campanula persicifolia*, *Pulmonaria officinalis*. Hinzu kommen noch wenige Arten, die zu den eigentlichen kontinentalen Steppenpflanzen überleiten, wie *Lembotropis nigricans* und *Senecio integrifolius*.

Überraschend hoch ist der Anteil an Vertretern des **submediterran-mediterranen Florenelements**, die höhere Ansprüche an die Wärmeverhältnisse stellen und geringere Niederschläge ertragen können. Dementsprechend besiedeln sie im wesentlichen die wärmeren Standorte auf trotz der hohen Niederschläge trockenen Böden. Zu ihnen gehören unter anderen *Calamintha sylvatica*, *Euphorbia cyparissias*, *Ligustrum vulgare*, *Petrorhagia saxifraga*, *Stachys germanica*, *Teucrium chamaedrys* und *Melittis melissophyllum*.

Die **eurasiatischen Arten** lassen innerhalb ihres gesamten Areals keine deutliche Schwerpunktbildung erkennen. Unter ihnen befinden sich viele vom Großklima weniger abhängige Feuchtigkeitszeiger (OBERDORFER in SAUER & SCHNETTER 1971) wie z.B. *Deschampsia cespitosa*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Urtica dioica*, *Oxalis acetosella* und *Solidago virgaurea*.

Arten des **präalpinen- und dealpinen Florenelements** haben ihre Hauptverbreitung in montanen und subalpinen Wäldern der Alpen oder benachbarter Mittelgebirge. Vertreter dieser Pflanzen im Gebiet sind *Aposeris foetida*, *Aruncus sylvestris*, *Aconitum vulparia*, *Buphtalmum salicifolium*, *Carex alba*, *Centaurea montana*, *Petasites albus*, *Prenanthes purpurea*, *Veronica urticifolia*, *Sesleria albicans*, *Calamagrostis varia*, *Hieracium caesium*, *Hieracium glaucum*.

Bei Vertretern des **boreal-montanen Florenelements** handelt es sich um Arten des borealen Nadelwaldgebietes. Häufig kehren sie jedoch wieder in der montanen-hochmontanen Stufe der Alpen wieder und können von dort auch in geeignete Standorte der Tallagen absteigen. (SABEL & FISCHER 1987). Hierzu gehören *Alnus incana*, *Picea abies*, *Carex gracilis*, *Equisetum sylvaticum*, *Galeopsis speciosa* und *Maianthemum bifolium*.

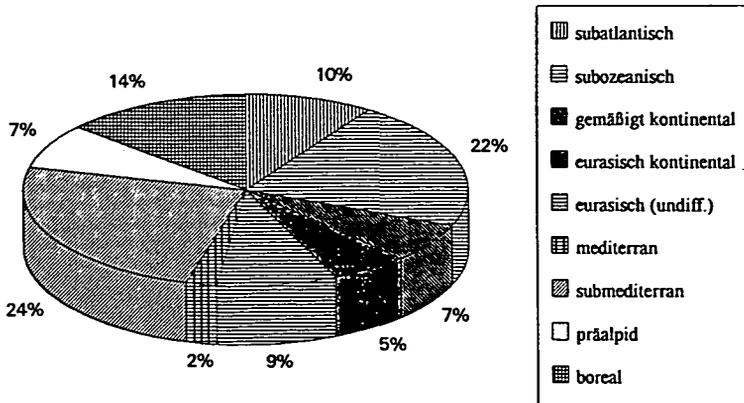


Abb. 5: Florenelemente der behandelten Waldgesellschaften

4.2 Die potentiell natürlichen Waldgesellschaften

Auf den Salzachleiten findet man ein kleinflächiges Mosaik verschiedenster Pflanzengesellschaften vor. Dies wird zum einen durch unterschiedliche Nutzungsweise, zum anderen durch die Kombination verschiedener Standortsgegebenheiten (Sonn- und Schattseiten der Hänge, Bodenverhältnisse, Wasserhaushalt) bedingt.

Die Waldgesellschaften stellen in standörtlicher Hinsicht überwiegend Schluchtwälder dar und kommen der potentiell natürlichen Vegetation des Gebietes noch sehr nahe. Sie können zwar im strengen Sinne nicht mehr als "Urwälder", jedoch als weitgehend naturnahe Wälder bezeichnet werden.

Tabelle I gibt eine Übersicht über die im folgenden zu besprechenden Waldgesellschaften, die allesamt der Ordnung Fagetalia angehören.

Berücksichtigt wurden nur Arten, die mit höherer Stetigkeit auftreten. Die verschiedenen Syntaxa lassen sich im Untersuchungsgebiet aufgrund ihrer Artenzusammensetzung mehr oder weniger deutlich voneinander abgrenzen.

TABELLE I: Fortsetzung
Gesellschafts-Nummer

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Kalk- und Trockenzeiger:											
Hepatica nobilis	.	20	25	41	14	55	50	85	60	67	100
Galium sylvaticum	.	.	100	32	29	27	.	38	80	83	43
Carex alba	.	20	.	18	14	9	.	69	80	83	71
Campanula rapunculoides	.	.	25	9	.	9	.	15	20	100	14
Sesleria albicans	.	.	.	.	.	.	.	.	20	100	.
Anthericum ramosum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100	.
Chrysanthemum corymbosum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100	14
Teucrium chamaedrys	.	.	.	.	.	.	.	.	.	33	14
Calamintha sylvatica	.	.	25	.	.	.	.	.	.	33	14
Nässezeiger:											
Solanum dulcamara	75	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Eupatorium cannabinum	75	20	25	.	.	.	.	8	.	.	.
Calanagrostis canescens	50	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Caltha palustris	75	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Myosotis palustris	50	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Festuca arundinacea	50	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex gracilis	75	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Phragmites australis	75	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cardamine amara	75	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Mentha aquatica	50	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Feuchenzeiger:											
Impatiens noli-tangere	75	20	50	5	14	.	.	.	.	.	.
Circaea lutetiana	75	60	50	41	43	.	.	8	.	.	.
Stachys sylvatica	75	60	50	36	43	9	.	31	.	.	.
Chrysosplenium alternifolium	25	20	25	23	43	9	.	8	.	.	.
Primula elatior	25	40	25	23	29	.	.	15	.	.	57
Athyrium filix-femina	.	.	.	23	.	9	25	31	.	.	14
Thalictrum aquilegifolium	25	.	.	14	14	.	.	.	.	.	.
Equisetum hyemale	.	60	.	9	.	.	.	.	.	.	29
Frischezeiger											
Lamium galeobdolon	50	40	100	91	100	100	25	54	80	.	71
Oxalis acetosella	50	80	75	82	71	73	.	92	20	.	43
Dryopteris filix-mas	.	40	100	86	86	82	.	54	.	17	43
Carex sylvatica	.	80	25	50	14	.	25	15	.	.	29
Paris quadrifolia	50	60	.	36	43	55	.	8	.	.	.
Kalkzeiger:											
Carex digitata	.	.	25	18	29	9	25	62	60	33	57
Lathyrus vernus	.	.	25	14	14	.	.	69	20	33	.
Asarum europaeum	.	40	.	14	43	27	.	8	20	.	29
Euphorbia dulcis	.	40	25	23	.	.	.	31	.	83	14
Lilium martagon	.	.	.	5	14	.	25	15	20	33	14
Anspruchsvolle Mullzeiger:											
Pulmonaria officinalis	.	60	75	86	71	64	.	62	40	17	57
Mercurialis perennis	.	20	50	45	14	9	.	38	20	67	29
Valeriana officinalis	50	20	75	41	57	64	.	8	.	.	29
Nitrophile:											
Geranium robertianum	100	.	75	32	86	73	.	23	.	.	14
Geum urbanum	75	40	50	50	43	36	.	8	.	.	43
Urtica dioica	50	20	50	32	29	64	25	8	20	.	14
Aegopodium podagraria	50	40	100	50	57	27	.	23	20	17	29
Sonstige Klassen- und Ordnungs- charakterarten:											
Hedera helix	25	20	100	55	57	82	50	54	40	83	86
Salvia glutinosa	50	20	75	50	29	45	.	15	40	33	29
Brachypodium sylvaticum	100	60	100	68	86	55	.	38	60	33	43
Phyteuma spicatum	25	20	.	45	43	36	25	38	40	17	14
Viola reichenbachiana	25	.	.	23	14	.	.	38	100	50	29
Anemone nemorosa	25	20	.	18	.	.	.	23	20	.	14
Campanula trachelium	.	.	25	14	14	.	.	15	40	.	29
Mycelis muralis	.	.	25	14	14	45	25	23	60	17	.
Euphorbia amygdaloides	.	20	25	9	.	.	25	54	.	33	43
Polygonatum multiflorum	.	.	.	9	14	9	.	15	20	.	29
Carex pilosa	.	40	.	32	.	.	50	15	.	.	.
Galium odoratum	.	20	.	32	.	.	.	46	.	.	.

TABELLE I: Fortsetzung
Gesellschafts-Nummer

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Sonstige:											
<i>Impatiens parviflora</i>	100	100	75	68	71	82	50	38	20	.	43
<i>Galeopsis speciosa</i>	25	.	75	18	71	27	.	8	.	.	29
<i>Clematis vitalba</i>	25	40	50	14	43	18	.	38	60	50	43
<i>Veronica urticifolia</i>	.	.	25	14	.	18	25	38	80	17	29
<i>Aposeris foetida</i>	.	60	.	9	.	.	25	31	.	.	29
<i>Hieracium sylvaticum</i>	.	.	25	9	14	.	25	8	80	100	43
<i>Equisetum sylvaticum</i>	25	20	.	9	.	.	.	.	.	.	.
<i>Deschampsia cespitosa</i>	75	40	.	5	.	.	.	.	.	.	.
<i>Solidago virgaurea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	20	50	14
<i>Convallaria majalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	40	17	.
<i>Luzula luzuloides</i>	.	20	.	5	.	.	100	31	40	.	.
<i>Prenanthes purpurea</i>	.	.	.	5	.	.	25	8	20	17	.
<i>Asplenium trichomanes</i>	.	.	25	5	14	36	.	8	.	.	.
<i>Epilobium montanum</i>	.	.	50	5	14	27	.	.	.	.	.
<i>Cirsium oleraceum</i>	75	40	.	5	.	.	.	.	.	.	.

4.2.1 Bach-Eschen-Erlen-Quellwälder (Carici remotae-Fraxinetum)

(Tabelle II)

Als im Alpenvorland ehemals weit verbreitete Gesellschaft (PFADENHAUER 1969) besiedelt der Bach-Eschenwald die Uferbänke entlang kleiner Bäche und Rinnsale, sowie kleinflächige Quellmulden. SCHWABE (1987) folgend wird er hier aber besser als Bach-Eschen-Erlen-Quellwald bezeichnet, da er im Untersuchungsgebiet nur selten bachbegleitend auftritt. Vielmehr findet man ihn unterhalb ergiebiger Schichtquellenaustritte im Bereich des Grundwasserleiters, wo er auch seine flächenmäßig größte Ausdehnung erreicht; besonders im Bereich Heilbrunn/ Werfenau.

Hier sind die Bestände von zahlreichen Rinnsalen, die für eine ständige Nachlieferung von Kies und Sanden sorgen, durchzogen. Das offene Wasser des Bach-Eschen-Erlen-Quellwaldes wird dabei über Kalktuffbildungen von einer initialen Moosgesellschaft begleitet, die vom Starknermoo (*Cratoneuron commutatum*) aufgebaut wird und zu einer Gruppe kalkholder Quellflurgesellschaften (*Cratoneurion commutati*) gehört. Besonders an frischen Abbruchstellen fällt aufgrund des hohen Gehalts an Hydrogencarbonat im Wasser Kalk in Form von Tuff aus, der dann die Oberfläche mit dünnen Kalkkonkretionen überzieht und den Standort für die Kalk-Quelltuff-Gesellschaften (*Cratoneurion*) bildet, die mit den Bach-Erlen-Eschen-Quellwäldern eng verzahnt sind, aber hier nicht extra ausgeschieden wurden. SCHRAG (1985) beschreibt diese Gesellschaft von den bayerischen Salzachleiten, wo sie größere Ausmaße annimmt. Die nur leicht geneigten Böden sind "sickernäßig, nach intensiven Regengüssen kurzfristig auch überschwemmt, aber nie staunäßig oder überstaut. Eine ausgezeichnete Sauerstoffversorgung ermöglicht einen raschen Abbau der organischen Substanz und eine gute Mi-

neralisation" (PFADENHAUER 1969). Aufgrund der ständigen Durchnässung zeigen die Böden eine deutliche Vergleyungstendenz (SCHRAG 1985); vielfach konnte auch eine anmoorige Humusauflage beobachtet werden.

Die meist nur lückenhafte Baumschicht wird von Eschen und Erlen gebildet. In den kleineren Untersuchungsflächen erscheinen die Deckungswerte durch herübertagende Bäume oftmals höher, als es die in der Untersuchungsfläche wurzelnden Bäume ausmachen würden. Die Strauchschicht ist nur schwach entwickelt; lediglich in einer Aufnahme bedeckt sie mit *Corylus avellana* und *Lonicera xylosteum* die Hälfte der Fläche. Im Gegensatz hierzu weist die Krautschicht meist sehr hohe Deckungswerte auf. Von den Charakterarten der Gesellschaft treten der Riesenschachtelhalm (*Equisetum telmateja*) und die Winkel-Segge (*Carex remota*) auf, wobei letztere nur in den kleinflächigen Beständen der Quellmulden vorkommt.

Über die Untergliederung des Unterverbandes Alnenion glutinoso-incanae existieren in der Literatur verschiedene Auffassungen. OBERDORFER (1992) unterscheidet drei Gesellschaften, die sich durch verschiedene Kombinationen von *Alnus glutinosa*, *Alnus incana*, *Equisetum telmateja* und *Carex remota* unterscheiden lassen. Dabei sind die Bestände auf kalkreichem Untergrund mit *Alnus incana* und *Equisetum telmateja* und die Bestände auf kalkarmem Untergrund mit *Carex remota* und *Alnus glutinosa* durch eine "Übergangsform" mit *Alnus incana* und *Carex remota* verbunden.

PFADENHAUER (1969) beschreibt zwei Höhenformen des Carici remotae-Fraxinetum. Neben einer "normalen" Form des Alpenvorlandes (bis ca. 850 m ü. NN) führt er eine Höhenform (hochmontane und subalpine Stufe der Alpen) des Bach-Eschenwaldes an, wo Esche und Schwarzerle durch die Grauerle ersetzt werden. In der Alpenvorlandsausprägung scheidet er Ausbildungen mit *Equisetum telmateja* der kalkhaltigen Standorte bzw. mit Arten der *Caltha*-Gruppe aus. Auch SCHWABE (1987) teilt die Ansicht, daß *Alnus incana* dort zur Dominanz kommt, wo *Alnus glutinosa* aus wärme-klimatischen Gründen fehlt. MUCINA et al. (1993) kennzeichnen das Carici remotae-Fraxinetum durch die Charakterarten *Carex remota*, *Equisetum telmateja* und *Carex pendula* mit einer von der Esche und der Schwarzerle gebildeten Baumschicht, ohne eine weitere Untergliederung vorzunehmen.

Dieser letzte Vorschlag - mit Berücksichtigung der Grauerle - wird auch von mir zur Einteilung der im Gebiet vorkommenden Bestände übernommen, da aufgrund des meist gemeinsamen Vorkommens der oben vorgeschlagenen Trennarten und der geringen Zahl von Aufnahmen eine Zuordnung zu Subassoziationen nicht vorgenommen werden kann bzw. zu vage erscheinen würde. Aufgrund der Artenkombination in der Krautschicht können jedoch vier Ausbildungen unterschieden werden:

a Die Ausbildung mit Arten der Quellfluren tritt nur in einem Bestand auf. Er erstreckt sich beidseits des Bachlaufes im Tobelgrund und ist durch seinen schotterreichen Untergrund geprägt, der wohl auch das starke Hervortreten des annualen Großen Springkrauts (*Impatiens noli-tangere*) begünstigt. Aufgrund der Wassernähe treten hier ver-

stärkt Arten der Quellfluren wie das Bittere Schaumkraut (*Cardamine amara*) und die Bachbunze (*Veronica beccabunga*) auf. Anspruchsvollere Arten, zu denen auch die meisten Feuchte- und Nässezeiger gehören, treten wegen des fehlenden Oberbodens stark zurück.

b Diese Ausprägung ist durch das Auftreten von Arten der Großseggensümpfe und Bruchwälder wie der Schlank-Segge (*Carex gracilis*), dem Gemeinen Schilf (*Phragmites australis*) oder der Wasser-Minze (*Mentha aquatica*), sowie durch zahlreiche Feuchte- und Nässezeiger wie der Sumpfdotterblume (*Caltha palustris*) und dem Sumpf-Vergißmeinnicht (*Myosotis palustris*) gekennzeichnet. Besonders erwähnenswert ist hier der ausgedehnte Bestand (Aufnahme 58) mit den nahezu flächendeckenden, bis mannshohen Exemplaren des Riesenschachtelhalms und zahlreichen Großseggenarten.

Syntaxonomisch könnte er wie bei OBERDORFER (1992) in eine eigene Assoziation (Equiseto telmatejæ-Fraxinetum Oberd. ex Seib. 87) oder wie bei PFADENHAUER (1969) in eine Subassoziation des Carici remotæ-Fraxinetums (Carici remotæ-Fraxinetum equisetosum) gestellt werden. Hiervon wird jedoch abgesehen, da er aufgrund seiner Artenzusammensetzung und der Standortverhältnisse deutlich von anderen Beständen mit *Equisetum telmateja* abgesetzt, bzw. Beständen ohne sein Vorkommen zugeordnet werden kann. Eine floristische Besonderheit auf dem anmoorigen Boden ist das Gefleckte Knabenkraut (*Dactylorhiza maculata*), dessen ökologische Amplitude aber weit über das Carici remotæ-Fraxinetum hinausreicht.

c In einer Ausbildung ohne Trennarten fehlen die oben erwähnten Arten der Quellfluren und Großseggensümpfe. Auch Feuchte- und Nässezeiger treten langsam zurück. Die besseren Bodenverhältnisse begünstigen nun zunehmend mesophile Arten der Buchenwälder wie die Einbeere (*Paris quadrifolia*), die Wald-Segge (*Carex sylvatica*), das Bisamkraut (*Adoxa moschatellina*) und das Wald-Bingelkraut (*Mercurialis perennis*), sowie nitrophile Arten. Die Vorkommen an Hangfüßen (Aufnahmen 12, 52) leiten hier schon langsam zu den Ahorn-Eschen-Wäldern über.

d Dieser eigentümliche Bestand ist durch die Trockenzeiger *Carex alba* (Weiße Segge) und *Hepatica nobilis* (Leberblümchen), die vor allem auf den zahlreichen Bulten wurzeln, sowie durch das weitgehende Fehlen von Feuchte- und Nässezeigern und das Hinzutreten von Fagetalia-Arten gekennzeichnet. Aufgrund des Vorhandenseins mehrerer Kennarten muß es jedoch eindeutig dem Carici remotæ-Fraxinetum zugeordnet werden.

Der Name Carici remotæ-Fraxinetum darf nicht über den Erlenreichtum der Gesellschaft hinwegtäuschen. Die Esche dürfte hier allenfalls in Kalkgebieten (PHILIPPI 1989) oder als das Ergebnis menschlichen Wirtschaftens (FISCHER & SABEL 1987) eine größere Rolle spielen. Die Gesellschaft steht meist in Kontakt zu anderen Waldgesellschaften, so dem Hainsimsen-Buchenwald, dem Waldmeister-Buchenwald oder

Fortsetzung TABELLE II:
Aufnahme

	78	38	39	58	87	41	52	12	19
Frischeselger:									
<i>Oxalis acetosella</i>	1.2	1.2	.	.	.	2.2	+1	2.2	+1
<i>Impatiens noli-tangere</i>	4.4	1.2	.	+1	.	.	.	2.2	.
<i>Deschampsia cespitosa</i>	.	2.2	1.2	2.2	2.2	.	2.2	.	.
<i>Paris quadrifolia</i>	.	+1	.	+1	.	+1	+1	1.1	.
<i>Carex sylvatica</i>	.	.	.	.	.	1.2	2.2	1.2	2.2
<i>Lamium galeobdolon</i>	.	+1	+1	.	.	.	.	1.1	+1
<i>Carex pilosa</i>	.	.	.	.	.	.	2.3	2.2	.
<i>Primula elatior</i>	.	.	R.1	.	.	.	.	.	1.2
<i>Dryopteris filix-mas</i>	.	.	.	.	.	+1	.	+1	.
Nitrophile:									
<i>Geum urbanum</i>	1.1	+1	.	1.2	.	.	-1	+1	.
<i>Aegopodium podagraria</i>	.	+1	+1	.	.	.	2.3	3.3	.
<i>Glechoma hederacea</i>	.	.	.	.	.	2.3	2.2	3.2	.
<i>Geranium robertianum</i>	1.1	+1	+1	+1	.	.	.	.	.
<i>Urtica dioica</i>	+1	+1	.	.	.	.	.	+1	.
Sonstige Klassen- und Ordnungscharakterarten:									
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	+1	1.2	+1	2.2	+1	2.2	.	.	2.2
<i>Aposëris foetida</i>	.	.	.	.	.	1.3	+1	.	2.1
<i>Pulmonaria officinalis</i>	.	.	.	.	.	.	+1	+1	1.2
<i>Asarum europaeum</i>	.	.	.	.	.	2.3	.	.	2.2
<i>Adoxa moschatellina</i>	.	.	.	.	.	1.1	.	2.2	.
<i>Salvia glutinosa</i>	.	.	+1	1.2	.	.	+1	.	.
<i>Dryopteris carthusiana</i>	.	.	.	+1	+1	+1	.	.	.
<i>Euphorbia dulcis</i>	.	.	.	.	.	+1	.	.	1.1
<i>Polystichum aculeatum</i>	.	.	.	.	.	+1	.	+1	.
<i>Phyteuma spicatum</i>	.	1.2	.	.	.	.	.	R.1	.
<i>Hedera helix</i>	.	R.1	.	.	.	.	.	.	+1
<i>Mercurialis perennis</i>	.	.	.	.	.	.	2.3	.	.
<i>Galium odoratum</i>	.	.	.	.	.	.	.	2.2	.
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1
Sonstige:									
<i>Impatiens parviflora</i>	1.2	2.2	1.2	1.1	+1	+1	1.2	+1	1.2
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	+1	+1	+1	+1	.	+1	.	.	.
<i>Clematis vitalba</i>	.	.	1.2	.	1.1	.	.	.	+1
<i>Carduus personata</i>	.	+1	+1	.	.	+1	.	.	.
<i>Valeriana officinalis</i>	+1	.	+1	.	+1	.	.	.	.
<i>Knautia dipsacifolia</i>	.	.	.	2.1	+1	.	.	.	.
<i>Festuca arundinacea</i>	.	1.2	1.2	.	.	.	.	.	.
<i>Carex flacca</i>	.	.	.	.	1.2	.	.	.	1.2
<i>Anemone nemorosa</i>	.	+1	.	.	.	.	.	.	1.2
<i>Dactylorhiza maculata</i>	.	.	.	1.1	.	+1	.	.	.
<i>Fragaria vesca</i>	.	.	.	.	.	+1	.	.	+1
<i>Equisetum arvense</i>	.	.	+1	.	.	+1	.	+1	.

Außerdem kommen vor:

in 12: *Luzula luzuloides* +1; in 19: *Carpinus betulus* K +1; *Acer campestre* K R.1; *Crataegus monogyna* S R.1; *Carex muricata* 1.2; *Calamagrostis arundinacea* +1; *Aquilegia scabra* +1; *Allium ursinum* +1; in 38: *Prunus padus* B R.1; *Lamium maculatum* +1; *Thalictrum flavum* R.1; in 39: *Petasites hybridus* 2.2; *Vincetoxicum* 1.3; *Thalictrum aquilegifolium* R.1; in 41: *Abies alba* B 1.1; *Frangula alnus* B R.1; *Viburnum opulus* K +1; *Picea abies* B R.1; *Euonymus europaeus* K +1; *Listera ovata* +1; in 52: *Scrophularia nodosa* R.1; in 58: *Frangula alnus* B R.1; *Picea abies* S R.1; *Carex vulpina* 1.2; *Symphitum officinale* 1.1; *Humulus lupulus* 1.1; *Ranunculus lanuginosus* +1; *Galopis pubescens* +1; *Filipendula ulmaria* +1; *Lysimachia vulgaris* +1; in 76: *Tilia platyphyllos* S +1; *Agrostis stolonifera* 2.3; *Galopis speciosa* 1.1; *Epiobium parviflorum* 1.2 *Valeriana dioica* +1; *Viola reichenbachiana* +1; in 87: *Picea abies* S +1 *Carpinus betulus* S +1;

4.2.2 Edellaubholzreiche Wälder (Tilio-Acerion)

(Tabellen III-VI)

Die hier betrachteten Waldgesellschaften gehören zum Verband Tilio-Acerion, der durch die Dominanz und die unterschiedliche Kombinationen der Edellaubbaumarten Bergahorn, Bergulme, Sommerlinde, Winterlinde und Esche gekennzeichnet und in seinem Vorkommen auf edaphische Sonderstandorte beschränkt ist. Hierzu gehören die mehr oder weniger stabilen Block- oder Schutthalden unterschiedlicher Exposition und andererseits Hangstandorte mit oft beweglichen, nährstoffreichen Böden, die durch einen günstigen Wasserhaushalt und durch ihre hohe biologische Aktivität (PFADENHAUER 1969, S.62) charakterisiert sind. Gründe für das starke Zurücktreten der Rotbuche werden zahlreich genannt; die für das betrachtete Gebiet plausibelsten sollen hier kurz genannt sein:

Aufgrund unruhiger Bodenverhältnisse und ständiger Schutt- (bzw. Geröll-) nachlieferung kommt es des öfteren zu Hangrutschereignissen, die einen natürlichen Verjüngungsprozeß einleiten und damit die ausschlagsfreudigen und raschwüchsigen Edellaubhölzer in ihrer Konkurrenzkraft der Rotbuche gegenüber begünstigen (vgl. auch FORST 1990, S.36; HARTMANN 1974, S.68). Auf stabilisierten Böden müssen andere Ursachen für die Konkurrenzschwäche der Buche maßgeblich sein. Hier nennt KIEBEL (1991) die Überlegenheit der Edellaubholzarten auf basen- und nährstoffreichen Standorten sowie den hohen Skelettanteil im Boden, da bei höheren Feinerdegehalten sofort die Buche hinzutritt, was auch auf den untersuchten Flächen bestätigt werden kann. Außer der Esche können die oben genannten Baumarten als Kennarten des Verbandes Tilio-Acerion benannt werden. Da die Hirschzunge (*Phyllitis scolopendrium*) und das Silberblatt (*Lunaria rediviva*) "aus Mangel an geeigneten Standorten" (PFADENHAUER 1969, S.116) im Alpenvorland vollständig fehlen gibt es mit dem Dornigen Schildfarn (*Polystichum aculeatum*) im krautigen Unterwuchs nur noch eine echte Charakterart im Gebiet, die zudem auch keinen Schwerpunkt in einer der nachfolgend beschriebenen Assoziationen aufweist. Zusätzlich können jedoch als lokale Charakterarten das Christophskraut (*Actaea spicata*), das Ruprechtskraut (*Geranium robertianum*) und auch der Geißfuß (*Aegopodium podagraria*) hinzugefügt werden.

Verschiedenen Autoren folgend (vgl. auch CLOT 1990, MUCINA et al.1993, OBERDORFER 1992) lassen sich die edellaubbaumreichen Mischwälder ihrer Physiognomie und ihren klimatischen Standortverhältnissen nach in zwei Gesellschaftsgruppen aufgliedern.³

³ Hier soll nicht auf syntaxonomisch-hierarchische Vorschläge eingegangen werden, nach denen CLOT (1990) den Verband Tilio-Acerion zu einer Ordnung Tilio-Aceretalia erhebt.

In der ersten Gesellschaftsgruppe herrschen Linden und Haselnuß vor, wobei Bestände der letzteren den Charakter von Buschwäldern annehmen. Echte Lindenmischwälder konnten nicht aufgefunden werden, was auch die Untersuchungen von PFADENHAUER (1969) für das Bayerische Alpenvorland bestätigen. MUCINA et al. (1993) charakterisieren die Hasel-reichen Buschwälder als grundsätzlich thermophil, was bei den untersuchten Standorten nicht der Fall war. Deshalb folge ich in der nachstehenden Aufgliederung OBERDORFER (1992), der sie allein aufgrund ihrer Bestandesstruktur und ihrer Einbettung in die Waldlandschaft von der zweiten Gesellschaftsgruppe Ahorn- und Eschen-reicher Wälder abtrennt.

4.2.2.1 Hasel-Buschwälder

(Tabelle III)

Die Hasel-Buschwälder stocken vorwiegend auf schutt- bzw. geröllreichen Halden und sind vor allem durch *Corylus avellana* selbst charakterisiert, die hier besonders wüchsige, bis in die Baumschicht reichende Exemplare ausbildet. Daneben treten je nach Exposition auch andere kennzeichnenden Bäume des Verbandes hinzu. Die Strauchschicht, die vor allem auch noch von der Roten Heckenkirsche (*Lonicera xylosteum*) und dem nitrophilen Schwarzen Holunder (*Sambucus nigra*) ergänzt wird, erreicht in diesen Gebüschern die höchsten Deckungsgrade (durchschnittlich 60%) aller untersuchten Waldgesellschaften. In der Krautschicht, die trotz des stark skeletthaltigen Bodens sehr hohe Deckungsgrade erreicht, finden sich neben den kennzeichnenden Arten *Polystichum aculeatum*, *Actaea spicata*, *Aegopodium podagraria* und *Geranium robertianum* vor allem in der feuchteren Ausbildung auf lehmigen Böden Stickstoffzeiger, wie die Brennessel und der Bunte Hohlzahn (*Galeopsis tetrahit*).

Die Charakteristika des Standorts, vor allem die bewegten Böden und die floristische Zusammensetzung, rechtfertigen eine Einordnung in den Verband Tilio-Acerion und "vermitteln den Eindruck, daß die Hasel-Gebüsche ein Sukzessionsglied" (MUCINA et al. 1993, S.128) zu den thermophilen, lindenreichen Steinschuttwäldern bzw. den Bergahorn-Eschenwäldern skelettreicher Böden darstellen. Auch SCHWABE (1987) beschreibt solche Hasel-reichen Bestände aus dem Schwarzwald, hält hier aber den menschlichen Einfluß durch Niederwaldnutzung für ursächlich, ohne jedoch natürliche Vorkommen von Hasel-Buschwäldern auf schuttreichen, bewegten Böden ausschließen zu wollen. Hier kann sich *Corylus* vor allem in Lichtlücken halten und bei entsprechenden Bedingungen auch ausdehnen.

Obwohl in den Tobeln des Gebietes der menschliche Einfluß unverkennbar ist, sollte zumindest auf den steilsten und unzugänglichsten Hangpartien eine anthropogene Beeinflussung der Zusammensetzung der Baumschicht (einschließlich *Corylus*) zweitrangig sein.

Einfügen Tabelle III

TABELLE III
Hasel-Buschwälder

Aufnahmenummer	89	57	32	77
Datum	29/8	22/7	10/7	10/8
Revier	WHS	WEN	WHS	WEN
Höhe [m ü. NN]	400	409	395	390
Exposition	w	sw	o	-
Neigung [°]	40	40	50	10
Fläche [m²]	90	130	88	72
% B	50	10	10	45
% S	60	85	55	50
% K	90	60	95	85
% H	0	5	0	65
Ges. AZ	33	34	29	37
BAUMARTEN:				
<i>Fraxinus excelsior</i>	B	3.3	.	2.2
<i>Fraxinus excelsior</i>	S	+1	.	2.2
<i>Fraxinus excelsior</i>	K	2.1	.	+1
<i>Acer pseudoplatanus</i>	B	.	.	2.2
<i>Acer pseudoplatanus</i>	S	2.2	.	+1
<i>Acer pseudoplatanus</i>	K	.	1.1	1.1
<i>Ulmus glabra</i>	B	.	.	2.2
<i>Ulmus glabra</i>	S	.	.	R.1
<i>Ulmus glabra</i>	K	.	.	+1
<i>Fagus sylvatica</i>	B	.	2.2	.
<i>Juglans regia</i>	B	.	.	2.2
<i>Fagus sylvatica</i>	S	+1	.	R.1
<i>Carpinus betulus</i>	B	.	2.2	.
<i>Tilia platyphyllos</i>	S	2.2	.	2.2
STRÄUCHARTEN:				
<i>Corylus avellana</i>	S	3.3	4.4	3.2
<i>Sambucus nigra</i>	S	2.2	2.2	3.3
<i>Lonicera xylosteum</i>	S	+1	1.1	1.1
KRÄUTER				
Kenn- und Trennarten des Verbandes:				
<i>Polystichum aculeatum</i>	R.1	.	.	+1
<i>Actaea spicata</i>	.	.	R.1	+1
<i>Geranium robertianum</i>	.	.	1.1	1.1
<i>Aruncus dioicus</i>	R.1	.	.	R.1
Kalk- und Trockenseiger:				
<i>Galium sylvaticum</i>	+1	1.2	+1	+1
<i>Carex digitata</i>	1.2	.	.	.
<i>Hepatica nobilis</i>	+1	.	.	.
Feuchteseiger:				
<i>Angelica sylvestris</i>	.	+1	+1	R.1
<i>Circaea lutetiana</i>	.	.	1.2	1.2
<i>Stachys sylvatica</i>	.	.	1.3	+1
<i>Impatiens noli-tangere</i>	.	.	+1	1.2
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	.	.	.	1.2
Frischeseiger				
<i>Lamium galeobdolon</i>	1.1	2.2	3.3	2.1
<i>Dryopteris filix-mas</i>	+1	+1	+1	1.1
<i>Oxalis acetosella</i>	+1	.	+1	3.3
Anspruchsvolle Mallseiger:				
<i>Mercurialis perennis</i>	3.3	.	R.1	.
<i>Pulmonaria officinalis</i>	+1	+1	.	+1
Nitrophile:				
<i>Aegopodium podagraria</i>	1.1	2.3	1.2	+1
<i>Urtica dioica</i>	.	.	1.2	1.1
<i>Geum urbanum</i>	+1	.	.	+1
Sonstige Klassen- und Ordnungscharakterarten:				
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	2.1	1.2	+1	1.2
<i>Hedera helix</i>	+1	1.1	+1	+1
<i>Salvia glutinosa</i>	+1	1.2	.	+1
<i>Epilobium montanum</i>	.	+1	.	+1
Sonstige:				
<i>Impatiens parviflora</i>	.	1.1	2.3	2.1
<i>Valeriana officinalis</i>	+1	1.1	.	+1
<i>Galeopsis speciosa</i>	.	+1	1.2	2.2
<i>Clematis vitalba</i>	.	1.1	.	2.2
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	.	+1	.	k.1

Außerdem kommen vor:

in 32: *Viburnum opulus* K 1.1; *Melandrium rubrum* +1; *Eupatorium cannabinum* +1; *Carex polyphylla* R.1 in 57: *Sorbus aucuparia* B +1; *Acer platanoides* K +1; *Viburnum lantana* K +1; *Cornus sanguinea* K +1; *Primula elatior* +1; *Carex sylvatica* +1; *Myoclis maralis* 1.1; *Campanula rapunculoides* +1; *Hieracium sylvaticum* +1 in 77: *Koeleria dipsacifolia* 1.2; *Asplenium ruta-muraria* 1.1; *Asplenium trichomanes* 1.2; *Agrostis tenuis* +1; *Festuca gigantea* +1; *Tussilago farfara* R.1; in 89: *Ulmus glabra* K +1; *Fagus sylvatica* K +1; *Picea abies* S R.1; *Corylus avellana* K +1; *Rubus fruticosus* agg.; *Veronica urticifolia* +1; *Euphorbia amygdaloides* +1; *Euphorbia dulcis* +1; *Asplenium viride* +1; *Campanula trachelium* R.1; *Lathyrus vernus* +1; *Calamintha sylvatica* R.1;

4.2.2.2 Bergahorn-Eschenwälder

Die unteren Bereiche der Seitentobel oder die offenen, schattseitigen Hänge des Salzachdurchbruchs werden von Wäldern eingenommen, die in der Baumschicht durch die Edellaubhölzer Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), Esche (*Fraxinus excelsior*) und Bergulme (*Ulmus glabra*) gekennzeichnet werden. An derartigen Standorten herrscht ein luftfeuchtes und windarmes Bestandsklima (VON GADOW 1975) mit geringen Temperaturextrema, was sich in einer Häufung zahlreicher meso- bis hygrophiler, breitblättriger Schattenpflanzen ausdrückt. ELLENBERG (1986) zufolge sind die Böden reich an Basen und an Kalk, sowie an Nährstoffen. Dabei werden die Substanzen teils mit dem Wasser, teils mit hangabwärts rieselnder Feinerde herangeführt oder durch Bodenrutschungen erschlossen. Die hohe Produktivität der Ahorn-Eschenwälder führt VON GADOW (1975) dabei auf die gute Wasserversorgung und die hohe Stickstoffmineralisation zurück. Dies drückt sich auch in der Strauchschicht aus, die vorwiegend von *Corylus avellana*, der nitrophilen *Sambucus nigra* und *Lonicera xylosteum* aufgebaut wird und durchschnittliche Deckungsgrade von 30% erreicht. In der Krautschicht, die trotz der oft unruhigen Bodenverhältnisse die höchsten Deckungsgrade aller untersuchten Pflanzengesellschaften erreicht, finden sich neben den schon erwähnten Verbandscharakterarten überwiegend Pflanzen, die auf basen- und nährstoffreichem, frischem bis feuchtem Untergrund vorkommen und deshalb auch nicht in reicheren Buchenwäldern fehlen. Hierzu gehören die Einbeere (*Paris quadrifolia*), der Waldziest (*Stachys sylvatica*), das Echte Lungenkraut (*Pulmonaria officinalis*), das Große Hexenkraut (*Circea lutetiana*), die Haselwurz (*Asarum europaeum*) und auch die Echte Nelkenwurz (*Geum urbanum*).

Eine Aufgliederung der Bergahorn- und Eschen-reichen Gesellschaftsgruppe in zahlreiche, vorwiegend floristisch charakterisierte Assoziationen, wie sie MUCINA et al. (1993) vorschlagen, kann im vorliegenden Falle nicht sinnvoll sein, da die vorgeschlagenen Gesellschaften in ihrer Artenzusammensetzung nicht genügend charakterisiert sind, um im Gebiet eine deutliche Abgrenzung gegeneinander zu ermöglichen. Vielmehr erscheint es hier erfolgversprechend, den Vorschlägen von CLOT (1990), und PFADENHAUER (1969) zu folgen, die Bergahorn-Eschenwälder aufgrund ihrer Bodenverhältnisse, des offensichtlich am deutlichsten differenzierenden Faktors, in drei durch verschiedene Differentialarten ausgezeichnete Assoziationen zu unterscheiden.

Typischer Bergahorn-Eschenwald (Aceri-Fraxinetum)

(Tabelle IV)

PFADENHAUER (1969) zufolge war das Aceri-Fraxinetum im Alpenvorland eine ehemals weitverbreitete Gesellschaft (400-700 m ü.NN) auf nicht überschwemmten, alluvialen Bach- und Flußsedimenten und an wasserzügigen Hängen von Grund-, Rückzugs- und Endmoränen des Würmgletschers, bevor die meisten Standorte in Mähwiesen und Weiden umgewandelt wurden. Bei den Böden dominieren in Hanglage stark

humose Mull-Pararendzinen während bei geringerer Hangneigung auch stark bis nicht vergleyte Braun- und Parabraunerden vorkommen.

Vom nachfolgend beschriebenen Phyllitido-Aceretum unterscheidet es sich im besonderen durch seinen geringen Skelettgehalt im lehmig-rutschigen Oberboden und damit durch eine Trennartengruppe, die mehrere anspruchsvolle Pflanzen frischer und feuchter Böden aufweist, die hier ihren Schwerpunkt haben. Beispiele hierfür sind Wald-Segge (*Carex sylvatica*), Geißfuß (*Aegopodium podagraria*) und Waldbingelkraut (*Mercurialis perennis*). In der Baumschicht überragt die Esche den Bergahorn bei meist ausgeglichenen Deckungsgraden. Nur wenige Aufnahmen zeigen die deutliche Dominanz einer Art. Die Bergulme, die überhaupt im Gebiet relativ selten ist und die Rotbuche spielen nur eine untergeordnete Rolle. Wie die pflanzensoziologischen Aufnahmen zeigen, lassen sich aufgrund der unterschiedlichen Feuchtigkeitsverhältnisse drei Ausbildungen abgrenzen.

a Die trockene Ausbildung zeichnet sich durch Arten aus, die ihr ökologisches Optimum auf kalkhaltigem Substrat haben und zwar zeitweilige Trockenheit aber keine große Nässe ertragen können. Hierzu gehören das Leberblümchen (*Hepatica nobilis*) und das Waldlabkraut (*Galium sylvaticum*), die sonst auch in den trockenen Flügeln der Waldmeister-Buchenwälder, sowie in Seggen-Hangbuchenwäldern vorkommen. Feuchte- und Frischezeiger treten hier aber keinesfalls zurück, sondern sind kodominant vorhanden.

Eine ähnliche Ausbildung beschreibt auch PFADENHAUER (1969) mit seinem Aceri-Fraxinetum caricetosum albae, wobei jedoch seine Auffassung, daß diese zu den trockenen Seggen-Hangbuchenwäldern überleiten, aufgrund der grundsätzlich verschiedenen Standortverhältnisse und der daraus resultierenden Baumartenzusammensetzung nicht geteilt werden kann. Bergahorn und Esche sind immer noch bestandsbildend, die Rotbuche tritt nur selten und mit geringer Wüchsigkeit hinzu. Die Strauchschicht wird zusätzlich zu den allgegenwärtigen *Corylus*, *Sambucus* und *Lonicera* vom Gemeinen Seidelbast (*Daphne mezereum*) ergänzt, der ausschließlich in den trockeneren und wärmeren Beständen auftritt.

b Eine Ausbildung ohne Trennarten verbindet die trockenen mit den feuchten Beständen. Sie ist negativ durch das Fehlen der Wärme- und Trockenheitszeiger, sowie von *Prunus padus* charakterisiert. Auch *Daphne mezereum* fehlt hier.

c Die feuchteste Ausbildung des Aceri-Fraxinetum wird durch die Trennarten *Prunus padus* und *Geranium robertianum* gekennzeichnet, wobei letztere noch auf den unruhigen, an Skelett reicheren Untergrund, der diesen Flächen eigen ist, hinweist. Diese Ausbildung leitet somit zum Phyllitido-Aceretum über. Die hier vereinzelt auftretenden Trocken- und Wärmezeiger, wozu auch *Daphne mezereum* gerechnet werden soll, finden in der unebenen Oberfläche des Bodens ihnen zusagende, weniger feuchte Mikrostandorte.

TABELLE IV Eschen-Berghornwald
Acer - Fraxinetum Eiter 1947

a. Trockene Ausbildung
b. Ausbildung ohne Trennarten
c. Feuchte Ausbildung

	a										b										c				
Aufnahmenummer	1	34	31	47	54	40	53	9	55	65	6	51	64	24	2	10	50	66	75	29	22	23			
Datum	16/6	10/7	10/7	19/7	19/7	16/7	19/7	19/6	19/7	7/8	19/6	10/7	7/8	9/7	18/6	19/6	19/7	7/8	10/8	10/7	9/7	9/7			
Revier	WHS	WHS	WHS	RDG	RDG	WA	RDG	RDG	RDG	WHS	RDG	RDG	WEN	WEN	RDG	RDG	WHS	WHS	WHS	WEN	WEN				
Hohe [m ü. NN]	427	409	400	441	411	370	411	440	408	401	460	433	401	479	410	460	420	397	420	373	408	408			
Exposition	w	o	s	w	w	n	n	n	w	o	n	o	w	o	n	o	o	n	w	o	w				
Neigung [°]	0	45	55	60	0	10	5	40	10	15	40	45	10	40	45	20	5	45	50	0	0	0			
Fläche (m ²)	110	100	110	91	173	96	105	110	84	80	155	158	140	120	77	75	78	105	130	100	121	100			
% B	60	30	90	90	60	80	80	90	70	20	80	85	85	70	75	80	60	80	90	55	75	60			
% S	20	5	20	25	5	30	5	30	50	85	5	15	15	5	20	0	30	40	15	25	20	20			
% K	95	80	50	30	100	45	55	75	80	80	85	55	85	95	90	95	95	80	100	90	90	100			
% M	5	0	0	0	0	0	0	5	0	0	15	0	5	0	5	20	0	45	30	80	15	15			
Ges. AZ	31	28	30	22	32	36	31	17	23	25	26	26	20	22	22	20	27	32	39	43	41	32			
BADKARTEN:																									
Fraxinus excelsior	B	4.4	2.2	2.2	2.2	4.4	2.2	4.4	4.4	4.4	4.4	3.3	3.3	4.4	.	.	4.4	4.4	3.3	4.4	2.2	2.2	3.3		
Fraxinus excelsior	S	+1	.	.	.	.	2.2	+1	2.1	.	1.1	1.1	+1	.	.	1.1	.	.	1.1	.	.	4.4	4.4
Fraxinus excelsior	K	1.1	.	1.1	1.1	.	2.2	+1	2.1	.	1.1	1.1	+1	.	.	1.1	.	.	1.1	.	.	4.4	4.4		
Acer pseudoplatanus	B	2.1	2.2	3.3	3.3	2.2	2.2	2.2	3.3	2.2	2.2	.	3.3	2.2	4.4	4.4	3.3	.	3.3	.	2.2	.	.		
Acer pseudoplatanus	S	+1	R.1	.	.	2.2	.	.	3.3	.	.	.	+1	.	.	.	.	2.2	+1	.	.	.	.
Acer pseudoplatanus	K	+1	.	1.1	+1	1.1	+1	1.1	+1	.	1.1	1.1	1.1	.	.	+1	.	1.1	2.1	.	1.1	1.1			
Ulmus glabra	B	.	2.2	.	3.3	.	.	.	+1	.	2.2	.	2.2	2.2	2.2	.	2.2	2.2	.	.	.	.	.
Ulmus glabra	S	.	R.1	.	.	.	.	.	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ulmus glabra	K	.	.	+1	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fagus sylvatica	B	.	2.2	2.2	3.3	2.2	2.2	2.2	.	.	.	.	R.1	2.2	.	2.2	.	.	.	.	.	.	.
Fagus sylvatica	S	+1	+1	2.2	3.3	.	2.2	2.2	1.2	.	2.2	+1	1.1	2.2	R.1	.	+1	2.2	.	1.1	+1	.	.		
Fagus sylvatica	K	.	.	.	.	.	+1	2.2	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	2.2	1.1	2.2	3.3	3.3	
Prunus padus	B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.
Prunus padus	S	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Prunus padus	K	.	.	.	.	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Tilia cordata	B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.2	2.2	.	.	.	.	.	.	.	.
Carpinus betulus	B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.3	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carpinus betulus	S	.	.	.	.	.	.	.	.	2.2	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	R.1	.
Carpinus betulus	K	1.1	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Picea abies	B	.	.	2.2	.	.	.	.	2.2	.	.	.	.	.	1.1	2.2	.	.	.	.	.	.	.
Picea abies	S	.	.	.	R.1	.	.	.	.	.	.	+1	R.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Prunus avium	B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.2	.	.	.	.	.	.	.	.
Prunus avium	S	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	R.1	.	.	.	.	.	.	.	.
Acer campestre	B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Acer campestre	S	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Acer platanoides	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Quercus petraea	K	+1	.	.	R.1	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
STRÄUCHER:																									
Sambucus nigra	S	.	+1	.	.	.	.	+1	.	.	+1	.	.	+1	1.1	2.2	.	+1	2.2	.	+1	.	2.2
Corylus avellana	S	R.1	.	.	.	.	3.3	.	.	+1	+1	.	.	.	R.1	.	.	+1	.	+1	.	2.2	.
Corylus avellana	K	.	.	.	.	.	.	R.1	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lonicera xylosteum	B	2.1	.	.	.	2.2	+1	.	.	+1	2.2	.	.	+1	.	R.1	.	.	.	.	1.1	2.2	.
Lonicera xylosteum	S	+1	+1	.	.	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Daphne genkwa	B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rubus fruticosus agg.	B	+1	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.
Rubus fruticosus agg.	S	.	.	.	.	.	2.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cornus sanguinea	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Crataegus monogyna	S	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cornus sanguinea	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhamnus catharticus	K	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Viburnum lantana	S	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
KRÄUTER																									
Trennart der Assoziation:																									
Carex sylvatica		2.2	.	2.2	.	1.2	.	1.2	1.2	.	+1	.	+1	+1	.	.	1.2	1.2	.	.	2.2	.	.		
Trennarten der Ausbildungen:																									
Brachypodium sylvaticum		2.2	2.2	2.2	2.2	1.2	1.1	1.2	2.2	.	+1	.	.	+1	.	.	.	2.2	1.2	1.2	3.1	1.1			
Geranium robertianum		.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	R.1	.	1.2	2.2	1.2	+1	1.2	
Hepatica nobilis		2.1	2.1	.	2.2	1.2	+1	+1	.	+1	.	.	R.1	.	R.1	.	.	.	.	.	.	.	.

Kenn- und Trennarten des Verbandes:																						
Actaea spicata	+1	+1	.	.	.	.	.	1.2	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	R.1	R.1	+1	1.2
Polystichum aculeatum	.	.	.	.	.	.	.	1.2	R.1	2.2	+1	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dryopteris carthusiana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Kalk- und Trockenseiger:																						
Galium sylvaticum	1.2	1.2	1.2	+1	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex alba	3.3	1.3	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex digitata	2.2	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Campanula rapunculoides	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Melica nutans	.	+1	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Feuchteseiger:																						
Circaea lutetiana	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Stachys sylvatica	.	+1	.	.	.	.	1.2	1.2	+1	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Chrysosplenium alternif.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Athyrium filix-femina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Primula elatior	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Thalictrum aquilegif.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Aruncus dioicus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Equisetum hyemale	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Frischeseiger																						
Lemum galeobdolon	1.2	2.2	1.1	1.1	.	.	1.1	2.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Oxalis acetosella	2.1	.	1.2	+1	2.2	1.2	2.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dryopteris filix-mas	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex pilosa	.	.	.	.	2.2	4.4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Paris quadrifolia	.	.	.	.	1.1	+1	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Milium effusum	.	.	1.2	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Anspruchsvolle Müllseiger:																						
Pulmonaria officinalis	+1	1.2	2.3	+1	1.2	+1	1.2	.	.	1.2	.	1.2	2.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Mercurialis perennis	3.4	2.2	+1	.	2.3	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Valeriana officinalis	+1	+1	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Galium odoratum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sanicula europaea	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Nitrophile:																						
Agropodium podagraria	1.2	.	.	.	+1	1.1	+1	1.1	.	.	1.1	.	.	1.2	.	3.3	5.5	.	2.3	.	.	.
Geum urbanum	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.
Urtica dioica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Molandrium rubrum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lamium maculatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sonstige Klassen- und Ordnungscharakterarten:																						
Hedera helix	.	1.1	1.2	1.1	.	.	.	.	.	1.1	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Salvia glutinosa	.	.	.	1.3	3.4	1.2	+1	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Phyteuma spicatum	.	1.1	+1	.	1.1	+1	.	.	.	1.1	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Euphorbia dulcis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Viola reichenbachiana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Asarum europaeum	.	1.2	.	.	.	2.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Anemone nemorosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Campanula trachelium	.	.	.	+1	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Mycelis muralis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Adoxa moschatellina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Euphorbia amygdaloides	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lathyrus vernus	+1	+1	+1	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Polygonatum multiflorum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sonstige:																						
Impatiens parviflora	.	1.1	.	.	.	+1	.	1.1	.	.	.	3.3	1.2	.	1.2	2.1	2.2	2.2	1.1	3.2	1.1	2.3
Equisetum arvense	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Galopopsis speciosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Clematis vitalba	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Symphytum officinale	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rumex obtusifolius	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Veronica urticifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Aposoris foetida	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hieracium sylvaticum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Agrostis stolonifera	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fragaria vesca	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Symphytum tuberosum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Equisetum sylvaticum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Fortsetzung TABELLE IV

Außerdem kommen vor:

in 1: *Eucalyptus europaeus* K +.1; *Sorbus aucuparia* K +.1. in 2: *Galium aparine* +.1. in 6: *Quercus robur* B R.1; *Populus alba* S +.1; *Campanula pendula* +.1; *Epilobium montanum* +.1; *Gymnocarpium robertianum* +.1; in 9: *Abies alba* S R.1; *Gymnocarpium robertianum* +.1. in 10: *Impatiens noli-tangere* 3.3; *Luzula luzuloides* 1.2; in 22: *Pinus sylvestris* B 2.2; *Quercus petraea* B +.1; *Betula pendula* B +.1; *Sorbus aucuparia* +.1; *Lonicera xylosteum* K 1.1; *Rhamnus cathartica* S R.1; *Juglans regia* K R.1; in 23: *Populus nigra* B 2.2; *Juglans regia* B 2.2; in 29: *Salix alba* B 2.2; *Viburnum opulus* S +.1; *Eucalyptus europaeus* S R.1; *Poa palustris* +.1; *Arrhenatherum elatius* +.1; *Dactylis glomerata* +.1; *Poa nemoralis* +.1; in 31: *Viburnum lantana* K R.1; *Carex polyphylla* 1.2; in 40: *Viburnum opulus* K +.1; *Vincetoxicum* 2.3; *Glechoma hederacea* +.1; *Carduus personata* R.1; *Cirsium oleraceum* R.1; in 47: *Prezanthes purpurea* 1.1; in 50: *Deschampsia cespitosa* 2.2; *Festuca gigantea* +.1; in 51: *Sambucus nigra* K +.1; in 53: *Lilium martagon* 1.1; in 54: *Alnus incana* K +.1; *Prunus avium* K +.1; *Scrophularia nodosa* R.1; in 55: *Tilia platyphyllos* S 3.3; in 66: *Sambucus ebulus* S +.1; *Corydalis cava* 2.3; *Asplenium trichomanes* +.1; *Ranunculus lanuginosus* +.1; *Cystopteris fragilis* +.1; *Polystichum loachitii* +.1; in 67: *Senecio fuchsii* +.1; in 75: *Alnus incana* B +.1; *Agrostis tenuis* 3.4; *Mochlania trinervis* 2.2; *Campanula rotundifolia* 1.1; *Taraxacum officinale* agg. 1.1; *Ajace reptans* +.1; *Angelica sylvestris* K.1.

Der Geißbart-Schluchtwald (Arunco-Aceretum)

(Tabelle V)

Diese im Vergleich zu den beiden anderen Assoziationen eher seltene Schluchtwaldgesellschaft wächst auf frischen, ton- und lehmreichen, meist skelettarmen Steilhängen. Das Hauptcharakteristikum ist aber eine oberflächliche Krümelrieselschicht, die schon von verschiedenen Autoren (MAYER 1974, PFADENHAUER 1969, PHILIPPI 1971) betont wurde. Sie tritt vor allem im Bereich der Hangquellenaustritte auf und setzt sich unterhalb derselben oft aus einem zähflüssigen Brei sandiger und kiesiger Bestandteile zusammen, die durch ausgefallenen Kalk angereichert werden und die Begebarkeit dieser Hangbereiche außerordentlich erschweren. Hier treten vor allem nach sommerlichen Starkregen immer wieder flächige Erosionsereignisse auf, die zum Abtrag des gesamten Oberbodens führen können und somit eine ständige natürliche Verjüngung bewirken.

Die Baumschicht wird durch den Bergahorn, seltener die Esche geprägt, wobei die größeren Exemplare häufig Säbelwuchs aufweisen. In den reiferen Stadien tritt vermehrt die Rotbuche hinzu und lokal stark vernäbte Bereiche werden durch die Alno-Ulmion Arten *Prunus padus* (Trauben-Kirsche) und *Alnus incana* (Grau-Erle) angezeigt. In der Strauchschicht finden sich *Lonicera xylosteum* (Rote Heckenkirsche), *Sambucus nigra* und *Corylus*.

Die Krautschicht wird durch den aspektbeherrschenden und bis über einen Meter groß werdenden Wald-Geißbart (*Arunco dioicus*) gekennzeichnet, der hier als Assoziationstrennart verwendet wird und als montane Art auf luftfeuchten und skelettarmen Standorten sein ökologisches Optimum besitzt (PFADENHAUER 1969).

Es können zwei Ausbildungen unterschieden werden: Eine trockene mit der Weiß-Segge (*Carex alba*) und weiteren Trockenzeigern (vgl. auch das Arunco-Aceretum caricetosum albae PFADENHAUERS 1969) auf skeletthaltigem Oberboden, der aber die Feuchtezeiger nicht fehlen, sowie eine typische Ausbildung ohne Trockenzeiger, wie sie die Mehrheit der Aufnahmen kennzeichnet.

TABELLE V Geißbar-Schluchtwald
Arunco-Aceretum Moor 52

a. Trockene Ausbildung mit *Carex alba*
b. Ausbildung ohne Trennarten
c. Feuchte Ausbildung mit *Stachys sylvatica*

	a	b			c		
Aufnahmenummer	73	13	91	71	30	26	74
Datum	10/8	30/6	30/8	10/8	10/7	9/7	10/8
Revier	DUT	ACH	WEN	DUT	WHS	WEN	WEN
Höhe [m ü. NN]	362	405	405	395	380	404	370
Exposition	WNW	n	no	OSO	ono	v	nnw
Nelgung [°]	45	40	30	45	40	45	40
Fläche [m ²]	84	104	100	110	105	64	100
% B	90	80	55	80	50	80	90
% S	20	5	60	30	20	10	55
% K	60	80	80	40	80	100	90
% M	0	0	0	0	0	5	0
Ges. AZ	34	23	31	21	28	27	27
Baumarten:							
<i>Fraxinus excelsior</i>	B	2.2	3.3	.	.	2.2	.
<i>Fraxinus excelsior</i>	K	1.1	.	.	1.1	.	R.1
<i>Acer pseudoplatanus</i>	B	3.3	3.3	3.3	4.4	2.2	4.4
<i>Acer pseudoplatanus</i>	K	1.1	+1	1.1	-1	+1	1.1
<i>Ulmus glabra</i>	B	.	.	.	.	.	2.2
<i>Ulmus glabra</i>	S	.	+1	-1	.	.	.
<i>Ulmus glabra</i>	K	R.1	.	.	R.1	.	.
<i>Alnus incana</i>	B	.	.	3.3	.	.	.
<i>Alnus incana</i>	S	.	2.2	.	.	3.3	2.2
<i>Fagus sylvatica</i>	B	2.2	2.2	.	2.2	.	.
<i>Fagus sylvatica</i>	S	1.1	+1	.	.	.	-1
<i>Prunus padus</i>	B	.	.	.	.	.	2.2
<i>Prunus padus</i>	S	.	.	2.2	.	.	.
<i>Tilia cordata</i>	B	2.2	.	.	.	.	.
Sträucher:							
<i>Corylus avellana</i>	S	+1	.	3.3	2.2	2.2	2.2
<i>Corylus avellana</i>	K	.	.	3.3	.	.	R.1
<i>Sambucus nigra</i>	S	.	2.2	.	2.2	+1	2.2
<i>Lonicera xylosteum</i>	S	.	R.1	2.2	+1	+1	2.2
<i>Cornus sanguinea</i>	S	.	R.1	.	+1	.	2.2
<i>Cornus sanguinea</i>	K	+1	.	+1	.	.	.
Kräuter							
Trennart der Assoziation:							
<i>Arunco dioicus</i>		3.3	1.1	4.4	1.1	3.2	1.2
Kenn- und Trennarten des Verbandes:							
<i>Geranium robertianum</i>		.	+1	+1	2.2	+1	2.3
<i>Polystichum aculeatum</i>	1.1	.	1.1	2.1	.	+1	+1
<i>Actaea spicata</i>	.	.	+1	.	.	+1	+1
Kalk- und Trockenzeiger:							
<i>Galium sylvaticum</i>	+1	.	+1	.	.	.	.
<i>Carex digitata</i>	+1	.	.	+1	.	.	.
<i>Carex alba</i>	2.2	.	.	.	.	.	.
<i>Hepatica nobilis</i>	+1	.	.	.	.	.	.
Feuchenzeiger:							
<i>Circaea lutetiana</i>	.	.	+1	.	.	2.1	1.1
<i>Stachys sylvatica</i>	.	.	.	.	.	+1	1.2
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	.	R.1	.	.	.	+1	+1
<i>Angelica sylvestris</i>	.	.	R.1	.	.	.	R.1
<i>Primula elatior</i>	.	.	.	-1	.	+1	.
Frühsommerzeiger:							
<i>Lemum galeobdolon</i>	2.2	3.3	2.2	2.2	3.3	1.1	3.3
<i>Dryopteris filix-mas</i>	1.1	+1	+1	+1	.	2.2	+1
<i>Oxalis acetosella</i>	1.2	1.2	.	2.3	2.3	2.3	.
<i>Paris quadrifolia</i>	+1	1.3	.	.	.	.	+1
Mitrophile:							
<i>Aegopodium podagraria</i>	1.3	.	+1	.	.	+1	+1
<i>Geum urbanum</i>	.	.	+1	.	.	R.1	1.1
<i>Urtica dioica</i>	.	.	.	.	.	.	+1
Anspruchsvolle Molliszeiger:							
<i>Pulmonaria officinalis</i>	+1	1.2	+1	.	.	2.3	+1
<i>Asarum europaeum</i>	2.2	.	2.2	.	.	1.2	.
<i>Mercurialis perennis</i>	2.3	.	.	.	.	.	.
Sonstige Klassen- und Ordnungseigenarten:							
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	1.2	+1	2.3	1.2	1.2	.	1.2
<i>Hedera helix</i>	R.1	+1	+1	.	.	1.1	.
<i>Phyteuma spicatum</i>	1.1	+1	.	.	.	+1	.
<i>Salvia glutinosa</i>	.	.	1.2	.	.	R.1	.
Sonstige:							
<i>Impatiens parviflora</i>	.	1.2	.	1.2	2.1	2.3	2.3
<i>Galeopsis speciosa</i>	+1	.	+1	.	2.2	+1	2.1
<i>Valeriana officinalis</i>	R.1	1.2	.	-1	.	.	+1
<i>Clematis vitalba</i>	+1	.	+1	.	.	.	2.2
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	.	.	+1	.	.	+1	.
<i>Knautia dipsacifolia</i>	R.1	.	.	.	+1	.	.

Außerdem kommen vor:

in 13: *Philadelphus coronarius* S R.1; *Cystopteris fragilis* +1; in 26: *Asplenium trichomanes* +1; *Symphytum tuberosum* +1; *Epilobium montanum* +1; *Lathyrus vernus* +1; *Ranunculus lasuginosus* +1; in 30: *Picea abies* S +1; *Tilia cordata* S R.1; *Galeopsis tetrahit* +1; *Thalictrum aquilegifolium* +1; *Carex sylvatica* +1; in 71: *Viola reichenbachiana* +1; *Galeopsis pubescens* R.1; in 73: *Picea abies* B +1; *Carpinus betulus* B +1; *Fraxinus excelsior* S R.1; *Lilium martagon* 1.1; *Symphytum officinale* +1; *Melica nutans* +1; *Polygonatum multiflorum* +1; in 74: *Mochlingia trinervis* 1.2; *Dryopteris carthusiana* R.1; in 91: *Rubus fruticosus* agg. +1; *Impatiens noli-tangere* +1; *Mycelis muralis* +1; *Campanula trachelium* +1; *Hieracium sylvaticum* +1;

Hirschzungen-Bergahorn-Schluchtwald (Phyllitido-Aceretum)

(Tabelle VI)

Die hier getroffene Zuordnung der Bestände zum Phyllitido-Aceretum mag dem Leser vage erscheinen, fehlt doch die Assoziationscharakterart *Phyllitis scolopendrium* (Hirschzunge) vollständig. Sie bedarf einer Erklärung.

Nach PFADENHAUER (1969) ist das Phyllitido-Aceretum eine seltene Gesellschaft auf beschatteten, grobblockigen, steilen Schutthalden am Fuß von Felswänden zwischen 600 und 1300 m ü. NN. Aus Mangel an geeigneten Standorten fehlt sie im Alpenvorland.

MAYER (1974, S.179) nennt als Standorte vor allem schattseitige, luftfeuchte Hänge auf Kies-, Block- und Schutthalden. Charakteristisch hierfür sind schwach stabilisierte, mittel- bis grobskelettige Hangschuttböden mit meist geringer Skelettzufuhr durch nachrutschenden Steinschutt. Die Böden sind gering entwickelte, feinerdearme, stark humose, gut durchlüftete, tiefgründige sowie feuchte bis frische Rendzinen mit Hangwasserzug (MUCINA et al. 1993).

Mit Ausnahme der von PFADENHAUER geforderten grobblockigen Hänge treffen all diese Standortskriterien auch für die vorliegenden Bestände zu. Zudem unterscheiden sie sich durch die Beschaffenheit ihres Oberbodens so deutlich sowohl vom Arunco-Aceretum, als auch vom Aceri-Fraxinetum, daß eine Zuordnung zum Phyllitido-Aceretum selbst ohne das Vorhandensein der Hirschzunge begründbar ist.

Eine deutliche Ähnlichkeit in den Bodenverhältnissen besteht aber zu den Hasel-Buschwäldern, die bei entsprechenden mikroklimatischen Verhältnissen ein Sukzessionsglied zum Phyllitido-Aceretum sein können. In diesem Zusammenhang ist auch eine Bemerkung MAYERS (1974, S.179) interessant, nach der er das Phyllitido-Aceretum als gering leistungsfähige Dauergesellschaft mit Pioniercharakter bezeichnet und ihre Bedeutung zur Stabilisierung von Schutthalden herausstellt.

Schließt man arealgeographische Gründe für das Fehlen von *Phyllitis* aus, so muß man zum Schluß kommen, daß das Phyllitido-Aceretum im engeren Sinne notwendig an das Vorhandensein von Blockschutthalden, wie es als einziger PFADENHAUER (1969, S.117) formuliert hat, gebunden ist.

Die Zusammensetzung der Baumschicht unterscheidet sich nicht grundsätzlich von der des Aceri-Fraxinetum, jedoch tritt die Esche zugunsten des Bergahorn etwas zurück. In der Strauchschicht dominieren wüchsige Exemplare von *Sambucus nigra* und *Corylus avellana*.

Die Krautschicht weist zwar keine Charakterarten auf, doch kann sie aufgrund verschiedener Dominanzverhältnisse von derjenigen anderer Assoziationen unterschieden werden. Anspruchsvolle Feuchte- und Mullzeiger treten stark zurück; die Wald-Segge (*Carex sylvatica*) ist hierfür ein Beispiel und wird auch als Trennart im Aceri-Fraxinetum verwendet. *Geranium robertianum* (Ruprechtskraut) und *Lamium galeobdolon* (Goldnessel) kommen auch in den anderen Assoziationen vor, sie sind aber nirgendwo so häufig vorhanden, wie auf den Schuttböden des Phyllitido-Aceretum.

Es können eine trockene Ausbildung mit *Hepatica nobilis* (Leberblümchen) und *Galium sylvaticum* (Wald-Labkraut) und eine Ausbildung ohne eigene Trennarten unterschieden werden.

Sonstige:												
Impatiens parviflora	2.2	2.1	2.2	2.3	.	.	-1	2.2	-1	1.1	2.2	.
Agrostis tenuis	-1	.	-1	.	.	.	-1	-1	.	.	+1	+1
Polystichum lonchitis	+1	.	-1	.	.	.	.	.	+1	.	+1	+1
Galeopsis speciosa	.	.	.	.	+1	.	1.1	.	.	-1	.	.
Vinca minor	.	.	.	.	.	.	.	2.3	.	.	.	+1
Veronica urticifolia	1.2	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Clematis vitalba	.	+1	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.
Heracleum sphondylium	-1	.	-1	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Außerdem kommen vor:

in 14: *Quercus petraea* K +1; *Athyrium filix-femina* +1; in 15: *Picea abies* B +1; *Fraxinus excelsior* S +1; *Daphne mezereum* S +1; *Prunus padus* K 2.1; *Stachys sylvatica* 1.2; *Senecio fuchsii* +1; *Agrostis stolonifera* +1; in 44: *Acer platanoides* B 2.2; *Sambucus nigra* K +1; *Carpinus betulus* K +1; *Taraxacum officinale* agg. +1; *Moehringia trinervis* 1.2; in 45: *Ulmus minor* B 2.2; *Acer campestre* B +1; *Juglans regia* S R.1; in 70: *Polygonatum multiflorum* +1; in 76: *Prunus avium* B 2.2; *Populus tremula* S R.1; *Rosa canina* S R.1; *Euconyma europaeum* K +1; *Mercurialis perennis* +1; in 82: *Tilia platyphyllos* S R.1; *Philadelphus coronarius* S +1; *Corylus avellana* K +1; *Dactylis glomerata* +1; *Chrysosplenium alternifolium* +1; in 84: *Carex digitata* +1; in 86: *Asplenium ruta-muraria* +1.

An schattigen, luftfeuchten und kühlen Stellen und oft in engem Kontakt oder als Kleingesellschaft in Schluchtwäldern findet man auf fast nacktem Gestein, wie den verkitteten Geröllen oder heruntergestürzten (Konglomerat-) brocken, die Blasenfarngesellschaft (*Aspleno-Cystopteridetum*). Als Beispiel für diese Mikrostandorte seien zwei Aufnahmen angefügt:

TABELLE VII: Gesellschaft des zerbrechlichen Blasenfarms
Aspleno-Cystopteridetum fragilis (Oberdorfer 1949)

Aufnahmenummer	3	90
Datum	18/6	30/8
Revier	WEN	WEN
Höhe [m ü. NN]	409	389
Fläche [m ²]	2	2
% K	90	70
% M	80	95
Ges. AZ	17	14
<i>Acer pseudoplatanus</i> K	+1	2.2
<i>Fraxinus excelsior</i> K	+1	-
<i>Sambucus nigra</i> K	-	2.2
<i>Lonicera xylosteum</i> K	-	+1
<i>Hedera helix</i>	+1	-
A <i>Cystopteris fragilis</i>	+1	1.2
K <i>Asplenium trichomanes</i>	+1	+1
B <i>Geranium robertianum</i>	2.2	2.2
<i>Oxalis acetosella</i>	2.2	3.3
<i>Lamium galeobdolon</i>	+1	2.2
<i>Valeriana officinalis</i>	+1	+1
<i>Impatiens parviflora</i>	4.4	-
<i>Mycelis muralis</i>	+1	-
<i>Aegopodium podagraria</i>	+1	-
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	+1	-
<i>Epilobium montanum</i>	+1	-
<i>Geum urbanum</i>	+1	-
<i>Urtica dioica</i>	+1	-
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	-	3.3
<i>Aruncus dioicus</i>	-	2.2
<i>Dryopteris filix-mas</i>	-	2.2
<i>Galeopsis speciosa</i>	-	+1
<i>Galeopsis tetrahit</i>	-	+1

Typisch sind Farnarten, die infolge ihrer kleinen Sporen über ein größeres Wanderungsvermögen verfügen. Hier steht das Asplenio-Cystopteridetum mit dem Zerbrechlichen Blasenfarn (*Cystopteris fragilis*) und dem Braunen Streifenfarn (*Asplenium trichomanes*). Als Seltenheit wurde an solchen feuchten Standorten auch der Grünstielige Streifenfarn (*Asplenium viride*) und der Lanzen-Schildfarn (*Polystichum lonchitis*) vorgefunden. Die relative Armut der frischen, durchfeuchteten Felsspaltengesellschaften an alpinen Eiszeitrelikten im Gebiet hängt wohl mit dem geologisch jungen Charakter dieser Standorte zusammen.

4.2.3 Rotbuchenwälder

4.2.3.1 Mullbuchenwälder

(Tabelle VIII)

Von der Rotbuche dominierte Wälder siedeln im Untersuchungsgebiet auf stabilisiertem Untergrund, der im Bereich der Tobel ausschließlich an Oberhängen außerhalb der Nagelfluhbänke oder in Hangverebnungen anzutreffen ist. Ausgedehnte Buchenwälder finden sich zu Beginn des Salzachdurchbruchs bei St. Radegund und auf dem Salzachgleithang südlich Werfenau.

Nach SCHRAG (1985) sind die Böden entweder bis zur Oberfläche kalkhaltige Pararendzinen oder bereits oberflächlich entkalkte und versauerte Parabraunerden und Braunerden. Die vorherrschende Humusform der im Unterschied zum Carici-Fagetum tiefgründigeren Böden ist Mull; nur an wenigen Standorten konnten mit einer Moderauflage Übergänge zu "Moderbuchenwäldern" (ELLENBERG 1986) beobachtet werden.

Die hier behandelten Rotbuchenwälder sind von allen Waldgesellschaften am schwächsten differenziert. Unter den Charakterarten ist nur die Rotbuche selbst mit höchster Stetigkeit vorhanden. Die übrigen Kennarten (z.B. *Galium odoratum*, Waldmeister) sind entweder nur in bestimmten Ausbildungen vorhanden oder aber so selten, daß eine floristische Abgrenzung gegenüber anderen Buchenwäldern, insbesondere des Cephalanthero-Fagenion, nur durch das Fehlen der Kennarten dieser Verbände und Assoziationen möglich ist.

Zieht man jedoch die physiognomischen und standörtlichen Gegebenheiten hinzu, so lassen sie sich deutlich von allen anderen Wäldern unterscheiden. In den auch auf steileren Hängen hochwaldartigen Beständen, die neben der Rotbuche nur vereinzelt andere Baumarten aufweisen, fällt insbesondere die aufgrund der sparsamen Lichtverhältnisse nur spärlich ausgebildete Strauchschicht auf.

Dennoch kann sich meist eine gut deckende Krautschicht ausbilden, in der mit Ausnahme der Standorte auf Moder der Sauerklee (*Oxalis acetosella*) hochstet ist und deshalb hier als Trennart gegen das Carici-Fagetum verwendet wurde. Weitere Arten, die vorwiegend im Eu-Fagenion auftreten, sind die Mandelblättrige Wolfsmilch (*Euphorbia amygdaloides*), sowie die präalpiden Elemente *Aposeris foetida*

(Hainsalat), *Veronica urticifolia* (Breitblättriger Ehrenpreis) und *Carex pilosa* (Wimper-Segge). Letztere tritt besonders im Gebiet um St. Radegund flächendeckend auf und zeigt hier Anklänge an das von verschiedenen Autoren (ELLENBERG 1986, MAYER 1974, MUCINA et al. 1993, OBERDORFER 1992, RUNGE 1990) beschriebene und zum Galio odorati-Fagetum gestellte Carici pilosae-Fagetum, das aber hier aufgrund der floristischen und standörtlich uneinheitlichen Bedingungen zwischen den einzelnen Aufnahmeflächen nicht ausgeschieden werden kann.

In diesem Zusammenhang ist es interessant, darauf hinzuweisen, daß SCHRAG (1985) in seinen Untersuchungen vom gegenüberliegenden bayerischen Salzacher *Carex pilosa* überhaupt nicht erwähnt, wobei sicherlich nicht angenommen werden kann, daß das Salzachtal hier als Verbreitungsgrenze fungiert.

Was die taxonomische Einordnung der Buchenwälder auf "Normalstandorten" betrifft, so herrscht hier eine verwirrende Vielfalt vor (vgl. ELLENBERG 1986, MAYER 1974, MUCINA et al. 1993, OBERDORFER 1992), die ELLENBERG (1986, S.148) in einer Anmerkung zur zentralen Gruppe der Braunmull-Waldmeister-Buchenwälder treffend so zusammenfaßt:

"Leider bereitet die pflanzensoziologische Bezeichnung dieser zentralen Gruppe von Buchenwäldern ebenfalls Schwierigkeiten. Sie gehören zum Unterverband der Waldmeister-Buchenwälder (Eu-Fagion), ebenso wie die frischen Kalk-Buchenwälder (Lathyro-Fagetum, Hordelymo-Fagetum). Von diesen unterscheiden sie sich, wie schon eingangs gesagt, durch eine geringere Zahl von Kalkzeigern und durch stärkeres Hervortreten von säureertragenden und trockenheitsempfindlichen Arten. Sie lassen sich also durch ihre Artenkombination eindeutig kennzeichnen. Doch gibt es keine einzige Art, die nicht entweder auch in Kalk-Buchenwäldern oder auch in Moder-Buchenwäldern vorkäme und einen eindeutigen Namen abgeben könnte. In einem solchen nomenklatorischen Dilemma befindet sich der Pflanzensoziologe bei fast allen ökologisch in der Mitte stehenden Gesellschaften. Nicht zuletzt deshalb geben wir hier standörtlichen Bezeichnungen oft den Vorzug vor pflanzensoziologischen."

Im folgenden wird eine Synthese aus Vorschlägen von ELLENBERG (1986) und OBERDORFER (1992) versucht, die für die Verhältnisse im Gebiet am sinnvollsten erscheint. Im gemeinsamen Unterverband (vgl. aber MUCINA et al. 1993) der Mullbuchenwälder (Eu-Fagenion) stehen der Frische Kalk-Buchenwald (Lathyro-Fagetum) und der Waldmeister-Buchenwald (Galio odorati-Fagetum), die aber weder pflanzensoziologisch, noch standörtlich eindeutig voneinander unterschieden werden können ⁴.

⁴ OBERDORFER (1992, S. 219) nennt mehrere "sehr gute" Trennarten, durch die sich das Lathyro-Fagetum (Hordelymo-Fagetum) vom Galio-Fagetum abgrenzen läßt. Es sind dies neben anderen die in den Aufnahmen vorkommenden *Mercurialis perennis*, *Daphne mezereum*, *Carex digitata*, *Lathyrus vernus*, *Hepatica nobilis* und *Euphorbia amygdaloides*.

Vielmehr wird eine Abgrenzung zwischen Beständen reicherer Böden und denjenigen ärmerer Böden mit Moderauflage getroffen.

Ausbildungen reicher Böden

Besonders auf den nur schwach geneigten Hängen bildet die Rotbuche Hallenwälder im Sinne ELLENBERGS (1986) aus. Die Artenzusammensetzung der Krautschicht wird von zahlreichen Kalk- und Trockenzeigern bestimmt. So sind hier *Carex alba*, *Carex digitata* und *Hepatica nobilis* hochstet und lediglich das starke Zurücktreten von *Melica nutans* ermöglicht eine negative Abgrenzung gegenüber dem Carici-Fagetum. Die sonst für die Mullbuchenwälder so typischen mesophilen, anspruchsvollen Laubwaldpflanzen (ELLENBERG 1986) wie z.B. *Mercurialis perennis* (Wald-Bingelkraut), *Pulmonaria officinalis* (Lungenkraut) sind zwar vorhanden, treten jedoch nur in wenigen Aufnahmen deutlich hervor. Die feuchteren Standorte sind durch den Waldziest (*Stachys sylvatica*) charakterisiert. Auf reichen Böden können drei Ausbildungen unterschieden werden:

a Die Ausbildung ohne besondere Kennarten könnte noch am ehesten zum Waldmeister-Buchenwald (Galio odorati-Fagetum) gestellt werden.

b Diese Gruppe von Aufnahmen ist ebenso wie die anschließende (c) durch die Frühlings-Platterbse (*Lathyrus vernus*) charakterisiert und steht dem von HARTMANN (1974) und OBERDORFER (1992) beschriebenen Lathyro-Fagetum nahe. Sie leitet hier in einer Variante mit *Galium odoratum* zu a über.

c Ohne den Waldmeister bilden diese Aufnahmen die "zentrale" Gruppe des Lathyro-Fagetum.

Ausbildung armer Böden

Diese Ausbildung läßt sich durch mehrere Charakteristika deutlich von anderen Buchenwäldern abgrenzen. Die teilweise schon von einer modrigen Schicht bedeckten Böden tragen eine sehr gering deckende, artenarme Krautschicht, in der Kalkzeiger vollständig zurücktreten. Dies ist nicht etwa auf einen kalkarmen Untergrund, sondern auf eine oberflächliche Entbasung durch Niederschlags- und Hangzugwasser zurückzuführen. Die Erscheinung tritt bevorzugt an steilen Oberhängen auf, da hier eine Basenanreicherung aus darüberliegenden Hangbereichen nur mehr sehr begrenzt erfolgen

Würden diese als diagnostische Artenkombination verwendet, so müßten alle der hier auf reichen Böden betrachteten Ausbildungen eindeutig zum Lathyro-Fagetum gestellt werden. Dies würde aber MUCINA ET AL. (1993, S.154) widersprechen, die betonen, daß das Lathyro-Fagetum (Daphno-Fag(en)ion) eine große Anzahl anspruchsvoller Mullbodenpflanzen enthält, was in den vorliegenden Aufnahmen jedoch nicht der Fall ist.

Kalk- und Trockensteiger:																	
Hepatica nobilis	.	+1	+1	.	2.2	+1	1.2	+1	1.1	.	+1	2.2	2.1	1.2	+1	2.1	.
Carex alba	.	.	.	.	3.3	2.3	2.2	2.3	4.4	4.4	2.3	+1	.	.	.	.	2.3
Galium sylvaticum	.	.	.	.	.	+1	+1	.	.	1.2	+1	.	.	+1	.	.	.
Mollitris melissophyllum	.	.	.	.	.	.	.	.	R.1	1.1	.	.	.	.	.	.	1.2
Molice nutans	.	.	.	+1	.	.	.	+1	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.
Campanula persicifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1
Campanula rapunculoides	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1
Kalk-Steiger:																	
Carex digitata	.	.	+1	.	1.2	1.2	2.2	+1	.	.	1.2	1.2	.	1.2	1.2	.	.
Euphorbia dulcis	.	.	.	.	1.2	.	1.1	+1	.	.	.	.	+1	.	.	.	.
Lilium martagon	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	R.1	+1	.	.	.	.	.
Anspruchsvolle Mollsteiger:																	
Pulmonaria officinalis	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	+1	+1	+1	2.2	1.2	.	+1	1.2
Mercurialis perennis	.	.	.	.	.	2.3	2.1	.	.	.	.	.	3.4	.	1.2	+1	.
Sanicula europaea	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	+1	.	.	.	1.1
Corydalis cava	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	R.1	.	.	.	.	.	.	.
Nitrophile:																	
Geranium robertianum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	1.2	.	.	.	1.1
Aegopodium podagraria	.	.	.	.	+1	+1	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.
Urtica dioica	.	R.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.
Sonstige Klassen- und Ordnungscharakterarten:																	
Hedera helix	+1	.	+1	.	1.1	.	+1	.	+1	.	.	.	.	1.1	+1	1.1	.
Euphorbia amygdaloides	+1	.	.	.	2.1	1.2	+1	1.2	+1	1.2	.	.	.	+1	1.1	.	1.1
Phytoloma spicatum	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	1.2	.	.	1.1	.	+1
Aposeris foetida	.	.	.	1.2	2.2	.	.	.	1.1	+1	.	.	.	+1	.	.	.
Brachypodium sylvaticum	.	.	.	.	1.2	1.2	.	2.2	.	.	+1	.	.	.	3.3	.	.
Viola reichenbachiana	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	1.2	1.2	.	.	+1	.	.	1.2
Mycelis muralis	.	.	.	+1	.	.	.	.	+1	.	.	+1	.	.	.	.	R.1
Carex pilosa	.	.	2.2	4.4	.	.	.	.	.	2.3	.	.	.	2.3	.	.	.
Salvia glutinosa	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	+1	.	.	.	.	.	.
Polygonatum multiflorum	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.
Campanula trachelium	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.
Prenanthes purpurea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Neottia nidus-avis	.	.	.	.	+1	.	.	R.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sonstige:																	
Impatiens parviflora	2.4	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	2.3	4.4	+1	.	1.1	.
Clematis vitalba	.	.	.	.	+1	+1	.	2.2	+1	.	+1	.	.	.	.	.	1.1
Veronica urticifolia	.	.	+1	.	.	.	+1	+1	.	.	.	+1	.	+1	.	.	R.1
Polystichum aculeatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	R.1	+1	.	R.1	.	R.1
Calamagrostis arundinacea	.	.	.	+1	2.3	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.
Agrostis tonsis	.	+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	1.3
Anemone nemorosa	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	+1	.	.	.	.	.	+1
Vinca minor	.	.	.	.	2.2	.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.
Hieracium sylvaticum	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1
Galium glaucum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+1	.	.	+1	.	.	.	.
Actaea spicata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	R.1	.	.	R.1	.

Fortsetzung TABELLE VIII

Außerdem kommen vor:

in 4: *Abies alba* B 2.2; *Quercus robur* K R.1; *Acer platanoides* K R.1; *Carex muricata* 1.2; in 7: *Quercus petraea* B 2.3; *Chrysosplenium alternifolium* R.1; in 8: *Milium effusum* 1.2; in 11: *Viburnum lantana* S R.1; *Ligustrum vulgare* S +.1; *Symphycarum tuberosum* +.1; in 16: *Stellaria holostea* +.1; *Asplenium trichomanes* +.1; *Polystichum lonchitis* R.1; in 17: *Carpinus betulus* B 2.2; *Tilia platyphyllos* B 2.2; *Fraxinus excelsior* S +.1; in 18: *Acer platanoides* K R.1; *Allium ursinum* +.1; *Equisetum arvense* +.1; *Aquilegia scabra* +.1; *Equisetum telmateia* R.1; in 33: *Lonicera xylosteum* K +.1; *Asarum europaeum* 1.2; *Ceanothus urbanum* R.1; *Arum maculatum* R.1; in 46: *Prunus avium* B +.1; *Rubus fruticosus* agg. +.1; in 48: *Symphycarum officinale* +.1; in 56: *Ulmus glabra* K +.1; *Circaea hirciana* +.1; in 59: *Sambucus nigra* K +.1; *Galeopsis speciosa* +.1; in 72: *Cornus sanguinea* K +.1; *Valeriana officinalis* +.1; *Agrostis stolonifera* +.1; in 88: *Bromus ramosus* 1.2; *Paris quadrifolia* 1.2; *Fragaria vesca* 88+.1; *Eupatorium cannabinum* 88.R.1.

4.2.3.2 Trockenhang-Kalkbuchenwälder

(Tabelle IX)

In diesem Unterverband werden im Gegensatz zu anderen Buchenwäldern auf Kalkunterlage Gesellschaften zusammengefaßt, deren Standortverhältnisse durch ihre Hanglage und den sich daraus ergebenden mikroklimatischen Verhältnissen, sowie von der Verfügbarkeit des Bodenwassers geprägt werden. Sie begleiten im Untersuchungsgebiet die der Strahlung am stärksten ausgesetzten südexponierten Oberhänge und sind am besten auf den flachgründigen, skelettreichen Böden im Bereich der Konglomeratbänke (Nagelfluh) ausgebildet.

Nach SCHRAG (1985) stellen die Böden lehmige, kalk- und basenreiche, flach- bis mittelgründige Pararendzinen dar, die trotz der relativ hohen Niederschläge eine edaphisch bedingte Wechsel trockenheit der Standorte bewirken können. Eine hohe, durch den Wind gesteigerte Evaporationsrate verstärkt diesen Effekt zusätzlich. Die Steilhanglage und die Exposition nach Nordwest bis Südwest, sowie der relativ geringe Deckungsgrad der Baumschicht lassen hier die Ein- und Ausstrahlung besonders wirksam werden (VON GADOW 1975), was sich in einer großen Amplitude der Tagesgänge der Luftfeuchte und der Lufttemperatur niederschlägt.

Die Artenzusammensetzung der Trockenhang-Kalkbuchenwälder entspricht den wechsel trockenen Bedingungen, dem Stickstoffmangel und der großen relativen Helligkeit.

In der Baumschicht herrscht von Natur aus die Rotbuche, bildet hier aber nur mittelmäßige Stammformen aus. Nur vereinzelt sind Traubeneiche, Bergahorn, Waldkiefer und Esche eingestreut. Aufgrund der günstigeren Lichtverhältnisse ist die Strauchschicht reichlicher ausgebildet als in den Waldmeister-Buchenwäldern. So sind gegenüber Trockenheit unempfindlichere aber kalkbedürftige Arten, wie die Mehlbeere (*Sorbus aria*) und der Wollige Schneeball (*Viburnum lantana*) vertreten (ELLENBERG 1986, S.130).

Die Krautschicht ist gut ausgebildet und zeichnet sich durch viele Licht-, Wärme- und Trockenzeiger aus. Die Kennarten des Cephalanthero-Fagenion, das Weiße- und das Rote Waldvögelein (*Cephalanthera damasonium* und *rubra*) kommen nur sehr selten vor, weshalb es syntaxonomisch geschickter wäre, den Unterverband als *Carici albae*-Fagenion, wie es ZURKRIGL (1973, in MAYER 1974) vorschlägt, abzusetzen. Besonders fällt hier die namensgebende, oft Rasen bildende Weiß-Segge (*Carex alba*) auf,

Fortsetzung TABELLE IX: Aufnahmenummer	21	69	68	63	42	35	36	37	81	80	92
Trennarten der Ausbildungen:											
Calamagrostis varia	.	.	.	.	.	.	.	.	+.1	2.3	3.3
Lanum galeobdolon	.	1.1	1.1	+.1	+.1	.	.	.	.	.	.
Melampyrum pratense	3.3	.	.	.	.	.	1.1	+.1	.	+.1	.
Luzula luzuloides	2.2	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.
Kalk- und Trockenzeiger:											
Carex alba	.	3.3	3.3	1.2	3.3	3.3	3.3	2.2	3.3	1.2	.
Hepatica nobilis	.	.	2.1	1.1	3.2	1.1	1.1	1.2	1.2	.	.
Galium sylvaticum	2.2	.	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	+.1	+.1
Peucedanum oreoselinum	.	.	.	.	.	.	R.1	1.2	+.1	.	.
Bupththalmum salicifolium	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	1.1
Convallaria majalis	.	.	.	+.1	1.2	.	2.3	.	.	.	.
Calamintha sylvatica	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	+.1	.
Viola collina	.	.	.	.	.	.	.	.	+.1	1.1	.
Tauserium chamaedrys	.	.	.	.	.	.	.	.	.	R.1	.
Berberis vulgaris	.	.	.	.	.	.	R.1	+.1	.	.	.
Anspruchsvolle Mollzeiger:											
Pulmonaria officinalis	.	+.1	.	+.1	.	.	.	.	+.1	.	.
Mercurialis perennis	.	.	.	R.1	.	1.2	1.2	1.2	1.1	.	.
Kalkzeiger:											
Carex digitata	1.2	1.2	.	1.2	.	1.2	.	.	.	+.1	.
Euphorbia dulcis	.	.	.	.	.	1.1	1.1	+.1	+.1	+.1	.
Lathyrus vernus	.	.	.	+.1	.	.	.	.	+.1	.	.
Lilium maritimum	.	.	.	+.1	.	R.1	.	.	+.1	.	.
Sonstige Klassen- und Ordnungseigenarten:											
Clematis vitalba	.	2.2	R.1	.	+.1	.	+.1	.	+.1	2.2	.
Brachypodium sylvaticum	+.1	1.2	1.2	.	.	2.2	.	.	1.2	.	.
Hedera helix	1.2	.	.	.	1.1	+.1	1.1	1.1	R.1	.	+.1
Viola reichenbachiana	+.1	1.2	+.1	1.1	+.1	1.1	+.1	+.1	.	.	R.1
Salvia glutinosa	.	1.2	+.1	.	.	1.2	.	.	+.1	.	.
Hycelis muralis	.	+.1	.	+.1	1.1	.	.	.	.	.	.
Phyteuma spicatum	.	.	.	1.1	1.1	.	.	.	1.1	.	.
Prenanthes purpurea	.	.	.	1.1	.	1.1	.	.	.	.	.
Hypericum montanum	.	.	.	.	.	.	.	+.1	.	+.1	.
Euphorbia amygdaloides	.	.	.	.	.	.	+.1	+.1	.	.	.
Campanula trachelium	.	.	.	R.1	+.1	.	.	.	.	.	.
Sonstige											
Hieracium sylvaticum	2.1	+.1	.	1.2	+.1	+.1	1.1	+.1	1.1	+.1	+.1
Veronica urticifolia	+.1	.	+.1	.	+.1	+.1	.	.	.	.	.
Solidago virgaurea	+.1	.	.	.	.	R.1	.	.	+.1	+.1	.
Campanula rotundifolia	.	1.1	.	.	.	.	R.1	1.1	.	.	.
Fragaria vesca	R.1	.	.	.	.	+.1	.	+.1	.	.	.
Agrostis stolonifera	.	2.2	.	+.1	.	.	.	.	.	.	.
Agrostis tenuis	+.1	.	.	+.1	.	.	.	.	.	.	.
Aegopodium podagraria	.	+.1	.	.	.	+.1	.	.	.	.	.
Asplenium ruta-muraria	.	+.1	R.1	.	.	.	.	.	.	.	.
Actaea spicata	.	+.1	R.1	.	.	.	.	.	.	.	.

Außerdem kommen vor:

in 21: Cretaegus monogyna K +.1; Calamagrostis arundinacea 1.1; Campanula pschula 1.2; Anemone nemorosa +.1; in 35: Hieracium glaucum R.1; Taraxacum officinale agg. R.1; in 36: Acer platanoides K +.1; Juglans regia S R.1; in 37: Acer pseudoplatanus S +.1; Abies alba S +.1; Acer campestre K 37+.1; Silene vulgaris 1.2; Stachys germanica +.1; Arabis sagittata +.1 in 42: Euonymus europaeus K +.1; Sambucus nigra K R.1; Polygonatum multiflorum +.1; Urtica dioica +.1; Impatiens parviflora R.1; in 63: Polypodium vulgare +.1; Maianthemum bifolium R.1; in 68: Fraxinus excelsior B +.1; Cystopteris fragilis +.1; Knautia dipascifolia +.1; in 69: Oxalis acetosella +.1; Asarum europaeum +.1; Polystichum lonchitis +.1; in 80: Larix decidua S +.1; Corylus avellana K +.1; Cotonaster tomentosus S R.1; Verbascum thymifolium +.1; Hieracium caesium R.1; Epipactis atrorubens R.1; Cephalanthera rubra R.1; Cytisus nigricans R.1; in 81: Cornus sanguinea S 1.1; Sambucus nigra S +.1; Prunus avium K +.1; Cephalanthera damasonium R.1; in 92: Populus tremula S +.1; Pimpinella saxifraga +.1; Dryopteris filix-mas R.1; Galopis tetrahit R.1;

Weiß-Seggen-Buchenwald (*Carici albae*-Fagetum)

Der Weiß-Seggen-Buchenwald besiedelt die stabilisierten Oberhänge auf mittelgründigen, mäßig frischen bis wechsellückigen Moder- und Mullrendzinen (MAYER 1974). In der mit 80% fast geschlossenen Baumschicht dominiert die Rotbuche mit noch gutwüchsigen Exemplaren trotz des klimatisch und edaphisch für einen Buchenwald sehr trockenen Standorts (ELLENBERG 1986). Beigemischt sind Fichte (*Picea abies*), Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) und Waldkiefer (*Pinus sylvestris*). Die Assoziation hat im Gebiet keine besonderen Kennarten. Sie unterscheidet sich vom nachfolgend zu besprechenden Blaugras-Buchenwald durch das Vorhandensein der anspruchsvolleren Goldnessel (*Lamium galeobdolon*), besonders deutlich jedoch durch das Zurücktreten zahlreicher Verlichtungszeiger.

Neben einer typischen Ausbildung ohne eigene Trennarten zeichnet sich eine Aufnahme (21) durch das starke Hervortreten der Säurezeiger *Luzula luzuloides* (Schmalblättrige Hainsimse), *Melampyrum pratense* (Wiesen-Wachtelweizen) und *Betula pendula* (Gemeine Birke) aus. Erklärbar wird dieser Sachverhalt, wenn man sich den Standort näher betrachtet. Der Bestand stockt unterhalb der Hangkante auf ribeiszeitlichen Ablagerungen, die durch das Niederschlagswasser oberflächlich entbast wurden.

Blaugras-Buchenwald (*Seslerio*-Fagetum)

Der Blaugras-Buchenwald kann als extremer Flügel des *Carici albae*-Fagetums betrachtet werden, wird hier aber aufgrund deutlicher standörtlicher und floristischer Unterschiede zu jenem, wie in MUCINA et al. (1993) und in MAYER (1974) vorgeschlagen, als eigene Gesellschaft (Assoziation bzw. Subassoziation) behandelt. Diese klimaxnahe Dauergesellschaft tritt oft in Kontakt zu Schneeheide-Kieferwäldern und Halbtrockenrasen einerseits und zu Weiß-Seggen-Buchenwäldern andererseits auf. Übergänge zu Ersteren sind aus den Aufnahmen 80 und 92 ersichtlich. Die Böden sind wenig entwickelte, feinerdearme, zum Teil sehr skelettreiche Moder- oder Mullrendzinen mit geringer Wasserkapazität.

In der nur mehr schwach deckenden Baumschicht fällt die Rotbuche durch ihre geringe Wuchsleistung auf, demzufolge MEUSEL (1939, 1942, in ELLENBERG 1986, S.136) diese Gesellschaft auch als "Blaugras-Krüppelbuchenwald" bezeichnet.

Die Strauch- und Krautschicht wird von zahlreichen lichtliebenden Arten offener Rasenstandorte wie dem Schwärzenden Geißklee (*Cytisus nigricans*), der Ästigen Graslilie (*Anthericum ramosum*), dem Hügelveilchen (*Viola collina*), dem Edel-Gamander (*Teucrium chamaedrys*), dem Deutschen Ziest (*Stachys germanica*), der Ebensträußigen Margerite (*Chrysanthemum corymbosum*) und als floristischen Besonderheit dem in Oberösterreich als ausgestorben geltenden Steppen-Greiskraut (*Senecio integrifolius*) beherrscht. Als Standortscharakteristika fallen die treppig abfallenden Hänge mit anstehender Nagelfluh auf, in denen sich insbesondere bei sommerlichen Starkregen Wasserablaufgraben ausformen können. Als Bodenbefestiger zur Fixierung der spärli-

chen Feinerde erlangen hier die Charakterart *Sesleria albicans* (Blaugras), die ihren Verbreitungsschwerpunkt in den Alpen hat, wie auch die Weiß-Segge (*Carex alba*) große Bedeutung.

In der Ausbildung mit *Calamagrostis varia* (Berg-Reitgras) (Aufnahmen 80, 92) fehlt die Baumschicht vollständig. Die Aufnahme­flächen werden nur durch seitlich hineinragende Bäume etwas beschattet, während der Boden vollständig von den lichtliebenden Gräsern *Calamagrostis varia* und *Sesleria albicans* bedeckt wird.

4.2.3.3 Hainsimsen-Buchenwälder (Luzulo-Fagetum)

Der Hainsimsen-Buchenwald gehört wie der Waldmeister-Buchenwald zum Verband des Fagion sylvaticae, zeichnet sich jedoch negativ durch die fehlenden Mullbodenarten und das stärkere Hervortreten von Säurezeigern aus. Nach ELLENBERG (1986) wird der Hainsimsen-Buchenwald auch als Moderbuchenwald bezeichnet, da er stets eine Decke von saurem, modrigem Humus trägt.

Im Untersuchungsgebiet tritt die reine Form des Luzulo-Fagetum nicht auf, doch sind besonders an den durch Auswaschung entbasten Hangkanten der Salzachleiten und den Kuppen der Würm-Endmoränenwälle deutliche Übergänge zu erkennen, die durch das vermehrte Auftreten von Säurezeigern (*Melampyrum pratense*, *Luzula luzuloides*), eine überwiegend artenarme Krautschicht, sowie eine oft "staubige" Moderauflage charakterisiert sind. "In erster Linie edaphisch bedingt, stellt er einen der wichtigsten und oft landschaftsbeherrschenden Buchen-Waldtypen dar" (OBERDORFER 1992a, S.202). Auch auf dem größten Teil der nicht mehr zum Bearbeitungsgebiet gehörenden, an die Hangbereiche anschließenden, Hoch- und Niederterrassen beiderseits des Salzachtals stellt das Luzulo-Fagetum die potentiell natürliche Vegetation dar.

4.2.4 Eichen - Hainbuchenwälder

(Tabelle X)

Klimatisch bedingte buchenfreie Eichen-Hainbuchenwälder finden sich in der collinen Stufe mit sommerwarmem Klima und einer Jahresmitteltemperatur über 8°C (MUCINA et al. 1993, MAYER 1974). Sie sind heute im Gebiet bis auf wenige Reste verschwunden (KRISAI, IN MÜHLBAUER & SONNTAG 1993). Die natürlichen Vorkommen azonaler, also nicht klimabedingter Eichen-Hainbuchenwälder, treten im submontan-collinen buchenreichen Eichen-Hainbuchenengebiet des Alpenvorlandes edaphisch bedingt nur an feuchten bis nassen, oder an stark wechsellackenen und sehr durchlässigen Skelettböden auf (MAYER 1974).

Im Untersuchungsgebiet besiedelt diese seltene Gesellschaft kleinflächig vor allem die westexponierten Steilhänge, wobei die standörtlichen Gegebenheiten mit denen der Seggen-Hangbuchenwälder weitgehend übereinstimmen. Die untersuchten Bestände stocken allesamt auf nicht grundwasserbeeinflussten Böden und werden hier zur als Galio-Carpinetum bezeichneten Ausprägung der Eichen-Hainbuchenwälder gestellt.

Das Galio-Carpinetum kann floristisch lediglich durch die Zusammensetzung seiner Baumschicht von den oft benachbarten Buchenwäldern abgegrenzt werden. Hainbuche (*Carpinus betulus*), sowie Traubeneiche (*Quercus petraea*) spielen hier eine größere Rolle, während die Rotbuche stark zurücktritt. Auch die Esche ist vereinzelt vorhanden. Die Strauchschicht ist in den verschiedenen Aufnahmeflächen unterschiedlich stark ausgebildet. Ihre Deckungsgrade schwanken zwischen 5 und 40%.

Die Artenzusammensetzung der Krautschicht steht derjenigen der Waldmeister- und Seggen-Hangbuchenwälder sehr nahe und kann somit allein kein Kriterium für eine Zuordnung zum Verband Carpinion betuli sein, umso mehr, da ihr die Verbandscharakterart *Stellaria holostea* (Große Sternmiere) gänzlich fehlt.

Wie die pflanzensoziologischen Aufnahmen zeigen, lassen sich für die Gesellschaft eine Ausbildung der trockenem- und der frischen Standorte unterscheiden.

a Die trockene Ausbildung siedelt auf lokalklimatisch begünstigten, steilen Westhängen im Bereich der Nagelfluhabbrüche. Auf den skelettreichen und sehr flachgründigen, aber durchweg lehmhaltigen Böden treten in der Baumschicht nur schwachwüchsige Individuen auf, die des öfteren Stockausschlag zeigen. Zur Frage des Natürlichkeitsgrades dieser Bestände sollen hier zwei Bemerkungen angefügt sein:

Im Vergleich zu den schon behandelten Seggen-Hangbuchenwäldern erscheinen die edaphischen Verhältnisse noch etwas extremer. Die kleinflächigen Bestände befinden sich direkt auf den steil abbrechenden Konglomeratbänken. Vermutlich befindet sich die Rotbuche am Rande ihrer ökologischen Amplitude und kann hier durch andere Baumarten abgelöst werden. Andererseits legt die Nähe bäuerlicher Höfe die Vermutung einer zumindest teilweisen Nutzung dieser Wälder nahe, was jedoch aufgrund der erschwerten Zugänglichkeit sicherlich nicht der alleinige Grund ist.

Besonderes Kennzeichen ist die lückige Baumschicht mit den oben erwähnten Kennarten, unter der sich eine gut ausgebildete Strauchschicht mit den Lichtzeigern *Ligustrum vulgare* (Rainweide) und *Viburnum lantana* (Wolliger Schneeball) entwickeln kann.

In der Krautschicht finden sich neben *Carex alba* weitere Trockenzeiger, wohingegen Frischezeiger fast vollständig zurücktreten. Einen besonderen Hinweis verdient Aufnahme 79, die sich mit *Euphorbia cyparissias* (Zypressen-Wolfsmilch), *Campanula rapunculoides* (Acker-Glockenblume), *Chrysanthemum corymbosum* (Ebensträußige Margerite) und *Calamintha sylvatica* (Bergminze) durch Arten offener Rasen auszeichnet und einmal mehr auf die günstigen Lichtverhältnisse hinweist.

b Auf feuchten, nährstoffreicheren und tiefgründigeren Böden siedelt die Ausbildung, die sich durch die Frischezeiger *Primula elatior* (Wald-Schlüsselblume) und *Oxalis acetosella* (Sauerklee), sowie weitere anspruchsvolle Pflanzen abgrenzen läßt, während gleichzeitig Trockenzeiger zurücktreten. Überraschend ist die Dominanz der Hainbuche auf den schwach geneigten Flächen bei Heilbrünnl bzw. Werfenau, lassen sich doch keine Gründe für das Zurücktreten der Rotbuche erkennen. Blicke als Ver-

mutung noch die klimatisch bedingte Ablösung der zonalen submontanen Buchenwälder durch die collinen Eichen-Hainbuchenwälder im wärmebegünstigten Salzbachtal.

TABELLE X Eichen-Hainbuchenwälder
Galio-Carpinetum Oberdorfer 57

a. Feuchte Ausbildung
b. Trockne Ausbildung

	a			b			
Aufnahme	28	20	60	85	83	43	74
Datum	10/7	1/7	31/7	26/8	26/8	17/7	20/P
Revier	WHS	HB	WA	ACH	ACH	ACH	WHS
Höhe im ü. NN!	378	370	370	380	410	420	427
Exposition	sw	sw	w	w	sw	w	w
Neigung [°]	5	5	15	45	45	60	55
Fläche [m²]	118	133	155	110	100	48	170
% B	65	90	85	75	80	60	80
% S	30	5	10	40	40	40	20
% K	80	75	60	50	50	40	75
% M	5	5	0	0	10	0	5
Ges. AZ	26	31	28	24	36	30	36
BAUMARTEN:							
<i>Carpinus betulus</i>	B	3.3	3.3	3.3	2.2	2.2	3.3
<i>Carpinus betulus</i>	K	.	.	.	+1	.	+1
<i>Quercus robur</i>	B	.	.	.	.	.	2.2
<i>Quercus petraea</i>	B	3.3	R.1	.	3.3	3.2	.
<i>Quercus petraea</i>	K	.	.	+1	.	.	+1
<i>Fagus sylvatica</i>	B	.	2.2	2.2	3.3	2.2	2.2
<i>Fagus sylvatica</i>	S	.	.	.	.	.	.
<i>Fagus sylvatica</i>	K	.	1.1	1.1	.	.	.
<i>Fraxinus excelsior</i>	B	.	2.2	3.3	2.2	.	.
<i>Fraxinus excelsior</i>	S	.	.	.	.	.	.
<i>Fraxinus excelsior</i>	K	R.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
<i>Acer pseudoplatanus</i>	B	2.2	.	.	.	.	.
<i>Acer pseudoplatanus</i>	S	.	+1	.	+1	.	.
<i>Acer pseudoplatanus</i>	K	1.1	1.1	1.1	+1	1.1	.
<i>Tilia platyphyllos</i>	B	.	.	.	.	2.2	.
<i>Tilia cordata</i>	B	.	.	.	3.3	.	.
<i>Prunus avium</i>	B	R.1	.	.	.	2.2	.
<i>Prunus avium</i>	K	.	.	+1	.	.	+1
<i>Picea abies</i>	B	.	.	2.2	+1	.	2.2
<i>Picea abies</i>	K	.	.	.	.	.	.
<i>Pinus sylvestris</i>	B	.	2.2	.	+1	.	+1
<i>Pinus sylvestris</i>	K	.	.	.	.	.	2.2
<i>Acer campestre</i>	B	.	.	.	.	.	.
<i>Acer campestre</i>	K	+1	.	.	+1	2.2	.
<i>Juglans regia</i>	K	.	.	.	+1	R.1	.
STRAUCHARTEN:							
<i>Corylus avellana</i>	S	2.2	+1	.	.	+1	3.3
<i>Lonicera xylosteum</i>	S	+1	.	.	R.1	R.1	1.1
<i>Daphne mezereum</i>	S	.	R.1	+1	.	.	R.1
<i>Ligustrum vulgare</i>	S	.	.	.	.	2.2	1.1
<i>Crataegus monogyna</i>	S	.	.	.	.	.	+1
<i>Cornus sanguinea</i>	S	.	.	.	+1	.	+1
<i>Viburnum lantana</i>	B	.	.	.	.	.	.
<i>Viburnum lantana</i>	K	.	.	.	+1	+1	.
KRÄUTER							
Trockenarten der Ausbildungen:							
<i>Primula elatior</i>		+1	1.2	+1	.	.	1.1
<i>Oxalis acetosella</i>		1.2	2.3	2.3	.	.	.
Trocken- und Kalkzeiger:							
<i>Hepatica nobilis</i>		1.2	1.1	2.3	1.1	2.2	1.2
<i>Carex alba</i>		.	2.3	4.4	.	2.2	1.3
<i>Carex digitata</i>		.	.	+1	+1	1.2	.
<i>Melica nutans</i>		.	.	+1	.	.	2.2
<i>Galium sylvaticum</i>		.	.	.	.	+1	1.1
<i>Campanula persicifolia</i>		.	.	.	.	.	+1
<i>Campanula rapunculoides</i>		.	.	.	.	.	2.1
<i>Euphorbia cyparissias</i>		.	.	.	.	.	+1
<i>Melittis melissophyllum</i>		.	.	.	.	.	+1
<i>Chrysanthemum corymbosum</i>		.	.	.	.	.	+1
<i>Calamintha sylvatica</i>		.	.	.	.	.	+1
Frischereiger:							
<i>Lamium galieboldon</i>		3.3	1.1	2.1	1.1	2.2	.
<i>Dryopteris filix-mas</i>		+1	.	.	.	R.1	R.1
<i>Equisetum hyemale</i>		.	+1	+1	.	.	.
<i>Carex sylvatica</i>		.	2.3	+1	.	.	.
<i>Milium effusum</i>		1.2	.	.	.	.	.
Anspruchsvolle Mull-							
bodenzeiger:							
<i>Pulmonaria officinalis</i>		1.2	1.2	.	+1	+1	.
<i>Mercurialis perennis</i>		.	.	.	.	+1	1.1
Nitrophile:							
<i>Aegopodium podagraria</i>		1.2	+1	.	.	.	.
<i>Geum urbanum</i>		1.2	.	.	.	+1	+1

Sonstige Klassen- und Ordnungseigenarten:							
Hedera helix	- 1	.	1.1	1.2	2.3	1.1	1.1
Brachypodium sylvaticum	.	1.1	2.2	2.2	.	.	.
Euphorbia amygdaloides	.	1.2	- 1	.	+ 1	.	.
Aposeris foetida	.	1.1	3.3	.	.	.	.
Asarum europaeum	2.3	2.3	.	.	.	1.2	.
Viola reichenbachiana	.	.	1.1	.	.	.	.
Salvia glutinosa	.	.	+ 1	.	+ 1	.	.
Campanula trachelium	.	.	.	.	.	- 1	R.1
Polygonatum multiflorum	.	+ 1	.	R.1	.	.	.
Sonstige:							
Clematis vitalba	.	.	2.2	.	+ 1	+ 1	.
Hieracium sylvaticum	.	.	.	.	+ 1	1.1	1.1
Impatiens parviflora	2.1	+ 1	.	.	- 1	3.3	.
Agrostis tenuis	.	.	.	.	.	.	.
Valeriana officinalis	.	.	.	+ 1	+ 1	.	.
Fragaria vesca	.	.	.	.	+ 1	+ 1	.
Veronica urticifolia	.	.	+ 1	.	.	+ 1	.
Galeopsis speciosa	1.1	.	1.1	.	.	.	.

Außerdem kommen vor:

in 20: Cornus sanguinea K +1; Corylus avellana K +1; Anemone nemorosa 2J; Polystichum aculeatum R1; Actaea spicata R1; Taraxacum officinale agg. R.1; in 28: Carepinus beatus S +1; Thelypteris phegopteris +1; Athyrium filix-ferma +1; Equisetum telmateja +1; Urtica dioica +1; Melastrium rubrum +1; Adoxa moenchii +1; Rubus fruticosus agg. R.1; Geranium robertianum R.1; in 43: Acer platanoides B +1; Euconymus europaeus K +1; Sanicula europaea +1; Stellaria holostea +1; in 60: Lemnaca xylostemon K +1; in 79: Cornus sanguinea K +1; Silene vulgaris 1.1; Pos nemoralis 1.2; Euphorbia dulcis +1; Solidago virgaurea +1; Neottia nidus-avis R.1; Taraxacum officinale agg. R.1; Origanum vulgare R.1; Teucrium chamaedrys R.1; Hypericum montanum R.1; in 83: Crataegus monogyna K +1; Acer platanoides K +1; Sorbus aucuparia K +1; Ribes uva-crispa S R.1; Phytocoma spicatum 1.1; Lilium martagon R.1; in 85: Sorbus aucuparia B R.1; Prunus avium S +1; Aesculus hippocastanum S R.1; Tilia platyphyllos S R.1; Acer platanoides S R.1; Angelica sylvestris +1.

4.3 Ersatzgesellschaften natürlicher Waldstandorte

Pionierfluren

Interessante Beobachtungen über die Vegetationsentwicklung an Hängen des Salzdurchbruchs sind im Bereich des Grundwasserleiters zu machen, wo die Erdmassen bei Bodenrutschungen ins Fließen geraten und nackte Böden neu der Besiedlung offenstehen. Hier stellen sich zunächst vor allem Pflanzen mit bodenfestigenden Kriechwurzeln, wie die Gemeine Pestwurz (*Petasites hybridus*) oder die Walderdbeere (*Fragaria vesca*) ein. Man findet weiterhin den Huflattich (*Tussilago farfara*), der auch in die Kulturlandschaft übergegangen ist und sich im Umkreis menschlicher Siedlungen eine gewichtige Stellung als Erstbesiedler gesichert hat.

Eine weitere Entwicklung führt über die entsprechenden Schlagflur-Gesellschaften hin zu Vorwald-Gebüsch mit reichlich Weiden, Grauerlen und Eschen, um schließlich bei einer Stabilisierung der Bodenverhältnisse wieder in die entsprechenden Edellaubbaum- oder Buchen-Klimaxwälder einzumünden.

Verzögert sich, oder unterbleibt diese natürliche Sukzession aber aufgrund lokaler Standortverhältnisse, so bilden sich Komplexe von Busch- und Vorwaldgesellschaften aus, wie wir sie schon von den Hasel-Buschwäldern oder dem xerothermen Seslerio-Fagetum kennengelernt haben. Sie können an diesen Standorten als mehr oder minder stabile Dauergesellschaften angesehen werden.

Naturferne Forste

Potentielle Standorte der Edellaub-Wälder, der Mull-Buchenwälder, aber auch der Bach-Erlen-Eschen-Quellwälder bei Werfenau sind in der Vergangenheit oft mit Fichten aufgeforstet worden. Diese Monokulturen sind extrem artenarm, meist gedeihen in ihnen keine Sträucher und Kräuter.

4.4 Alphabetische Liste der Gefäßpflanzen

- Abies alba* (Weiß-Tanne)
Acer campestre (Feld-Ahorn)
- *platanoides* (Spitz-Ahorn)
- *pseudoplatanus* (Berg-Ahorn)
Aconitum vulparia (Gelber Eisenhut)
Actaea spicata (Christophskraut)
Adoxa moschatellina (Bisamkraut)
Aegopodium podagraria (Geißfuß)
Agrostis stolonifera (Weißes Straußgras)
- *tenuis* (Gemeines Straußgras)
Allium ursinum (Bär-Lauch)
Alnus glutinosa (Schwarz-Erle)
- *incana* (Grau-Erle)
Anemone nemorosa (Busch-Windröschen)
- *ranunculoides* (Gelbes Windröschen)
Angelica sylvestris (Wald-Engelwurz)
Anthericum ranosum (Ästige Graslilie)
Anthriscus sylvestris (Wiesen-Kerbel)
Aposeris foetidus (Hänsalat)
Aquilegia atrata (Dunkle Akelei)
Arabis sagittata (Pfeilblättrige Gänsekresse)
Arctium nemorosum (Hain-Klette)
Aristolochia clematitis (Osterluzei)
Arum maculatum (Gefleckter Aronstab)
Aruncus sylvestris (Wald-Geißbart)
Asarum europaeum (Haselwurz)
Asplenium trichomanes (Brauner Streifenfarne)
- *rua-muraria* (Mauerraute)
- *viride* (Grünstieliger Streifenfarne)
Astrantia major (Große Stendelwurz)
Athyrium filix-femina (Gemeiner Frauenfarne)
Atropa bella-donna (Tollkirsche)
- Berberis vulgaris* (Berberitze)
Betonica officinalis (Heilziest)
Betula pendula (Gemeine Birke)
Brachypodium pinnatum (Fieder-Zwenke)
- *sylvatica* (Wald-Zwenke)
Bromus ramosus (Späte Waldtrespse)
Buphratum salicifolium (Rindsauge)
- Calamagrostis arundinacea* (Wald-Reitgras)
- *canescens* (Sumpf-Reitgras)
- *epigeios* (Land-Reitgras)
- *varia* (Berg-Reitgras)
Calamintha sylvatica (Bergminze)
Calla palustris (Sumpfdotterblume)
Calystegia sepium (Zaun-Winde)
Campanula glomerata (Nesselblättrige Glockenbl.)
- *patula* (Wiesen-Glockenblume)
- *persicifolia* (Pflirsichblättrige Glockenblume)
- *rapunculoides* (Acker-Glockenblume)
- *rotundifolia* (Rundblättrige Glockenblume)
- *trachelium* (Nesselblättrige Glockenblume)
Cardamine amara (Bitteres Schaumkraut)
Carduus personata (Berg-Distel)
Carex alba (Weiße Segge)
- *digitata* (Finger-Segge)
- *flacca* (Blaugrüne Segge)
- *gracilis* (Zierliche Segge)
- *leporina* (Hasenpfoten-Segge)
- *paniculata* (Rispen-Segge)
- *pendula* (Große Segge)
- *pilosa* (Wimper-Segge)
- *polyphylla* (Mittlere Stachel-Segge)
- *remota* (Winkel-Segge)
- *sylvatica* (Wald-Segge)
- *vulpina* (Fuchs-Segge)
Centaurea jacea (Wiesen-Flockenblume)
- *montana* (Berg-Flockenblume)
Cephalanthera damasonium (W. Waldvögelein)
- *rubra* (Rotes Waldvögelein)
Chaerophyllum hirsutum (Berg-Kerbel)
Chelidonium majus (Schöllkraut)
Chrysanthemum corymbosum (Ebensträußige Marg.)
Chrysoplegium alternifolium (Wechselbl. Milzkraut)
Circaea lutetiana (Großes Hexenkraut)
Cirsium arvense (Acker-Kratzdistel)
- *oleraceum* (Kohldistel)
- *palustre* (Sumpf-Kratzdistel)
Clematis vitalba (Waldrebe)
Convallaria majalis (Maiglöckchen)
Cornus sanguinea (Roter Hartriegel)
Corydalis cava (Hohler Lerchensporn)
Corylus avellana (Gemeine Hasel)
Cotoneaster tomentosus (Filzige Zwergmispel)
Crataegus laevigata (Zweiggriffliger Weißdorn)
- *monogyna* (Eingriffliger Weißdorn)
Crepis paludosa (Sumpfp-Pippau)
Cystopteris fragilis (Bruchfarne)
- Dactylis glomerata* (Knäuelgras)
Dactylorhiza maculata (Geflecktes Knabenkraut)
Daphne mezereum (Gemeiner Seidelbast)
Deschampsia cespitosa (Rasen-Schmiele)
Dryopteris filix-mas (Wurmfarne)
- *carthusiana* (Dornfarne)
- Epilobium angustifolium* (Wald-Weidenröschen)
- *montanum* (Berg-Weidenröschen)
Epipactis atrorubens (Braunrote Stendelwurz)
Equisetum arvense (Acker-Schachtelhalm)
- *hyemale* (Winter-Schachtelhalm)
- *palustre* (Ufer-Schachtelhalm)
- *pratense* (Wiesen-Schachtelhalm)
- *sylvaticum* (Wald-Schachtelhalm)
- *tebmateja* (Riesen-Schachtelhalm)
Erigeron annuus (Einjähriges Berufskraut)
Euonymus europaea (Gemeines Pfaffenhütchen)
Eupatorium cannabinum (Gemeiner Wasserdost)
Euphorbia amygdaloides (Mandel-Wolfsmilch)
- *cyparissias* (Zypressen-Wolfsmilch)
- *dulcis* (Süße-Wolfsmilch)
- Fagus sylvatica* (Rotbuche)
Festuca arundinacea (Rohr-Schwengel)
Filipendula ulmaria (Mädestüß)
Fragaria vesca (Wald-Erdbeere)
Frangula alnus (Faulbaum)
Fraxinus excelsior (Gemeine Esche)
- Gagea lutea* (Wald-Goldstern)
Galeobdolon luteum (Goldnessel)
Galeopsis pubescens (Weichhaariger Hohlzahn)
- *speciosa* (Bunter Hohlzahn)
- *tetrahit* (Gemeiner Hohlzahn)
Galium aparine (Kletten-Labkraut)
- *glaucum* (Blaugrünes Labkraut)
- *mollugo* (Wiesen-Labkraut)
- *odoratum* (Waldmeister)
- *sylvaticum* (Wald-Labkraut)
Geranium robertianum (Ruprechtskraut)
Geum urbarum (Echte Nelkenwurz)
Glechoma hederacea (Gundemann)
Gymnocarpium robertianum (Ruprechtsfarne)
- Hedera helix* (Gemeiner Efeu)
Heptatica nobilis (Leberblümchen)

- Heracleum sphondylium* (Gemeiner Bärenklau)
Hieracium caesium (Blaugraues Habichtskraut)
 - *glaucaum* (Blaugrünes Habichtskraut)
 - *syvaticum* (Wald-Habichtskraut)
Humulus lupulus (Gemeiner Hopfen)
Hypericum montanum (Berg-Johanniskraut)
 - *perforatum* (Echtes Johanniskraut)
- Impatiens glandulifera* (Drübiges Springkraut)
 - *parviflora* (Kleinblütiges Springkraut)
 - *noli-tangere* (Echtes Springkraut)
- Juglans regia* (Echte Walnuß)
Juncus conglomeratus (Knäuel-Binse)
 - *effusus* (Flatter-Binse)
 - *tenuis* (Zarte Binse)
Juniperus communis (Wacholder)
- Knautia arvensis* (Acker-Witwenblume)
 - *dipsacifolia* (Wald-Witwenblume)
- Lamium album* (Weiße Taubnessel)
 - *maculatum* (Gefleckte Taubnessel)
Lapsana communis (Gemeiner Rainkohl)
Larix europaea (Lärche)
Lathyrus vernus (Frühlings-Platterbse)
Lembotrops nigricans (Schwänzender Geißklee)
Ligustrum vulgare (Rainweide)
Lilium martagon (Türkenbund-Lilie)
Listera ovata (Großes Zweiblatt)
Lonicera xylosteum (Rote Heckenkirsche)
Lotus corniculatus (Alpen-Hornklee)
Luzula luzuloides (Schmalblättrige-Hainsimse)
 - *pilosa* (Haar-Hainsimse)
Lysimachia nemorum (Wald-Gilbweiderich)
 - *vulgaris* (Gemeiner Gilbweiderich)
Lythrum salicaria (Gemeiner Blutweiderich)
- Maianthemum bifolium* (Zweibl. Schattenblümchen)
Medicago lupulina (Hopfenklee)
Melampyrum pratense (Wiesen-Wachtelweizen)
Melandrium rubrum (Rote Lichtnelke)
Melica nutans (Nickendes Perlgras)
Melitis melissophyllum (Immenblatt)
Mentha aquatica (Wasser-Minze)
 - *longifolia* (Ross-Minze)
Mercurialis perennis (Wald-Bingelkraut)
Milium effusum (Waldhirse)
Moehringia trinervia (Dreinerlige Nabelmiere)
Molinia caerulea (Pfeifengras)
Mycelis muralis (Mauerlattich)
Myosotis palustris (Sumpf-Vergißmeinnicht)
 - *syvatica* (Wald-Vergißmeinnicht)
- Nasturtium officinale* (Gemeine Brunnenkresse)
Neottia nidus-avis (Vogel-Nestwurz)
- Origanum vulgare* (Gemeiner Dost)
Oxalis acetosella (Wald-Sauerklee)
- Paris quadrifolia* (Einbeere)
Petasites albus (Weiße Pestwurz)
 - *hybridus* (Gemeine Pestwurz)*
Petrohragia saxifraga (Felsennelke)
Peucedanum oreoselinum (Berg-Haarstrang)
Phalaris arundinacea (Glanzgras)
Phegopteris conecitilis (Buchenfarn)
Phragmites australis (Gemeines Schilf)
Phyteuma spicatum (Abrige Teufelskralle)
Picea abies (Gemeine Fichte)
Pimpinella saxifraga (Kleine Bibernelle)
Pinus sylvestris (Wald-Kiefer)
Poa nemoralis (Hain-Rispengras)
- Polygonatum multiflorum* (Vielblütige Weißwurz)
Polypodium vulgare (Gemeiner Tüpfelfarn)
Polystichum aculeatum (Dorniger-Schildfarn)
 - *lonchitis* (Lanzen-Schildfarn)
Populus alba (Silber-Pappel)
 - *nigra* (Schwarz-Pappel)
 - *tremula* (Zitter-Pappel)
Prenanthes purpurea (Hasenlattich)
Primula elatior (Wald-Prümel)
Prunus avium (Vogel-Kirsche)
 - *cerasus* (Sauerkirsche)
 - *padus* (Gewöhnliche Traubenkirsche)
Pteridium aquilinum (Adlerfarn)
Pulmonaria officinalis (Echtes Lungenkraut)
- Quercus petraea* (Trauben-Eiche)
 - *robur* (Stiel-Eiche)
- Ranunculus ficaria* (Scharbockskraut)
 - *laniginosus* (Wolliger Hahnenfuß)
 - *polyanthemos* (Vielblütiger Hahnenfuß)
Rhamnus cathartica (Purgier-Kreuzkraut)
Ribes uva-crispa (Wilde Stachelbeere)
Rosa canina (Hunds-Rose)
Rubus caesius (Bereifte Brombeere)
 - *fruticosus* (Brombeere)
 - *idaeus* (Himbeere)
Rumex obtusifolius (Stumpfblättriger Ampfer)
- Salix alba* (Silber Weide)
 - *caprea* (Sal-Weide)
Salvia glutinosa (Klebriger Salbei)
Sambucus racemosa (Zwerg-Holunder)
 - *nigra* (Schwarzer Holunder)
 - *racemosa* (Trauben-Holunder)
Sanicula europaea (Sanikel)
Scilla bifolia (Zweiblättriger Blaustern)
Scirpus sylvaticus (Wald-Simse)
Scrophularia nodosa (Knotige Braunwurz)
Senecio fuchsii (Fuchssches Kreuzkraut)
 - *integrifolius* (Steppen-Greiskraut)
Sesleria albicans (Kalk-Blaugras)
Silene vulgaris (Gemeines Leimkraut)
Solanum dulcamara (Bittersüßer Nachtschatten)
Solidago virgaurea (Goldrute)
Sorbus aucuparia (Eberesche)
Stachys germanica (Deutscher Ziest)
 - *recta* (Aufrechter Ziest)
 - *sylvatica* (Wald-Ziest)
Stellaria nemorum (Hain-Sternmiere)
Symphitum officinalis (Gemeiner Beinwell)
 - *tuberosum* (Knotiger Beinwell)
- Taraxacum officinale* (Löwenzahn)
Taxus baccata (Gemeine Eibe)
Teucrium chamaedrys (Edel-Gamander)
Thalictrum aquilegifolium (Akeleibl. Wiesenraute)
 - *flavum* (Gelbe Wiesenraute)
Thymus pulegioides (Gemeiner Thymian)
Tilia cordata (Winter-Linde)
 - *platyphyllos* (Sommer-Linde)
Tolpis staticifolia (Grasnelkenhabichtskraut)
Trifolium medium (Zickzack-Klee)
Tussilago farfara (Huflattich)
- Ulmus glabra* (Berg-Ulme)
Urtica dioica (Große Brennessel)
- Vaccinium myrtillus* (Heidelbeere)
Valeriana dioica (Kleiner Baldrian)
 - *officinalis* (Echter Baldrian)
Verbascum thymusifolium (Mehlige Königskerze)
 - *thapsus* (Kleinblütige Königskerze);

- Veronica beccabunga* (Bach-Ehrenpreis)
- *chamaedrys* (Gamander-Ehrenpreis)
- *urticifolia* (Breitblättriger Ehrenpreis)
- Viburnum lantana* (Wolliger Schneeball)
- *opulus* (Gemeyner Schneeball)
- Vicia sepium* (Zaun-Wicke)
- Vinca minor* (Kleines Immergrün)
- Viola collina* (Hügel-Veilchen)
- *reichenbachiana* (Wald-Veilchen)
- *riviniiana* (Hain-Veilchen)

5 Vegetations- und Temperaturcharakteristika ausgewählter Standorte

5.1 Allgemeines

Neben den Bodenverhältnissen bestimmen unter den abiotischen Standortsfaktoren auch klimatische Parameter die Zusammensetzung der Vegetation eines Standorts. Während das Allgemein- oder Großklima für die zonale Vegetation eines Raumes verantwortlich ist, ermöglicht eine zunehmende Differenzierung der klimatischen Umweltfaktoren mit Annäherung an die Bodenoberfläche die Ausbildung extrazonaler Vegetationstypen. Das auf die Lebensgemeinschaft im Ökosystem einwirkende Klima der bodennahen Luftschicht, das man auch als Mikroklima bezeichnet, ist eine Folge der Veränderung der Klimaelemente durch Relief, Bodenverhältnisse, Exposition, die hydrologischen Verhältnisse und die herrschende Pflanzengesellschaft. In diesem durch die Vegetationsbedeckung mitgeschaffenen Bestandsklima spielen sich die gesamten Wechselwirkungen zwischen der Atmosphäre und den Lebewesen ab. Klimaelemente sind die meßbaren meteorologischen Erscheinungen der Atmosphäre wie Strahlung, Temperatur, Niederschlag, Windverhältnisse und Verdunstung.

Standortsklimatische Untersuchungen in Schluchten wurden bisher vor allem von VON GADOW (1975) durchgeführt. Er charakterisierte ihr Klima hinsichtlich der Verdunstung (Piche-Evaporator), der Windverhältnisse und der Tagesgänge und Extrema von Temperatur und Luftfeuchte. Einzelheiten hierzu wurden schon in Kapitel 4.2.2 angeführt.

Der Wärme- bzw. Temperaturfaktor ist ohne Zweifel eine wichtige klimatische Größe. Einerseits abhängig von der Strahlung beeinflußt sie andererseits andere klimatische Größen wie z.B. die auf Trockenstandorten so bedeutsame Verdunstung. Sie bestimmt unter vergleichbaren Verhältnissen die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen und damit die Größenordnung physiologischer Vorgänge wie Wachstum, Atmung und Photosynthese. Als ökologisch selektive Faktoren erlangen in erster Linie ihre Ex-

tremwerte Bedeutung, so die Häufigkeit und Andauer von Spätfrösten oder von schädigenden Temperaturmaxima. Andererseits kann aber auch die zur Verfügung stehende Gesamtwärmemenge während der Vegetationsperiode zur limitierenden Größe werden. Den selektiven Faktor zu erfassen, war nicht Gegenstand dieser Arbeit. Vielmehr sollen hier unterschiedliche Standorte hinsichtlich ihrer "wahren" Wärmeverhältnisse⁵ verglichen werden. Die Temperatursummenmethode ermöglicht also eine Charakterisierung von Standorten hinsichtlich ihrer theoretisch zur Verfügung stehenden Wärmemenge, welche ihrerseits das Ausmaß der Stoffproduktion mitbeeinflusst.

Die folgenden Abschnitte geben neben einer kurzen Charakteristik der Vegetationsverhältnisse eine ebensolche der wärme-klimatischen Verhältnisse anhand ausgewählter Vergleichspunkte wieder. Basis hierfür sind die im Anhang angeführten Meßergebnisse. Die Tabellen der Waldgesellschaften jedes Standorts sind nach Gesellschaftstypen geordnet. Dabei bedeuten:

CFQ = Carici-Fraxinetum mit Arten der Quellfluren + Großseggen	PAT = Phyllitido-Aceretum, trockene Ausbildg.
CF = Carici-Fraxinetum ohne Trenntarten	PAO = Phyllitido-Aceretum
HBW = Hasel-Buschwälder	GCF = Galio-Carpinetum, feuchte Ausbildg.
AFT = Aceri-Fraxinetum, trockene Ausbildg.	GCT = Galio-Carpinetum, trockene Ausbildg.
AFO = Aceri-Fraxinetum, Ausbildg. ohne Trenntarten	EuA = Eu-Fagenion, Ausbildg. armer Böden
AFF = Aceri-Fraxinetum, feuchte Ausbildg.	EuO = Eu-Fagenion
AAT = Arunco-Aceretum, trockene Ausbildg.	EuG = Eu-Fagenion, mit <i>Galium odoratum</i>
AAO = Arunco-Aceretum, Ausbildg. ohne Trenntarten	EuL = Eu-Fagenion, mit <i>Lathyrus vernus</i>
AAF = Arunco-Aceretum, feuchte Ausbildg.	

Um eine bessere Einordnung der Meßergebnisse in ihrer jahreszeitlichen Abfolge zu ermöglichen, sind in Abb. 6. die Mittelwerte der Temperatur in der jeweiligen Meßperiode, basierend auf Daten von MITTERMEIER (1993, mündl.), angegeben.

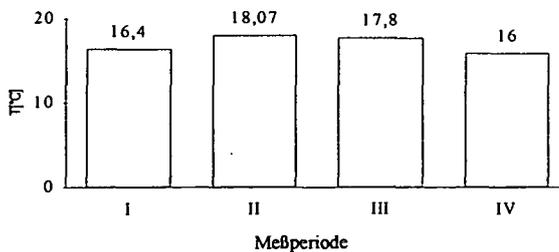


Abb. 6. Temperaturmittel während der Meßperioden, basierend auf meteorologischen Daten (MITTERMEIER 1993, mündl.) (s. a. Kap. 9.3)

⁵ In diesem Zusammenhang sollte die Wärme als Größe benutzt werden, da sie, im Gegensatz zur Temperatur, die physiologisch wirksame Energie angibt.

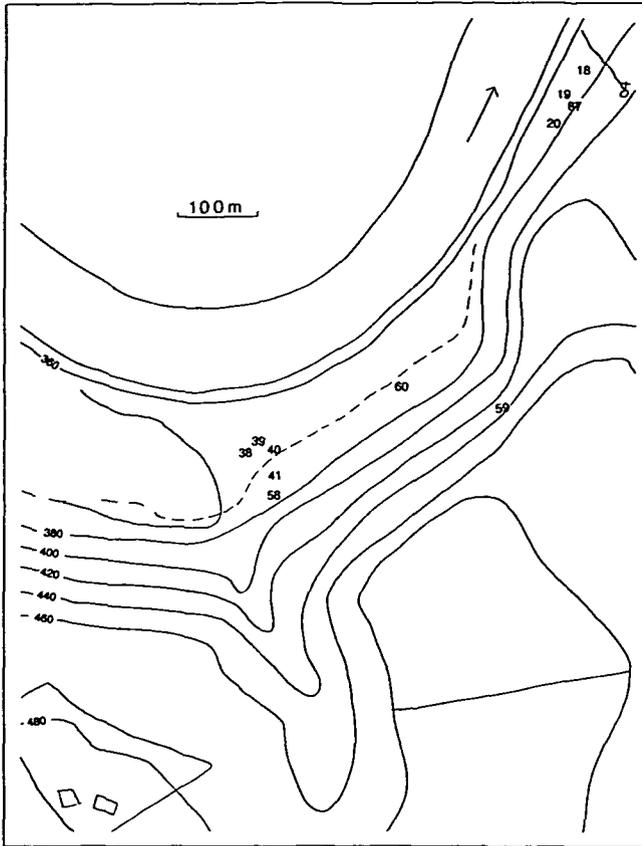
Den Anfang bilden zwei Standorte, die lediglich hinsichtlich ihrer Vegetationsverhältnisse charakterisiert werden sollen.

5.2 Heilbrünnl/Werfenau

Die Hangwälder zwischen Heilbrünnl und Werfenau, einschließlich des sich südlich daran anschließenden Gleithanges der Salzach gehören zu den vielfältigsten im gesamten Durchbruchstal. Das durch Erosionsereignisse von oben herangetragen Material hat hier am Hangfuß ein vielgestaltiges Relief geschaffen, das kleinräumig ein standörtlich differenziertes Mosaik pflanzensoziologisch nicht genau faßbarer Edellaub-Wälder beherbergt. So bieten insbesondere die unteren Hangbereiche mit ihren zahlreichen Quellaustritten und den ihnen vorgelagerten Quellwäldern eine Vorstellung des natürlichen Zustandes.

Die mittleren und oberen Teile der Hänge werden einerseits von mehr oder weniger gestörten Buchenwäldern eingenommen, andererseits jedoch sind vor allem oberhalb Werfenau ganze Hangbereiche gerodet bzw. mit Fichten aufgeforstet. Eine ausgedehnte Hangverebnung südlich Heilbrünnl weist auf eine alte Flußterrasse der Salzach hin und ermöglicht trotz stabiler Bodenverhältnisse aufgrund differenzierter hydrologischer Verhältnisse das Nebeneinander verschiedener Pflanzengesellschaften.

In der Werfenau selbst stößt man auf Reste einer alten aufgelassenen Ansiedlung in unmittelbarer Nähe eines kleinen Weihers, der von einem ausgedehnten Schilfbestand umrahmt wird. Auf die ehemalige menschliche Siedlungstätigkeit ist hier wohl auch das häufige Vorkommen von *Vinca minor* zurückzuführen. Der sich westlich anschließende Gleithang wird hier erfreulicherweise noch von nur wenig in ihrer Baumartenzusammensetzung veränderten Buchenwäldern (z.B. Aufnahme 88) eingenommen. Außer den zahlreichen Arten der Quellwälder konnten *Aquilegia atrata*, *Thalictrum aquilegifolium* und *Thalictrum flavum* nur hier angetroffen werden.



Karte 3: Lage der Aufnahme­flächen bei Heilbrünnl und Werfenau

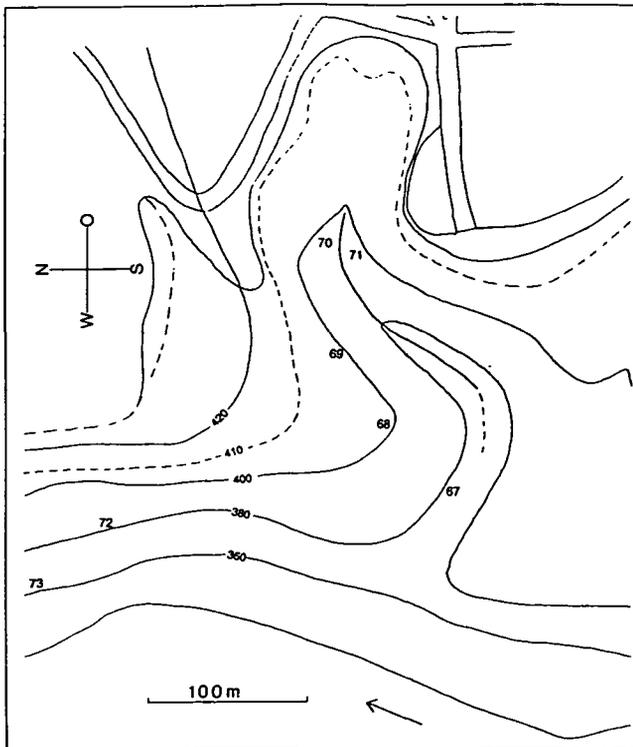
Tabelle XI: Waldgesellschaften bei Werfenau/Heilbrünnl (Weitere Informationen zu einzelnen Gesellschaften vgl. die Tabellen im Anhang).

Aufnahme	38	39	58	41	87	19	40	18	59	88	60	20
Gesellschaftstyp	CFQ	CFQ	CFQ	CF	CF	CF	AFT	EuO	EuO	EuG	GCF	GCF
Höhe [m ü. NN]	370	370	376	375	375	370	370	370	440	380	370	370
Neigung [°]	0	0	0	5	40	10	10	0	35	5	15	5
% B	55	50	70	30	10	65	80	80	70	90	85	90
% S	5	5	15	50	20	0	30	5	5	0	10	5
% K	100	40	100	80	95	90	45	75	60	95	60	75
Ges. AZ	41	39	40	43	24	36	36	35	24	23	28	31

5.3 Duttendorf

Dieser in einen Gleithang der Salzach mündende Tobel ist insgesamt sehr stark anthropogen beeinflusst. Insbesondere der sich zur Salzach hin öffnende Endbereich ist erst kürzlich mit Maschinen so stark ausgeräumt und eingetieft worden, daß der ehemals von einer Bachterrasse (evtl. mit einem Bach-Eschenwald) begleitete Mündungsfächer völlig zerstört wurde.

Auch die Hangbereiche sind durch zahlreiche Erosionsereignisse in ihrer Vegetationszusammensetzung stark gestört oder ihrer durch flächenhafte Abspülung völlig beraubt. Im hinteren Teil des Tobels findet eine zusätzliche Veränderung durch Einbringung von Erdaushub statt. Die oberhalb des Tobels, westlich und östlich anschließenden Verebnungen werden durch bewirtschaftete Buchen-Mischbestände oder durch Fichtenforste geprägt.



Karte 4: Lage der Aufnahmeflächen bei Duttendorf

Tabelle XII: Waldgesellschaften bei Duttendorf (Weitere Informationen zu einzelnen Gesellschaften vgl. die Tabellen im Anhang).

Aufnahme	73	71	67	70	72	69	68
Gesellschaftstyp	AAT	AAO	PAT	PAO	EuO	CFa	Cfa
Höhe [m ü. NN]	362	395	373	395	380	405	405
Neigung [°]	45	45	45	40	45	45	40
% B	90	80	65	90	80	75	80
% S	20	30	40	40	20	40	15
% K	60	40	55	20	50	65	50
Ges. AZ	34	21	30	14	25	31	21

5.4 Weng

Der "Graben bei Weng" (TRAUB & JERZ 1976) ist von allen betrachteten Tobeln der erosionsaktivste. So finden sich hier besonders zahlreich Indizien aktualmorphologischer Prozesse, wie Hangschuttdecken, Fließerden und unreife Vegetationsstadien. Mit einem durchschnittlichen Gefälle von 25% überwindet er auf 300 m Länge fast 80 Höhenmeter und weist dabei durchgehend Kerbtalcharakter auf.

Hinsichtlich der Vegetationsverhältnisse lassen sich zwei geomorphologisch unterschiedliche Abschnitte unterscheiden.

Im oberen Teil, bis kurz unterhalb der Einmündung eines kleinen Seitengrabens, stocken auf stabilisierten Böden reife Waldstadien, überwiegend das *Aceri-Fraxinetum*. Dominierend ist hier die weite Ausläufer bildende Goldnessel. Deposition von Lehmaushub und dessen Fortschwemmung bei starken Regenfällen markieren den intensiven menschlichen Einfluß.

Im unteren Teil nimmt das Gefälle stark zu und die beidseitig freigelegten Nagelfluhbänke (bei ca. 410m), die für eine reichliche Schuttnachlieferung sorgen, verhindern das Aufkommen reifer Waldstadien. So findet sich hier ein Dickicht verschiedener Gebüschstadien, die von *Corylus* und *Sambucus* dominiert werden. Zahlreiche Nagelfluhbrocken und Baumleichen im Tobelgrund erschweren dessen Begehung erheblich, verhindern aber nicht die pumpengestützte Entnahme von Wasser durch Anlieger.

Im Bereich der wasserstauenden Schichten des Tertiärs (Oberkante bei ca. 390 m), die hier ein ca. 30 cm mächtiges Braunkohleflöz enthalten, entbehren die steilen Hänge jeglicher Vegetation, während die flacheren, mit reichlich lehmigem und sandigem Feinmaterial bedachten die typischen "schweißigen" Standorte des *Arunco-Aceretum* ermöglichen (Aufnahme 91). Die zur Salzach hin abfallenden Hänge nördlich und südlich des Tobels tragen oberhalb der vegetationsfreien Steilabbrüche auf schotterreichem Untergrund zunächst Hasel-reiche Buschwälder, die nach oben hin

zunehmend von reiferen Waldstadien eingenommen werden. Das vermehrte Auftreten von Säurezeigern, wie *Melampyrum pratense* und *Luzula luzuloides* an der Oberkante, weist hier auf die fortgeschrittene Entbasung des Oberbodens durch Niederschlagswasser hin.

In den folgenden Darstellungen der Temperaturmeßergebnisse bezieht sich der linke (helle) Balken stets auf die Boden-, der rechte (gerasterte) auf die Lufttemperatur.

Durchschnittl. Wärme-	5,1	5,3	5,0	4,1	4,7	(Abundanz-gewichtet)
zahl der Aufnahmen :	5,2	5,2	5,4	5,1	5,3	(einfach gewichtet)

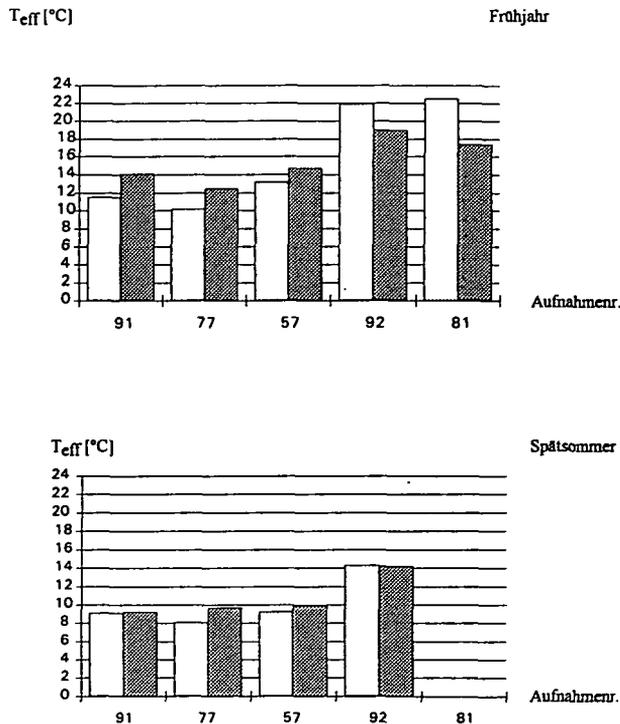


Abb. 7. Tobelquerschnitt (Meßperioden I, IV)

Den meteorologischen Daten zufolge (Abb. 6.) haben die Meßperioden I und IV nahezu dieselben Mittelwerte der Temperatur. Betrachtet man jedoch die jeweilige Effektiv-Temperatur, so liegt diese im Frühjahr je nach Standort und Expositionshöhe

um 3°C (Aufn. 77) bis 8°C höher als im Spätsommer. Hierfür lassen sich verschiedene Gründe anführen.

Die Witterung im Frühjahr und auch im Frühsommer 1993 war von überdurchschnittlich zahlreichen bewölkungsarmen und -losen Tagen bestimmt, die eine intensive Strahlung ermöglichten. Da sowohl die Edellaubbäume, als auch die Buche zu dieser Zeit noch unbelaubt sind, kann die einfallende Strahlung bis in den Bereich der bodennahen Luftschicht vordringen und hier zu einer stärkeren Erwärmung führen. Dies allein kann aber noch nicht die doch erhebliche Temperaturdifferenz erklären, wenn man bedenkt, daß eine ebenso starke Ausstrahlung in den Nacht- und Morgenstunden herrscht und der Boden im Spätsommer einen Teil der Wärme noch gespeichert haben sollte.

Die Erklärung liefert eine Eigenart der verwendeten Methode, nach der höhere Temperaturen, wie sie aufgrund der Witterung im Frühjahr herrschten, mit größerem Gewicht in die Effektivtemperatur eingehen.

Einen Hinweis auf den Einfluß der Belaubung der Gehölze vermittelt weiterhin die Differenz zwischen Boden- und Lufttemperatur. Extreme Standorte (81, 92), bei denen die einfallende Strahlung ungehindert bis zum Boden vordringen kann, zeichnen sich durch Bodentemperaturen aus, die höher als die Lufttemperaturen liegen. Der Wärmeumsatz findet hier bei schütterer Krautschicht direkt an der Bodenoberfläche statt. Diese Differenz verschwindet mit abnehmendem Einfluß direkter Strahlung. Etwas komplexer sind die Verhältnisse bei Standorten, die aufgrund ihrer topographischen Lage, expositions- oder reliefbedingt, grundsätzlich weniger direkte Strahlung erhalten. Auch hier kann die Temperatur der Bodenoberfläche diejenige der Luft erreichen, was Messungen der Standorte 91, 77 und 57 im Spätsommer belegen. Dies ist aber natürlich nicht auf eine stärkere Einstrahlung, sondern vielmehr auf die verzögerte Abkühlung des Bodens, bzw. dessen Wärmespeichervermögen zurückzuführen. Gleiches gilt für die Differenz der Frühjahrmessungen; der noch winterkalte Boden verzögert auch die Erwärmung der Bodenoberfläche. Eine zusätzliche Differenzierung mit teils erheblichen Schwankungen (vgl. auch Daten der Parallelmessungen im Anhang) bewirken zudem immer kleinsträumige Wechsel der Bodenfeuchte, die aber ob der Vielzahl anderer Parameter nur durch ebensolche kleinsträumige Messungen zu erfassen wären.

Im Tobelquerschnitt sind, obwohl nur 25 Höhenmeter voneinander entfernt, die Wärmeverhältnisse, insbesondere des Frühjahrs, schon deutlich unterschiedlich. Im Tobelgrund ist es am kältesten, der südwestexponierte Standort 57 erhält etwas mehr Strahlung; klare Unterschiede ergeben sich aber erst zu den exponierten Standorten

oberhalb der Nagelfluh. Im Spätsommer haben sich die Verhältnisse im Tobel angeglichen, nur Standort 92 setzt sich mit einer Differenz von 5°C deutlich ab.

Die zum Vergleich angeführten Wärmehzahlen zeigen keine signifikanten Unterschiede. Lediglich die Abundanz-gewichteten Mittelwerte der Standorte 92 und 81 lassen hier diese deutlich wärmeren Standorte auch in ihrer Wärmehzahl erkennbar werden.

Aus dem Tobellängsprofil für das Frühjahr (Abb. 8.) werden zwei Dinge deutlich. Die Bodentemperatur nimmt mit zunehmend tieferer Lage im Tobel leicht ab. Gleichzeitig bleibt die Lufttemperatur nahezu gleich. Nur Standort A, der sich am oberen Ende des Tobels, noch im Wald befindet, setzt sich mit einer deutlich höheren Lufttemperatur ab. Der Grund liegt in der verzögerten Erwärmung des Tobels von oben nach unten. Die Luftschicht wird davon früher betroffen als die Bodenoberfläche. Standort A ist durch seine Lage in der flachen Anfangsmulde des Tobels vermehrtem Strahlungsgenuß ausgesetzt, wobei eine gut ausgeprägte Krautschicht die deutliche Differenz zwischen Boden- und Lufttemperatur ermöglicht.

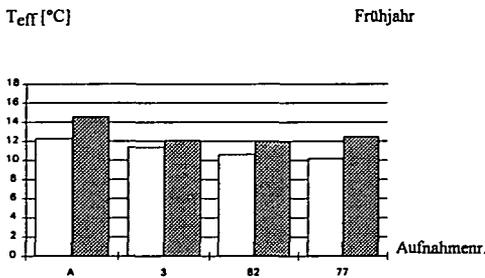
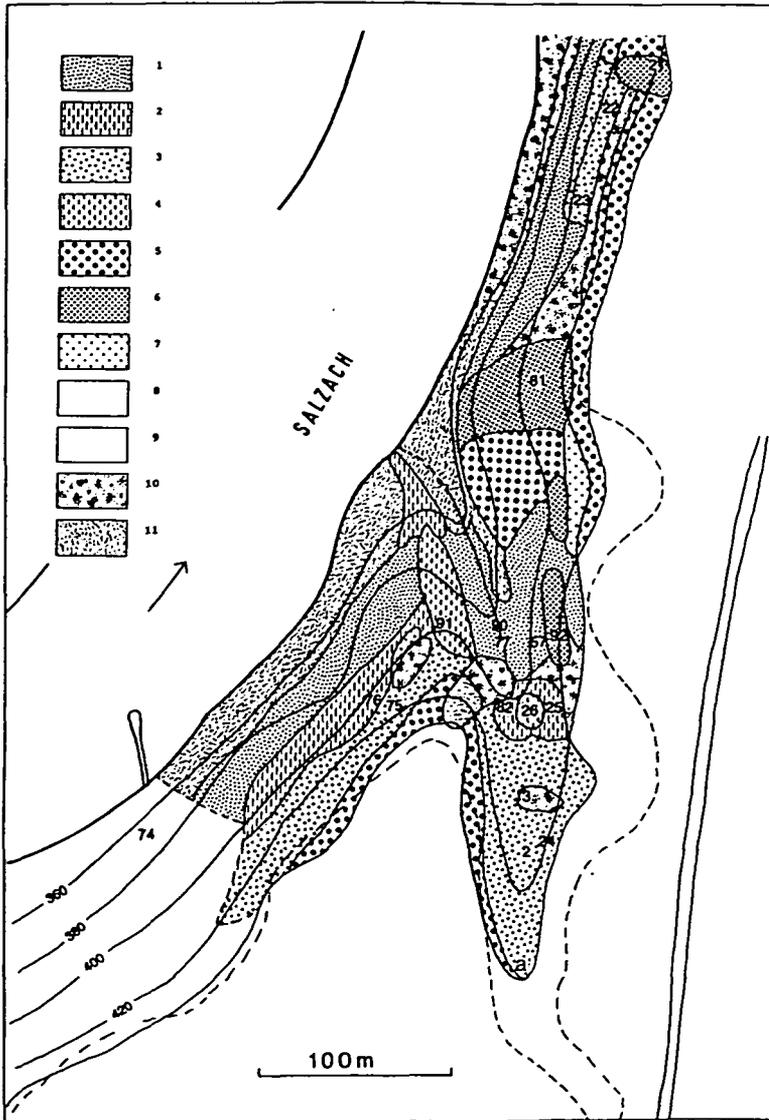


Abb. 8. Tobellängsschnitt (Meßperiode I)



Karte 5: Lage der Aufnahme­flächen und Verteilung der Vegetationseinheiten bei Weng.

In der Legende:

- 1 = Hasel-Buschwälder
- 2 = Phyllitido-Aceretum
- 3 = Aceri-Fraxinetum
- 4 = Arunco-Aceretum
- 5 = Eu-Fagenion

- 6 = Kalk-Buchenwälder
- 7 = Galio-Carpinetum
- 8,9 = in Karte 5 nicht vorhanden
- 10 = Pioniergesellschaften (späte Stadien)
- 11 = Pioniergesellschaften (Initialstadien)

Tabelle XIII: Waldgesellschaften bei Weng (Weitere Informationen zu einzelnen Gesellschaften vgl. die Tabellen im Anhang).

Aufnahme	57	77	75	23	22	24	2	25	76	82	74	26	91	81	92	21
Gesellschaftstyp	HBW	HBW	AFF	AFF	AFF	AFO	AFO	PAT	PAT	PAO	AAF	AAF	AAO	SFa	SFa	CFa
Höhe [m ü. NN]	409	390	420	408	408	419	410	412	408	400	370	404	398	413	415	420
Neigung [°]	40	10	50	0	0	40	45	45	50	20	40	45	30	45	45	35
% B	10	45	90	60	75	70	75	80	65	80	90	80	55	70	40	80
% S	85	50	15	20	20	5	20	10	15	5	55	10	60	15	60	15
% K	60	85	100	100	90	95	90	85	95	90	90	100	80	75	90	25
Ges. AZ	34	37	39	32	41	22	22	31	32	26	27	27	31	41	27	27

5.5 Ach

Neben den Aufnahmen im Tobel, direkt südlich der sich nach Duttendorf emporwindenden Straße, umfaßt dieser Standort auch noch eine Hangserie (Aufnahmen 83-86) wenig nördlich der alten Zollbrücke.

Der Tobel selbst ist, unmittelbar an menschliche Siedlungen angrenzend, stark anthropogen beeinflusst. So ist der Tobelgrund mit einer Staustufe versehen und teilweise mit Betonrinnen verbaut, die nach Starkregen erhebliche Mengen an Erde zu Tale befördern. Er wird von einem Zufahrtsweg für Anwohner und einem sich anschließenden Fußpfad in seiner gesamten Länge durchzogen. Ebenso wie der Tobel bei Weng verliert sich sein Anfang in einer Delle innerhalb der ihn umgebenden landwirtschaftlichen Nutzflächen. In diesem oberen Teil, wo er von Saumgesellschaften begleitet wird, zeugen umfangreiche Mülldepositionen von seiner heutigen Bedeutung.

Der westexponierte untere Hangbereich, und der nordexponierte Hang werden von floristisch eher eintönigen Edellaub-Wäldern eingenommen, am Hangfuß weist *Chrysosplenium alternifolium* auf eine gute Wasserversorgung hin. Alle Hangbereiche zeichnen sich durch ihre relativ stabilen Bodenverhältnisse aus. Erosionsereignisse konnten nicht festgestellt werden. Ein Vorkommen von *Philadelphus coronarius* (Aufnahme 14) ist sicherlich anthropogen bedingt. Der südwestexponierte Hang am Ausgang des Tobels liegt im Bereich ausgedehnter Nagelfluhbänke, die sich weiter entlang der Straße nach Duttendorf ziehen.

Durchschnittl.								
Wärmezahl der	5,5	5,6	-	5,0	-	5,0	5,2	(Abundanz-gew.)
Aufnahmen:	5,5	5,4	-	5,5	-	5,2	5,2	(einfach gew.)

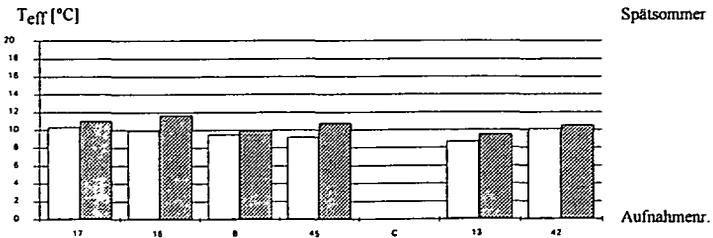
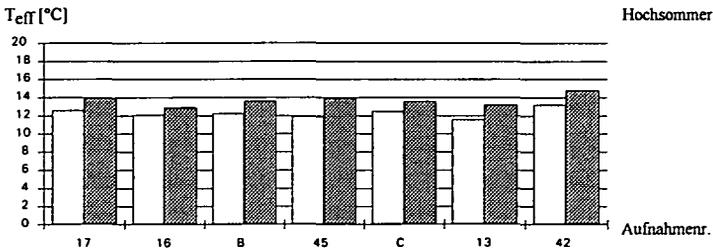
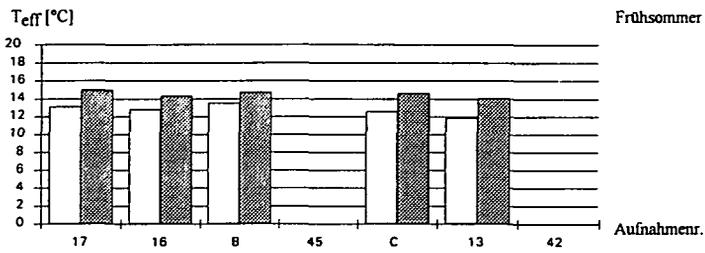
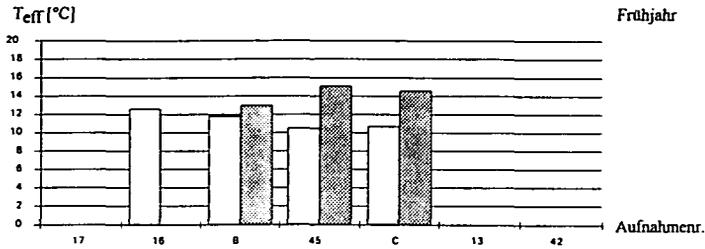
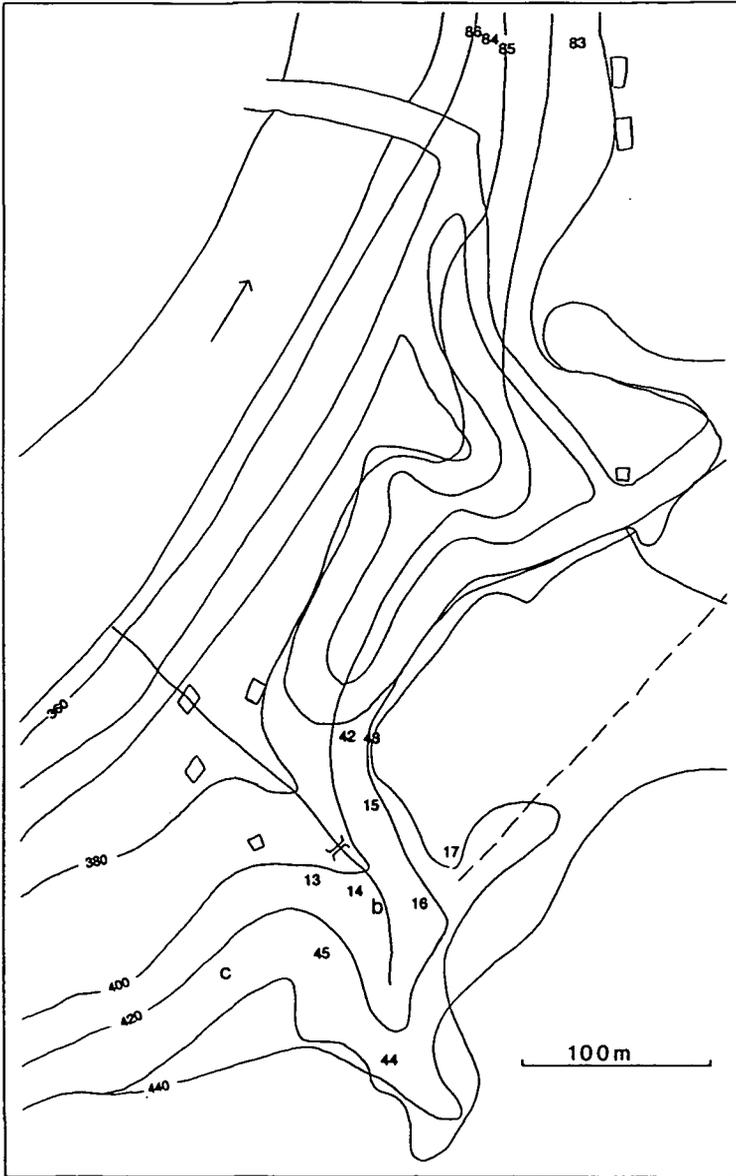


Abb. 9. Tobelquerschnitt (Meßperioden I-IV)



Karte 6: Lage der Aufnahmeflächen bei Ach

Die Meßergebnisse bei Ach geben die Wärmeverhältnisse eines Tobelquerschnitts in den vier aufeinanderfolgenden Meßperioden wieder. Die Datenlücken sind auf

Wildverschleppung (angeknabberte Deckel der Meßampullen) und Zerstörung durch einen umgestürzten Baum zurückzuführen.

Deutlich, wenn auch weniger ausgeprägt als in Weng, sind die unterschiedlichen Werte der Frühjahrs- und Spätsommernessungen. Dies liegt sicherlich am weniger eingetieften Relief an der Stelle des gewählten Querschnitts. Ein Blick auf Früh- und Hochsommer, die ebenfalls ähnliche meteorologische Mitteltemperaturen aufweisen, ergibt ca. um 1°C niedrigere Werte für den letzteren.

Die Werte der Bodenoberfläche und des Luftraums unterscheiden sich in allen Meßperioden um 1-2°C, eine Folge der hochdeckenden Krautschicht, die die Erwärmung des Bodens durch Luftmassenaustausch erschwert. Die um 4-5°C höhere Lufttemperatur, wie sie an den Standorten 45 und C im Frühjahr erreicht wurde, ist an dieser Stelle allerdings überraschend. Betrachtet man nämlich die Vegetationsbedeckung der Standorte, so weist diese in der Umgebung der Meßstellen eine nur spärliche Krautschicht auf. Dringt nun die Strahlung direkt durch die noch unbelaubte Baumschicht bis in die bodennahe Luftschicht vor, so sollte der größte Wärmeumsatz an der Bodenoberfläche stattfinden und hier eine bevorzugte Erwärmung erfolgen. Ein Vergleich mit entsprechenden Werten der Frühjahrmessung in Weng (Standorte 91, 77) zeigt, daß der eine Erwärmung stark verzögernde, winterkalte und feuchte Boden nicht vorliegt und zudem durch eine aufgrund der Lage begünstigte Einstrahlung schneller erwärmt werden sollte.

Die Standorte des Tobeltransekts, die insgesamt um ca. 30 Höhenmeter differieren, unterscheiden sich in ihren Werten nicht signifikant voneinander. Die Exposition und die Lage im Grund des Tobels, sonst Hauptursache für mikroklimatische Unterschiede, scheinen hier also keinen Einfluß auf die Effektivtemperatur zu besitzen. Dies wird sofort plausibel, wenn man sich die Ausrichtung des Tobels im Gelände betrachtet. Er verläuft in nord-südlicher bzw. nordwest-südöstlicher Richtung. Hier kann also direkte Strahlung für einen längeren Zeitraum den Tobelgrund erreichen. Die übrigen Standorte des Transekts unterscheiden sich gleichfalls nicht entscheidend in ihrem Strahlungsgenuß. Bezeichnenderweise weist der nordexponierte *Aruncus*-Standort (13) die geringsten Effektivtemperaturen auf.

Tabelle XIV Waldgesellschaften bei Ach (Weitere Informationen zu einzelnen Gesellschaften vgl. die Tabellen im Anhang).

Aufnahme	84	44	86	14	15	45	13	16	17	42	85	83	43
Gesellschaftstyp	PAT	PAO	PAO	PAO	PAT	PAO	AAO	Eu	Eu	CFa	GCT	GCT	GCT
Höhe [m ü. NN]	374	432	363	407	410	431	405	417	423	411	380	410	420
Neigung [°]	50	55	25	45	50	55	40	50	35	50	45	45	60
% B	70	70	70	65	60	70	80	90	95	80	75	80	60
% S	50	20	35	10	30	20	5	5	15	20	40	40	40
% K	40	80	70	80	85	65	80	60	10	70	50	50	40
Ges. AZ	21	29	22	33	23	20	23	30	13	30	24	36	30

5.6 Wanghausen

Der Tobel bei Wanghausen besitzt in seinem Endteil, in dem er einem ehemaligen Lauf der Salzach folgt (PITTNER 1979), zunächst die Form eines Kerbtals, dann, kurz nach Erreichen des Grundwasserleiters bei ca. 400 m, die eines Kastentals bis zu seinem Austritt auf die postglaziale Flußterrasse der Salzach. Inwiefern der Einbau einer Staustufe in den 50er Jahren die Morphologie des Tobelgrundes verändert hat, konnte nicht geklärt werden. Sein zweilappiger Anfangsteil wird hier nicht untersucht, ist er doch in seiner Vegetation sehr stark von anthropogenen Einflüssen geprägt.

Eine Zweiteilung im Längsprofil gibt es gleichfalls bzgl. der Vegetationsverhältnisse. Der Westhang des Kerbtals wird gänzlich von niederwüchsigen Gebüschstadien eingenommen. Zahlreiche Schotterrinnen und Nagelfluhbrocken im Tobelgrund künden von bewegten Bodenverhältnissen. Am gegenüberliegenden Hang stockt unterhalb der Nagelfluhbänke nurmehr ein lichter Eschenwald, der untere Hangbereich ist nahezu baum- und gebüschfrei. Dieser Zustand ist wohl ausschließlich auf den wirtschaftenden Menschen zurückzuführen, da hier stabiler Untergrund vorhanden ist. Die grasreichen Stadien können also weniger als Pionierstadien, vielmehr aber als Schlagflurgesellschaften angesprochen werden.

Das typische Schluchtwaldklima (vgl. Kap. 4.2.2.2) kann sich hier aufgrund der ungehinderten Sonneneinstrahlung bis auf den Tobelgrund nicht mehr ausbilden. *Polystichum aculeatum* findet sich nur noch selten an mikroklimatisch begünstigten Stellen unterhalb beschattender Sträucher und größerer Konglomeratbrocken.

Im Abschnitt des Kastentales kann bei Betrachtung des Talquerschnitts eine Abfolge der Waldgesellschaften gefunden werden, die sehr gut die wechselnden Standortverhältnisse widerspiegelt. Der Tobelgrund bildet in seiner gesamten Breite

den potentiellen Bachlauf, wird aber heute nur noch von einem kleinen Bächlein durchzogen. Eine Bachterrasse mit begleitendem Bach-Eschenwald fehlt hier völlig. Auf den mit sandigem Material bedeckten Schotterakkumulationen bestimmt *Impatiens noli-tangere*, teilweise begleitet von reichlich *Urtica dioica*, den Aspekt. Am Rande des fließenden Wassers treten Arten der Quellfluren, wie *Cardamine amara* und *Mentha aquatica* hinzu. Die unteren Hangbereiche werden typischerweise vom Aceri-Fraxinetum eingenommen, vereinzelt unterbrochen von Hangrutschungen und den in Bildung befindlichen Kalktuff-Treppen.

Besondere Beachtung verdienen aber die ausladenden, oft steil abbrechenden, südexponierten Konglomeratbänke, die hier, mehr als in den anderen Tobeln, offen zutage treten. Sie bilden einen günstigen Standort für verschiedene thermophile Gesellschaften, die eine größere Anzahl seltener Arten beherbergen. Diese Standorte sind bedauerlicherweise an manchen Stellen stark verändert worden.

Eine Nutzung des Tobels findet vor allem durch Holzeinschlag statt. Gleichzeitig wird zur Sicherung rutschungsgefährdeter Zonen die Anpflanzung von Fichten favorisiert. Im hinteren Teil des Tobels, zu Beginn des Kerbtals, wird unter Zuhilfenahme von Pumpen Wasser entnommen. Als floristische Besonderheiten können neben den seltenen thermophilen Arten der Seggen-Hangbuchenwälder *Asplenium viride*, *Aconitum vulparia* und *Calamintha sylvatica* angeführt werden.

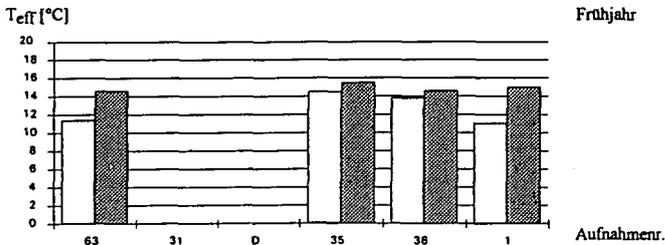
Im Vergleich der Meßperioden stellt sich wiederum der deutliche Abfall der Effektivtemperaturen im Spätsommer heraus. Die Gründe hierfür wurden schon weiter oben besprochen. Die geringen Unterschiede bei einem Durchgang durch das Hangtransekt sind wie schon in Ach auf die Nord-Süd-Ausrichtung des Tobels zurückzuführen. Da der Tobel aber eine größere Ausdehnung und Höhendifferenz gegenüber letzterem aufweist, läßt sich dennoch eine Differenzierung erkennen. Diese ist insbesondere aus den Bodentemperaturen der Meßperioden II-IV zu ersehen. Der Tobelgrund weist die tiefste Bodentemperatur auf. Auffällig ist weiterhin die Verringerung einer im Frühjahr zunächst großen Temperaturdifferenz zwischen Boden und Luft. Beispiele hierfür sind die Aufnahmen 1 und 63. Die Temperaturdifferenz zwischen Luft und Boden ist hier durch die bis zur Krautschicht durchdringende Strahlung und den noch winterkalten Boden zunächst noch hoch, wird aber im folgenden durch die fortschreitende Belaubung und dem deshalb fehlenden Einfluß der Strahlung auf die Krautschicht, sowie durch die sukzessive Erwärmung des Bodens verringert.

Die hingegen auf den Standorten des Seggen-Hangbuchenwaldes (35, 36) bis zum Boden vordringende Strahlung sorgt schon in der Frühjahrmessung für nahezu gleiche Luft- und Oberflächentemperaturen. Letztere liegen ca. 4°C über den Werten der anderen Standorte. Im weiteren zeitlichen Verlauf werden die Auswirkungen der

vollständigen Belaubung, unterstützt durch den geringeren Anteil an Strahlungswetterlagen, deutlich: Die Unterschiede zu den anderen Standorten vor allem in den Bodentemperaturen verringern sich, gleichzeitig vergrößert sich die Differenz zwischen Boden- und Luftwerten des durch eine stark deckende Baumschicht gekennzeichneten Seslerio-Fagetum (Aufnahme 36) um 3°C. Dagegen grenzt Aufnahme 35 an einen nur mit einer Krautschicht bedeckten Hangrutschung. Durch die vermehrte direkte Sonneneinstrahlung über den gesamten Meßzeitraum hinweg, weist dieser Standort durchgehend der Lufttemperatur gleichwertige Temperaturen an der Bodenoberfläche auf.

Ein Blick auf die mittleren Wärmehzahlen der Gesellschaften zeigt, daß sich die wärmeren Standorte der Seggen-Hangbuchenwälder bei einer Berücksichtigung des Deckungsgrades (Abundanz) nur wenig, und daher sehr unzuverlässig von den anderen, deutlich kälteren absetzen. Bei einer einfachen Gewichtung ist überhaupt kein Unterschied mehr erkennbar, bzw. es werden sogar Werte erhalten, die auf einen kühleren Standort hinweisen.

Durchschnittl.							
Wärmehzahl der	5,0	5,2	-	5,0	4,9	5,3	(Abund.-gew.)
Aufnahmen:	5,2	5,2	-	5,1	5,5	5,3	(einfach gew.)



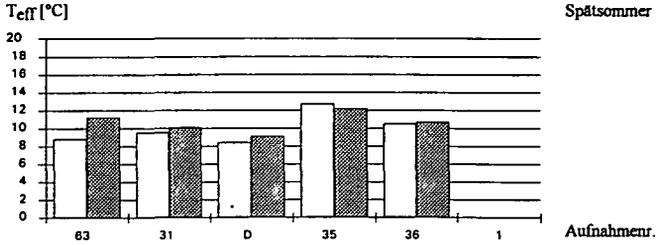
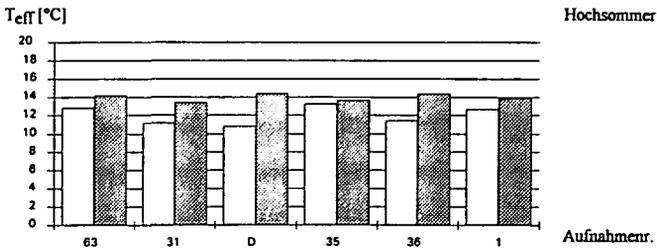
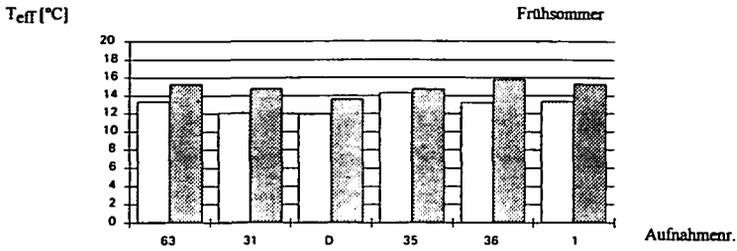
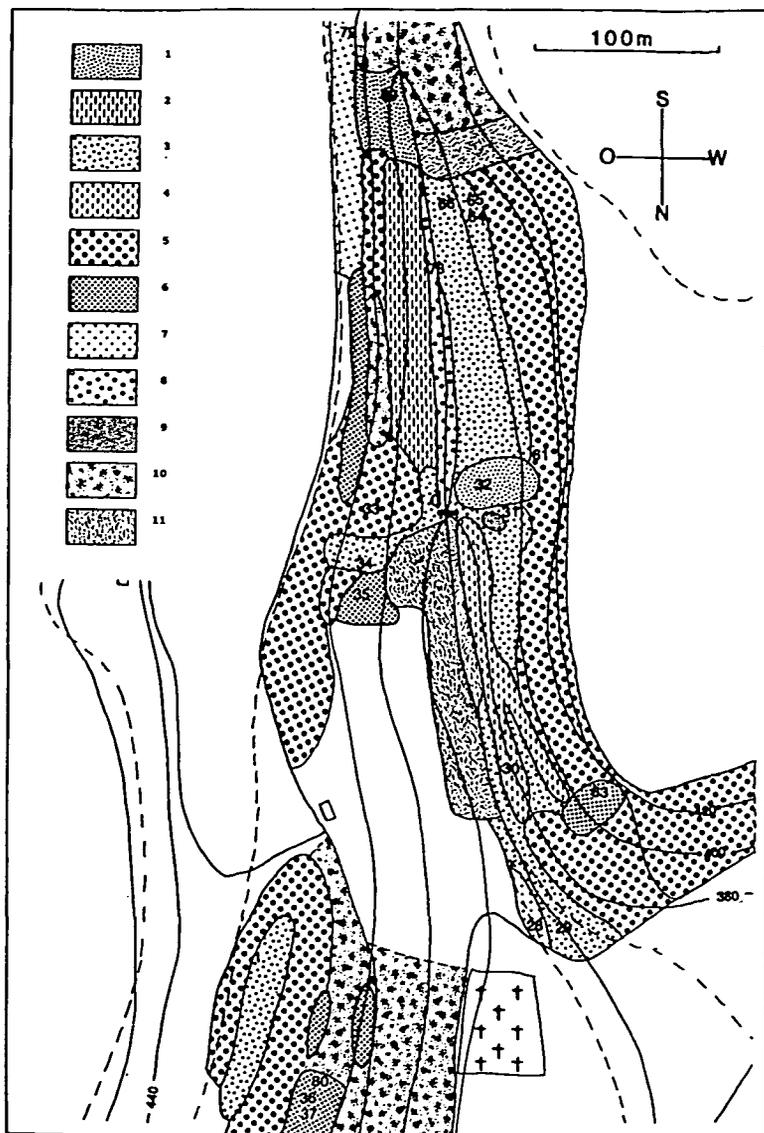


Abb. 10. Tobelquerschnitt (Meßperioden I - IV)

Aufnahme	78	89	32	1	31	34	64	65	66	29	30	61	33	63	35	36	37	80	28	79
Gesellschaftstyp	CPQ	HBW	HBW	APT	APT	APT	APO	APO	APP	APP	AAF	BuL	BuO	CPa	SPa	SPa	SPa	SPa	GCP	GCT
Höhe (m ü. NN)	393	400	395	427	400	409	401	401	397	370	380	405	411	408	411	425	425	425	378	427
Neigung (°)	0	40	50	0	55	45	10	15	45	0	40	45	50	50	55	40	45	50	55	55
‡ B	40	50	30	60	90	30	85	20	80	55	50	85	90	90	65	55	30	10	65	80
‡ S	5	60	55	20	20	5	15	85	40	25	20	5	0	5	5	20	30	15	10	20
‡ K	70	90	95	95	50	80	85	80	80	90	80	5	10	10	70	65	85	70	80	75
Ges. AZ	24	33	29	31	30	28	20	25	32	43	28	17	21	28	37	33	41	38	26	38

Tabelle XV: Waldgesellschaften bei Wanghausen (Weitere Informationen zu einzelnen Gesellschaften vgl. die Tabellen im Anhang.)



Karte 7: Lage der Aufnahmeflächen und Verteilung der Vegetationseinheiten bei Wanghausen.

Legende vgl. Karte 5, zusätzlich:

- 8 = *Carici remotae-Fraxinetum*
- 9 = Kalk-Quellfluren

Durchschnittl. Wärme-	4,9	4,7	(Abundanz-gew.)
zahl der Aufnahmen:	5,5	5,5	(einfach gew.)

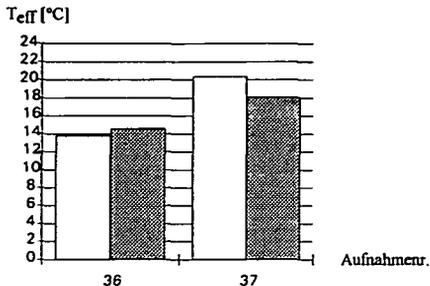


Abb. 11: Vergleich zweier benachbarter Seslerio-Fageten (Meßperiode I).

Im Vergleich zweier direkt benachbarter Seslerio-Fageten kann nochmals die Bedeutung der Bestandesstruktur bei gleichem Geländeklima aufgezeigt werden. Durch die noch unbelaubte Baumschicht auf Standort 36 begünstigt direkte Strahlung gleichermaßen die Temperatur der Bodenoberfläche und des Luftraumes. Trotzdem sind die Unterschiede zum benachbarten baumfreien Bestand 37 enorm. Die Temperatur der Bodenoberfläche liegt hier um 6°C, die Lufttemperatur um fast 4°C höher. Auch unbelaubte Baumbestände vermögen also die direkte Sonnenstrahlung erheblich einzuschränken.

5.7 St.Radegund

Der hier betrachtete Tobel unterscheidet sich in mehrfacher Weise von den bisherigen. Durch seine Lage im wärmezeitlichen Endmoränengürtel fehlen ihm die prägenden Nagelfluhbänke. Demzufolge vermißt man hier gutausgebildete Seggen-Hangbuchenwälder bzw. Eichen-Hainbuchenwälder. Beginnend an der Verbindungsstraße zwischen St.Radegund und Wanghausen zieht er sich zunächst als flaches Muldentälchen bis zu einem kleinen Steinbruch westlich der Straße zwischen St. Radegund und Schwabenlandl. Bis hierher ist der Talbereich von Grünlandnutzung gekennzeichnet.

In seinem weiteren Verlauf prägen nun intensive anthropogene Eingriffe die verschiedenen Waldgesellschaften. Ein aus Bauschutt geschaffener Weg füllt den Tobelgrund vollständig aus und führt bis unterhalb der wasserstauenden Schichten. Grundsätzlich gilt auch hier die typische standörtliche Abfolge der Waldgesellschaften, die jedoch durch zahlreiche, vom Menschen mitbedingte Vegetationstypen unterwandert ist. So findet man hier neben kleinen Fichtenschonungen und initialen Waldstadien auf gerodeten Flächen inmitten der Buchenbestände der Oberhänge kleinflächige Schlagflurgesellschaften, die sich in Lichtlücken ansiedeln.

Der sich nun anschließende Teil ist noch überwiegend naturnah erhalten. Beiderseits des Bächleins konnte sich eine zunächst schmale, dann etwas breitere Bachterrasse ausbilden, auf der ein Bach-Eschenwald stockt.

Ausgedehnte Buchen-Hochwälder erstrecken sich an den sich nördlich und südlich anschließenden Hangbereichen des sich öffnenden Tobels. In feuchten Hangrinnen und -mulden gesellt sich die Esche hinzu. In diesen Wäldern tritt die Wimper-Segge (*Carex pilosa*) oft flächendeckend auf, wobei sie aber auch die feuchteren Standorte des Aceri-Fraxinetums nicht meidet. Im nördlichen Teil des Durchbruchtales kann sie nicht mehr nachgewiesen werden. Ihren Verbreitungsschwerpunkt innerhalb des Untersuchungsgebiet haben hier weiterhin *Aposeris foetida* (Hainsalat) und *Allium ursinum* (Bärlauch). Als floristische Besonderheit kommt die Berg-Flockenblume (*Centaurea montana*) vor.

Durch fünf nebeneinanderliegende, und damit durch gleiches Geländeklima ausgezeichnete Standorte, bot sich hier eine günstige Gelegenheit die Auswirkung von unterschiedlichen Bestandesstrukturen auf die Effektivtemperatur zu untersuchen. Bei E handelt es sich um einen initialen Pionierstandort auf sandigem Untergrund, der von *Tussilago farfara* und *Fragaria vesca* dominiert wird. F bildet dessen Fortsetzung, ist aber mit ca. 1,5 m hohen Sträuchern und einer dichten Krautschicht bedeckt. G stellt einen Stangenholzbestand dar, der die gesamte Hangpartie einer vormaligen Rodungsfläche einnimmt.

Aus dem zeitlichen Verlauf der Meßergebnisse wird folgendes deutlich. Die Meßperioden II und III sind nahezu gleichwarm. Die erheblichen Unterschiede bei E können hier auf die erhöhte Anzahl an Strahlungstagen im Frühsommer zurückgeführt werden, die hier eine starke Erwärmung des nur spärlich bedeckten, sandigen Untergrunds bewirken. Ebenfalls auf diese zurückzuführen, ist die von Frühsommer zu Hochsommer zurückgehende Differenz zwischen Oberflächen- und Lufttemperaturen. Im Spätsommer sind alle gemessenen Effektivtemperaturen, den meteorologischen Mitteltemperaturen entsprechend, deutlich zurückgegangen. In ihren Bodentemperaturen unterscheiden sich die Bestände jetzt kaum mehr voneinander. Der insgesamt stärkere Rückgang bei E ist auf das nun vermehrte Ausbleiben hoher Temperaturen, die ja mit höherem Gewicht in die Meßwerte eingehen, zurückzuführen. Das Temperaturgefälle hat sich hier umgekehrt.

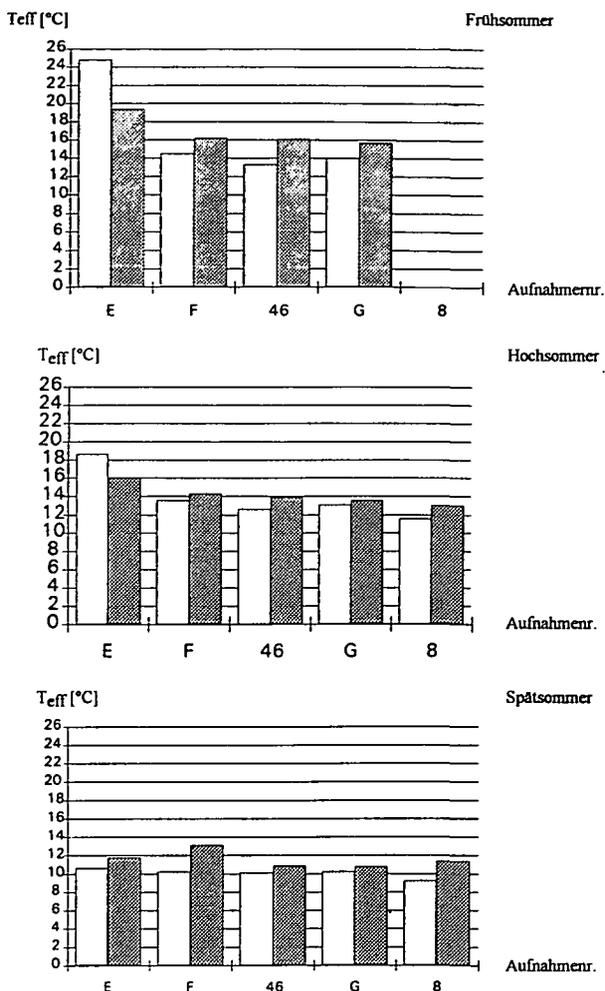
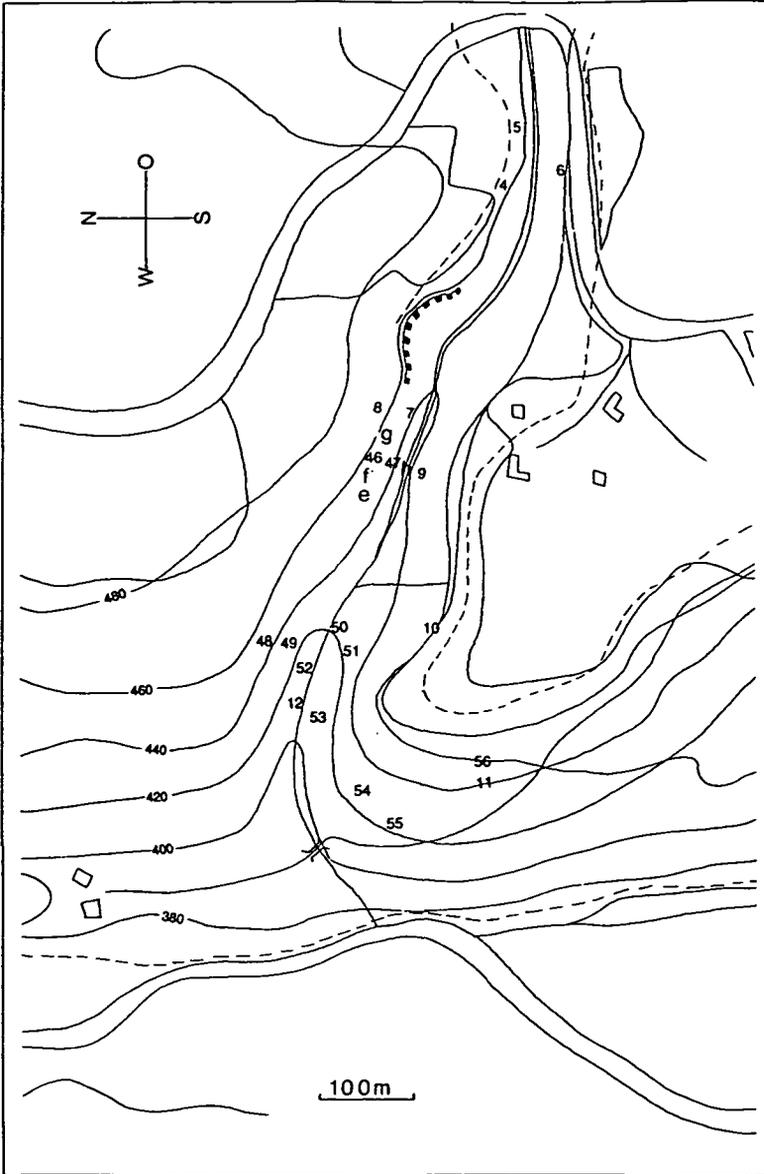


Abb. 12. Sukzessionsstadien (Meßperioden II - IV)

Zusammengefaßt kann also folgendes gesagt werden: Das frühe Pionierstadium hebt sich umso deutlicher von den anderen Beständen ab, je stärker der Einfluß direkter Strahlung ist. Gleichzeitig ist es durch über den Lufttemperaturen liegende Oberflächentemperaturen charakterisiert. Alle anderen Standorte unterscheiden sich nur schwach voneinander. Lediglich die Bodentemperaturen der Gebüschstadien (F, G) sind in den warmen Meßperioden wärmer als im Buchenwald (Aufnahme 46), was jedoch vor allem durch dessen vollständige Bedeckung mit *Carex pilosa* zu erklären ist. Die Bodentemperaturen des Aceri-Fraxinetum (Aufnahme 8) sind um ca. 1°C kühler.



Karte 8: Lage der Aufnahmeflächen bei St. Radegund

Durchschnittl. Wärme-	5,4	5,1	5,0	5,7	5,2	(Abundanz-gew.)
zahl der Aufnahmen:	5,0	5,2	5,1	5,2	5,4	(einfach gew.)

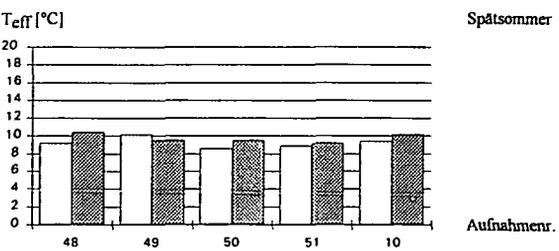
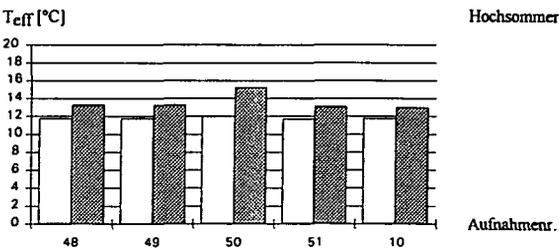
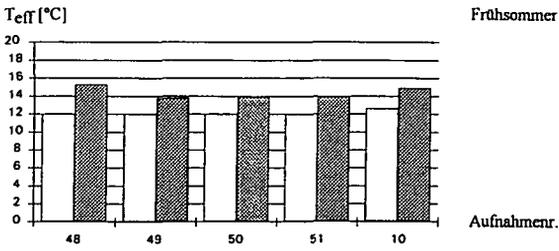
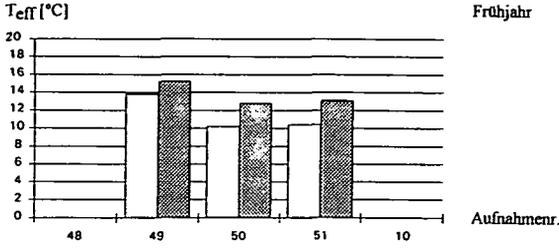


Abb. 13. Tobelquerschnitt (Meßperioden I - IV)

TABELLE XVI Waldgesellschaften bei St.Radegund (Weitere Informationen zu einzelnen Gesellschaften vgl. die Tabellen im Anhang).

Aufnahme	52	12	54	47	53	55	6	51	9	50	10	7	11	56	49	4	8	48	46	5
Gesellschaftstyp	CF	CF	APT	APT	APT	APO	APO	APO	APO	APO	APO	BuG	BuG	BuG	BuL	BuL	BuL	BuA	BuA	BuA
Höhe [m ü. NN]	410	408	411	441	411	408	460	433	440	420	460	442	440	443	426	462	465	460	460	465
Neigung [°]	0	0	0	60	5	10	40	45	40	5	20	50	25	0	50	30	45	40	50	35
⊥ B	65	70	60	90	80	70	80	85	90	60	80	95	95	85	80	85	95	95	95	85
⊥ S	5	5	5	25	5	50	5	15	30	30	0	5	0	0	10	20	5	15	5	10
⊥ K	100	95	100	30	55	80	85	55	75	95	95	80	60	50	50	35	70	10	55	10
Ges. AZ	26	34	32	22	31	23	26	26	17	27	20	27	26	25	23	25	24	16	13	11

Abb. 13. zeigt die Effektivtemperaturen eines Tobelquerschnitts. Im jahreszeitlichen Verlauf bestätigen sie insgesamt die Ergebnisse der anderen Tobel.

Aus den Messungen des Frühjahrs wird die differenzierende Wirkung der direkten Strahlung auf die noch unbelaubten Bestände deutlich. Der Tobelgrund (50) und der nordexponierte Unterhang (51) kommen nicht in den Genuß direkter Strahlung. Ihr noch winterkalter Boden ist um ca. 3°C kühler als ihr Luftraum. Die Bodentemperaturen des südexponierten Bestandes (49) sind dagegen schon um 4°C wärmer, sie liegen nur wenig unterhalb ihrer Lufttemperatur. Obwohl dieser Standort nur 10 m über dem Tobelgrund liegt, ist der Einfluß direkter Strahlung und die damit verbundene Erwärmung schon erheblich.

Im Frühsommer hat der Einfluß direkter Strahlung fast völlig an Bedeutung verloren. Dies zeigt sich besonders an Standort 49, dessen Effektivtemperaturen in beiden Meßhöhen um 2°C unter denen des Frühjahrs liegen. Auch fallen sofort die nahezu identischen Bodentemperaturen aller Standorte ins Auge. Die Lufttemperaturen im unteren Tobelbereich unterscheiden sich gleichfalls nicht mehr voneinander. Lediglich die Lufttemperaturen der Oberhängen (48, 10) liegen um 1°C höher.

Der Hochsommer zeigt nun überraschende Verhältnisse. Obwohl die meteorologische Mitteltemperatur derjenigen des Frühsommers gleicht, haben sich die Bodentemperaturen, trotz des im Vergleich zum Frühsommer höheren Ausgangsniveaus, alle geringfügig erniedrigt. Bei den Lufttemperaturen zeigt sich diese Tendenz ebenfalls, nur daß jetzt insgesamt eine Umkehrung der Werte im Querschnitt durch den Tobel auftritt. An den Standorten der Oberhänge ist die Abnahme größer als an den Unterhängen, sie sinkt dort noch unter das Niveau letzterer. Besondere Temperaturverhältnisse herrschen nun aber im Grunde des Tobels. Hier liegt die Lufttemperatur noch über derjenigen des Frühjahrs und besonders deutlich (um ca. 2°C) über denjenigen der angrenzenden Hänge. Eine Erklärung für diese Besonderheit, die in schwächerer Ausprägung auch bei Wanghausen auftritt, konnte jedoch nicht gefunden werden.

Im Spätsommer findet sich wiederum eine starke Abkühlung an allen Standorten, was besonders deutlich aus den Werten des Luftraumes hervorgeht. Die Differenz zwischen Boden- und Lufttemperatur ist nun überall minimal, ein Hinweis auf die im Verlauf des Jahres gespeicherte Wärme im Oberboden.

Ein Vergleich der durchschnittlichen Wärmehzahlen der Standortsvegetation ergibt keine Differenzierung bzw. Korrelation mit den Werten der Temperaturmessungen.

Abschließend soll noch eine vergleichende Betrachtung der Tobel untereinander angeführt werden, was am besten mit den Standorten im Tobelgrund gelingt. Aus den Meßergebnissen wird die große Ähnlichkeit der tiefeingeschnittenen Tobel bei Wanghausen und St.Radegund, aber auch bei Weng sichtbar. Insbesondere die Bodenoberflächentemperaturen zeigen im jahreszeitlichen Verlauf eine große Übereinstimmung. Ähnliches gilt auch für die Lufttemperaturen. Weniger deutlich als

bei St.Radegund, aber dennoch auffallend, tritt im Tobelgrund bei Wanghausen die hohe Lufttemperatur im Hochsommer hervor. Der Tobel bei Ach ist aufgrund seiner nur geringen Eintiefung hinsichtlich seiner Wärmeverhältnisse am wenigsten stark differenziert.

5.8 Ergebnisse der wärme Klimatischen Untersuchungen und zusammenfassende Diskussion der Methode

Aus der vorliegenden Untersuchung der wärme Klimatischen Verhältnisse können zusammenfassend folgende Ergebnisse formuliert werden.

1. Die Effektivtemperaturen der einzelnen Meßperioden spiegeln gut die Veränderung der Wärmeverhältnisse im Jahresverlauf wieder. Sie zeigen aber nur bedingt eine Korrelation mit den Temperaturmitteln meteorologischer Messungen. So ist insbesondere der Spätsommer deutlich kühler als das Frühjahr, obwohl beide Meßperioden hinsichtlich ihres meteorologischen Mittels dieselben Werte aufweisen.
2. Aus den Frühjahrmessungen wird, bei noch unbelaubter Baumschicht, der Einfluß direkter Strahlung besonders deutlich. Dies gilt für alle Standorte, die aufgrund ihrer topographischen Lage überhaupt erst der direkten Strahlung zugänglich sind. Vor allem die strahlungsexponierten Oberhänge weisen sich dabei durch über den Lufttemperaturen liegende Temperaturen der Bodenoberfläche aus.
3. Ab einer bestimmten Höhenlage oberhalb des Tobelgrundes, welche von der Größenordnung des Tobelquerschnitts und von der Abschirmung durch gegenüberliegende Waldbestände abhängt, sind selbst tief im Tobel gelegene Standorte durch eine Wärmegunst gekennzeichnet.
4. Die Oberflächentemperaturen nicht der direkten Strahlung ausgesetzter Standorte liegen immer unterhalb der Temperatur des Luftraumes, wobei sich deren Differenzen zum Spätsommer hin, aufgrund der verzögerten Erwärmung und der Wärmespeicherkapazität des Bodens, verringern.
5. In der Sukzessionsreihe von einer initialen Pioniergesellschaft zur standortstypischen Waldgesellschaft hebt sich erstere im Frühjahr und Frühsommer mit deutlich höhere Temperaturen ab. Durch höhere Bodenoberflächentemperaturen ist außerdem der Temperaturgradient umgekehrt. Alle anderen Stadien unterscheiden sich nur wenig voneinander. Lediglich die Bodentemperaturen des Mullbuchenwaldes liegen um 1°C niedriger.
6. Die Unterschiede zwischen Oberflächen- und Lufttemperatur jedes Standortes eines Tobelquerschnitts sind meist größer, als die Unterschiede zwischen den Standorten selbst.

7. Ein Temperaturgefälle, das aus strahlungstheoretischen Betrachtungen heraus zu erwarten wäre, ist nur schwach ausgeprägt. Im Hochsommer hat sich dieses umgekehrt. Der Tobelgrund ist nun in seiner Lufttemperatur wärmer als die angrenzenden Hangbereiche.
8. Bei Waldgesellschaften ähnlichen strukturellen Aufbaus sind die Effektivtemperaturen nicht vom Gesellschaftstyp abhängig.
9. Die ermittelten durchschnittlichen Wärmehzahlen korrelieren nicht mit den Effektivtemperaturen des Standorts. Dies gilt selbst für die thermophilen Seggen-Hangbuchenwälder.
10. Im allgemeinen sind die Wärmeverhältnisse der Standorte eines Tobelquerschnitts im Spätsommer am ausgeglichensten. Sie unterscheiden sich kaum mehr voneinander.

Diese Ergebnisse sind nur als vorläufig zu betrachten. Eine Absicherung durch eine größere Anzahl von Parallelmessungen und ein engmaschigeres Netz von Meßstellen ist anzustreben, was besonders für "unerwartete" Ergebnisse wie in 7. oder 9. gilt.

Die hier angewandte Methodik eignet sich gut zur Charakterisierung der "wahren" Wärmeverhältnisse eines Standorts. Sie liefert Mitteltemperaturen über einen zu definierenden Zeitraum hinweg, die, anders als meteorologische Temperaturmittel, die Temperaturabhängigkeit physiologisch-chemischer Reaktionen mit einbeziehen. Höhere Temperaturen gehen also mit höherem Gewicht in die Messung ein.

Die Genauigkeit der Methode ist von verschiedenen Autoren (vgl. auch Kap. 3.2.1) untersucht worden. Für Probelösungen, die aus einer Herstellungsserie stammen, ist die Meßgenauigkeit nur durch die Präzision der polarimetrischen Messung bestimmt (PALLMANN et al. 1940). Die Vergleichbarkeit verschiedener Herstellungsserien ist dagegen stark von einer Fehlmessung bei der Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration abhängig (KUNDLER 1954).

Bei der praktischen Anwendung der Methode im Gelände erwiesen sich die bei der Herstellung der Lösungen möglichen Fehler dagegen als zweitrangig. Dies fällt schon bei einem Vergleich der Meßwerte von Parallelmessungen, insbesondere an der Bodenoberfläche, auf. Hier treten oftmals große Differenzen auf, die die meßtechnisch bedingten Ungenauigkeiten überwiegen. Da die Temperaturverhältnisse, vor allem der Bodenoberfläche, stark von deren Feuchtigkeitsgehalt und organischen Auflage abhängen und sich daher kleinräumig stark unterscheiden, müssen eine große Anzahl von Parallelmessungen durchgeführt werden, um genaue Werte zu erhalten.

Ob dies notwendig ist, hängt von der Leistungsfähigkeit und Aussagekraft der Methode ab. Wie schon in Kapitel 5.1. dargelegt, handelt es sich bei der ermittelten Effektivtemperatur T_{eff} , zumindest im Untersuchungsraum nicht um einen selektiv wirkenden Standortfaktor. Mit diesem Hintergrund sollten auch die erhaltenen Meßergebnisse gesehen werden. Versuche, wie die von GRÜLL und KVET (1976), die

Verschiedenartigkeit der Effektivtemperaturen des Oberbodens unterschiedlicher Standorte mit einer Mannigfaltigkeit der Vegetationstypen im Mährischen Karst ursächlich zu korrelieren, übersteigen die Leistungsfähigkeit und Aussagekraft der Zuckerinversionsmethode, bzw. bedürfen einer genaueren Überprüfung anderer mikroklimatischer und bodenkundlicher Standortfaktoren. Denn: Auf Korrelationen zwischen Vegetationstyp und den erhaltenen Meßergebnissen kann auch im vorliegenden Falle hingewiesen werden. Nur sollten diese nicht ohne genauere Überprüfung mit einem Anspruch der Ursächlichkeit versehen werden.

Die Stärke der verwendeten Methode liegt in einem anderen Bereich. Sie ermöglicht eine einfache und wenig aufwendige Charakterisierung der Wärmeverhältnisse eines Standorts, unter Berücksichtigung einer wichtigen Eigenschaft physiologisch-chemischer Reaktionen: deren Geschwindigkeitsabhängigkeit von der Temperatur. Zusätzlich zur Ermittlung meteorologischer Mitteltemperaturen würde sie eine sinnvolle Ergänzung bieten.

6 Flora und Naturschutz

Jede zwangsläufig wertorientierte naturschutzfachliche Planung und Konzeption ist darauf angewiesen, über ein breites Feld an Bewertungsgrundlagen zu verfügen. Eine nur einseitige und selektive Bewertung von komplexen, vernetzten Systemen mit vielerlei Abhängigkeiten geht an den natürlichen Gegebenheiten vorbei und führt zu Fehlbeurteilungen (WALENTOWSKI, H. ; RAAB, B.; ZAHLHEIMER, W.A. 1990).

6.1 Vorkommen gefährdeter und seltener Pflanzenarten

Rote Listen gefährdeter Pflanzen und Tiere stellen Daten über die Gefährdung der einzelnen Arten zur Verfügung und geben dadurch dem Artenschutz eine dringend benötigte Grundlage für die Entwicklung sinnvoller Strategien und Maßnahmen in die Hand. Sie sind aber kein Instrumentarium, welches einzig und allein über Argumentationen und daraus resultierende Forderungen des Naturschutzes bzw. über den Naturschutzwert einer Landschaft entscheidet, sondern vielmehr ein Aspekt unter vielen. Unter dem Gesichtspunkt eines Teilaspektes in einer möglichst breit angelegten naturschutzfachlichen Planung besitzen sie aber zweifelsohne einen hohen Stellenwert.

Insgesamt konnten 273 Pflanzenarten im Bereich der untersuchten Standorte nachgewiesen werden, von denen 24 Arten auf der Roten Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen Oberösterreichs (NIKLFELD, H. 1986) stehen. Einen Überblick über die gefährdeten Arten gibt Tabelle 3.

Tab. 3: Gefährdete Farn- und Blütenpflanzen in Waldstandorten des Salzachdurchbruchs
(Österreich, Oberösterreich: NIKLFELD 1986; Bayern: LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ 1986)

	Oberösterreich	Österreich	Bayern
<i>Asplenium viride</i> (nur ein Exemplar auf feuchtem Hangschutt)	r	-	-
<i>Calamagrostis canescens</i> (selten in Quellwäldern bei Werfenau)	r!	3	-
<i>Campanula glomerata</i> (sehr selten in mullreichen Buchenwäldern)	r	-	-
<i>Carex davallina</i> (sehr selten in Quellwäldern bei Werfenau)	r	-	-
<i>Cx. flava</i> (selten in Quellwäldern bei Werfenau)	r	-	-
<i>Cx. paniculata</i> (nur vereinzelt bei Werfenau)	r	-	-
<i>Cx. vulpina</i> (selten in Quellwäldern bei Werfenau)	3	3	-
<i>Cephalanthera damasonium</i> (sehr selten in lichten Wäldern)	r	-	-
<i>C. rubra</i> (selten in offenen Hangwäldern)	r	-	-
<i>Dactylorhiza maculata</i> (sehr selten in Quellwäldern)	-	-	3
<i>Epipactis helleborine</i> (sehr selten in lichten Wäldern)	r	-	-
<i>Equisetum hyemale</i> (häufig an wasserzügigen Standorten)	r	-	-
<i>Galium glaucum</i> (sehr selten in offenen Hangwäldern)	r	-	-
<i>Hieracium caesium</i> (sehr selten in lichten Wäldern)	-	-	3
<i>H. glaucum</i> (sehr selten in lichten Wäldern)	-	-	4
<i>Juncus conglomeratus</i> (häufig an feuchten, gestörten Orten)	3	3	-
<i>Juniperus communis</i> (sehr selten oberhalb der Nagelfluh)	r	-	-
<i>Nasturtium officinale</i> (sehr selten an lichten Wasseraustritten)	3	3	-
<i>Petrorhagia saxifraga</i> (sehr selten auf exponierten Felsen)	r	-	-
<i>Philadelphus coronarius</i> (ein Exemplar, anthropogen ?)	4	4	-
<i>Populus alba</i> (sehr selten in feuchten Hangverebnungen)	r	-	-
<i>P. nigra</i> (sehr selten in feuchten Hangverebnungen)	r	-	3
<i>Ranunculus polyanthemus</i> (sehr selten in lichten Wäldern)	3	3	-
<i>Senecio integrifolius</i> (sehr selten in lichten Wäldern)	0	3	-
<i>Stachys germanica</i> (sehr selten an warmen, lichten Standorten)	3	3	-
<i>Taxus baccata</i> (ein älteres Exemplar in einem Hangwald)	3	3	-
<i>Thalictrum flavum</i> (sehr selten im Umfeld der Quellwälder)	2	2	-

Gefährdungsstufen:	0	ausgerottet, ausgestorben oder verschollen
	1	vom Aussterben bedroht
	2	stark gefährdet
	3	gefährdet
	4	potentiell gefährdet
	r!	stärker gefährdet als im gesamten österreichischen Bundesgebiet
	r	gefährdet, und zwar in Stufe 0,1,2 oder 3

Die Anzahl der gefährdeten Arten mag im Vergleich zu manch anderen kleinflächigen Biotoptypen gering erscheinen, was allzu leicht, auch gerne in planerischer Hinsicht, mit einer minderen Wertigkeit der betrachteten Standorte gleichgesetzt wird. Es soll deshalb noch auf einige Arten hingewiesen werden, für die zwar keine Einstufung der Gefährdung vorliegt, die aber aufgrund ihrer Seltenheit besonders beachtenswert erscheinen und somit bei einer Bewertung der Standorte mitbetrachtet werden sollten.

<i>Aconitum vulparia</i>	sehr selten, kleiner Bestand an einem Unterhang bei Wanghausen
<i>Allium ursinum</i>	selten in frischen Buchenwäldern bei Radegund
<i>Anemone ranunculoides</i>	sehr selten, kleiner Bestand an einem Hangfuß bei Wanghausen
<i>Anthericum ramosum</i>	selten, in offenen Hang-Buchenwäldern
<i>Aquilegia atrata</i>	sehr selten, einzelne Exemplare in Hangverebnungen bei Heilbrünnl
<i>Arabis sagittata</i>	selten, auf offenen, baumfreien Nagelfluhbänken
<i>Berberis vulgaris</i>	wenige Exemplare in Hang-Buchenwäldern bei Wanghausen
<i>Calamintha sylvatica</i>	sehr selten, offene Hangwälder bei Wanghausen
<i>Centaurea montana</i>	nur ein Exemplar in einem Hangfußwald bei Radegund
<i>Convallaria majalis</i>	zerstreut in Seggen-Hangbuchenwäldern
<i>Cotoneaster tomentosus</i>	nur ein Exemplar am Rande eines Hang-Buchenwaldes
<i>Crepis paludosa</i>	selten, als Begleiter an Wasserrinnen
<i>Hypericum perforatum</i>	selten in offenen Hangwäldern
<i>Lembotropis nigricans</i>	sehr selten, an Rändern offener Hang-Buchenwälder
<i>Lilium martagon</i>	zerstreut in Mullbuchenwäldern, oft an Wildwechsell!
<i>Listera ovata</i>	selten, in Buchenwäldern bei Heilbrünnl / Werfenau
<i>Petrorhagia saxifraga</i>	nur ein Exemplar auf einem Felsen gegenüber Burghausen
<i>Phegopteris connectilis</i>	nur ein Exemplar in einem bodenfeuchten Bestand bei Heilbrünnl
<i>Pimpinella saxifraga</i>	selten, auf baumfreien Nagelfluhbänken
<i>Scilla bifolia</i>	nur wenige Exemplare bei Werfenau
<i>Taxus baccata</i>	nur ein Exemplar in den steilen Hangwäldern gegenüber Burghausen
<i>Teucrium chamaedrys</i>	sehr selten, in offenen Hang-Buchenwäldern bei Wanghausen
<i>Verbascum lychnitis</i>	nur ein Exemplar im Sesterio-Fagetum
<i>Viola collina</i>	sehr selten, in offenen Hang-Buchenwäldern bei Wanghausen

6.2 Biotopschutz

Ein bloßer Artenschutz genügt heute noch weniger als früher, da das Zurückgehen und Verschwinden vieler Pflanzenarten seine Ursache in der Biotopzerstörung und Biotopveränderung hat. In der oft sehr engen Bindung der Pflanzenarten an bestimmte Biotoptypen liegt deshalb ein entscheidender Schlüssel für das Ausmaß ihrer Gefährdung. Inzwischen ist diese Bedeutung erkannt worden und es wurden eigene Rote Listen bedrohter Pflanzengesellschaften erstellt. Sie stellen zumal für die an Rote Liste-Arten grundsätzlich ärmeren Waldgesellschaften ein wichtiges Bewertungskriterium dar.

Aufgrund der vorläufigen Roten Liste für Bayern (WALENTOWSKI et al. 1992), deren Gültigkeit hier auch für die grenznahen Gebiete angenommen wird, sollen im folgenden die im Gebiet vorgefundenen Gesellschaften hinsichtlich ihrer Gefährdungseinstufung betrachtet werden.

Erlen-Eschenwälder kommen in ausgedehnten Beständen als Quellwälder lediglich bei Werfenau vor. Daneben sind sie kleinflächig an Quellnischen der Hänge vorhanden. Das Carici remotae-Fraxinetum und das Equiseto telmatejæ-Fraxinetum sind als gefährdet (3) eingestuft. Sie beherbergen mehrere geschützte und im Gebiet seltene

Arten und stellen darüber hinaus einschließlich der sich ihnen im Hangbereich anschließenden Kontaktgesellschaften die naturnahsten Bestände dar. Sie sind deshalb unbedingt schützenswert. Gefahr droht ihnen vorwiegend durch die flächige Aufforstung mit Fichten oder Eschen und durch Kahlschläge größeren Ausmaßes an den Oberhängen bei Werfenau.

Die **Kalktuffgesellschaften** wurden hier nicht näher behandelt. Sie treten jedoch im Gebiet sowohl im Kontakt mit Erlen-Eschenwäldern und Bergahorn-Eschenwäldern, als auch innerhalb von Pioniergesellschaften im Bereich der Quellhorizonte auf und stehen nach SCHRAG (1985) an erster Stelle der schutzwürdigen Biotope im Bereich der Salzachleiten. In Bayern sind sie in ihrer Ausbildung mit *Cochlearia pyrenaica* (Pyrenäen-Löffelkraut) als stark gefährdet (2) eingestuft und wie die anderen Ausbildungen praktisch nicht restituierbar.

Bergahorn-Eschenwälder sind im Untersuchungsgebiet die häufigsten Waldgesellschaften und besiedeln die unteren Bereiche sowohl der Tobel, als auch der Salzachleiten. Aufgrund ihrer Unzugänglichkeit sind sie überwiegend naturnah erhalten und bieten mit ihrer vielfältigen, "urwaldartigen" Bestandesstruktur ein Refugium vor allem auch für verschiedene Tiere (Rotwild, Fuchs, zahlreiche Vogelarten). Alle drei vorkommenden Ausbildungen der Bergahorn-Eschenwälder gelten als praktisch nicht restituierbar und sind als stark gefährdet (2) (*Aceri-Fraxinetum*), potentiell gefährdet (P) (*Phyllitido-Aceretum*) bzw. mit unbekanntem Gefährdungsgrad (*Arunco-Aceretum*) eingestuft. Die Wälder werden überwiegend nur plenterartig genutzt, sind aber im Bereich siedlungsnaher Tobel durch Holzeinschlag, ausgehend vom Tobelgrund, oft stärker anthropogen beeinflusst. Manche kleineren Tobel sind auf potentiellen *Aceri-Tilietum*-Standorten vollständig mit Fichte aufgeforstet, was von mehreren Besitzern mit deren besseren hangfestigenden Wirkung gerechtfertigt wird.

Thermophile Waldgesellschaften sind im Gebiet in ihrem Vorkommen an die oberen Hangbereiche im Bereich der Nagelfluhbänke gebunden und nehmen dort nur noch vergleichsweise kleine Flächen ein. Sie beherbergen neben den Erlen-Eschen-Quellwäldern die höchste Zahl gefährdeter und seltener Pflanzenarten und müssen deshalb, zumal sie fast ausschließlich an die größeren, siedlungsnahen Tobel und die Steilabbrüche gebunden sind, als besonders schützenswert erachtet werden. In Bayern sind das *Carici-Fagetum* und das *Galio-Carpinetum* als stark gefährdet (3), sowie das *Seslerio-Fagetum* als potentiell gefährdet (P) eingestuft. Alle drei Gesellschaften gelten als praktisch nicht restituierbar.

Forstwirtschaftlich wenig genutzte **Mull-Buchenwälder** nehmen nur noch im Gebiet um Werfenau/Heilbrunnl und bei St. Radegund größere Flächen ein. In ihrer Ausbildung als *Galio odorati-Fagetum* (die Ausbildung als *Lathyro-Fagetum*, die für die angetroffenen Bestände am zutreffensten erscheint, wird hier nicht aufgeführt) werden diese Waldgesellschaften in Bayern als stark gefährdet (3) eingestuft. Sie sind auch im

Gebiet unbedingt schützenswert, da sie hier Reste der potentiell-natürlichen Vegetation darstellen, die sonst überwiegend in landwirtschaftliche Nutzflächen umgewandelt wurde.

Die untersuchten Tobel liegen in enger Benachbarung zu menschlichen Besiedlungen und sind deshalb stärker anthropogen beeinflusst. So dienen sie den angrenzenden Bewohnern als Müllkippe (auch Kühlschränke!), der Abwasserentsorgung, der Wasserentnahme und dem Einschlag von Brennholz. Der Tobelgrund bei St. Radegund wird von der oberen Seite sukzessive mit Bauschutt (mit Hilfe von Traktoren!) aufgefüllt, und es scheint nur noch eine Frage der Zeit zu sein, bis er vollständig bis hinunter zur Aue zerstört ist. Die Tobel bei Ach und bei Wanghausen sind schon vor ca. 30 bzw. 70 Jahren teilweise mit Betonrinnen und "Staustufen" verbaut worden. Aus diesen offensichtlichen Gefährdungseinflüssen und der Tatsache, daß die Tobel in Siedlungsnähe eine Vielzahl verschiedener Pflanzengesellschaften, darunter die überwiegend an sie gebundenen und nur kleinflächigen thermophilen Wälder, eng benachbart aufweisen, ergibt sich eine besondere Schutzwürdigkeit für diese auch landschaftsgeschichtlich bedeutsamen geomorphologischen Kleinstrukturen.

Problematisch bei der Verwirklichung einer schonenden Nutzungsweise oder gar einer Unterschutzstellung dürften sich hierbei insbesondere die herrschenden Besitzstrukturen auswirken, aufgrund derer jeweils mehrere Besitzgrenzen privater Eigentümer die Tobel durchziehen und somit eine Verständigung erschweren könnten.

Fazit

Die Hangwälder des Salzachdurchbruchs können weniger mit einer reichhaltigen Ausstattung an Rote Liste-Arten aufwarten, die oft als vorrangiges Kriterium einer naturschutzfachlichen Bewertung dienen. Ihre potentielle Schutzwürdigkeit gründet sich, vielleicht mit Ausnahme der thermophilen Hang-Buchenwälder und der Erlen-Eschen-Quellwälder, vorrangig auf das Kriterium der "Natürlichkeit". So sind an den Salzachleiten vom Hangfuß bis zur oberen Hangkante vielfach noch Komplexe naturnaher Waldgesellschaften vorhanden.

7 Zusammenfassung

Die vorliegende Untersuchung befaßt sich mit der Waldvegetation des Salzachdurchbruchs bei Burghausen, insbesondere dessen Seitentobel auf österreichischer Seite. Die besonderen geologischen und geomorphologischen Verhältnisse, als Ergebnis der Landschaftsentwicklung seit dem Pliozän, zeigen sich in den wasserdurchlässigen Schichten des Quartärs und in den darunterliegenden wasserstauenden tertiären Schichten. Letztere bilden im gesamten Untersuchungsgebiet einen ergiebigen Quellhorizont. Häufige aktualmorphologische Prozesse, wie Bodenkriechen und flächenhafte Erosionsereignisse, sowie der Wechsel von Quellaustritten, Abflußbrinnen und Vernässungen zeigen die Bedeutung des Elements Wasser für die Differenzierung der Standortverhältnisse.

Weiter differenziert durch relief- und expositionsbedingte Strahlungsunterschiede, weisen die Tobel eine hohe Dichte unterschiedlicher Standortstypen auf, was sich in einem kleinräumigen und vielfältigen Vegetationsmosaik niederschlägt. Um eine Vorstellung dieses Mosaiks zu erlangen, wird in zwei Tobeln die Verteilung der Vegetationseinheiten in Kartenform dargestellt. Bei der Untersuchung der Vegetation können für das Untersuchungsgebiet 11 Waldgesellschaften (Assoziationen und ranglose Gesellschaften) nachgewiesen werden. Diese werden nach pflanzensoziologischen und ökologischen Gesichtspunkten gruppiert und in tabellarischer Form dargestellt.

Hervorzuheben sind die thermophilen Seggen-Hangbuchenwälder der südexponierten oberen Hangbereiche auf Nagelfluh und die ausgedehnten Quellwälder des Hangfußes bei Werfenau/Heilbrunnl. Sie weisen den höchsten Anteil der im Untersuchungsgebiet vorkommenden gefährdeten Pflanzenarten auf und sind, wie alle übrigen Waldgesellschaften, in Bayern als gefährdet bis stark gefährdet eingestuft.

Alle genannten Waldgesellschaften und die mit ihnen eng verzahnten aber hier nicht näher untersuchten Kontaktgesellschaften sind kennzeichnende Elemente der Hangvegetation im Durchbruchstal und stellen in ihrer standörtlichen Abfolge oft noch naturnahe Hangserien dar. Dieses Mosaik ist zwar noch im wesentlichen vorhanden, es droht aber durch Rodungen und unsachgemäßes Wiederaufforsten an Wert zu verlieren.

Insgesamt können 273 Farn- und Blütenpflanzen nachgewiesen werden, von denen 24 auf der Roten Liste gefährdeter Arten Oberösterreichs verzeichnet sind. Das starke Hinzutreten submediterraner, kontinentaler und präalpider Florenelemente zum mitteleuropäischen Florenelement kennzeichnet die florengeographische Übergangstellung des Raumes.

Die wärme-klimatischen Verhältnisse in vier Tobeln wurden mit Hilfe der Zuckerinversionsmethode hinsichtlich Exposition, Bestandesstruktur und Relief untersucht.

Im strahlungsreichen Frühjahr treten expositionsbedingte Temperaturunterschiede am deutlichsten hervor. Strahlungsexponierte Standorte weisen hohe, über den Lufttemperaturen liegende Bodentemperaturen auf, die bei gleichem Geländeklima stark durch die Struktur des Bestandes beeinflusst werden. Die in den Tobeln gelegenen Standorte sind hier noch durch winterkalte Böden gekennzeichnet. Diese Unterschiede gleichen sich im weiteren jahreszeitlichen Verlauf zunehmend aneinander an, was vor allem auf die nun vollständige Belaubung zurückzuführen ist. Ein dem Relief und der Exposition folgendes Temperaturprofil eines Tobelquerschnitts ist nur sehr schwach ausgeprägt; im Hochsommer haben sich die Temperaturverhältnisse umgekehrt und der Tobelgrund weist die höchste Lufttemperatur auf. Die Standorte sind im Spätsommer, als Folge der verzögerten Erwärmung des Bodens, durch eine geringe Differenz zwischen Boden- und Lufttemperaturen gekennzeichnet.

8 Literaturverzeichnis

AICHELE D. & H.W. SCHWEGLER (1991): Unsere Gräser — 10. Auflage.

BECKHOFF H. & M. SEIFERT (1986): Die Waldvegetation des Vogelsangbachtals und seine Schutzwürdigkeit. — Decheniana 139: 148-177, Bonn.

- BERTHET P. (1960): La mesure écologique de la température par détermination de la vitesse d'inversion du saccharose. — *Vegetatio* 9: 197-207, Den Haag.
- BIEDERBICK K.-H. (1991): Untersuchungen zur reliefbedingten Variation von Vegetation und Standort. — *Diss. Bot.* 176; Berlin, Stuttgart.
- BRAUN-BLANQUET J. (1964): *Pflanzensoziologie*, Berlin.
- BRESINSKY A. (1966): Zur Kenntnis des circumalpinen Florenelements im Vorland nördlich der Alpen. — *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 38: 5-67.
- BÜDEL J. (1944): Die morphologischen Wirkungen des Eiszeitklimas im gletscherfreien Gebiet. — *Geol. Rdsch.* 34, Stuttgart.
- CLOT F. (1990): Les érablaies européennes: essai de synthèse. — *Phycocoenologia* 18: 409-564, Berlin-Stuttgart.
- DIERSCHKE H. (1977): *Vegetation und Klima* (Rinteln, 24.-27.3.1975). — *Ber. d. Intern. Symp. d. Intern. Vereinigung f. Vegetationskunde*, Vaduz.
- DIERBEN K. (1990): Einführung in die Pflanzensoziologie (Vegetationskunde). *Wiss. Buchgesellschaft*, Darmstadt.
- DUNZENDORFER W. et. al. (1980): *Naturkundliche Wanderziele in Oberösterreich*. S.251-263, Linz.
- EBERS E., WEINBERGER L. & W. DEL NEGRO (1966): Der pleistozäne Salzachvorlandgletscher. — *Veröff. d. Bayer. Ges. f. Landeskunde e. V. München*, Heft 19-22.
- ELLENBERG H. (Hrsg.) (1986): *Ökosystemforschung — Ergebnisse des Sollingprojekts: 1966-1986*, Stuttgart.
- ELLENBERG H. (Hrsg.) (1992): *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. — *Scripta Botanica* 18, 2. Auflage.
- ELLENBERG H. (Hrsg.) (1986): *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. 4. Auflage, Stuttgart.
- FORST M. (1990): Vergesellschaftung, Ökologie und Naturschutzpotential schluchtwaldartiger Bestände im Regierungsbezirk Trier. — *Unveröff. Diplomarbeit an der Universität Trier*, 129 S.
- GADOW A. VON (1975): *Ökologische Untersuchungen in Ahorn - Eschenwäldern*. — *Diss.* 76 S., Göttingen.
- GEIGER R. (1930): *Mikroklima und Pflanzenklima*. — In: KÖPPEN, GRAZ, GEIGER: *Handbuch d. Klimatologie*. I/D, Berlin.
- GEIGER R. (1961): *Das Klima der bodennahen Luftschicht*. — *Die Wissenschaft* 78, Braunschweig.
- GERNDT S. (1976): *Unsere bayerische Landschaft*. 3. Auflage, München.
- GÖTZINGER G. (1925): Zur nacheiszeitlichen Talbildung der Salzach und des Inn oberhalb Braunau. — In: *Die Heimattagung in Salzburg* 31.8.-2.9.1925. S.27-37.
- GRÜLL F. & H. JERZ (1976): *Charakteristik der Bodentemperaturen in natürlichen Pflanzengesellschaften des Mährischen Karstes mit Anwendung der Invertzuckermethode*. — *Preslia* 48: 247-258, Praha.

- HABERMEHL E. (1913): Beitrag zur Kenntnis der geologischen Verhältnisse des Alz- und Salzachgebietes. — Diss. Königlich Technische Hochschule zu München.
- HARTMANN F.K. (1974): Mitteleuropäische Wälder. — Ökologie der Wälder und Landschaften 5, Stuttgart.
- HARTMANN F.K. & F. SCHNELLE (1970): Klimagrundlagen natürlicher Waldstufen und ihrer Waldgesellschaften in deutschen Mittelgebirgen. — Ökologie der Wälder und Landschaften 4, Stuttgart.
- HARTMANN F.K., EIMERN J.VAN & G. JAHN (1959): Untersuchungen reliefbedingter kleinklimatischer Fragen in Geländequerschnitten der hochmontanen und montanen Stufe des Mittel und Südwestharzes. — Ber. d. Deutschen Wetterdienstes Nr. 50 (Bd. 7), Offenbach.
- HEYER E. (1988): Witterung und Klima. Eine allgemeine Klimatologie. 8. Auflage, Leipzig.
- HOFMEISTER H. (1990): Lebensraum Wald: ein Weg zum Kennenlernen von Pflanzengesellschaften und ihrer Ökologie. 3. Auflage, Hamburg.
- KAULE G., SCHALLER J. & H.-M. SCHÖBER (1979): Auswertung der Kartierung schutzwürdiger Biotope in Bayern. Heft 1: Allgemeiner Teil — Außer-alpine Naturräume. Bayer. Landesamt für Umweltschutz.
- KAULE G. (1991): Arten- und Biotopschutz. 2. Auflage, Stuttgart Verlag Ulmer.
- KIEBEL A. (1991): Untersuchungen zur Verbreitung, Vegetation und Ökologie der Ahorn- und Lindenwälder im westlichen Hunsrück. — Unveröff. Diplomarbeit an der Universität Trier, 135 S.
- KUNDLER P. (1954): Zur Anwendung der Invertzucker-methode für standortskundliche Temperaturmessungen. — Z. f. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkde 66: 239-246, Berlin.
- MAYER H. (1974): Wälder des Ostalpenraumes. — Ökologie der Wälder und Landschaften 3, Stuttgart.
- MEYNEN E., SCHMITHÜSEN J. et al. (1953-62): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. — Gemeinschaftsveröff. d. Inst. f. Landeskd. u. d. Deutschen Inst. f. Länderkd.
- MICHELER A. (1959): Die voralpine Salzach: Naturbild ihres Laufes und Umlandes von Paß Lueg bis zur Mündung. — In: Jb. d. Ver. zum Schutze der Alpenpflanzen und -Tiere 24: , München.
- MUCINA L., GRABHERR G. & S. WALLNÖFER (Hrsg.) (1993): Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil III: — Wälder und Gebüsche. G. Fischer: Jena, Stuttgart, New York.
- MÜHLBAUER J. & F. SONNTAG (Rdkt.) (1993): Bezirksbuch Braunau am Inn. 2. Auflage Mattighofen. — darin: KRISAI R.: Die Pflanzendecke. S.103-128, PRESENHUBER G.: Die geologische und morphologische Entwicklung. S.77-90.
- NIKL FELD H. (1986): Rote Liste gefährdeter Pflanzen Österreichs. — Grüne Reihe d. Bundesministeriums f. Gesundheit u. Umweltschutz. 5.
- OBERDORFER E. (1990): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 6. Auflage, Stuttgart.
- OBERDORFER E. (1992 a): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV, 2. Auflage. A. Textband, Stuttgart.

- OBERDORFER E. (1992 b): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV, 2.Auflage. B. Tabellenband, Stuttgart.
- PALLMANN H., EICHENBERGER E. & A. HASLER (1940): Eine neue Methode der Temperaturmessung bei ökologischen oder bodenkundlichen Untersuchungen. — Ber. d. Schweiz. Bot. Ges. 50: 337-362, Zürich.
- PALLMANN A. & E. FREI (1943): Beitrag zur Kenntnis der Lokalklimate einiger kennzeichnender Waldgesellschaften des Schweizerischen Nationalparks. — Ergeb. d. wiss. Untersuchung d. schweiz. Nationalparks. N.F. I: 437-464.
- PENCK A. & E. BRÜCKNER (1901): Der Salzachgletscher. — In: Die Alpen im Eiszeitalter, S.150-166, Leipzig.
- PETŘÍK B. & J. KVET (1976): Computer Programme for Processing Data from Ecological Sucrose-Inversion Measurements of Temperature. — Folia Geobotanica et Phytotaxonomica 11: 327-331, Praha.
- PFADENHAUER J. (1969): Edellaubholzreiche Wälder im Jungmoränengebiet des Bayerischen Alpenvorlandes und in den Bayerischen Alpen. — Diss. Bot 3.
- PHILIPPI, G. (1989): Die Pflanzengesellschaften des Belchengebietes im Schwarzwald. — In: Der Belchen. Geschichtlich - naturkundliche Monographie des schönsten Schwarzwaldberges. Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs 13: 747-888; Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.), Karlsruhe 1989.
- PITTNER S. (1973): Jahrmillionen vor der eigenen Tür. — Burghausener Geschichtsblätter 32, Burghausen.
- RINGLER A. (1978): Landschaftsökologische Einheiten. Beschreibung, Bewertung und Empfindlichkeit der Landschaftsökologischen Einheiten.
- ROTHMALER W. (1988): Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD. Band 2: Gefäßpflanzen, Berlin.
- ROTHMALER W. (1988): Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD. Band 3 — Atlas der Gefäßpflanzen, Berlin.
- RUBNER H. (1956): Die Wälder der Inn-Salzach -Platte. — Sonderdruck aus den Mitt. d. Geogr. Ges. in München. 41, 1956.
- RÜHL A. (1964): Vegetationskundliche Untersuchungen über die Bachauenwälder des Nordwestdeutschen Berglandes. — Decheniana 116: 29-44, Bonn.
- RUNGE F. (1990): Die Pflanzengesellschaften Mitteleuropas. 10./11. Auflage, Münster.
- SABEL K.J. & E. FISCHER (1987): Boden- und vegetationsgeographische Untersuchungen im Westerwald. — Frankfurter geowiss. Arb.: Serie D, Physische Geographie 7.
- SAUER K.F.J., & M. SCHNETTER (1971): Die Wutach. Naturkundliche Monographie einer Flußlandschaft. — Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden Württembergs 6, Freiburg.
- SCHLÜTER H. (1981): Geobotanisch vegetationskundlich-ökologische Grundlagen der Naturraumerkundung und - Kartierung. — In: Petermanns Geogr. Mitteil. 125: 73-82.

- SCHMEIL O. & J. FITSCHEN (1988): Flora von Deutschland und seinen angrenzenden Gebieten. 88. Auflage, Heidelberg.
- SCHMEIß L.-R. (1979): Die Verteilung des Niederschlages in Oberösterreich im Zeitraum 1901-1975. — Amt der oberösterreichischen Landesregierung, Landesbaudirektion, Linz.
- SCHÖNFELDER P. & A. BRESINSKY (1990): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Bayerns, Stuttgart Verlag Ulmer.
- SCHRAG H. (1985): Wälder und ihre naturnahen Kontaktgesellschaften auf den bayrischen Salzachleiten. — Unveröff. Diplomarbeit an der Universität München, 80 S.
- SCHWABE A. (1985): Fluß- und bachbegleitende Pflanzengesellschaften und Vegetationskomplexe im Schwarzwald. — Diss. Bot. 102; Berlin, Stuttgart.
- SEIBERT P. (1968): Übersichtskarte der natürlichen Vegetationsgebiete von Bayern 1:500000 mit Erläuterungen. — Schr.-R.f. Vegkde. 3, Bad Godesberg 1968.
- SEIBERT P. (1969): Über das Aceri-Fraxinetum als vikariierende Gesellschaft des Galio-Carpinetum am Rande der Bayerischen Alpen. — Vegetatio 17: 165-175, Den Haag.
- STEBING L. & A. FANGMEIER (1992): Pflanzenökologisches Praktikum, Stuttgart.
- TIETZE W. et al (1990): Geographie Deutschlands, Berlin.
- TRAUB F. & H. JERZ (1976): Ein Lössprofil von Duttendorf (Oberösterreich) gegenüber Burghausen an der Salzach. — Z. f. Gletscherkde und Glazialgeol., XI/2: 175-193.
- TROLL C. (1924): Der diluviale Inn-Chiemsee-Gletscher, Stuttgart.
- UHL F. (1935): Über einige bemerkenswerte Beobachtungen im Salzachgebiet. — Sonderabdruck aus Mitt. der Bayer. Bot. Gesellschaft in München IV/15 (1935).
- WAGNER H. (1985): Die natürliche Pflanzendecke Österreichs. Kommission für Raumforschung der österr. Akad. Wiss., Beitr.z. Regionalforschung 6, 63 S., 1 Karte, Wien.
- WALENTOWSKI H., RAAB B. & W.A. ZAHLHEIMER (1990): Rote Liste der Pflanzengesellschaften Bayerns. — Ber. Bay. Bot. Ges.; Beiheft zu Band 61, München.
- WEICHART P. (1979): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 182/183 Burghausen. — Geographische Landesaufnahme 1:200000, Naturräumliche Gliederung Deutschlands. Hrsg.: Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung, Bonn - Bad Godesberg.
- WEIß F.H. (1981): Die Flußmorphologische Entwicklung und Geschichte der Salzach. — In: Die Zukunft der Salzach, Tagungsbericht 11/81, Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, Laufen/Salzach.
- WERNECK H.L. (1950): Die naturgesetzlichen Grundlagen des Pflanzen- und Waldbaus in Oberösterreich. — Schr.-R. der oberösterr. Landesbaudirektion Nr. 8, Linz.
- ZIEGLER J.H. (1981): Zur spätglazialen Seen- und Flußgeschichte im Gebiet des Salzach-Vorlandgletschers in Bayern. — In: Die Zukunft der Salzach, Tagungsbericht 11/81, Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, Laufen/Salzach.

Karten:

- BAYERISCHES LANDESVERMESSUNGSAMT MÜNCHEN (1985): Topographische Karte 1:25000, Blatt 7842/43 Burghausen.
- BAYERISCHES LANDESVERMESSUNGSAMT MÜNCHEN (1989): Topographische Karte 1:50000, Blatt L 7942 Burghausen.
- BUNDESAMT FÜR EICH- UND VERMESSUNGSWESEN WIEN (1977): Österreichische Karte 1:50000, Blatt 44 Ostermiething.
- BUNDESAMT FÜR EICH- UND VERMESSUNGSWESEN WIEN (1971): Österreichische Karte 1:50000, Blatt 45 Ranshofen
- BAUMGARTNER P. & G. TICHY (1979): Geologische Karte des südwestlichen Innviertels mit Erläuterungen. — Amt d. oberösterr. Landesregierung, Landesbaudirektion.
- GÖTZINGER G. (1928): Geologische Spezialkarte der Republik Österreich: Blatt Mattighofen (Bl.4750). — 1:75000, Verl. Geol. Bundesanstalt, Wien.
- GÖTZINGER G. (1929): Geologische Spezialkarte der Republik Österreich: Blatt Tittmoning (Bl.4749). — 1:75000, Verl. Geol. Bundesanstalt, Wien.

9 Anhang

9.1 Systematische Übersicht der behandelten Pflanzengesellschaften

- Klasse: QUERCO - FAGETEA Br.-Bl. & Vlieger 37
- Ordnung: Fagetalia sylvaticae Pawłowski 28
- Verband: Tilio-Acerion Klika 55
- Linden- und Hasel-reiche Gesellschaftsgruppe
 - Corylus avellana Gesellschaften
 - Ahorn-reiche Gesellschaftsgruppe
 - Aceri-Fraxinetum (W.Koch 26) Etter 47
 - Arunco-Aceretum Moor 52
 - Phyllitido-Aceretum Moor 45
- Verband: Alno-Ulmion Br.-Bl. & Tüxen 43
- Unterverband: Alnenion glutinoso-incanae
 - Equiseto telmatejae-Fraxinetum Oberd. ex Seib. 87
 - Carici remotae-Fraxinetum W.Koch ex Faber 36
- Verband: Carpinion betuli Issl. 31 em. Oberd. 57
- Unterverband: Galio sylvatici-Carpinion betuli Oberd. 57
 - Galio sylvatici-Carpinetum betuli Oberd. 57
 - Carici albae-Tilietum cordatae Oberd. 57
- Verband: Fagion sylvatici Luquet 26
- Unterverband: Luzulo-Fagenion Oberd. 57

Luzulo-Fagetum Meusel 37

Unterverband: Eu-Fagenion Oberd. 57

Galio odorati Fagetum Rübel 30 ex Sougnez et Thill 59

Lathyro-Fagetum Hartmann 53

Unterverband: Cephalanthero-Fagenion Tx. 55

Seslerio-Fagetum Moor 52 em. Th. Müller

Carici-Fagetum Rübel 30 ex Moor 52 em. Lohm. 53

9.2 Pflanzensoziologische Tabellen

Erklärung der in den Tabellen verwendeten Symbole und Abkürzungen:

1. Artmächtigkeit (BRAUN-BLANQUET 1964, zitiert nach DIERBEN 1990)

r = rar; ein oder wenige Individuen bzw. oberirdische Triebe, Deckung < 1 %;

+ = spärlich; Deckung > 1 < 5 %, 2-5 Individuen oder Triebe;

1 = reichlich; 6-50 Individuen oder Triebe, mit geringer Deckung, oder weniger reichlich, aber mit hoher Deckung (in jedem Fall jedoch < 5 % Deckung innerhalb der Probefläche);

2 = sehr reichlich; > 50 Individuen und < 5 % Deckung oder 5-25 % Deckung innerhalb der Probefläche;

3 = 25 - 50 % Deckung; Individuenzahl beliebig;

4 = 50 - 75 % Deckung; Individuenzahl beliebig;

5 = 75 - 100 % Deckung; Individuenzahl beliebig.

2. Soziabilität (BRAUN-BLANQUET 1964, zitiert nach DIERBEN 1990)

.1 = einzeln wachsend und mehr oder weniger gleichmäßig verteilt;

.2 = in kleinen Gruppen weniger Individuen auftretend;

.3 = Flecken oder große Horste bildend;

.4 = ausgedehnte Flecken oder Matten aufbauend;

.5 = ausgedehnte Decken oder Bestände bildend, die eine Probefläche mehr oder minder ausfüllen

3. Revier

ACH = Ach

DUT = Duttendorf

HB = Heilbrunnl

RDG = St. Radegund

WA = Werfenau

WEN = Weng

WHS = Wanghausen

4. Sonstige Abkürzungen

AZ = Artenzahl

B = Baumschicht

S = Strauchschicht

K = Krautschicht

M = Mooschicht

9.3. Ergebnisse der Temperaturmessungen

In den Tabellen 4-7 sind die Ergebnisse der Temperaturmessungen nach Tobeln getrennt dargestellt. Angegeben sind:

Lage der Meßpunkte: Zifferangaben entsprechen den jeweiligen pflanzensoziologischen Aufnahmen, Buchstabenkennzeichnungen bezeichnen Meßpunkte, die nicht in Aufnahmeflächen liegen. Ihre Lage ist aus den Karten 3-8 in Kapitel 5 zu ersehen.

Meßperiode: I = 23.4. - 16.5.93 (Frühjahr)
 II = 17.5. - 21.6.93 (Frühsommer)
 III = 21.6. - 15.8.93 (Hochsommer)
 IV = 15.8. - 20.9.93 (Spätsommer)

Meßhöhe: B = Bodenoberfläche
 L = 40 cm über der Bodenoberfläche

Einzelwerte von T_E [°C]: nur aufgeführt bei mehr als einer Messung pro Meßpunkt.

Mittelwert von T_E [°C] und die Gesamtzahl der Messungen pro Meßpunkt.

Tabelle 4: Ergebnisse der Temperaturmessungen bei Weng

Meßpunkt	Meßperiode	Meßhöhe	Einzelwerte von T_E [°C]		Mittelwert von T_E [°C]	Gesamtzahl der Messungen
3	I	B	11,03	11,91	11,4	2
3	I	L	11,75	12,60	12,1	2
A	I	B	12,42	12,27	12,3	2
A	I	L	14,42	14,68	14,6	2
91	I	B	11,10	11,82	11,5	2
91	I	L	14,03	14,10	14,1	2
77	I	B	9,98	10,31	10,2	2
77	I	L	12,43	12,52	12,5	2
57	I	B	12,72	13,47	13,2	2
57	I	L	14,55	14,76	14,7	2
92	I	B	21,79	22,10	21,9	2
92	I	L	18,71	19,20	19,0	2
81	I	B	21,78	23,31	22,5	2
81	I	L	16,98	17,90	17,4	2
82	I	B	10,54	10,60	10,6	2
82	I	L	11,92	12,13	12,0	2
91	IV	B	8,92	9,39	9,1	2
91	IV	L	-	-	9,2	1
77	IV	B	8,05	8,14	8,1	2
77	IV	L	-	-	9,7	1
57	IV	B	9,51	8,94	9,2	2
57	IV	L	-	-	9,9	1
92	IV	B	14,23	14,45	14,3	2
92	IV	L	-	-	14,2	1

Tabelle 5: Ergebnisse der Temperaturmessungen bei St. Radegund

Meßpunkt	Meßperiode	Meßhöhe	Einzelwerte		Mittelwert	Gesamtzahl
			von T_E [°C]			
46	I	B	10,48	11,15	10,8	2
46	I	L	14,78	15,01	14,9	2
49	I	B	13,68	13,99	13,8	2
49	I	L	15,05	15,47	15,2	2
50	I	B	9,47	10,94	10,2	2
50	I	L	12,52	13,16	12,8	2
51	I	B	10,29	10,60	10,4	2
51	I	L	13,10	13,18	13,1	2
E	II	B	24,69	24,86	24,8	2
E	II	L	-	-	19,4	1
F	II	B	14,00	14,93	14,5	2
F	II	L	-	-	16,2	1
46	II	B	13,20	13,34	13,3	2
46	II	L	-	-	16,1	1
G	II	B	13,94	14,21	14,0	2
G	II	L	-	-	15,7	1
H	II	B	12,13	13,76	12,9	2
H	II	L	-	-	14,7	1
48	II	B	11,71	12,41	12,0	2
48	II	L	-	-	15,3	1
49	II	B	11,54	12,48	12,0	2
49	II	L	-	-	13,8	1
50	II	B	11,83	12,10	12,0	2
50	II	L	-	-	13,9	1
51	II	B	11,91	12,17	12,0	2
51	II	L	-	-	13,9	1
10	II	B	12,47	12,68	12,6	2
10	II	L	-	-	14,9	1
11	II	B	13,73	15,00	14,4	2
11	II	L	-	-	15,8	1
E	III	B	18,28	18,95	18,6	2
E	III	L	-	-	16,0	1
F	III	B	13,03	14,13	13,6	2
F	III	L	-	-	14,3	1
46	III	B	12,39	12,84	12,6	2
46	III	L	-	-	13,9	1
G	III	B	12,80	13,36	13,1	2
G	III	L	-	-	13,6	1
8	III	B	11,41	11,77	11,6	2
8	III	L	-	-	13,0	1
H	III	B	11,51	12,16	11,8	2
H	III	L	-	-	12,9	1
48	III	B	11,56	11,98	11,8	2
48	III	L	-	-	13,3	1
49	III	B	11,53	12,03	11,8	2
49	III	L	-	-	13,3	1
50	III	B	11,33	12,75	12,0	2
50	III	L	-	-	15,2	1
51	III	B	11,31	12,15	11,7	2
51	III	L	-	-	13,1	1

10	III	B	11,44	12,12	11,8	2
10	III	L		-	13,0	1
11	III	B	12,65	13,41	13,0	2
11	III	L		-	14,2	1
E	IV	B	10,38	10,92	10,6	2
E	IV	L		-	11,8	1
F	IV	B	10,10	10,26	10,2	2
F	IV	L		-	13,1	1
46	IV	B	9,98	10,18	10,1	2
46	IV	L		-	10,9	1
G	IV	B	9,96	10,53	10,2	2
G	IV	L		-	10,8	1
8	IV	B	9,02	9,31	9,2	2
8	IV	L		-	11,4	1
H	IV	B	8,20	8,77	8,5	2
H	IV	L		-	9,1	1
48	IV	B	9,09	9,30	9,2	2
48	IV	L		-	10,4	1
49	IV	B	9,88	10,61	10,2	2
49	IV	L		-	9,5	1
50	IV	B	8,49	8,70	8,6	2
50	IV	L		-	9,5	1
51	IV	B	8,71	9,08	8,9	2
51	IV	L		-	9,2	1
10	IV	B	9,11	9,77	9,4	2
10	IV	L		-	10,2	1
11	IV	B	9,88	10,18	10,0	2
11	IV	L		-	11,6	1

Tabelle 6. Ergebnisse der Temperaturmessungen bei Wanghausen

Meßpunkt	Meßperiode	Meßhöhe	Einzelwerte		Mittelwert von T _E [°C]	Gesamtzahl der Messungen
			von T _E [°C]			
1	I	B	10,24	11,92	11,1	2
1	I	L	14,08	15,90	15,0	2
35	I	B	14,37	14,69	14,5	2
35	I	L	15,26	15,70	15,5	2
63	I	B	10,83	11,98	11,4	2
63	I	L	14,58	14,60	14,6	2
36	I	B	13,37	14,18	13,8	2
36	I	L	14,43	14,70	14,6	2
37	I	B	20,28	20,49	20,4	2
37	I	L	18,02	18,18	18,1	2
35	II	B	14,07	14,59	14,3	2
35	II	L	-	-	14,7	1
D	II	B	11,68	12,09	11,9	2
D	II	L	-	-	13,6	1
31	II	B	11,77	12,50	12,1	2
31	II	L	-	-	14,8	1
63	II	B	12,92	13,65	13,3	2
63	II	L	-	-	15,3	1
36	II	B	12,63	13,92	13,2	2
36	II	L	-	-	15,8	1
1	II	B	13,07	13,49	13,3	2
1	II	L	-	-	15,3	1
35	III	B	13,00	13,33	13,2	2
35	III	L	-	-	13,7	1
D	III	B	10,40	11,12	10,8	2
D	III	L	-	-	14,4	1
31	III	B	11,02	11,35	11,2	2
31	III	L	-	-	13,4	1
63	III	B	12,19	13,30	12,8	2
63	III	L	-	-	14,2	1
36	III	B	11,36	11,41	11,4	2
36	III	L	-	-	14,4	1
1	III	B	12,68	12,70	12,7	2
1	III	L	-	-	13,9	1
35	IV	B	12,45	12,91	12,7	2
35	IV	L	-	-	12,2	1
D	IV	B	8,44	8,45	8,4	2
D	IV	L	-	-	9,1	1
31	IV	B	9,44	9,67	9,5	2
31	IV	L	-	-	10,1	1
63	IV	B	8,37	9,14	8,8	2
63	IV	L	-	-	11,2	1
36	IV	B	10,36	10,60	10,5	2
36	IV	L	-	-	10,7	1

Tabelle 7: Ergebnisse der Temperaturmessungen bei Ach

Meßpunkt	Meßperiode	Meßhöhe	Einzelwerte von T_E [°C]		Mittelwert von T_E [°C]	Gesamtzahl der Messungen
16	I	B	12,27	12,91	12,6	2
16	I	L	-	-	-	2
B	I	B	11,48	12,05	11,8	2
B	I	L	12,94	13,19	13,0	2
45	I	B	10,29	10,88	10,5	2
45	I	L	15,08	15,20	15,1	2
C	I	B	10,59	10,74	10,7	2
C	I	L	14,53	14,82	14,6	2
16	II	B	12,26	13,28	12,8	2
16	II	L	-	-	14,3	1
B	II	B	13,40	13,68	13,5	2
B	II	L	-	-	14,7	1
45	II	B	-	-	-	-
45	II	L	-	-	-	-
C	II	B	12,44	12,71	12,6	2
C	II	L	-	-	14,6	1
17	II	B	13,10	13,18	13,1	2
17	II	L	-	-	15,0	1
13	II	B	12,02	11,50	11,8	2
13	II	L	-	-	14,1	1
16	III	B	12,01	12,27	12,1	2
16	III	L	-	-	12,9	1
B	III	B	11,85	12,52	12,2	2
B	III	L	-	-	13,6	1
45	III	B	11,66	12,16	11,9	2
45	III	L	-	-	13,9	1
C	III	B	12,28	12,69	12,5	2
C	III	L	-	-	13,6	1
17	III	B	12,41	12,74	12,6	2
17	III	L	-	-	13,9	1
13	III	B	11,20	11,95	11,6	2
13	III	L	-	-	13,2	1
42	III	B	13,08	13,44	13,2	2
42	III	L	-	-	14,8	1
16	IV	B	9,68	10,17	9,9	2
16	IV	L	-	-	11,7	1
B	IV	B	9,22	9,79	9,5	2
B	IV	L	-	-	9,9	1
45	IV	B	9,04	9,41	9,2	2
45	IV	L	-	-	10,8	1
17	IV	B	10,01	10,67	10,3	2
17	IV	L	-	-	11,0	1
13	IV	B	8,54	8,89	8,7	2
13	IV	L	-	-	9,5	1
42	IV	B	9,98	10,31	10,1	2
42	IV	L	-	-	10,5	1

Anschrift des Verfassers: Thomas WIELAND,
c/o Dr. W. Licht,
Institut für Spezielle Botanik,
Johannes Gutenberg Universität,
D-55099 Mainz, Germany.