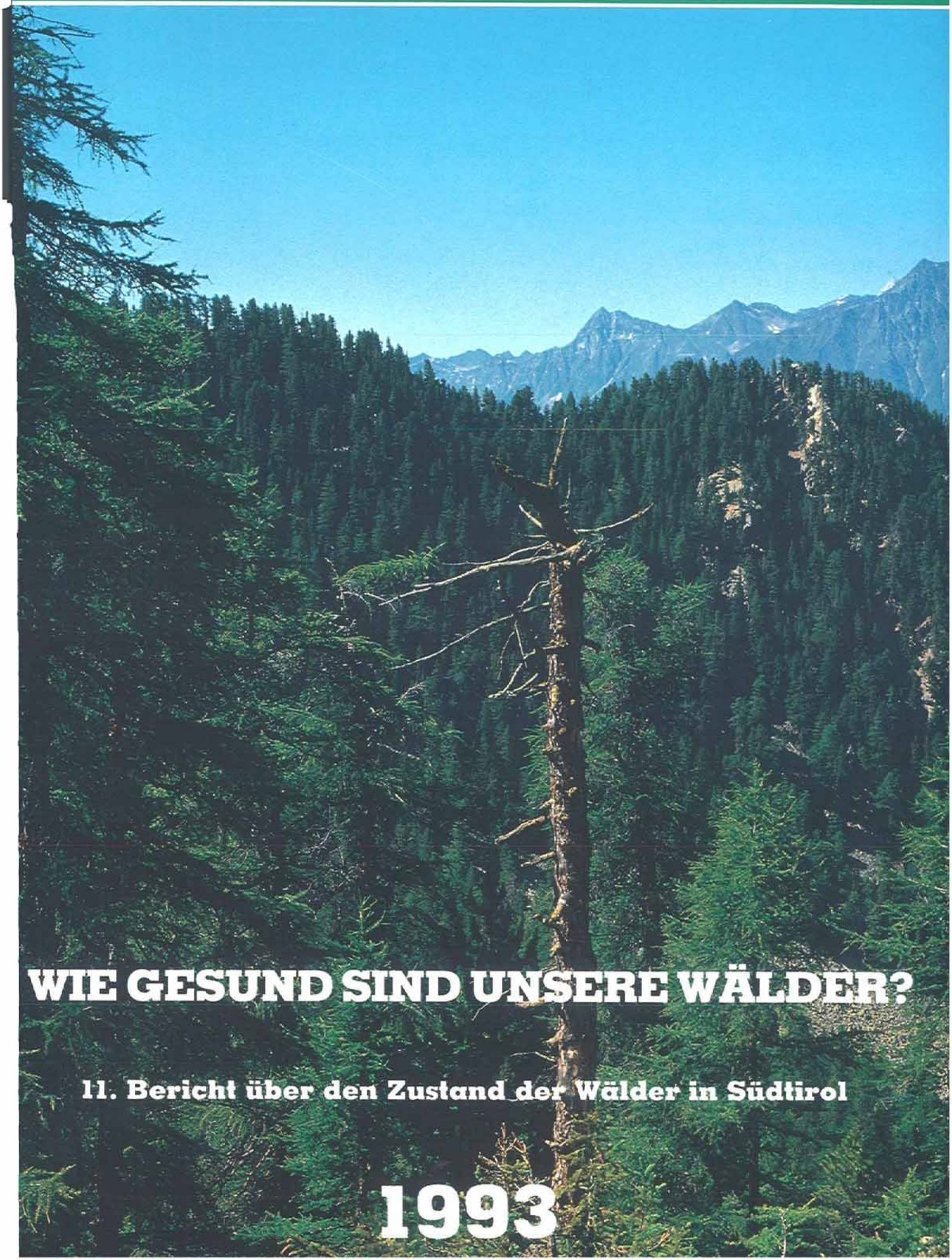
FORSTWIRTSCHAFTS-
INSPEKTORAT
BOZEN

AUTONOME
PROVINZ
BOZEN
SÜDTIROL



WIE GESUND SIND UNSERE WÄLDER?

11. Bericht über den Zustand der Wälder in Südtirol

1993

WIE GESUND SIND UNSERE WÄLDER?

Bericht für das Jahr 1993

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
1.	- Vorwort	3
2.	- Waldschadenserhebung 1993 in Südtirol	4
2.1.	- Methodik	4
2.2.	- Kurze Zusammenfassung	7
2.3.	- Räumliche Verteilung der "unbekannten Waldschäden"	7
2.4.	- Verteilung der "unbekannten Waldschäden" nach ihrer Höhenlage	9
2.5.	- Waldschäden herkömmlicher Art - Schäden "bekannter Ursache"	10
2.5.1.	- Spezifische Schadfaktoren	10
2.5.2.	- Allgemeine Schadfaktoren	11
2.5.2.1.	- Biotische Schäden	11
2.5.2.2.	- Abiotische Schäden	12
2.5.2.3.	- Klima- und Witterungsverlauf	12
2.6.	- Kiefernsterben	15
2.7.	- Waldschäden gegliedert nach Baumarten	16
2.8.	- Sterblichkeitsrate	18
2.9.	- Vergilbungserscheinungen	18
3.	- Integrated Monitoring Programme	19
3.1.	- Ergebnisse	22
3.1.1.	- Klimatische Randbedingungen	23
3.2.a.	- Versuchsfläche Ritten - "Piceetum subalpinum"	26
3.2.1.a.	- Allgemeine Bodenverhältnisse	26
3.2.2.a.	- Wichtigste Parameter des Mineralbodenhumus (Ah-Horizont)	27
3.2.2.1.a.	- Bodenmikrobiologie und Bodenenzymatik	28
3.2.2.2.a.	- Ektomykorrhiza und Feinwurzelsystem	31
3.2.2.3.a.	- Makromyzeten	31
3.2.2.4.a.	- Radioaktivitätsrückstände in den Fruchtkörpern der Makromyzeten	32
3.2.2.5.a.	- Waldpflanzen	32
3.2.2.6.a.	- Bodenfauna	33
3.2.2.7.a.	- Wirbeltiere	36
3.2.2.8.a.	- Insektenfauna	37
3.2.b.	- Versuchsfläche Montiggl - "Quercetum pubescentis"	26
3.2.1.b.	- Allgemeine Bodenverhältnisse	26
3.2.2.b.	- Wichtigste Parameter des Mineralbodenhumus (Ah-Horizont)	27
3.2.2.1.b.	- Bodenmikrobiologie und Bodenenzymatik	28
3.2.2.2.b.	- Ektomykorrhiza und Feinwurzelsystem	31
3.2.2.3.b.	- Makromyzeten	31
3.2.2.4.b.	- Radioaktivitätsrückstände in den Fruchtkörpern der Makromyzeten	32
3.2.2.5.b.	- Waldpflanzen	32
3.2.2.6.b.	- Bodenfauna	33
3.2.2.7.b.	- Wirbeltiere	36
3.2.2.8.b.	- Insektenfauna	37
4.	- Schlußbetrachtungen	39

1. - Vorwort -

Aus einer ursprünglichen Waldzustandserfassung entwickelte sich die jährliche Waldschadenserhebung - als nunmehr auf internationaler Ebene angewandte und statistisch abgesicherte Inventurmethode - zu einem inzwischen erprobten Verfahren zur Erfassung des Umweltzustandes. Somit wird der Wald als genaues Spiegelbild der jeweiligen ökologischen Randbedingungen zu einem feinen biologischen Gradmesser verschiedenster Umweltveränderungen (wie Umweltverschmutzung, Klima- und Witterungsverlauf, Schädlingsbefall usw.)

Wie bereits öfters betont (siehe frühere Berichte), kommt es bei dieser Erhebung nicht so sehr auf die Einzeldaten an (wie das Ausmaß der Schadstufen pro Baumart oder Jahr usw.), sondern vielmehr auf die Erfassung der Gesamtentwicklung, welche aufgrund ausreichend großer und vergleichbarer Datenreihen abgeleitet werden kann.

Auf dieser Weise kann seit Beginn der Erhebungen über einen Zeitraum von zehn Jahren ein steter Anstieg der Waldschäden festgestellt werden.

Unabhängig von deren Ursachen - egal ob es sich um natürliche oder vom Menschen heraufbeschworene handelt - ist dies ein Anzeichen für den angespannten Zustand des Südtiroler Waldes, welcher um so mehr Besorgnis erregt, wenn man die weltweiten Umweltbedrohungen (wie Klimaerwärmung) berücksichtigt, welche an der Schwelle zum dritten Jahrtausend augenscheinlich werden.

Der Landesforstdienst muß weiterhin - und heute mehr denn je - einen naturnahen Waldbau betreiben, um den Fortbestand des Waldes und seine Resistenz und Resilienz (Ausheilvermögen) gegenüber äußeren Schadeinflüssen zu gewährleisten.

Dazu ermutigt auch das Bestreben des Ökosystems Wald zu einer stabilen Gleichgewichtslage, wie es im Zuge des Projektes zur Ganzheitlichen Überwachung (Integrated Monitoring Programme) nachgewiesen werden konnte.

Aber ohne die Beteiligung der Allgemeinheit ist dies augenscheinlich zu wenig.

Daher beabsichtigt also der vorliegende Bericht, die notwendigen Informationen zu liefern, damit das allgemeine Empfinden und das gesellschaftliche Interesse für den Schutz des Waldes wach gehalten werden.

2. - Waldschadenserhebung 1993 in Südtirol -

2.1. - Methodik -

Dies ist seit 1984 die zehnte aufeinanderfolgende Erhebung in Südtirol. Nach einem statistisch abgesicherten Inventurverfahren wurden bereits im Jahre 1983 an den Schnittpunkten eines 4 x 4 km-Rasters 239 fixe Probeflächen eingerichtet (Abb. 1), und auf jeder von diesen 30 Probebäume ausgewählt.

In der Gesamtstichprobe (über 7000 Bäume) sind die wichtigsten Holzarten wie folgt erfaßt:
61% Fichte, 2% Tanne, 11% Kiefer, 5% Zirbe, 1% Schwarzkiefer, 17% Lärche und 3% Laubhölzer.

Der Gesundheitszustand eines jeden Probebaumes wird durch okulare Schätzung der beiden Untersuchungsmerkmale **Blatt- bzw. Nadelverlust** und **Verfärbung** erhoben; dabei werden folgende fünf Schadstufen unterschieden (Abb. 2 bis 9):

gesund	- Stufe 0
leichter Schaden	- Stufe 1
mittlerer Schaden	- Stufe 2
schwerer Schaden	- Stufe 3
abgestorben	- Stufe 4

Dabei wird, soweit es jeweils möglich ist, zwischen **bekannten** und **unbekannten** Schadursachen unterschieden (°).

Erstere beziehen sich auf die vor Ort festgestellten Schadsymptome im Kronenbereich, welche bekannten (herkömmlichen) Primärschädigungen zugeordnet werden können: Schädlingsbefall, Pilzinfektionen, mechanische und witterungsbedingte Schäden, usw.

Umgekehrt werden notwendigerweise all jene Schadensformen zur Gruppe der Waldschäden unbekannter Ursache zugeordnet, deren Ursachen, - auch bei natürlichen - nicht eindeutig und unmittelbar festgestellt werden können (unspezifische Symptome): z.B. physiologischer Streß (Trockenheit, Frost, schwierige Standortsbedingungen usw.), Wurzelfäule, früherer Schädlingsbefall, Konkurrenz usw., wobei klarerweise auch Folgeerscheinungen der Umweltverschmutzung nicht ausgeschlossen werden; diese müssen aber noch eingehend chemisch-physikalisch untersucht werden.

Zur Vereinfachung der Darstellungsweise beziehen sich die Daten auf den Gesamtschaden (aus Blatt- bzw. Nadelverlust und Kronenverfärbung), wobei dieser in einem Prozentsatz aller Probebäume ausgedrückt wird, wie aus nachstehender Tabelle ersichtlich wird.

Tab. 1

			VERGILBUNG			
			0%	1-25%	26-60%	> 61%
			0	1	2	3
NADEL - BLATT VERLUST	0-10%	0	0	0	1	2
	11-25%	1	1	1	2	2
	26-60%	2	2	2	3	3
	> 61%	3	3	3	3	3

(°) Literaturhinweis

ANONYM (1983): Zum Erkennen von Immissionschäden an Waldbäumen - Allgemeine Forstzeitschrift - München.
BUTIN H. (1983): Krankenheiten der Wald- und Parkbäume; Verl. G. Thieme - Stuttgart - New York.
SCHRÖTER H. - ALDINGER E. (1985): Beurteilung des Gesundheitszustandes von Fichte und Tanne nach der Benadelungsdichte - Allgemeine Forstzeitschrift, Nr. 18.
SCHRÖTER H. et A. (1984): Zur Diagnose und Klassifizierung der Neuartigen Waldschäden - Allgemeine Forstzeitschrift - München.
SCHWERTDFEGER F. (1981): Waldkrankheiten - P. Parey - Hamburg - Berlin.

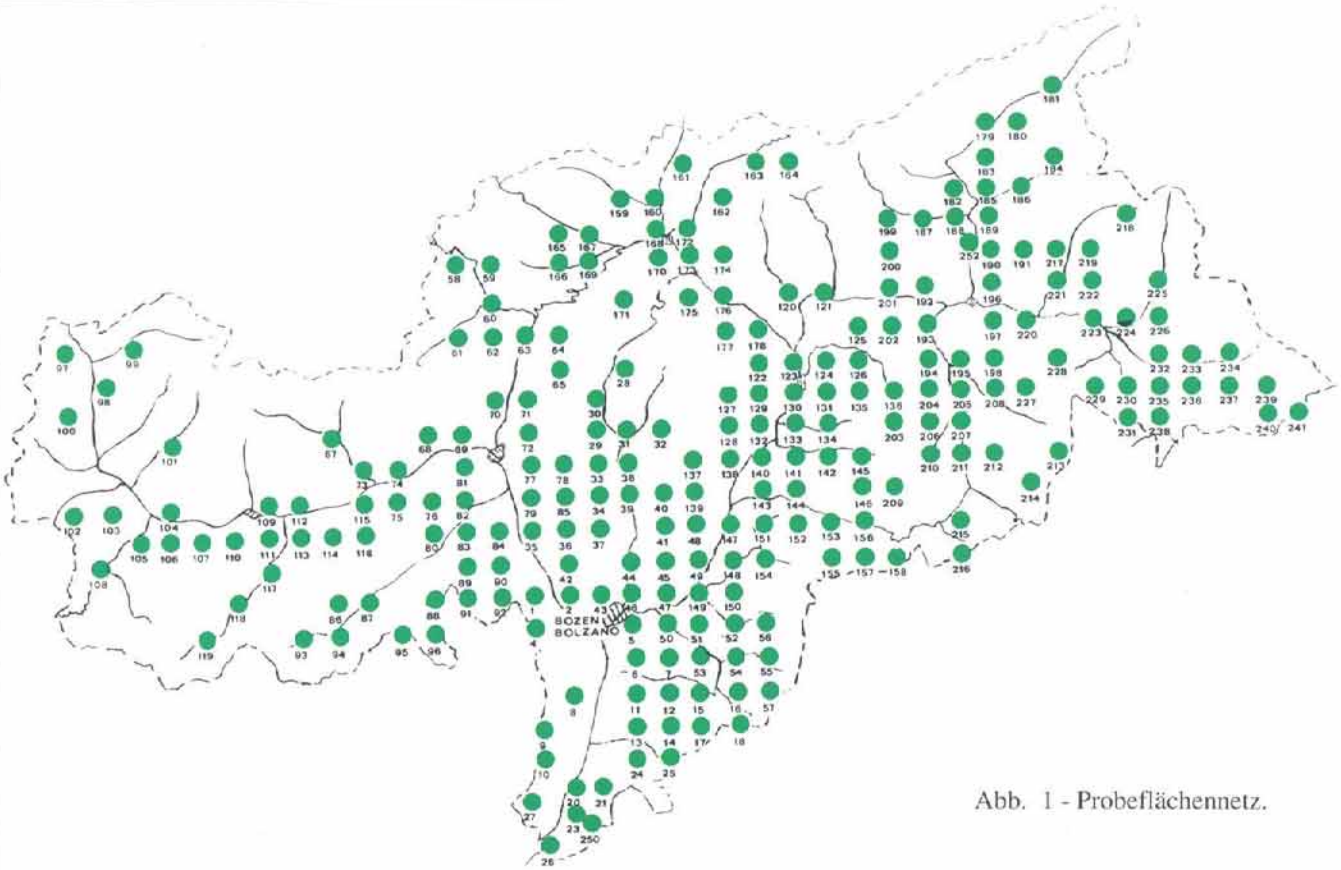


Abb. 1 - Probeflächennetz.

NADEL-BLATTVERLUST

VERGILBUNG

Abb. 3 - Schadklasse 1

Abb. 2 - Klasse 0 - gesund

Abb. 6 - Schadklasse 1

Abb. 4 - Schadklasse 2

Beispiele für Schadstufen der Baumart Fichte

Abb. 7 - Schadklasse 2

Abb. 5 - Schadklasse 3

Abb. 9 - Schadklasse 4 - abgestorben

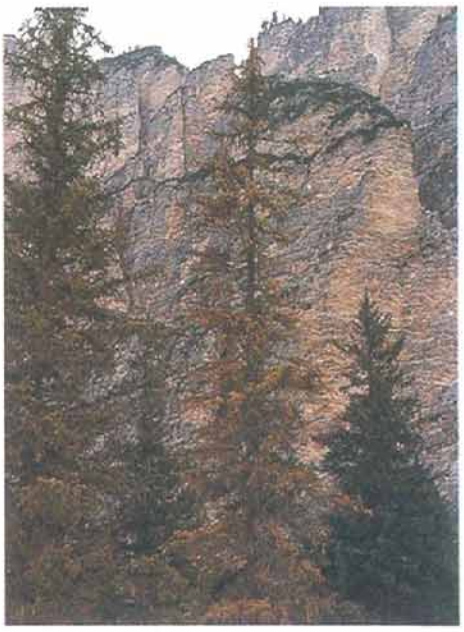
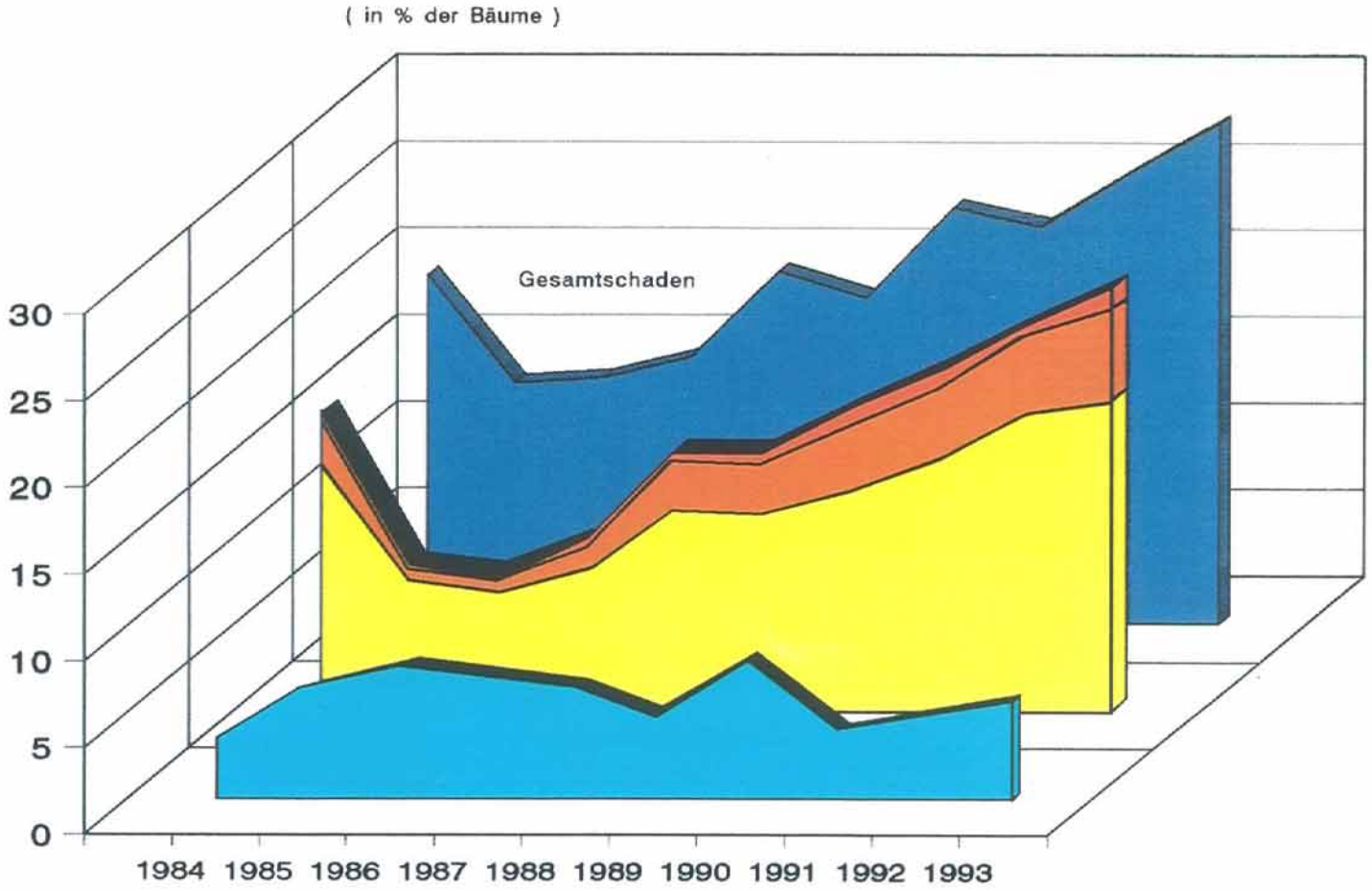


Abb. 8 - Schadklasse 3

ENTWICKLUNG DER WALDSCHÄDEN IN SÜDTIROL



Waldschäden durch: bek.Ursache unbekannte Ursache

leicht geschädigt

mittel geschädigt

stark gesch.+abgestorben

Abb. 10 -

2.2. - Kurze Zusammenfassung -

Im zehnten Jahr seit Beginn der Untersuchungen wurde mit **28,8 %** der bisher höchste Prozentsatz an geschädigten Bäumen (immer bezogen auf beide Kriterien Blatt- bzw. Nadelverlust und Kronenvergilbung) festgestellt; im Vergleich dazu lag im ganzen Jahrzehnt der durchschnittliche Wert bei 20,3 % (Tabelle 2 und Abb. 10).

Die Schäden **bekannter Ursache** bleiben mit **4,8 %** im Bereich des langjährigen Mittels (Jahrzehnt: 5,0 %).

Die Schäden **unbekannter Ursache** belaufen sich auf **24,0 %**, wobei das langjährige Mittel bei 15,3 % liegt.
17,5 % sind leichte Schäden - Schadstufe 1.
Mit **6,5 %** steigen die "deutlichen Schäden"- Schadstufen 2 bis 4 - gegenüber früher ziemlich an.
Besonders ist mit **5,3 %** der Anteil der Bäume mit mittlerem Schaden - Schadstufe 2 - gestiegen, ebenso verdoppelt haben sich gegenüber dem Vorjahr (**1,2 %**) die Schadstufen 3 und 4 - schwerer Schaden und abgestorben.
Die jährliche Sterblichkeitsrate - **0,32 %** - ist so hoch wie nie zuvor.

Gegenüber dem Vorjahr hat sich der Gesamtzustand (bezogen auf Schäden bekannter und unbekannter Ursache) der sommergrünen Baumarten (Laubhölzer und Lärche) gebessert, jener der Schwarzkiefer bleibt gleich, während jener der übrigen Nadelhölzer sich stark verschlechtert hat.

Die räumliche und höhenmäßige Verteilung der Waldschäden hat sich gegenüber früher nicht wesentlich geändert: die größten Schäden treten im südöstlichen und westlichen Landesteil, und zwar in mittlerer und höherer Lage, auf.

2.3. - Räumliche Verteilung der "unbekannten Waldschäden"-

Es treten keine wesentlichen Unterschiede in der räumlichen Verteilung im Vergleich zu früher auf: Waldschäden unbekannter Ursache wurden - und zwar mehr als früher - in den Waldbeständen im südöstlichen Landesteil und im oberen Vinschgau (Abb. 12) festgestellt.

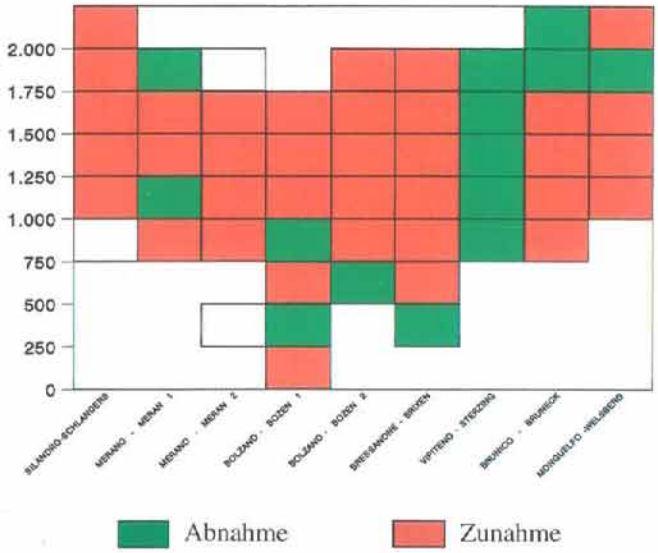


Abb. 11 - Räumliche und höhenmäßige Veränderungen der Schadstufen bei Schäden unbekannter Ursache im Vergleich zu 1992.

Tab. 2 - Entwicklung der Waldschäden in Südtirol im Jahrzehnt 1984-1993 (Werte in %).

Schadstufe		1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	**1993**	**M.wert**
Gesund	0	80,0	86,2	85,9	84,7	79,8	81,3	76,1	77,2	74,1	**71,2**	**79,7**
Geschädigt insgesamt		20,0	13,8	14,1	15,3	20,2	18,7	23,9	22,8	25,9	**28,8**	**20,3**
Schäden bekannter Ursache		3,0	5,5	6,6	5,6	5,6	4,1	6,8	3,6	4,1	**4,8**	**5,0**
Schäden unbekannter Ursachen:		17,0	8,3	7,5	9,7	14,6	14,6	17,1	19,2	21,8	**24,0**	**15,3**
leicht geschädigt	1	14,0	7,4	6,7	7,9	11,3	11,1	12,5	14,2	16,9	**17,5**	**11,9**
mittel geschädigt	2	2,5	0,7	0,7	1,5	2,9	2,9	3,6	4,1	4,3	**5,3**	**2,8**
stark geschädigt abgestorben	3+4	0,5	0,2	0,1	0,3	0,4	0,6	1,0	0,9	0,6	**1,2**	**0,6**

VERTEILUNG DER WALDSCHAEDEN "UNBEKANNTER URSACHE" 1993

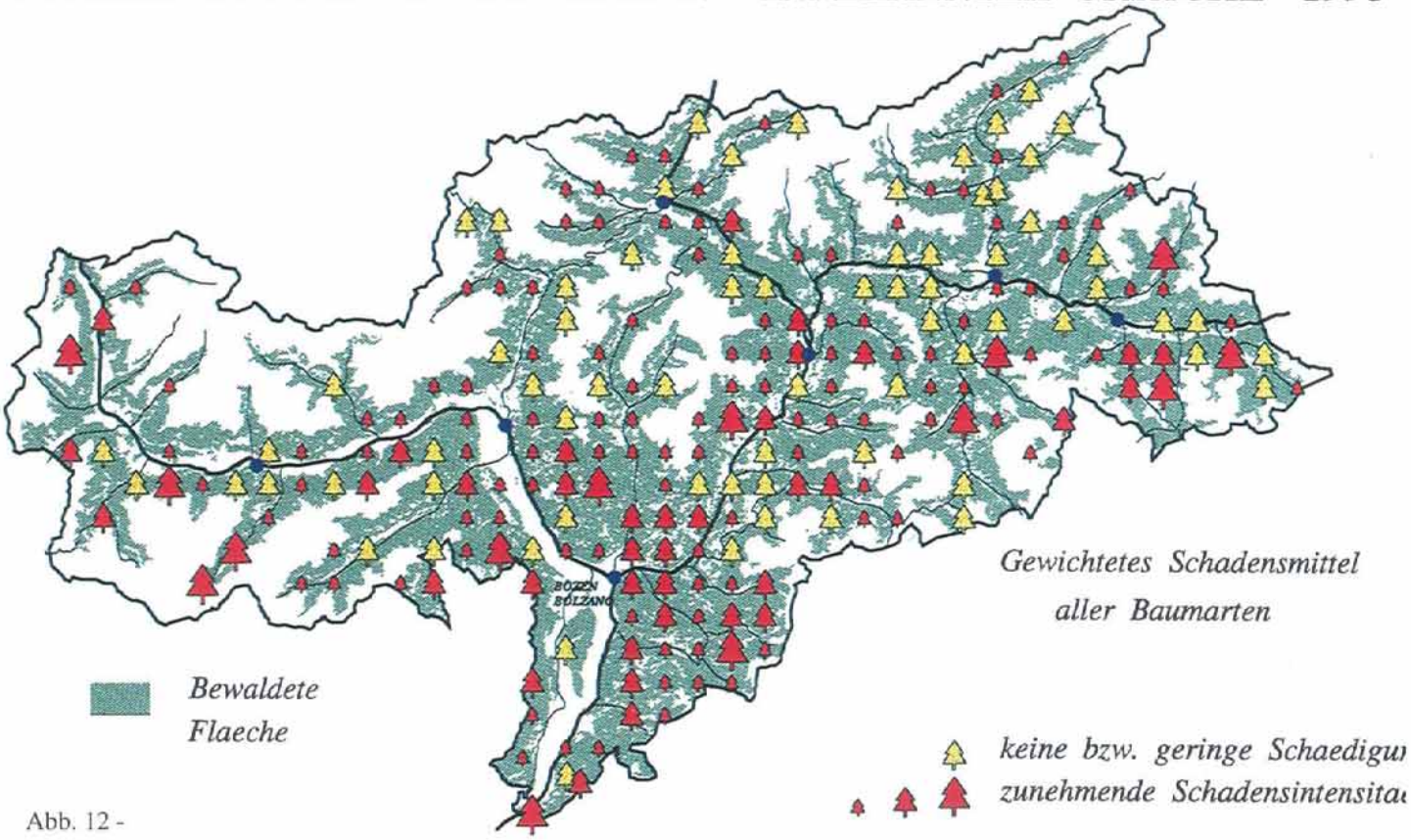


Abb. 12 -

VERGLEICH MIT 1992

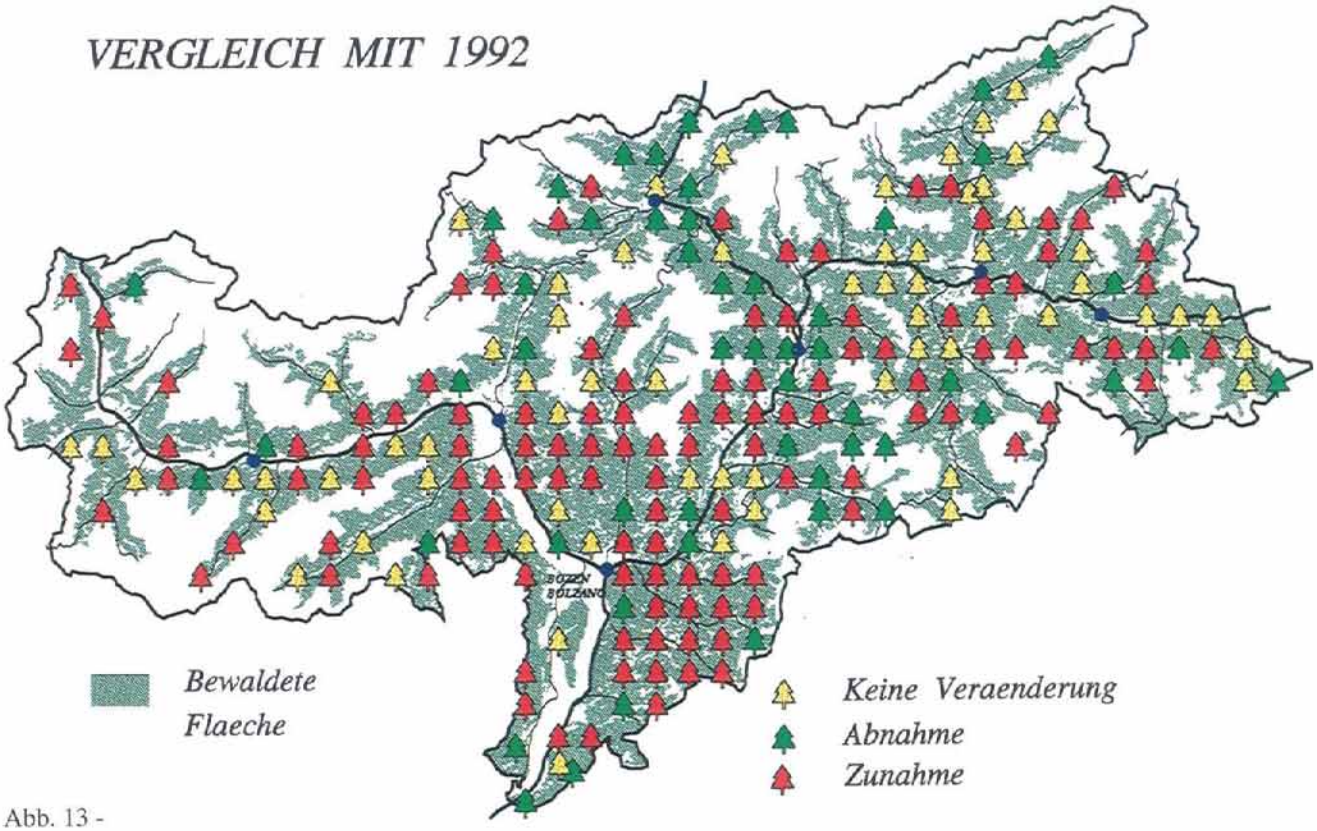


Abb. 13 -

Im Vergleich zum Vorjahr (Abb. 13) wird das Gesamtbild auch nicht entscheidend durch Unterschiede im Befallsgrad verändert, da dieser stärker an örtliche Gegebenheiten gebunden sind.

So bleibt das Gesamtbild z.B. im Umkreis von Sterzing und Brixen insgesamt schlecht, obwohl örtlich durchaus Verbesserungen festgestellt werden konnten (Abb. 12); dies wird deutlicher auf der Ebene der Forstinspektorate, wo sich - ausgenommen Sterzing - allgemein der Gesundheitszustand im Vergleich zum Vorjahr um 0,9 % bis 7,1 % verschlechtert hat (Abb. 14).

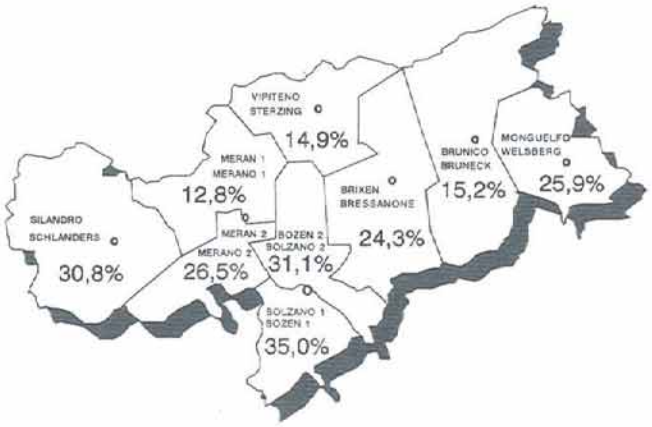


Abb. 14 - Prozentsatz der durch unbekannte Ursachen geschädigten Bäume aller Arten (Schadstufe 1 bis 4) im Gebiet der einzelnen Forstinspektorate.

2.4. - Verteilung der "unbekannten Waldschäden" nach ihrer Höhenlage -

Die Waldschäden sind nicht nur räumlich, sondern auch höhenmäßig, baumartenspezifisch (und dies speziell innerhalb der verschiedenen Höhenstufen) und auch standörtlich verschieden verteilt.

Im oberen subalpinen (**37,1 %**) und submontanen (**43,3 %**) Bereich tritt wieder ein hoher Prozentsatz von durch unbekannte Ursachen geschädigten Bäumen auf (Abb. 15).

Dabei spielen besonders die Schäden bei folgenden Baumarten eine wichtige Rolle (Abb. 16):

- bei Lärche (**57,7 %**) an der Waldgrenze im Gebiet der Forstinpektorate Schlanders, Bruneck und Welsberg;
- bei Fichte im ganzen Land und in allen Höhenstufen, besonders aber zwischen 1500 m und 1750 m (**29,1 %**) (°) und im Gebiet des Forstinspektorates Bozen II;
- bei Kiefer in allen Höhenstufen, besonders aber zwischen 500 m und 750 m (**48,7 %**) im Gebiet der Forstinspektorate Bozen I, Bozen II und Brixen.

Allgemein verschiebt sich auch der Befallsgrad in mittlerer Höhenlage, d.h. im montanen Bereich, zum Schlechteren hin, jetzt liegt er zwischen 20 % und 25 % (Abb. 15).

(°) Als Folge der in den letzten Jahren mehrfach aufgetretenen und schwer quantifizierbaren Infektionen mit Fichtennadelblasenrost (Chrysomyxa rhododendri) (S. 2.5.1).
Der Wert von 47,4 % konnte aufgrund der kleinen Anzahl von Probebäumen nicht statistisch abgesichert werden.

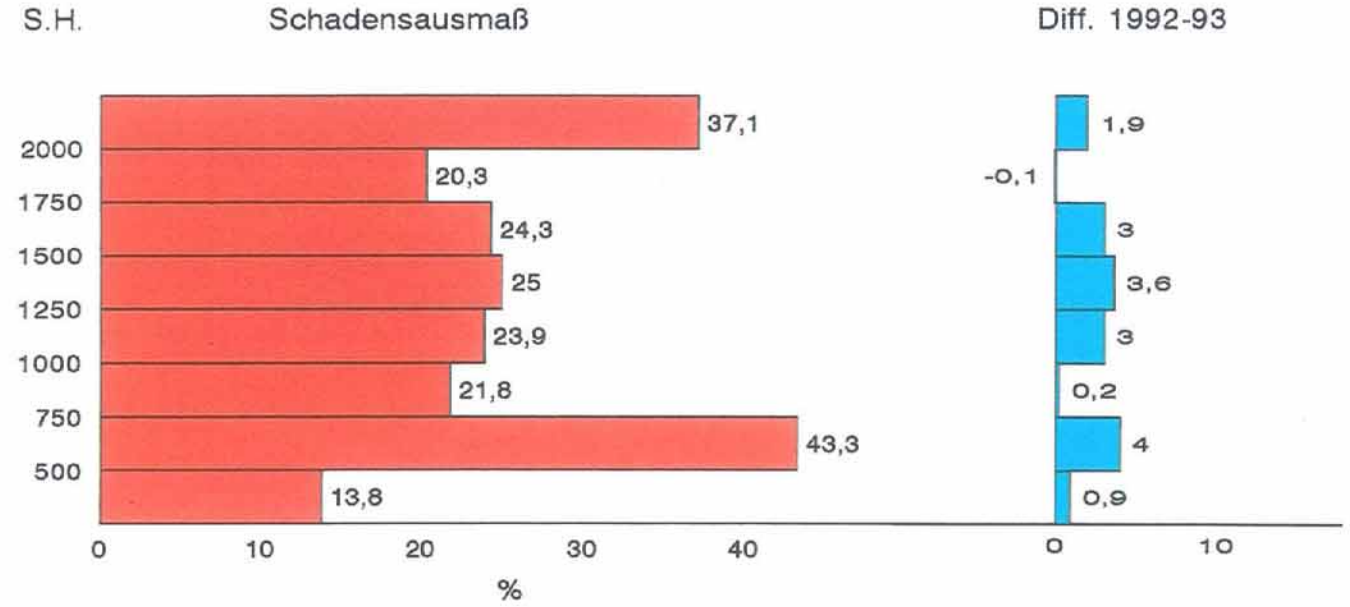


Abb. 15 - Schadstufen bei Waldschäden unbekannter Ursache nach der Höhenlage in % der Probebäume.

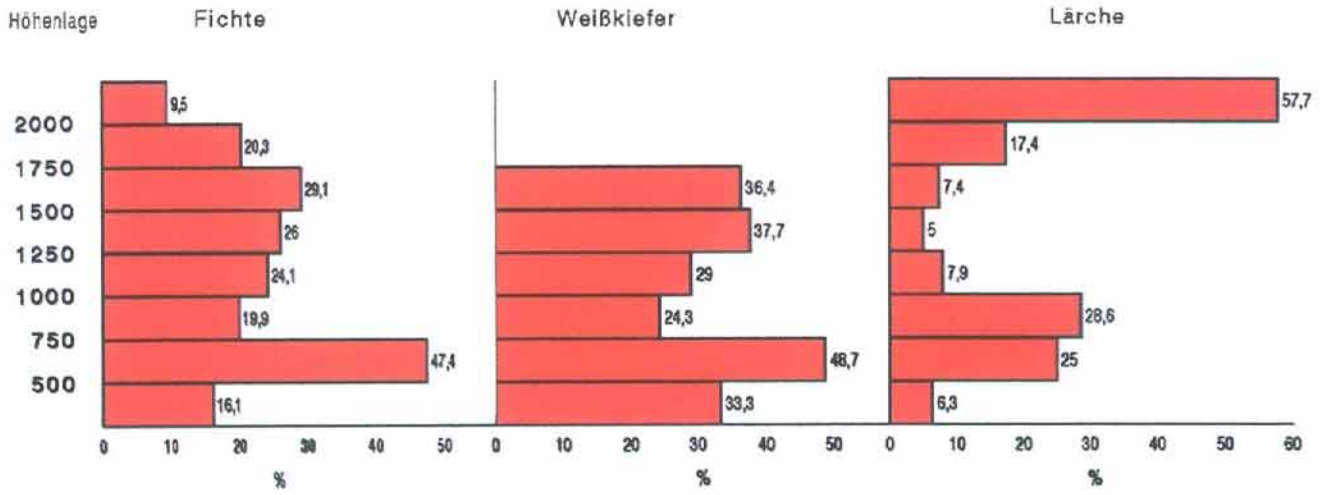


Abb. 16 - Schadstufen bei Waldschäden unbekannter Ursache nach Höhenlage und Baumart in % der Probebäume.

2.5. - Waldschäden herkömmlicher Art - Schäden "bekannter Ursache" -

Am Erhebungsort werden Schädlingsbefall, Pilzinfektionen und Primärschäden durch andere herkömmliche Ursachen getrennt als Schäden "bekannter Ursache" aufgenommen.
Diese erreichen einen Anteil von **4,8 %** am Gesamtschaden (Abb. 10 und Tab. 2).
Während einige Schadfaktoren baumartenspezifisch wirken (S. 2.5.1), gelten andere für mehrere Baumarten (S. 2.5.2).

2.5.1. - Spezifische Schadfaktoren -

Von diesen sind einige besonders wichtig, da sie den Gesamtgesundheitszustand einzelner Baumarten stark beeinflussen.

Fichte

- **Chrysomyxa rhododendri (DC.) DE BARY** - Fichtennadelblasenrost
  Durch das feuchte Frühjahr begünstigt, ist der Befall in seiner räumlichen Verteilung auf einer Gesamtfläche von 25.000 ha unterschiedlich, aber örtlich auch sehr stark aufgetreten.
  Besonders betroffen war der südöstliche Landesteil (das Gebiet der Forstinspektorate Bruneck, Welsberg und Bozen II).
  Schädlich für die Wirtspflanze war nicht so sehr die auffallende Gelbverfärbung der Baumkronen im Spätherbst 1993 (Abb. 6 und 17), als vielmehr der bis zum nächsten Frühjahr eintretende Nadelverlust, um so mehr, als sich diese Erscheinung seit 1988 schon im sechsten aufeinanderfolgenden Jahr zeigt, was sich jedenfalls auf die älteren Triebe schlecht ausgewirkt hat.
  Die Anzahl der aus verschiedenen Gründen vergilbten Fichten hat sich zwischen 1991 und 1993 verdoppelt (von 35 % auf 66 %); daran war in der Hälfte der Fälle der Blasenrost Schuld.
  Mindestens jede **dritte** Fichte ist also davon betroffen.

Abb. 17 - Fichtennadelblasenrost: der Entnadelungsgrad der Fichte steigt aufgrund wiederholten Befalls jährlich.

Kiefer

- **Thaumetopoea pityocampa SCHIFF.**- Kiefernprozessionsspinner
  Er verursacht auffallende Nadelverluste in kiefernreichen oder kiefernreinen Waldbeständen im Etsch- und Eisacktal (Abb. 18).

Abb. 18 - Kiefernprozessionsspinner: Entnadelung.

Der Befall im Zeitraum zwischen Herbst 1992 und Frühjahr 1993 war noch stärker als der bereits starke Befall im Jahr davor: praktisch auf derselben Gesamtfläche von **1.745** ha waren davon mit **155.000** Nestern **79.000** Kiefern betroffen. Dies bedeutet gegenüber dem Jahre 1992 eine Zunahme von **27 %** an befallenen Bäumen und von **15 %** an Nestern (°).

- **Blastophagus sp.**, Triebfraß durch Waldgärtner
  Er verursacht zum wiederholten Male an Zweigspitzen der Kiefer zuerst Nadelverfärbung und danach Zweigabsprünge.

Lärche
- **Lachnellula willkommii (HARTIG) DENNIS**:
  Der Lärchenkrebs breitet sich immer mehr aus.

Edelkastanie
- **Cryphonectria (=Endothia) parasitica BARR.**
  Der Kastanienrindenkrebs bleibt weiterhin die häufigste Todesursache für diese Baumart.

(°) Autonome Provinz Bozen - Assessorate für Land- und Forstwirtschaft: Agrar- und Forstbericht 1993

2.5.2. - Allgemeine Schadfaktoren -

Schäden allgemeiner Natur betreffen mehrere Baumarten mit unterschiedlicher Bedeutung und Heftigkeit; Ursache dafür sind verschiedenartige Faktoren, welche sich noch dazu gegenseitig beeinflussen und aufschaukeln können. Nachstehend sind die wichtigsten angeführt.

2.5.2.1. - Biotische Schäden -

- Stamm- und Wurzelfäule -
Durch diese unauffällige Krankheit, deren Ausbruch und Verlauf nicht von außen erkannt werden können, sind am meisten Probebäume schwer geschädigt oder bereits abgestorben; Fäule ist somit die wichtigste Ursache für Waldschäden herkömmlicher Art in den Schadstufen 3 und 4. Davon betroffen sind vorrangig jene Bestände, in welche der Mensch in Vergangenheit und Gegenwart entweder zu stark (durch Waldweide, Streunutzung, Verursachung von Stamm- und Wurzelverletzungen durch Holzbringung, Wegebau, Bau von Skipisten usw.) oder im Sinne einer umfassenden Waldpflege zu wenig eingegriffen hat, und welche demzufolge in ihrem grundlegenden Gefüge (z.B. Bestockungsgrad, Baumartenzusammensetzung, Bestandesalter usw.) irgendwie geschwächt sind.

- Mistel -
Die Mistel - **Viscum album L.** - breitet sich immer mehr und in bald besorgniserregendem Ausmaß besonders in den

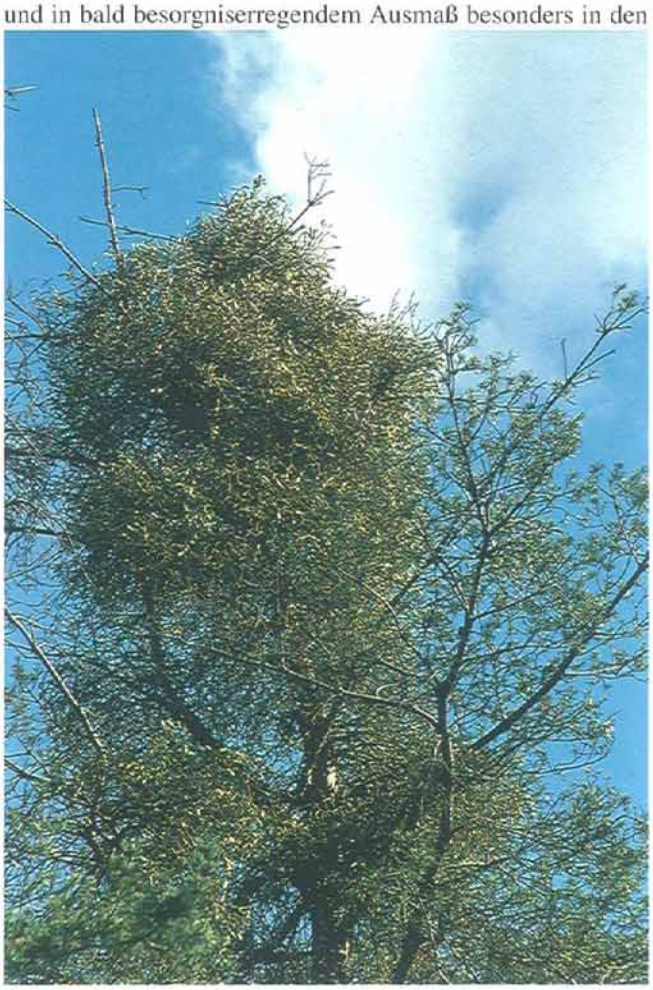


Abb. 19 - Mistel.

Kiefernbeständen der Umgebung Brixens sowie den Tannenwäldern des Unterlandes aus; dabei befällt sie nicht nur mehr die Kiefer - welche deswegen oft abstirbt und sozusagen einen "Wipfel aus Misteln ausbildet" (Abb. 19) - und die Tanne, sondern zunehmend auch die Fichte.

- Konkurrenz zwischen den Baumarten -

Diese bekommen besonders die Lichtbaumarten Kiefer und Lärche zu spüren, wenn sie in montaner und subalpiner Höhenstufe nicht in lockeren Reinbeständen, sondern in geschlossenen Mischwäldern stocken: hatten beide als Pionierbaumarten in der Jugendphase noch einen ausreichenden Wuchsvorsprung gegenüber den Schlußwaldbaumarten, werden sie mit zunehmendem Bestandesalter Zug um Zug in der Bestandesoberschicht von der Tanne und Fichte eingeholt und überwachsen; dies hat eine wipfelwärts fortschreitende Entnadelung und Verkleinerung der Baumkrone zur Folge, wodurch sie allgemein in ihrer Vitalität geschwächt werden (Abb.20).
Diese in Mischbeständen durchaus natürliche Entwicklung bewirkt bei den Lichtbaumarten eine langsame, aber stetige Verschlechterung ihres Gesundheitszustandes, bis sie durch diese Schwächung ganz ausfallen (z.B. durch sekundären Schädlingsbefall durch Borkenkäfer, durch Fäule usw.).
Die Erfassung solcher Zusammenhänge vermindert allerdings bei der Waldschadenserhebung die Genauigkeit der Aussagen, weil die baumartenspezifische Konkurrenzkraft mit dem angewandten Verfahren von anderen möglichen auslösenden Krankheitsfaktoren nur schwer zu unterscheiden und insgesamt schlecht zu quantifizieren ist; deshalb werden solche Ursachen normalerweise zu den unbekannten Ursachen gezählt (2.1).
Davon waren im Jahre 1993 ca. 7 % der untersuchten Kiefern und Lärchen betroffen, und zwar zu 2/3 in einer Höhenlage zwischen 1.000 m und 1.800 m ü.d.M..
Von Krankheitssymptomen durch Konkurrenz zwischen und innerhalb der Baumarten (Schadstufen >1) waren 3,5 % aller Kiefern und 1,3 % der Lärchen betroffen, das entspricht einem Anteil von **9 %** bzw. **6 %** an den jeweiligen Gesamtschäden "unbekannter Ursache".
Um also von vornherein solche Zweifelsfälle zu vermeiden, müßten als Probebäume nur Exemplare aus der Oberschicht oder nur aus bereits weitgehend oder voll entwickelten Schlußwaldgesellschaften genommen werden.

2.5.2.2. - Abiotische Schäden -

Immer mehr Bäume weisen Verletzungen am Stamm durch Holzbringung, Wind- und Schneebruch usw. auf. Es sind dies dann bevorzugte Eintrittsstellen für Wurzel- und Stammfäule. Auch Verletzungen im Kronenbereich als Folge von Hagelschlag, Peitschen der Äste, Wind usw. werden immer häufiger festgestellt.

2.5.2.3. - Klima- und Witterungsverlauf -

Der Witterungsverlauf beeinflußt sehr stark die Lebenszyklen im Wald, wobei er sich auf beide Bestandteile des Ökosystems hemmend oder fördernd auswirkt: einerseits auf die Vegetation, andererseits auf deren Schädlinge und Parasiten. Das Jahr 1993 ist durch einen in den beiden Jahreshälften gegenläufigen Witterungsverlauf gekennzeichnet: war die erste Hälfte sonnig und trocken mit überdurchschnittlichen Temperaturen, so brachte die zweite Hälfte dagegen viel Feuchtigkeit, ausgiebige Niederschläge und unterdurchschnittliche Temperaturen.

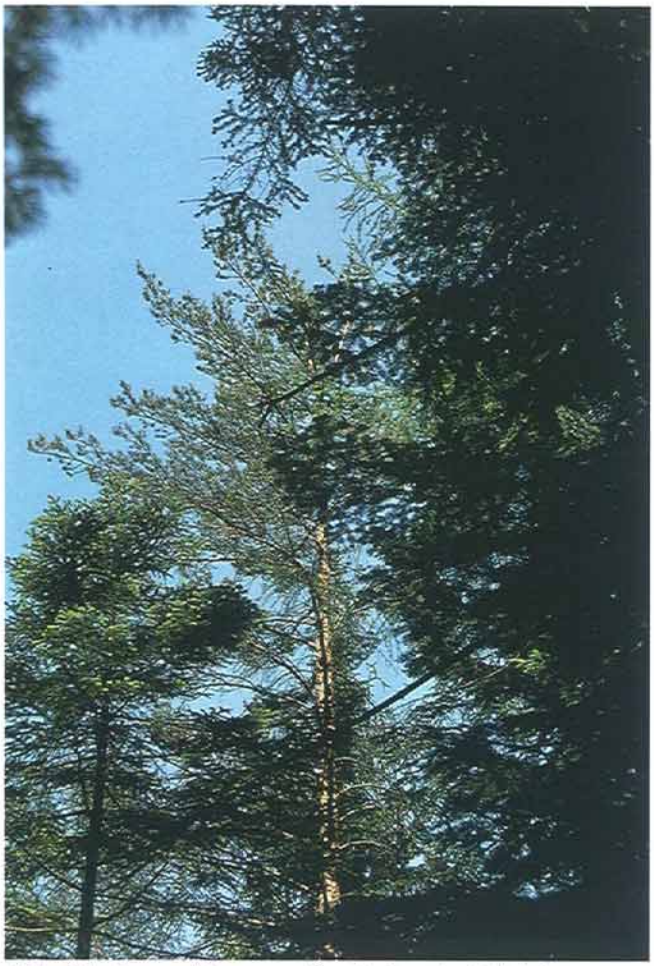


Abb. 20 - In geschlossenen Beständen sind Lichtbaumarten dem Untergang geweiht.

Tab. 3 - Winterliche Trockenperioden an der Meßstation Bozen (254 m.ü.d.M.).

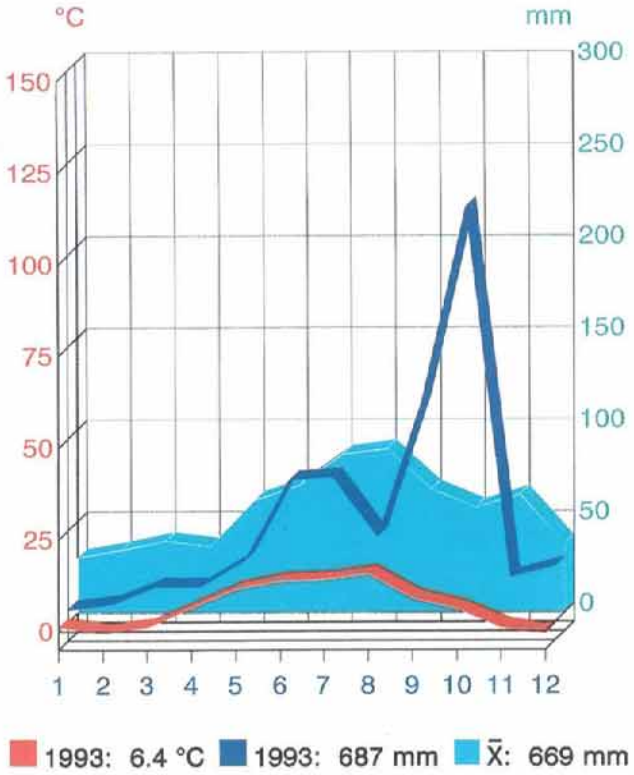
Jahr	Anzahl Tage	mm.	Anzahl Regentage (> 1 mm)
1931-32	108	12,6	3
1941-42	98	3,1	0
1975-76	117	11,3	1
1980-81	80	0,8	0
1988-89	80	0,0	0
1991-92	91	8,0	2
1992-93	104	0,0	0

Die Wintertrockenheit ist charakteristisch für das Klima der Innenalpen. Sie hat aber in den letzten Jahrzehnten eine außergewöhnlich hohe Häufigkeit erreicht.

- Niederschläge -

Die Niederschläge verteilen sich sehr unregelmäßig über das Jahr (Abb.21): in der ersten Jahreshälfte sehr wenige bis gar

MONTE MARIA-MARIENBERG
(1335 m.)



DOBBIACO-TOBLACH
(1250 m.)

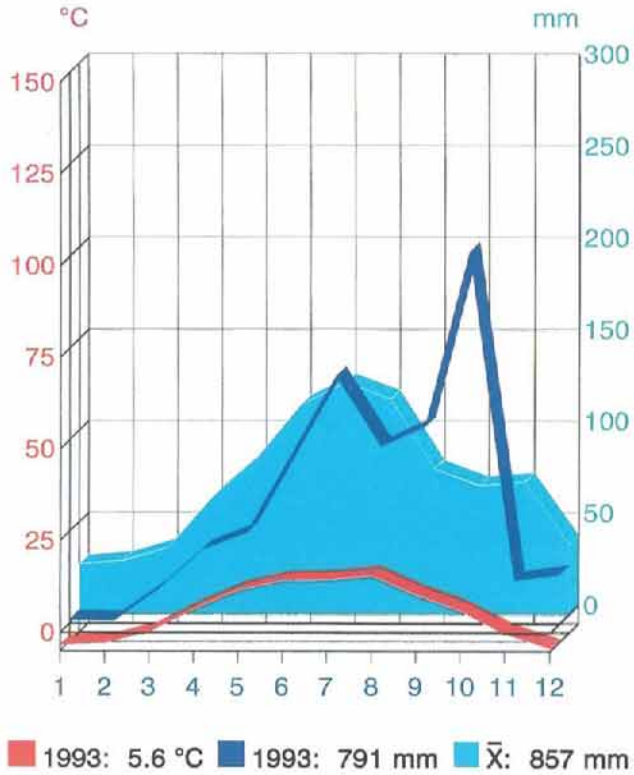


Abb. 21 -

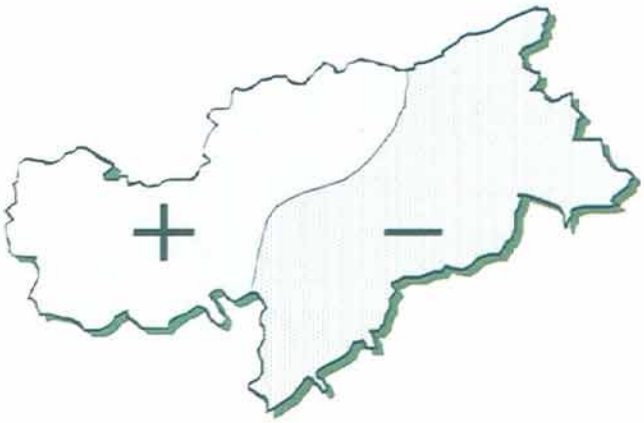
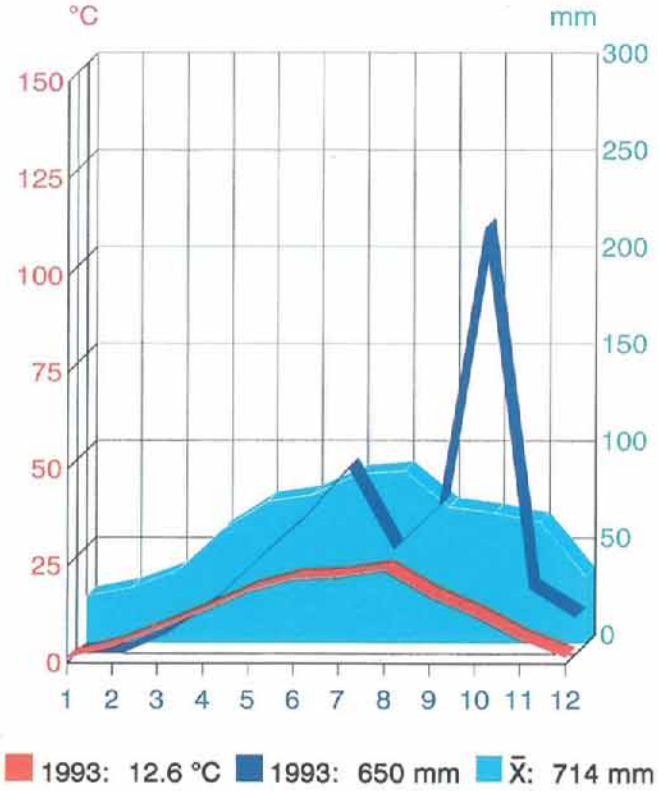


Abb. 22 - Jahresniederschläge 1993: Überschuß (+) und Mangel (-) gegenüber dem langjährigen Mittel.

BOLZANO-BOZEN
(254 m.)



keine, jedenfalls weit unter dem Durchschnitt (-40 bis 50%), umgekehrt dann zu viele in der zweiten Hälfte (+20 bis 30%).
Der Winter 1992-93 ist durch eine der längsten und extremsten Trockenperioden seit der Erfassung der Daten besonders schlecht ausgefallen: an der Wetterstation Bozen (°) wurde vom 10.12.1992 bis zum 23.03.1993 an **104 aufeinanderfolgenden Tagen** nicht der geringste Niederschlag (also **0,0 mm**) gemessen (Tab.3).
Nur teilweise waren dann die starken Niederschläge im Herbst imstande, die fehlende Jahresmenge im südöstlichen Landesteil auszugleichen, während dadurch im nordwestlichen Teil geringfügig der Mittelwert übertroffen wurde (Abb.22).

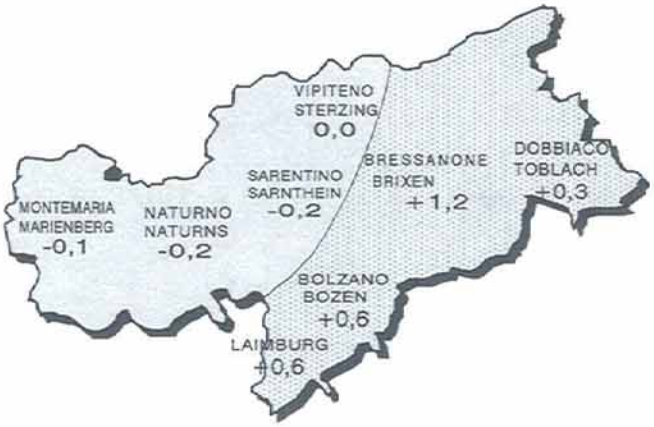


Abb. 23 - Jahresmitteltemperaturen 1993: Unterschiede zum langjährigen Mittel.

Abb. 24 - Kiefernsterben im Vinschgau.

- Globalstrahlung und Temperatur -

Die in der Wetterstation Laimburg (°°) aufgezeichnete Sonnenstrahlung weicht im ersten Halbjahr um **+5,8 %** und im zweiten um **-8,1 %** gegenüber dem langjährigen Mittel ab, über das ganze Jahr (438.110 J/cm²) gleicht sich dies dann nahezu wieder aus (-0,9 %). Außer in der Meßstation Brixen (+1,2°C) unterscheiden sich die mittleren Jahrestemperaturen nicht signifikant vom langjährigen Mittelwert: von **-0,2°C** im südwestlichen Bereich bis **+0,6°C** im südöstlichen Bereich (Abb.23).
Insgesamt ist die erste Jahreshälfte aufgrund der höheren Sonneneinstrahlung im Winter und Frühjahr "wärmer", wobei die Temperaturen in den genannten Meßstationen (°) um **0,6 ÷ 1,8°C** höher als das langjährige Mittel liegen.
Im Gegenzug treten im zweiten Halbjahr um **0,6 ÷ 1,3°C** niedere Werte als gewöhnlich auf; insbesonders bleiben die Höchsttemperaturen im Sommer (heißeste Tage) unterhalb der Werte der letzten Jahre.

Die Sommermittelwerte sind gegenüber dem langjährigen Mittel leicht erhöht im östlichen Landesteil (+0,4°C) und umgekehrt leicht niedriger im westlichen Landesteil (-0,5°C), jedoch liegen diese Werte für die Wetterstationen Bozen und Brixen um 1,2 bzw. 1,3°C höher.

Auswirkungen auf die Vegetation -

Während keine Spätfrostschäden festzustellen waren, gab es Frosttrocknisschäden an Fichte und Lärche in mittlerer und höherer Lage im zentralen und östlichen Landesteil, welche auf die lange Schönwetterperiode im Winter zurückzuführen sind.
Die reichlichen Niederschläge und die zu Beginn des Sommers (Juni) hohen Temperaturen haben die Ausbreitung des Fichtennadelblasenrostes (Chrysomyxa rhododendri) begünstigt, besonders im subalpinen Bereich.
Wegen der geringeren Sonneneinstrahlung durch das Fehlen von lang andauernden Hochdruckwetterlagen kam es nicht wie in den Jahren zuvor zu ausgeprägten fotochemischen Smoglagen. So haben die Spitzenbelastungen durch Ozon an der Meßstation Ritten (1.750 m ü.d.M.) nie den gesetzlichen Grenzwert von 200 µg/m³ überschritten. Auch der Jahresmittelwert ist niedriger als zuvor (Tab.7).

(°) Daten Amt Nr.30.3, Hydrographisches Amt
(°°) Daten Versuchszentrum Laimburg - Amt Nr.33.2, Amt für Agrikulturchemie

2.6. - Kiefernsterben -

Ein aufsehenerregender Fall von echtem "Waldsterben" ereignete sich im Untervinschgau und Meraner Talkessel. Obwohl dieses Ereignis den engeren Rahmen der Waldschadenserhebung sprengt, ist es doch bezeichnend für den angespannten Zustand, in welchem sich die Kiefernwälder nun schon seit einigen Jahren befinden.

Dabei handelt es sich um kiefernreine bis kiefernreiche Bestände in einer Höhenlage zwischen 500 ÷ 800 m mit einer großen standortsbedingten Trockenheit durch seichtgründigen Boden, Hanglage, und anstehendem Fels.
Schon im Sommer 1992 zeigten sich die ersten Anzeichen einer Schwächung (analog zu den Ereignissen im benachbarten Schweizer Kanton Wallis -°) mit ungewohnt fahlen und schütteren Kronen (Abb.24).

Die anfangs betroffene Fläche von 15 ha hat sich inzwischen auf über 100 ha ausgedehnt. Das Krankheitsbild ist wegen der vielen vorkommenden Schädlinge sehr komplex, wobei diese Organismen normalerweise in einer solchen Waldlebensgemeinschaft immer vorhanden sind und daher für den schlechten Zustand der Bäume nicht alleine verantwortlich sein dürften (°°).

Pilzkrankheitserreger (sporadisch vorhanden):

- Erreger des Kieferntriebschwindens (**Cenangium ferruginosum Fr.**)
- **Cytospora sp.**
- **Pestalotia sp.**
- der Kiefernschüttepilz **Sclerophoma pythiophila (Corda) Höhn**
- **Truncatella conorum - piceae (Tub.) Stey**

Schadinsekten:

- Spinnmilben (**Tetranychus sp.**)
- Nadelschildläuse (**Leucaspis pini et Nuculaspis abieties**)
- Baumläuse (**Lachnidae**)
- Kiefernscheidenrüssler (**Braconyx pineti**)
- Grauer Kiefernrüsselkäfer (**Brachyderes incanus**)
- Roter Triebrüssler (**Magdalis rufa**)
- Kiefernblattkäfer (**Luperus pinicola**)
- Waldgärtner (**Blastophagus piniperda et minor**)
- (**Pityogenes sp.**)
- Wickler (**Tortricidae fam.**)

Die Ursache bleibt also vorerst unbekannt. Die schnelle Ausbreitung der Krankheit weist aber auf einen großflächig wirksamen Faktor als Hauptgrund hin, wie es z.B. der Witterungsverlauf (Trockenheit und Hitze im Sommer 1992) oder Pilzinfektionen oder ein Schädlingsbefall wären.

Soweit man es feststellen konnte, kommt der fortschreitende Verlust der Nadelmasse nicht so sehr von einem direkten Schaden an ihr, sondern vielmehr davon, daß nach dem normalen herbstlichen Nadelabfall im darauffolgenden Frühjahr keine neuen Triebe mehr ausgebildet werden: die neuen Nadelanlagen bilden sich nur verlangsamt und nicht mehr geradlinig aus, und die Zweigspitzen vertrocknen.
In 76 % der Fälle wurden neben vertrockneten Kurztrieben genau unterhalb der Endknospen (Abb.25) winzige runde

Abb. 25 - Wichtigstes Merkmal des Kiefernsterben im Vinschgau ist das Vertrocknen der Zweigspitzen.

Löcher (Ø = 0,25 mm) entdeckt. Diese setzen sich in einer Art Aushöhlung in die darunterliegenden Gewebe des Kambiums und Phloems fort, wobei Nekroseerscheinungen und ein schwacher Harzfluß ausgelöst werden, was an einen Schaden durch Befall von Triebrüssler (Gen. Magdalis) während des Reifefraßes und der Eiablage erinnert; von diesem Schädling wurde aber keine so große Befallsdichte festgestellt, als daß sich solche Folgen daraus ableiten ließen.

(°) PBMD - Forstschutzüberblick 1992 des Phytosanitären Beobachtungs- und Meldedienstes an der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft - Birmensdorf (CH)

(°°) AMBROSI P. - Istituto Agrario di S. Michele all'Adige (Trento), Centro Sperimentale Settore Foreste - Ambiente

CAPRETTI P. - Istituto di Patologia e Zoologia Forestale ed Agraria, Università di Firenze - Firenze (I)

DONAUBAUER E. - Institut für Forstschutz an der forstlichen Bundesversuchsansalt - Wien (A)

ENGESSER R. - Phytosanitärer Beobachtungs- und Meldedienst (PBMD) an der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft - Birmensdorf (CH)

MINTER D.W., MOROVE J.E.M. - International Mycological Institute Biosystematics Services INTER D.W., Bakeham Lane, Egham, Surrey (UK)

2.7. - Waldschäden gegliedert nach Baumarten -

Verschiedene Faktoren biotischer und abiotischer Natur, unter letzteren besonders das Klima, wirken sich auf den Gesundheitszustand jeder einzelnen Baumart verschieden aus.

Dieser Umstand erklärt auch große Schwankungen im Erscheinungsbild von Jahr zu Jahr.

Fichte, Kiefer und Zirbe zeigen den schlechtesten Gesamtzustand seit Beginn der Erhebungen; umgekehrt hat sich die Lage für Lärche und die Laubhölzer gebessert, während die Schwarzkiefer gleich geblieben ist.

FICHTE

Jahr	Gesund (%)	Bekannte Ursache	Unbekannte Ursache (%)				
	0	(%)	1	2	3	4	Σ
1984	81,6	1,9	13,8	2,2	0,4	0,0	16,5
1985	86,5	3,6	8,7	0,9	0,2	0,0	9,8
1986	85,5	5,3	8,1	1,0	0,2	0,0	9,3
1987	84,7	4,3	9,1	1,6	0,3	0,0	11,0
1988	80,1	3,9	12,1	3,5	0,5	0,0	16,1
1989	80,8	3,0	12,4	3,0	0,6	0,1	16,1
1990	77,2	4,9	12,9	4,0	1,0	0,0	17,9
1991	79,0	2,8	13,3	4,2	0,7	0,0	18,2
1992	75,6	2,7	16,4	4,7	0,5	0,1	21,7
1993	71,2	3,8	18,3	5,8	0,7	0,2	25,0

TANNE

Jahr	Gesund (%)	Bekannte Ursache	Unbekannte Ursache (%)				
	0	(%)	1	2	3	4	Σ
1984	62,1	2,6	27,5	7,2	0,6	0,0	35,3
1985	78,8	5,5	13,9	1,8	0,0	0,0	15,7
1986	79,3	4,3	12,9	2,9	0,7	0,0	16,5
1987	76,1	4,3	15,9	2,2	1,4	0,0	19,5
1988	78,3	2,9	13,0	4,3	1,4	0,0	18,7
1989	60,1	12,0	14,0	11,9	2,1	0,0	28,0
1990	41,6	39,4	8,8	6,6	3,6	0,0	19,0
1991	56,3	10,2	19,0	10,9	3,6	0,0	33,5
1992	55,5	10,2	22,6	10,2	1,5	0,0	34,3
1993	51,4	9,5	27,5	10,9	0,7	0,0	39,1

WEIßKIEFER

Jahr	Gesund (%)	Bekannte Ursache	Unbekannte Ursache (%)				
	0	(%)	1	2	3	4	Σ
1984	74,8	18,9	4,9	0,0	1,4	0,0	6,3
1985	86,0	5,8	7,3	0,3	0,4	0,3	8,3
1986	85,0	8,1	5,9	0,8	0,0	0,1	6,8
1987	83,3	8,7	6,3	1,7	0,1	0,0	8,1
1988	76,6	13,4	7,8	1,8	0,4	0,0	10,1
1989	79,0	8,7	9,0	2,7	0,6	0,0	12,3
1990	60,1	17,8	17,0	3,7	1,3	0,1	22,1
1991	67,7	3,9	20,7	6,0	1,4	0,3	28,4
1992	63,1	9,9	21,6	4,9	0,4	0,1	27,0
1993	58,8	7,5	24,7	7,0	1,6	0,4	33,7

SCHWARZKIEFER

Jahr	Gesund (%)	Bekannte Ursache	Unbekannte Ursache (%)				
	0	(%)	1	2	3	4	Σ
1984	-	-	-	-	-	-	-
1985	98,1	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1986	98,1	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1987	96,3	1,9	0,0	1,9	0,0	0,0	1,9
1988	81,5	9,3	7,4	1,9	0,0	0,0	9,3
1989	92,6	0,0	5,6	1,9	0,0	0,0	7,5
1990	87,0	0,0	11,1	1,9	0,0	0,0	13,0
1991	79,6	0,0	20,4	0,0	0,0	0,0	20,4
1992	81,5	0,0	18,5	0,0	0,0	0,0	18,5
1993	81,5	0,0	18,5	0,0	0,0	0,0	18,5

ZIRBE

Jahr	Gesund (%)	Bekannte Ursache	Unbekannte Ursache (%)				
	0	(%)	1	2	3	4	Σ
1984	-	-	-	-	-	-	-
1985	85,9	11,4	2,3	0,3	0,3	0,0	2,9
1986	85,3	10,4	4,3	0,0	0,0	0,0	4,3
1987	79,8	9,4	7,7	2,2	1,0	0,0	10,9
1988	74,0	6,3	16,7	2,5	0,5	0,0	19,7
1989	81,0	2,9	11,9	3,1	1,0	0,0	16,0
1990	76,0	5,6	12,9	3,5	2,0	0,0	18,4
1991	75,8	3,0	13,9	5,8	1,5	0,0	21,2
1992	69,5	3,5	19,7	5,8	1,5	0,0	27,0
1993	65,4	7,3	16,2	6,3	4,8	0,0	27,3

LÄRCHE

Jahr	Gesund (%) 0	Bekannte Ursache (%)	Unbekannte Ursache (%)				
			1	2	3	4	Σ
1984	-	-	-	-	-	-	-
1985	87,6	6,7	5,3	0,3	0,0	0,0	5,6
1986	89,2	7,4	3,3	0,1	0,1	0,0	3,5
1987	87,6	6,3	5,4	0,7	0,0	0,0	6,1
1988	80,8	6,9	10,5	1,8	0,0	0,0	12,3
1989	86,7	3,7	8,0	1,5	0,1	0,0	9,6
1990	87,7	2,6	8,0	1,5	0,2	0,0	9,7
1991	83,4	2,1	12,4	1,8	0,3	0,0	14,5
1992	81,0	1,8	15,1	2,0	0,1	0,0	17,2
1993	83,2	2,6	11,7	2,4	0,1	0,0	14,2

LAUBHÖLZER

Jahr	Gesund (%) 0	Bekannte Ursache (%)	Unbekannte Ursache (%)				
			1	2	3	4	Σ
1984	-	-	-	-	-	-	-
1985	96,2	2,0	2,0	0,0	0,0	0,0	2,0
1986	79,8	18,0	2,2	0,0	0,0	0,0	2,2
1987	86,8	11,4	1,3	0,4	0,0	0,0	1,7
1988	88,5	5,7	4,9	0,8	0,0	0,0	5,7
1989	81,9	8,6	7,7	1,8	0,0	0,0	9,5
1990	63,3	15,5	15,9	4,9	0,0	0,4	21,2
1991	54,6	24,9	15,6	3,6	1,3	0,0	20,5
1992	65,7	20,5	9,8	2,7	1,3	0,0	13,8
1993	70,5	21,5	4,5	2,2	1,3	0,0	8,0

2.8. - Sterblichkeitsrate -

Im abgelaufenen Jahr sind 23 Probebäume abgestorben (Schadstufe 4), und zwar 11 wegen unbekannter Ursache und 12 wegen folgender natürlichen Ursachen:

1 Zirbe (Hallimasch)
1 Kastanie (Rindenkrebs)
10 Fichten (1 wegen Blitzschlag, 5 wegen Erdrutsch, 4 wegen Borkenkäferbefall)

Dies entspricht einer jährlichen Sterblichkeitsrate von **0,32 %**; der Mittelwert zu Beginn der Erhebungen betrug **0,12 %** (inzwischen sind insgesamt 77 Bäume der anfänglichen Gesamtstichprobe von 7.170 Stück ausgefallen).

2.9. - Vergilbungserscheinungen -

Bezeichnend für den immer angespannteren Zustand des Südtiroler Waldes ist weiters die Zunahme der in ihrer natürlichen Farbe veränderten (verfärbten) Bäumen - am augenscheinlichsten wird dies durch die Vergilbung der Kronen -, wie aus der nachstehenden Tabelle 4 (als Summe der Verfärbungsstufen leicht, mittel und stark) hervorgeht: insgesamt **59,5 %** der Bäume sind verfärbt, wovon nur **4,0 %** auf bekannte Ursachen zuzuführen sind.
Jedoch muß darauf hingewiesen werden, daß aufgrund des angewandten Erhebungsverfahrens nur die Verfärbungsstufen mittel und stark (Schadstufen 2 und 3) die Beurteilung des Gesamtschadens (Tab.1) beeinflussen. Für das Jahr 1993 erreichen diese gerade einen Wert von **0,8 %**.

Tab. 4 -

JAHR	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
% der verfärbten Bäume	8,5%	8,0%	13,2%	18,1%	26,6%	33,7%	36,2%	47,9%	59,5%

3. - Integrated Monitoring Programme -

Abb. 26 - Luftaufnahme der Beobachtungsfläche in Montiggl zwischen den beiden gleichnamigen Seen. (Freigegeben durch S.M.A. Nr. 911 vom 28.10.1993).

Das Programm zur Ganzheitlichen Überwachung (I.M.P.) hat sich als das umfassendste und vielversprechendste Projekt der internationalen Zusammenarbeit für die Kontrolle grenzüberschreitender Luftschadstoffe und ihrer Auswirkungen auf Waldökosysteme erwiesen. Ebenso übernimmt es eine Leitfunktion bei der Koordinierung der Forschungsaktivitäten: es werden in der Tat zum erstenmal auf europäischer Ebene beschlossene operative Standards eingeführt (°), welche auf dem ganzen Kontinent spätere Vergleiche möglich machen sollen.
Die Erhebung der verschiedenen Parameter, welche die vier ausgewählten Standorte beschreiben sollen, wurden in den beiden Provinzen Bozen und Trient (°°) im Sinne eines interdisziplinären Ansatzes besonders auf die Bioindikation ausgedehnt. Durch den Einsatz verschiedener Meßparameter und auf Grund des biologischen Wertes der aufgefundenen Tiere (vor allem Wirbellose) und Pflanzen (Bodenvegetation, Makromyzeten, Flechten usw.) verspricht man sich insbesonders, eventuelle Umweltbelastungsformen bzw. Veränderungen im klimatischen Bereich sowie im Nährstoff- und Energiehaushalt auf Waldökosysteme zu erfassen.
In enger Zusammenarbeit mit der benachbarten Autonomen Provinz Trient wurden im Jahre 1992 in jeder Provinz zwei Langzeit-Versuchsflächen bestimmt und ausgewiesen: die eine in der klimatisch "kühlen" Subalpinstufe des Fichtenwaldes ("Piceetum subalpinum") am Ritten (1750 m), und die andere in der "wärmebegünstigten" kollinen Stufe der Eichenbuschwaldzone ("Quercetum pubescentis") bei Montiggl (550 m), bzw. entsprechend Lavazèjoch und Pomarolo-Rovereto im Trentino.

Diese Flächen sind seit 1993 in das europäische Überwachungsnetz mit der jeweiligen Kodierung IT01 (Ritten), IT02 (Montiggl), IT03 (Lavazè) und IT04 (Pomarolo) eingetragen.
Dasselbe Jahr wurde für spätere Vergleiche als Bezugsjahr gewählt.

Die Untersuchungen haben also einen weiten Bereich von Sektoren betroffen, um ein möglichst vollständiges Gesamtbild des jetzigen Ausgangszustandes zu erhalten (Tab.5). Dafür wurden über 100 Experten und Forscher aus den beiden Landesverwaltungen und in- und ausländischen Forschungsanstalten zu Rate gezogen.
Neben dem sonst üblichen Instrumentarium zur Erfassung des Klimas und der chemischen Parameter (°) wurden auf

Tab. 5 - Untersuchungsbereiche des I.M.P.

- BODEN -	Allgemeine Eigenschaften	Bodenprofil, Typologie, ^{14}C-Datierung, Holzanatomische Untersuchungen (Anthracologie)
	Chemie	pH, elektrolytische Leitfähigkeit, Kationenaustauschkapazität, Basensättigung, Schwermetalle, Gesamtnährstoffe, verfügbare Nährstoffe
	Mikrobiologie und Physiologie	Mikrobielle Biomasse, Bakterien und Pilze, Nettomineralisation (Atmung), Dehydrogenaseaktivität, Xylanase-Aktivität, Phosphataseaktivität, Arylsulfataseaktivität, Proteaseaktivität, Nitrifikationsumsatz, Ureaseaktivität
	Makro-Mesofauna	Quantitative Erfassung, Besiedlungsdichte, Biomasse
	Wirbeltiere	Insektenfresser (Insectivora), Nagetiere (Rodentia)
	Ektomykorrhizen und Feinwurzelsystem	Biomasse Feinwurzeln (Wurzeldurchmesser bis 2 mm), Gesamtanzahl aktiver Wurzelspitzen, Gesamtanzahl und Frequenz aktiver Ektomykorrhizen, Prozentueller Anteil an Cenococcum geophilum, Typologie
- LUFT -	Meteorologie	Temperatur, Niederschlag, Sonnenstrahlung
	Chemie	O_3, NO_x, SO_2, C_xH_y, UV-B, Passivsammler: O_3, NO_2
- WASSER -	Chemie	Niederschlag (bulk und Wet-only), Traufwasser, Stammabfluß, pH, Gehalt an Ionen, elektrolytische Leitfähigkeit
-BAUMBESTAND	Phytosanitärer Zustand	Verfärbung, Nadel-Blattverlust, Pilzkrankheiten, Schädlinge
	Dendrochronologie	Zuwachs, dendrochronologische Kurve, Weiserjahre (Master-Skeleton-Plot)
	Biochemische Analyse der Blattorgane	Spurennährstoffe, Schwermetalldeposition
- FAUNA -	Insecta	Collembola, Blattodea, Dermaptera, Orthoptera, Rhyncota, Neuroptera, Lepidoptera, Diptera, Coleoptera, Hymemoptera Artenbestimmung und deren bio-ökologischer Wert
	Opiliones	Artenbestimmung und deren bio-ökologischer Wert
	Miriapoda	Artenbestimmung und deren bio-ökologischer Wert
	Pseudoscorpiones	Artenbestimmung und deren bio-ökologischer Wert
- FLORA -	Makromyzeten	Dichte, Biomasse der Fruchtkörper, Artenvielfalt, Radioaktivitätsrückstände Artenbestimmung und deren bio-ökologischer Wert
	Baum-, Strauch- und Grasschicht	Artenbestimmung und deren bio-ökologischer Wert
	Flechten	Artenbestimmung und deren bio-ökologischer Wert

Tab. 6 - Faunistische Neufunde für Südtirol (NEU S.T.), für das nationale Gebiet (NEU I.) und für die Wissenschaft (NEU).

	Renon/Ritten		Monticolo/Montiggl	
	1992	1993	1992	1993
ORD. COLLEMBOLA				
FAM. ARRHOPALITIDAE				
Arropalites caecus (TULLBERG, 1871)				NEU S.T.
FAM. ENTOMOBRYIDAE				
Heteromurus major (MONIEZ, 1889)				NEU S.T.
Lepidocyrtus curvicollis BOURLET, 1839			NEU S.T.	
Lepidocyrtus cyaneus TULLBERG, 1871	NEU S.T.			
Lepidocyrtus fimetarius GISIN, 1964		NEU S.T.		NEU S.T.
Lepidocyrtus paradoxus UZEL, 1891			NEU S.T.	
Orchesella flavescens (BOURLET, 1839)	NEU S.T.		NEU S.T.	
Orchesella montana STACH, 1960	NEU S.T.		NEU S.T.	
Orchesella quinquefasciata (BOURLET, 1843)			NEU S.T.	
Pseudosinella alba (PACKARD, 1873)				NEU S.T.
FAM. HYPOGASTRURIDAE				
Ceratophysella attenuata (CASSAGNAU, 1959)				NEU S.T.
Ceratophysella denticulata (BAGNALL, 1941)			NEU S.T.	
Hypogastrura boldori	NEU S.T.			
Hypogastrura socialis (UZEL, 1891)	NEU S.T.			
Willemia anophthalma BÖRNER, 1901		NEU S.T.		NEU S.T.
FAM. ISOTOMIDAE				
Cryptopygus bipunctactus (AN.A.A. ELSON, 1903)				NEU S.T.
Folsomia manolachei BAGNALL, 1939				NEU S.T.
Folsomia penicula BAGNALL, 1939		NEU S.T.		
Folsomia sensibilis KSENEMAN, 1936		NEU S.T.		
Isotomiella minor (SCHÄFFER, 1896)		NEU S.T.		NEU S.T.
Isotoma notabilis (SCHÄFFER, 1896)		NEU S.T.		NEU S.T.
Vertagopus cinereus (NICOLET, 1841)		NEU S.T.		
FAM. KATIANNIDAE				
Sminthurinus elegans (FITCH, 1863)			NEU S.T.	
FAM. NEANURIDAE				
Bilobella aurantiaca (CAROLI, 1912)		NEU S.T.		
Friesea mirabilis (TULLBERG, 1871)		NEU S.T.		
Micranurida pygmaea BÖRNER, 1901		NEU S.T.		NEU S.T.
Neanura muscorum (TEMPLETON, 1935)		NEU S.T.		
Pseudachorutes corticolus (SCHÄFFER, 1896)				NEU S.T.
Pseudachorutes subcrassus TULLBERG			NEU S.T.	
FAM. NEELIDAE				
Megalothorax minimus WILLEM, 1900		NEU S.T.		NEU S.T.
FAM. ODONTELLIDAE				
Mesaphorura hylophila RUSEK, 1982		NEU S.T.		NEU S.T.
Mesaphorura italica (RUSEK, 1971)		NEU S.T.		NEU S.T.
Mesaphorura jarmilae RUSEK, 1982				NEU S.T.
Mesaphorura krausbaueri Gruppe		NEU S.T.		
Mesaphorura macrocheta RUSEK, 1976		NEU S.T.		NEU S.T.
Mesaphorura sylvatica RUSEK, 1971		NEU S.T.		NEU S.T.
Mesaphorura tenuisensillata RUSEK, 1974		NEU S.T.		NEU S.T.
Onychiurus (O.) absoloni (BÖRNER, 1901)		NEU S.T.		
Onychiurus (P.) illaboratus GISIN, 1952				NEU S.T.
Onychiurus (P.) nemoratus GISIN, 1952				NEU S.T.
Onychiurus (P.) octopunctatus (TULLBERG, 1876)				NEU S.T.
Onychiurus (P.) procampatus GISIN, 1956		NEU S.T.		
Onychiurus (P.) subnemoratus GISIN, 1957				NEU S.T.
Onychiurus (P.) subuliginatus GISIN, 1956		NEU S.T.		NEU S.T.
FAM. SMINTHURIDAE				
Caprainaea marginata (SCHÖTT, 1893)				NEU S.T.
Lipothrix lubbocki (TULLBERG, 1872)		NEU S.T.		
Sminthurus fuscus (L.)				NEU S.T.
FAM. SMINTHURIDIDAE				
Sphaeridia pumilis (KRAUSBAUER, 1898)			NEU S.T.	
FAM. TOMOCERIDAE				
Tomocerus vulgaris (TULLBERG, 1871)		NEU S.T.		

	Renon/Ritten		Monticolo/Montiggl	
	1992	1993	1992	1993
ORD. ORTOPTERA				
FAM. CATANTOPIDAE				
Calliptamus siciliae			NEU S.T.	
FAM. RHAPHIDOPHORIDAE				
Troglophilus neglectus			NEU S.T.	
FAM. GRYLLIDAE				
Acheta domestica			NEU S.T.	
ORD. LEPIDOPTERA				
FAM. BLASTOBASIDAE				
Hypatopa segnella (ZELLER, 1873)			NEU I.	
FAM. COLEOPHORIDAE				
Coleophora flavipennella (DUPONCHEL, 1843)				NEU S.T.
Coleophora glaucicolella WOOD, 1892		NEU S.T.		NEU S.T.
FAM. ELACHISTIDAE				
Elachista sp.				NEU
FAM. GELECHIIDAE				
Chionodes tragicella (HEYDEN, 1865)		NEU S.T.		NEU S.T.
Monochroa nomadella (ZELLER, 1868)				NEU S.T.
Psoricoptera gibbosella (ZELLER, 1839)				NEU S.T.
Stomopteryx flavipalpella (JÄCKH, 1959)				NEU S.T.
FAM. GRACILARIDAE				
Phyllonorycter sp.				NEU
FAM. PSYCHIDAE				
Narycia duplicella (GOEZE, 1783)				NEU. S.T.
FAM. TINEIDAE				
Nemapogon ruricolella (STAINTON, 1849)				NEU I.
FAM. TORTRICIDAE				
Eana incana (STEPHENS, 1852)				NEU S.T.
Pammene ignoratana KUZNETSOV, 1968				NEU S.T.
Pammene ochsenheimeriana (LIENIG & ZELLER, 1946)				NEU S.T.
ORD. COLEOPTERA				
FAM. ANOBIIDAE				
Episervus ganglbaueri				NEU I.
Pseudoptilinus fissicollis				NEU S.T.
FAM. ANTRIBIDAE				
Rhaphitropis oxyacanthae			NEU S.T.	
FAM. CARABIDAE				
Harpalus signaticornis				NEU S.T.
FAM. CERAMBICIDAE				
Tricoferus griseus			NEU S.T.	
FAM. ELATERIDAE				
Ampedus auripes	NEU I.			
FAM. SCARABAEIDAE				
Geotrupes pyranaeus				NEU S.T.
FAM. SERROPALPIDAE				
Phloeotrya vaudoeri				NEU S.T.
ORD. INSECTIVORA				
FAM. SORICIDAE				
Sorex minutus L. (1766)	NEU S.T.			NEU S.T.
Suncus etruscus (SAVI, 1822)			NEU S.T.	

Abb. 27 - Verschiedene Insektenfallentypen, wie sie bei den Versuchsflächen Ritten und Montiggl verwendet wurden.

diesen Versuchsflächen auch verschiedene Insektenfallen - so Boden-Becherfallen, Pheromonfallen, Farbfallen, Alkoholfallen, Leimbänder, Fangbäume usw. - aufgestellt, welche in periodischen Abständen kontrolliert und ausgeleert wurden (Abb.27). Gelegentlich wurden auch Lichtfallen eingesetzt.

(°) - KLEEMOLA S., SÖDERMAN G. (1993): Manual for Integrated Monitoring Programme Phase 1993-1996. Environment Data Centre, National Board of Waters and the Environment, Helsinki 1993.
Soweit nicht darin behandelt, wird auf die nachstehend angegebenen Originalarbeiten verwiesen

(°°) - Auf Initiative der Abteilung Forstwirtschaft Bozen und des Settore Foreste ed Ambiente beim Istituto Agrario di S.Michele all'Adige (Trient)

3.1 - Ergebnisse -

Bereits von der Anfangsphase (1992-1993) liegen einige sehr überraschende und hochinteressante Zwischenergebnisse vor.
Unsere Waldlebensgemeinschaften weisen auch heute noch völlig unerforschte Bereiche auf, auch was alleine die Tierwelt anbelangt, obwohl sie sich in einem Gebiet mit jahrhundertelanger menschlicher Beeinflussung befinden.

Von den über **1.500** verschiedenen Tier- und Pflanzenarten (°), die bisher in den beiden Versuchsflächen Ritten und Montiggl erfaßt wurden, stellen **76** Arten absolute Neuentdeckungen in der heimischen Tierwelt dar (Tab.6).

Diese vorläufigen Daten bringen sicherlich nicht in erschöpfender Weise die tatsächliche biologische Vielfalt dieser Flächen zum Ausdruck: man denke nur an die unzähligen Fliegenarten (Diptera), welche noch nicht bestimmt werden konnten, weil dafür entweder keine Spezialisten gefunden wurden oder weil die Tiere mit den verwendeten Fallentypen nicht gefangen wurden (oder nicht gefangen werden konnten).

Für einige Gruppen von Wirbellosen werden sich die Untersuchungen wohl noch einige Jahre hinziehen. Dabei werden nicht nur die Arten bestimmt, sondern diesen wird auch in Abhängigkeit ihrer Häufigkeit (Abundanz) ein biologischer Zeigerwert zugeordnet.

Alleine aus der Ordnung der Springschwänze konnten für Südtirol an die 50 Arten erstmals festgestellt werden, ebenso für die Ordnung der Schmetterlinge 14 Arten, wovon zwei sogar neu für die Wissenschaft waren (Gattungen **Elachista nov.sp.** und **Phyllonorycter nov.sp.**).

Auch der Fund der **Etrusker-Spitzmaus, Suncus etruscus (SAVI, 1822)**, in Montiggl, welche mit einem Gewicht von 1,5 ÷ 2,0 g und einer Gesamtlänge (inklusive Schwanz) von 6 ÷ 7 cm eines der kleinsten lebenden Säugetiere ist, stellt ein außerordentliches wissenschaftliches Ereignis dar, da ihr natürlicher und typischer Lebensraum die Macchiavegetation des Mittelmeerraumes ist.

Andere Arten, welche aus verschiedenen Gründen als verschollen galten, sind nach Jahrzehnten wieder aufgefunden worden. Dies ist der Fall bei verschiedenen Heuschrecken, wie z.B. der **Atlantischen Bergschrecke (Antaxius pedestris)**, der **Großen Schiefkopfschrecke (Ruspolia nitidula)**, der **Yersin-Strauchschrecke (Yersinella raymondi)** oder der **Rötelmaus (Clethrionomis glareolus)**.

Die Untersuchungen haben auch gezeigt, wie empfindlich die Waldökosysteme auf kurzfristige Veränderungen der Primärfaktoren (Wärme, Wasserversorgung usw.) reagieren, wie sie der Witterungsverlauf bedingt, der auch für die beiden Probeflächen (Abb.28 und 29) abnormal verlief (2.5.2.3).

(°) In Südtirol sind ca. 14.000 Tierarten beschrieben, wobei geschätzt wird, daß es über 30.000 geben dürfte (K. HELLRIGL).

RENON-RITTEN
(1750 m.)

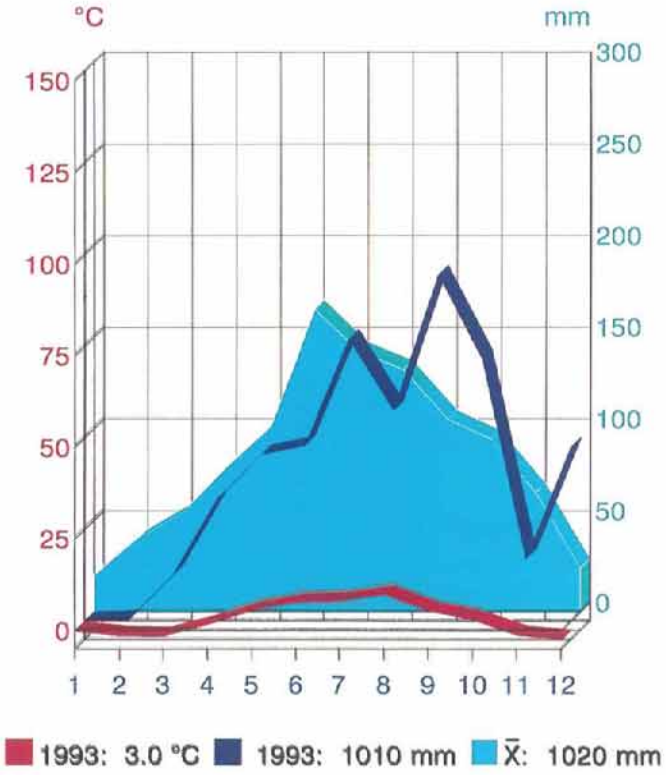


Abb. 28 -

MONTICOLO-MONTIGGL
(550 m.)

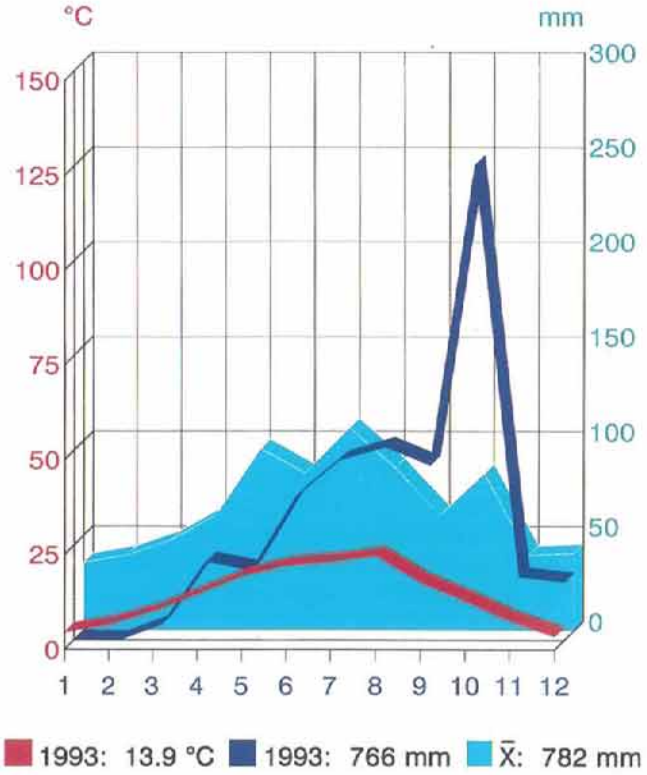


Abb. 29 -

Obwohl nur eine statistisch kurze Reihe vorliegt (7 Jahre), belegen die klimatischen Parameter den subalpin-kontinentalen Charakter des örtlichen Klimas (Regenfaktor nach LANG > 250). Die Versuchsfläche befindet sich im phytoklimatischen Gürtel des WARMEN PICETUMS nach PAVARI.

Der mittlere Jahresniederschlag von 1.020 mm weist eine Verteilung mit einem Maximum im Sommer und einem Minimum im Winter auf.
Die mittlere Jahrestemperatur beträgt 4,1°C, die gemessene absolute Tiefsttemperatur beträgt -18,0°C (07.02.1991), die Höchsttemperatur +30,0°C (26.08.1992).

Im Jahre 1993 erreichte der Jahresniederschlag (1.010 mm) nahezu den Mittelwert, aber mit 3,0°C im Vergleich zum Mittelwert war dies ein kaltes Jahr.
Im Gegenzug war das Jahr 1992 dazu im Mittel wärmer (4,6°C) und niederschlagsreicher (1.091 mm) (°).

(°) Daten Amt Nr.10.4, Labor für Physikalische Chemie
Daten Amt Nr.10.5, Biologisches Labor
Daten Amt Nr. 30.3, Hydrographisches Amt

Die auf einen Zeitraum von 17 Jahren bezogenen Klimadaten zeigen eine subkontinentale Niederschlagsverteilung mit einem Mittelwert von 782 mm an.

Die mittlere Jahrestemperatur beträgt 11,4°C, während die tatsächlich gemessenen Höchst- bzw. Tiefstwerte zwischen +40,0°C (30.07.1983, 20.08.1992) und -15,0°C (07.01.1985) schwanken; die Temperaturschwankung ist also sehr groß, jedenfalls größer als am Ritten.

Das örtliche Klima, insgesamt relativ trocken (Regenfaktor nach LANG: 68) und submediterran beeinflußt, stellt einen entscheidenden und oft begrenzenden Faktor dar.

Die Fläche kann der phytoklimatischen Zone des KALTEN CASTANETUM (PAVARI) zugeordnet werden.

Bezogen auf die Mittelwerte war das Jahr 1993 wärmer (13,9°C) und niederschlagsärmer (766 mm). Im Jahre 1992 wurden noch höhere Temperatur-Jahresmittelwerte (14,1°C) und Niederschlagswerte (910 mm) erreicht (°).

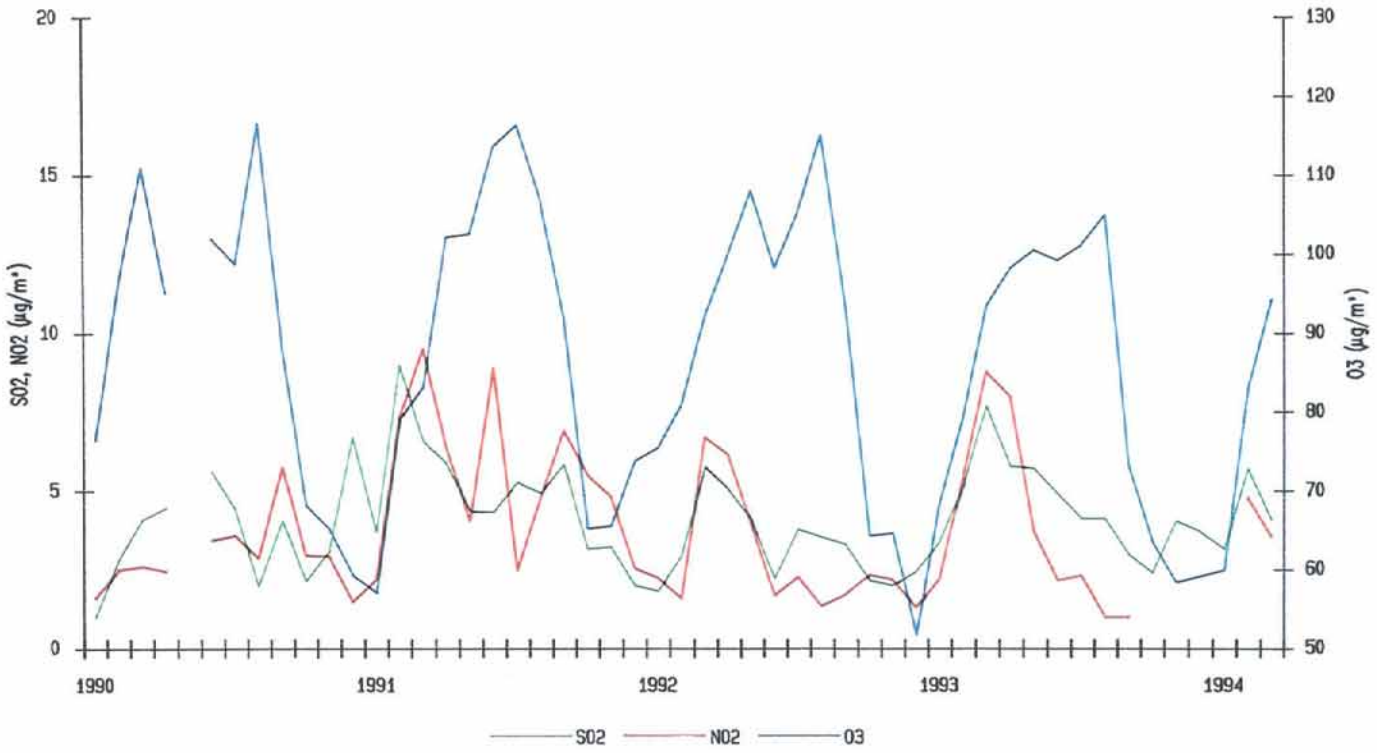


Abb. 30 - Monatsmittel von SO_2, NO_2 und O_3 von 1990 bis 1994
(Daten Amt Nr. 10.4 - Labor für physikalische Chemie.

Tab. 7 - Jahresmittelwerte für SO_2, NO_2, O_3 am Ritten.

SO_2 (µg/m³)	1990	1991	1992	1993
Jahresmittelwert	3,2	5	3,3	4,5
höchster Monatsmtw.	7 (Dez)	7 (Feb)	6 (Mär)	6 (Apr-Mai)
höchster 1/2 - Stundenmtw.	57 (Jun)	36 (Feb)	34 (Mär)	34 (Mär)

NO_2 (µg/m³)	1990	1991	1992	1993
Jahresmittelwert	2,5	6	2,8	3,5
höchster Monatsmtw.	6 (Sep)	9 (Mär)	7 (Mär)	9 (Mär)
höchster 1/2 - Stundenmtw.	44 (Nov)	46 (Okt)	49 (Mär)	68 (Feb)

O_3 (µg/m³)	1990	1991	1992	1993
Jahresmittelwert	81	88	90	84
höchster Monatsmtw.	117 (Aug)	116 (Jul)	115 (Aug)	104 (Aug)
höchster 1/2 - Stundenmtw.	200 (Jul)	218 (Jul)	196 (Jul)	196 (Mai)
Nr. Grenzwertüberschreitungen ($\geq$ 200 µg/m³)	1	4	0	0

Der feuchte und regnerische Sommer hat nur selten zur Bildung einer (fotochemischen) Smoglage geführt. Unmittelbare Folge sind die geringeren Werte bei der Ozonkonzentration (O_3), und zwar bezogen auf Mittel-und Spitzenwerte (Abb.30 und Tab.7).

Für die anderen klassischen Schadstoffe SO_2 und NO_2 werden keine wesentlichen Änderungen zu früher festgestellt (°).
Das Regenwasser mit einem leicht erhöhten pH- Jahresmittelwert sowohl bei den Gesamt-Depositionen (bulk) als auch bei den nassen Depositionen (wet only) zeigt einen im Vergleich zu den vorausgegangenen Jahren etwas geringeren Säuregehalt an (Tab.8) (°°).

Von den anderen untersuchten Parametern ist der in den letzten Jahren fallende Trend der Sulfatkonzentrationen (S-SO_4) und der steigende Trend der Nitratkonzentrationen (N-NO_3) bemerkenswert.
Der 1993 am Ritten höhere Wert von Sulfaten als in Montiggl ist eine Folge der größeren Eintragung.
Umgekehrt hat der Wassermangel des ersten Halbjahres Änderungen der Biomasse und der Zusammensetzung der Bodenorganismen (Mykorrhiza, Makro- und Mesofauna, Bodenflora, Feinwurzeln usw.) bewirkt, während die Auswirkungen auf das Gesamtökosystem erst noch untersucht und bewertet werden müssen.

Gerade weil der Boden, - verstanden nicht nur als Verankerungsmöglichkeit und Nährsubstrat, sondern vorallem als Ort des Ablaufes und der Regelung der biogeochemischen Kreisläufe der lebenswichtigsten Nährelemente für die darauf stockende Lebensgemeinschaft, - eine grundlegende Bedeutung hat, wurde dem Studium des unterirdischen Teiles der untersuchten Ökosysteme und der damit innig verbundenen biologischen, physikalischen, chemischen und physiologischen Parameter des Mineralbodenhumus (Ah-Horizont) eine so große Bedeutung zugemessen.

Jedenfalls wurden dazu im Frühjahr (Mai-Juni) und Herbst (September-Oktober) spezielle Proben entnommen.

(°) MINACH L.- Amt Nr.10.4, Labor für Physikalische Chemie
(°°) TAIT D.,MICHELINI F. - Amt Nr.10.5, Biologisches Labor

Tab. 8 - Mengengewichtete Mittelwerte der Ionenkonzentrationen in den Niederschlägen und entsprechende Depositionen der Untersuchungsjahre 1983 bis 1993 in den Örtlichkeiten Ritten und Montiggl.

	Bulk												Wet-only
	H mg/l	pH	Cond. µS/cm	S-SO_4 mg/l	N-NO_3 mg/l	N-NH_4 mg/l	Cl mg/l	H+ g/m²y	S-SO_4 g/m²y	N-NO_3 g/m²y	N-NH_4 g/m²y	Cl g/m²y	pH
Ritten Renon													
1985	0.011	4.97	16.3	0.76	0.38	0.58	0.3	0.011	0.75	0.37	0.56	0.28	
1986	0.016	4.80	15.9	0.60	0.40	0.44	0.2	0.016	0.59	0.39	0.43	0.23	
1987	0.014	4.85	14.4	0.60	0.32	0.41	0.3	0.017	0.70	0.38	0.49	0.35	
1988	0.017	4.76	17.1	0.79	0.38	0.56	0.3	0.017	0.75	0.36	0.53	0.28	
1989	0.014	4.85	13.6					0.014					
1990	0.014	4.85	15.2	0.70	0.43	0.83	0.43	0.015	0.74	0.45	0.88	0.46	4.80
1991	0.016	4.79	18.4	0.58	0.49	0.52	0.56	0.014	0.50	0.42	0.44	0.48	4.77
1992	0.012	4.92	12.9	0.49	0.42	0.39	0.25	0.013	0.53	0.46	0.43	0.28	4.90
1993	0.009	5.04	14.3	0.67	0.61	0.50	0.50	0.009	0.66	0.61	0.49	0.50	4.97
Montiggl Monticolo													
1983	0.014	4.85	21.0	0.89	0.44	0.43	0.5	0.010	0.63	0.31	0.30	0.38	
1984	0.019	4.72	19.6	0.83	0.38	0.33	0.4	0.014	0.61	0.28	0.25	0.28	
1985	0.012	4.92	18.5	0.85	0.46	0.58	0.3	0.008	0.58	0.31	0.39	0.22	4.85
1986	0.014	4.84	18.6	0.75	0.51	0.48	0.3	0.010	0.55	0.37	0.35	0.19	4.80
1987	0.014	4.85	17.2	0.73	0.42	0.45	0.4	0.013	0.65	0.37	0.40	0.32	
1988	0.015	4.83	17.5	0.93	0.47	0.52	0.4	0.010	0.63	0.32	0.35	0.25	
1989	0.013	4.89	17.8					0.009					
1990	0.013	4.88	16.0	0.73	0.47	0.53	0.36	0.009	0.51	0.33	0.37	0.25	4.71
1991	0.016	4.81	18.4	0.56	0.54	0.49	0.50	0.008	0.30	0.29	0.27	0.27	4.74
1992	0.014	4.87	13.9	0.55	0.50	0.44	0.29	0.012	0.50	0.46	0.40	0.26	4.76
1993	0.009	5.03	14.5	0.53	0.50	0.37	0.37	0.007	0.40	0.38	0.28	0.28	4.88

3.2.a. - Versuchsfläche Ritten -"Piceetum subalpinum" -

Sie besteht aus der Fernmeßstation für Luftschadstoffe, welche nördlich von Bozen in einer Entfernung von ca. sieben km Luftlinie auf einer Weidefläche in einer Meereshöhe von 1.750 m ü.d.M. steht, und aus einem angrenzenden Stück ca. 130jährigen subalpinen Fichtenwaldes mit ungleichmäßiger Struktur und beigemischter Lärche sowie Zirbe in einer Höhenlage von 1.720 m auf einem mäßig (35 %) nach SO geneigten Hang.

Der wichtigste vom Menschen verursachte Störfaktor in der Vergangenheit war die Beweidung.

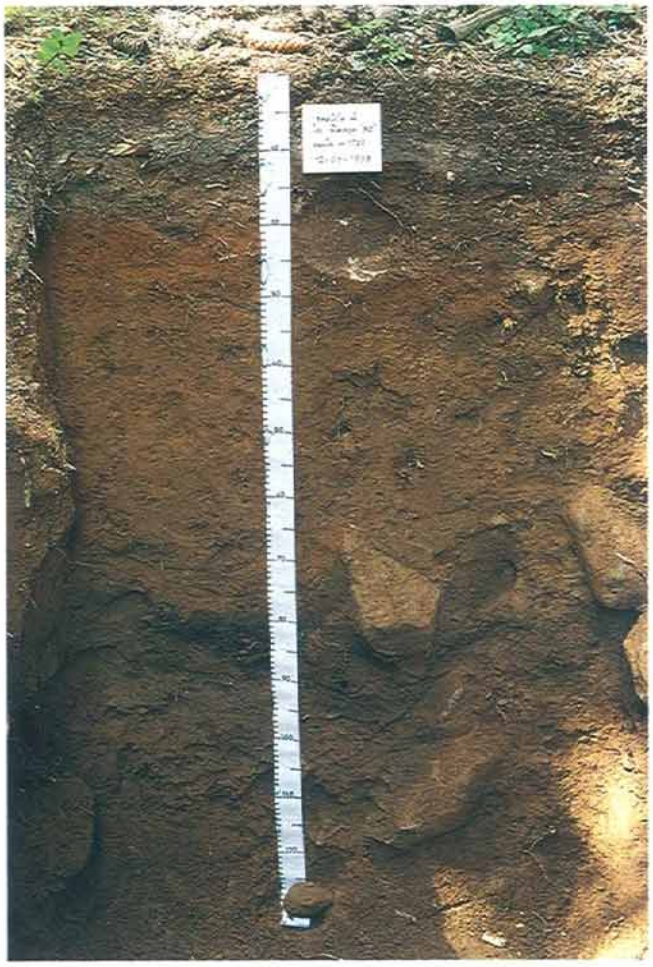


Abb. 31 - Bodenprofil vom Ritten - Beachte den dunkleren IIA- Horizont in einer Tiefe von 85 cm.

3.2.b. - Versuchsfläche Montiggl - "Quercetum pubescentis" -

Als repräsentative Beobachtungsfläche für eine wärmeliebende Lebensgemeinschaft wurde ein Niederwald mit Nadelholzbeimischung ca. 9 km südlich von Bozen auf einer Kuppe zwischen den beiden Montiggler Seen, in einer Höhenlage zwischen 550 und 570 m ü.d.M., ausgewählt (Abb.26).

In Abhängigkeit der Geländeausprägung können zwei Vegetationsausbildungen unterschieden werden: eine trockenere auf anstehendem Fels in südöstlicher Exposition, wo neben der vorherrschenden Flaumeiche (Quercus pubescens) noch die Blumen- bzw. Mannaesche (Fraxinus ornus), die Hopfenbuche (Ostrya carpinifolia) und die Weißkiefer (Pinus silvestris) vorkommen und eine frischere Ausbildung in nordwestlicher Exposition mit feuchteliebenderen Arten wie Edelkastanie (Castanea sativa), Birke (Betula sp.), Tanne (Abies alba) und Fichte (Picea excelsa).

Auf die gleiche Fläche beziehen sich die Messungen der wichtigsten physikalisch-chemischen Parameter sowie die Daten der seit 17 Jahren arbeitenden Wetterbeobachtungsstelle.

Die wichtigsten vom Menschen beeinflußten Störfaktoren stellen die Streunutzung in der Vergangenheit sowie die Wildschäden und der Ausflüglerstrom (Bodenverdichtung) in der Gegenwart dar.

3.2.1.a. - Allgemeine Bodenverhältnisse -

Der Boden, welcher in die Gruppe der **Eisenhumuspodsole** eingereiht werden kann, ein **Haplorthod** nach der Soil Taxonomy, ein **Haplic Podsol** nach der F.A.O., ist im Bereich der Fläche ziemlich gleichförmig und bis zu 130 cm mächtig (Abb.31) (°). Das darunterliegende Gestein besteht aus einer gemischten Auflage aus Moränenmaterial und Gesteinsschutt aus Porphyrschotter und -steinen auf einer Quarzporphyrunterlage aus der Permzeit (Paläozoikum).

3.2.1.b. - Allgemeine Bodenverhältnisse -

Die Böden unterscheiden sich in ihren Eigenschaften je nach Geländerelief und Baumartenzusammensetzung.

Insgesamt gehören sie zur Gruppe der **sauren Braunerden** und können nach der Soil Taxonomy als **Typic Dystrochrepts** oder gemäß F.A.O. als **Dystric Cambisols** eingeordnet werden, und haben eine mäßige, örtlich mittlere Mächtigkeit: sie sind maximal 95 cm tief (°).

Überraschenderweise wurde in einer Tiefe von 75/80 und 85/95 cm eine zweite organische Schicht gefunden (IIA), in der mit bloßem Auge erkennbar verkohltes Holz eingelagert ist: dabei handelt es sich höchstwahrscheinlich um die Spuren eines uralten Waldbrandes, welcher in der unmittelbaren Nacheiszeit (7577 Jahre v.Chr. - Datierung mit ^{14}C) die Vegetation heimgesucht hat. Die durchgeführten holzanatomischen Untersuchungen belegen, daß im Unterschied zur heutigen Schlußwaldgesellschaft mit Fichte (und Zirbe) der damalige Bestand aus reinen Licht- und Pionierwaldbaumarten (Kiefer, Lärche und Birke) aufgebaut war.
Danach wurde durch die mechanische Verwitterung mit Bodenfließen (Solifluktion) und Anhäufung von Gesteinsschutt von den bergseitigen Hängen dieser ursprüngliche Boden zugedeckt und der heutige gebildet, welcher seinerseits das Ergebnis der jüngsten Standorts- (Klima) und Vegetationsbedingungen ist.

Abb. 32 - Humusprofil vom Ritten unter Fichtenbestockung (Foto Institut für Zoologie - Universität Innsbruck).

3.2.2.a. - Wichtigste Parameter des Mineralbodenhumus (Ah-Horizont) -

Der Bestand liefert eine saure Streu, aus der sich ein Rohhumus entwickelt, ein **Mycohemihumimor** nach der Taxonomic Classification of Humus Forms von KLINKA et Al. (Abb.32), mit einem **pH**-Wert zwischen **3,0 und 3,5** (2,6 ÷ 3,0 in Lavazè).

Das Ausgangsmaterial für die Bodenbildung besteht aus Gesteinsschutt auf einer oft anstehenden Quarzporphyrunterlage.

(°) MANCABELLI A.,GEORGE E.: Tipologia e profilo dei suoli nelle cenosi forestali di Renon e Monticolo - Istituto Agrario S.Michele all'Adige.

Abb. 33 - Humusprofil aus Montiggl unter Flaumeichenbestockung (Foto Institut für Zoologie - Universität Innsbruck).

3.2.2.b. - Wichtigste Parameter des Mineralbodenhumus (Ah-Horizont) -

Wegen ihrer Seichtgründigkeit (ca. 10 mm) stellt die humusführende Schicht, Moder bis Rohhumus, **Mormoder** nach der Taxonomic Classificaton of Humus Forms nach KLINKA et. Al. (°), den begrenzenden Lebensfaktor dar. Sie wird damit gleich wie im tropischen Regenwald zur wichtigsten und das ganze Ökosystem tragenden Stütze, und ist ein empfindlicher Indikator für dessen Funktionalität sowie dessen Resistenz und Resilienz (Ausheilvermögen) (Abb.33).

In der Tat bewirkt die große bodenbiologische Aktivität, welche von den günstigen Temperaturbedingungen gefördert wird, eine schnelle Mineralisierung der organischen Substanz, wobei die Streuschicht bald abgebaut und die Nährstoffe in kurzer Zeit freigesetzt werden.

Im darunterliegenden Mineralbodenhorizont (Bs2) steigt der Wert auf pH **5,0** (°).

(°) MANCABELLI A.,GEORGE E.: Tipologia e profilo dei suoli nelle cenosi forestali di Renon e Monticolo - Istituto Agrario S.Michele all'Adige. HUBER W.- Amt Nr.33.2, Amt für Agrikulturchemie beim Land- und Forstwirtschaftlichen Versuchszentrum Laimburg.

Literaturhinweis

HARTMANN F. (1970): Gli humus forestali (Originaltitel: Waldhumusdiagnose auf biomorphologischer Grundlage), Ed. CEDAM - Padova.

3.2.2.1.a. - Bodenmikrobiologie und Bodenenzymatik -

Niedrige Temperaturen und pH-Werte wirken sich negativ auf die mikrobiologischen und biochemischen Prozesse der Humifizierung und Mineralisierung des Bestandesabfalles aus, wobei die Böden am Ritten durchwegs höhere Aktivitäten aufweisen als die vergleichbaren Böden im Fichtenwald von Lavazé.
Während die chemischen Untersuchungen anzeigen, daß die wichtigsten Nährstoffe genügend vorhanden sind, weisen die erhöhten Werte an saurer Phosphataseaktivität auf einen Mangel an pflanzenverfügbarem Phosphor hin, weil dieser aufgrund des sehr sauren Milieus entweder in der Humusauflage (geringe Mineralisierung) oder als Fe- und Al-Phosphat im Mineralboden gebunden ist (Abb.34).
Die Werte der Bodenatmung (Freisetzung von CO_2) weisen auf eine geringe mikrobielle Biomasse hin (Mikroorganismen des Bodens sind: Bakterien, Protozoen, Algen, Pilze) und auf eine ebenso geringe bodenbiologische Aktivität (Abb.35).

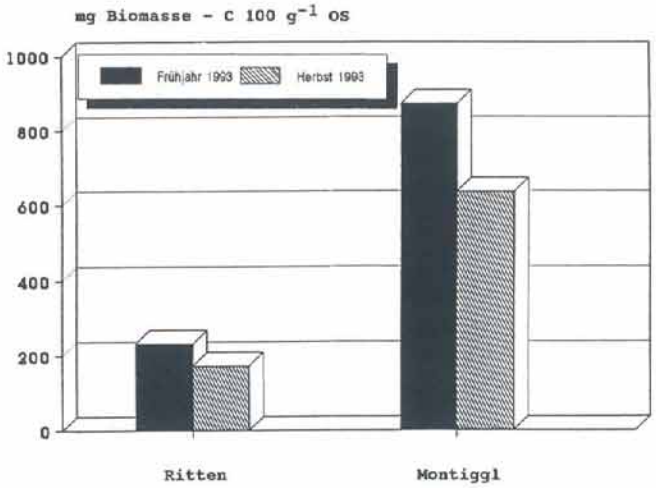


Abb. 35 - Substrat-Induzierte-Atmung im Ah-Horizont der Bodenproben von Ritten und Montiggl (Frühjahr und Herbst 1993).

Auch die Dehydrogenaseaktivität als Zeiger für die Intensität des mikrobiellen Abbaues von Bestandesabfall weist sehr niedrige Werte, fast an der Nachweisgrenze, auf (Abb.36).

Es kommt zu einem unvollständigen Abbau der organischen Substanz durch Pilze (und Bakterien). Dieser Abbau bleibt auf die am leichtesten zersetzbaren Komponenten (Hemizellulose und Proteine) begrenzt, wie die im Herbst höheren Werte der Xylanaseaktivität (Abb.37) zeigen.

Ihre Verfügbarkeit im mageren Mineralbodenhumushorizont, die durch einen schnellen Umtrieb der Biomasse beschleunigt wird, ist also eine grundlegende und lebenswichtige Voraussetzung für das Gedeihen der autotrophen Arten (Pflanzen) in der Lebensgemeinschaft in Montiggl.
Die Untersuchungen zeigen jedenfalls im hohen Säuregehalt (**pH-Wert von 3,5 ÷ 4,0**, welcher auf **5,5** im darunterliegenden Mineralbodenhorizont Bw2 ansteigt) einen Hemmschuh für die wichtigsten bodenbiologischen Faktoren (°).

3.2.2.1.b. - Bodenmikrobiologie und Bodenenzymaktik -

Wegen des unterschiedlichen Bestandesaufbaues weichen die Werte oft stark voneinander ab. Die besonders im Herbst hohe Phosphataseaktivität (Abb.34) zeigt einen geringen Gehalt an Phosphor in pflanzenverfügbarer Form an.

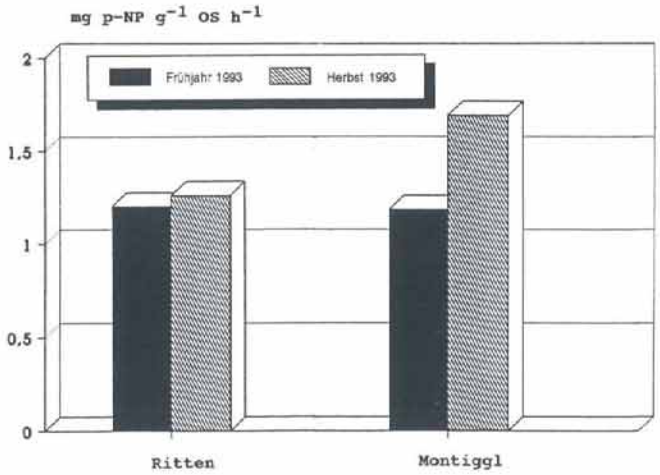


Abb. 34 - Phosphataseaktivität im Ah-Horizont der Bodenproben von Ritten und Montiggl (Frühjahr und Herbst 1993).

Umgekehrt sind die anderen lebensnotwendigen Spurenelemente in genügendem Umfang vorhanden.
Günstige klimatische Bedingungen und ein besserer Nährstoffgehalt des Bestandesabfalles bedingen hohe Werte an mikrobieller Biomasse (Abb.35).

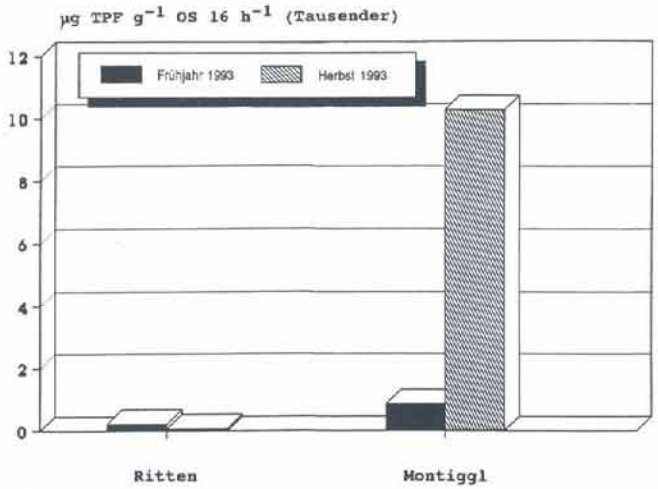


Abb. 36 - Dehydrogenaseaktivität im Ah-Horizont der Bodenproben von Ritten und Montiggl (Frühjahr und Herbst 1993).

Die höheren Werte der Proteaseaktivität im Frühjahr (Weiser für Hydrolyse der Eiweißkomponente) sind auf die größere Verfügbarkeit abgestorbener Tiere und Mikroorganismen zu dieser Jahreszeit zurückzuführen (Abb. 38).

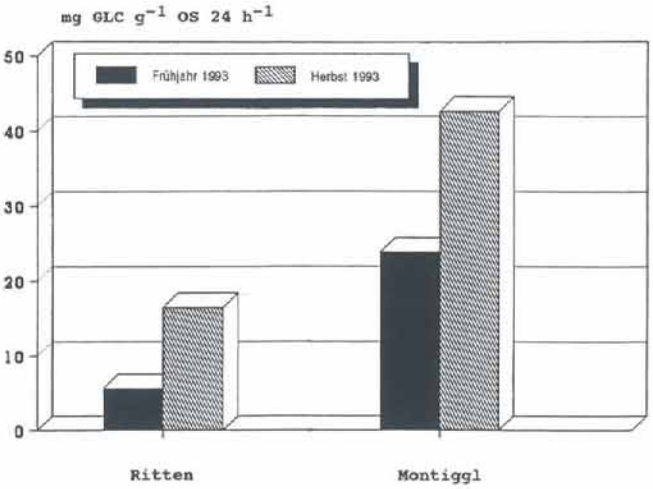


Abb. 37 - Xylanaseaktivität im Ah-Horizont der Bodenproben von Ritten und Montiggl (Frühjahr und Herbst 1993).

Die Nitrifikation (Abb.39) als Weiser für das Vermögen, das Ammoniumion erst zu Nitrit und danach zu Nitrat zu oxydieren, d.h. den Stickstoff im Boden zu mineralisieren und damit für die Pflanzen verfügbar zu machen, fehlt fast völlig.

Während im Unterschied zur Proteaseaktivität, welche sehr wohl auf Trockenheit reagiert, die Nitrifikation nicht vom Witterungsverlauf beeinflußt wird, unterbindet der Säuregehalt des Bodens die bakterielle Oxydation (durch Nitrosomonas) des Ammoniumiones.

Als Folge davon häuft sich eine dicke Schicht von wenig abgebauter Streu an.

Mengenmäßig ist die Zellulose die wichtigste organische Substanz in der Natur (40 ÷ 70 % der Pflanzengewebe). Am Abbau der Zellulose beteiligen sich verschiedene Mikroorganismen wie **Schleimpilze (Myxomyzeten), Einzeller (Protozoen), Bakterien (Cellulomonas, Cytophaga, Clostridium, Vibrio, Cellvibrio, Bacillus, Aktinomyzeten** usw.), und besonders viele im Boden häufige Pilze (**Chaetomium, Trichoderma, Aspergillus, Penicillum, Basidiomyzeten** usw.).
Der optimale pH-Bereich für den Zelluloseabbau durch Bakterien liegt zwischen pH 5,0 und pH 7,0. In saureren und trockenen Böden übernehmen diese Funktion die Pilze.
Insgesamt ist die Anzahl der zelluloseabbauenden Organismen in den Rittner Böden im Frühjahr höher als im Herbst.

Die Pilze übernehmen also einen großen Teil der mikrobiellen Aktivität im Boden, wie aus dem Verhältnis zwischen dem Frühjahrsmaximum - welches aber noch deutlich niedriger ist als jenes der anderer Flächen (Abb.40) und welches mit der Anzahl der Pilze im Ah-Horizont in Beziehung steht - und den Werten an mikrobieller Biomasse (also von Atmung und Mineraliserung, welche im Frühjahr höher sind als im Herbst) ersichtlich wird.

Dehydrogenase- und Xylanaseaktivität (Abb.36 und 37) zeigen in der Tat eine weitgehende Umsetzung der organischen Substanz an, wobei der am leichtesten zersetzbare Anteil des Bestandesabfalles schnell verwertet und C-,S- und N-Komponenten stark mineralisiert werden.

Die Hydrolyse der Eiweißbestandteile (durch Proteaseaktivität) ist besonders im Frühjahr aufgrund des größeren Angebotes an tierischem Eiweiß (Abb. 38) hoch.

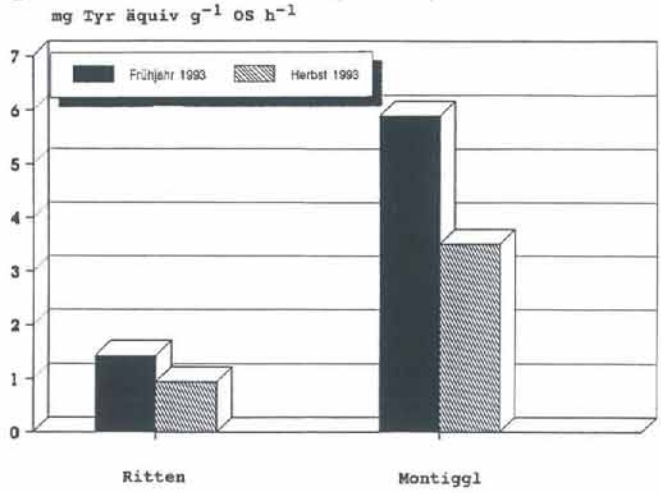


Abb. 38 - Proteaseaktivität im Ah-Horizont der Bodenproben von Ritten und Montiggl (Frühjahr und Herbst 1993).

Die wichtigsten Eiweißzersetzer unter den Bakterien sind die Gattungen **Bacillus, Pseudomonas, Streptomyces** und unter den Pilzen **Penicillum** und **Aspergillus**.
Beide Gruppen sind besonders im Herbst gut vertreten.

Im Gegenzug dazu ist der darauf folgende Abbau der organischen Substanz, hauptsächlich durch Pilze, wegen des sauren Milieus verlangsamt.
Die Werte der Nitrifikation bleiben im Bereich der Nachweisgrenze, sind aber eindeutig höher als am Ritten und weisen keine nennenswerten jahreszeitlichen Schwankungen (Abb.39) auf.

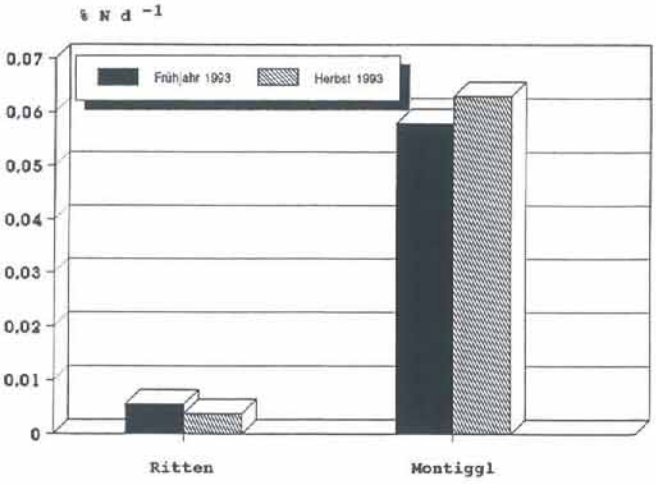


Abb. 39 - Nitrifikationsumsatz im Ah-Horizont der Bodenproben von Ritten und Montiggl (Frühjahr und Herbst 1993).

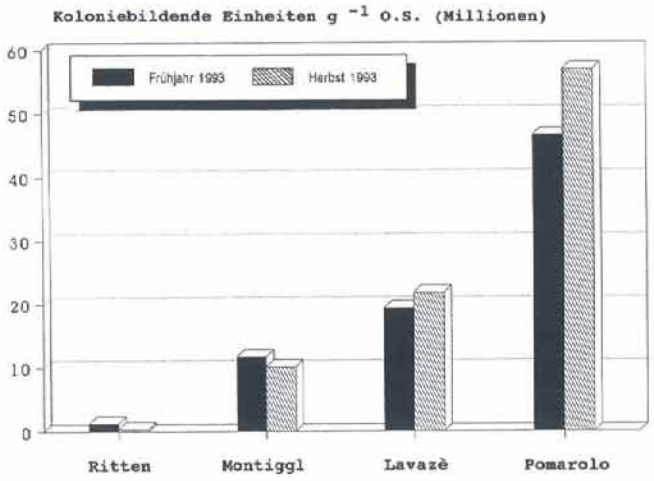


Abb. 40 - Gesamtanzahl an Pilzen im Ah-Horizont der Bodenproben Ritten, Montiggl, Lavazè Joch und Pomarolo (Frühjahr und Herbst 1993).

Diese jahreszeitlichen Schwankungen im Boden scheinen sowohl vom größeren Angebot an Nährsubstrat (Streu) und günstigeren Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen im Frühjahr abzuhängen, als auch vom Witterungsverlauf des Jahres 1993: die Wintertrockenheit hat sich im Boden erst im Herbst ausgewirkt.

Auch die im Vergleich zum Ritten bessere Zelluloseabbauaktivität schwankt nicht nennenswert zwischen Frühjahr und Herbst.

Die hohe Biomasse an Pilzen und Bakterien ist höchstwahrscheinlich eine Folge der günstigen Nährstoffangebote (Ca,Mg,K,Na,P), wie sie die Böden in Montiggl aufweisen (Abb.40).

Umgekehrt spielt die Mineralisierung der Nährstoffe durch Pilze und Bakterien eine wichtige Rolle für die Ernährung der Pflanzen: die mikrobielle Biomasse beeinflußt auf alle Fälle die Bodenfruchtbarkeit und daher das Gleichgewicht eines intakten Ökosystems (RAGHUBANSHI 1991).

Die wichtigsten Parameter für Atmung, mikrobielle Biomasse, Protease- und z.T. Dehydrogenaseaktivität sowie für verschiedene Zersetzer haben das Optimum ihrer Aktivität im Frühjahr.
Dies weißt, abgesehen vom Witterungsverlauf des Jahres 1993, auf eine ausgeprägte jahreszeitliche Dynamik im Bereich der Umsetzungsvorgänge im Boden hin, welche im Frühjahr durch ein günstigeres Temperatur- und Feuchtigkeitsregime sowie durch gesteigertes Angebot an leicht abbaubaren Substraten, die sich im Winter durch moderaten Enzymaufschluß und Frostdesintegration angesammelt haben, positiv beeinflußt werden.

SCHINNER F.(1994): Bodenmikrobiologische Untersuchungen im Rahmen des Projektes "International Cooperative Programme on Assessment and Integrated Monitoring of Air Pollution Effects on Forests - I.M.P." - Institut für Mikrobiologie Universität Innsbruck.

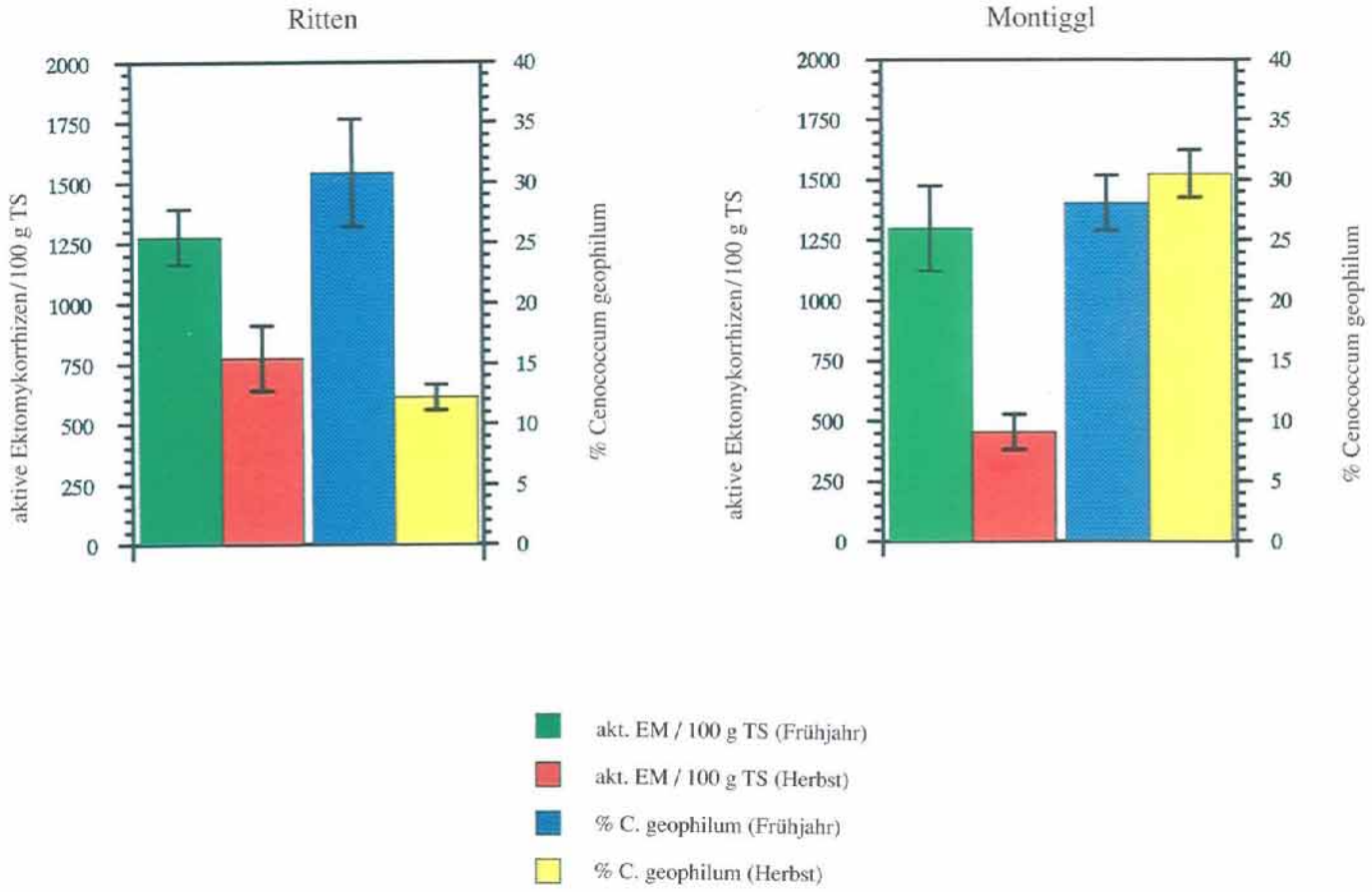


Abb. 41 - Mykorrhizieriungsgrad und Frequenz von Cenococcum geophilum Fr.

3.2.2.2.a. - Ektomykorrhiza und Feinwurzelsystem -

Das Feinwurzelsystem reagiert sensibel auf Trockenstreß: vom Frühjahr bis zum Herbst hat sich die Anzahl der lebenden mykorrhizierten Wurzelspitzen pro Volumseinheit Boden in den oberen Bodenhorizonten auf die Hälfte reduziert.

Ebenso eindeutig (Abb.41) ist die 40 %ige Verminderung des Mykorrhizabesatzes (Anzahl von aktiven mykorrhizierten Wurzelspitzen pro Gewichtseinheit Feinwurzeln).

Trotzdem, und das ist beruhigend, weist die Mykorrhizafrequenz (Prozentanteil der lebenden mykorrhizierten Wurzelspitzen an der Gesamtzahl aller lebenden Wurzelspitzen) mit 99 % einen ausgezeichneten Wert auf (97 % im Frühjahr).

Von 23 erfaßten verschiedenen Ektomykorrhizatypen kommen 12 häufiger vor. Spitzenreiter ist dabei mit über 30 % Gesamtanteil im Frühjahr das trockenresistente **Cenococcum geophilum Fr.** (Abb.42), dessen Anteil im Herbst dann auf 12 % absinkt.

PÖDER R., PERNFUß B., RIENECK W., THURNER S.(1994): Untersuchungen am Feinwurzelsystem mykotropher Waldbäume im Montiggler Wald und am Ritten - Monitoring von Ektomykrorrhizen - Institut für Mikrobiologie Universität Innsbruck.

3.2.2.2.b. - Ektomykorrhiza und Feinwurzelsystem -

Noch deutlicher als am Ritten treten hier aufgrund der geringen Niederschlagsmengen im ersten Halbjahr quantitative und qualitative Veränderungen des Feinwurzelsystems auf.

Sowohl die durchschnittliche Anzahl der lebenden mykorrhizierten Wurzelspitzen pro Volumseinheit Boden als auch der Mykorrhizabesatz (Anzahl von aktiven mykorrhizierten Wurzelspitzen pro Gewichtseinheit Feinwurzeln) nehmen gegenüber den Frühjahrswerten bis zum Herbst um ca. 75 % ab (Abb.41).

Während der Sommermonate sterben also dreiviertel aller Ektomykorrhizen in den oberen Bodenhorizonten ab oder werden stark geschädigt.

Auch der Feinwurzelgehalt pro Bodenvolumen sinkt um etwa 9 %, während die Mykorrhizafrequenz geringfügig zunimmt: von 97 auf 100%.

Bezeichnend ist der konstant hohe Anteil an **Cenococcum**-Mykorrhizen. Jede dritte Wurzelspitze wird durch diesen Pilz kolonisiert.
Die Artenvielfalt ist mit 19 Mykorrhizatypen, von denen 8 häufiger vorkommen, geringer als am Ritten.

3.2.2.3.a. - Makromyzeten -

Von den Makromyzeten (= Großpilze im weiteren Sinn) ist die Ordnung der Agaricales (Blätterpilze) mit 40 von insgesamt 70 erfaßten Arten am häufigsten vertreten. Das Artenspektrum ist für den Standort typisch.

Das Jahr 1993 war aus klimatischen Gründen für das Pilzwachstum bzw. die Fruchtkörperbildung eher ungünstig. Das Ertragsniveau in der Untersuchungsfläche wird nach der von G.GULDEN et Al. (1992) vorgeschlagenen Methode mit folgenden Kenngrößen beschrieben (°):

Tab. 9

Fruchtkörperdichte (Anzahl Fruchtkörper pro 1.000 m²)	=	544
Biomassendichte (Trockengewicht der Fruchtkörper in Gramm pro 1.000 m²)	=	210

Bezogen auf die Biomasse (Trockengewicht) der Fruchtkörper überwiegen die symbiontischen Mykorrhizapilze mit einem Anteil von 73 % eindeutig im Vergleich zu der sogenannten saprophytischen Arten, welche vorwiegend totes organisches Material abbauen.

Die "Hallimasch-Art" **Armillaria ostoyae** kommt allerdings am Standort häufig vor. Diese Pilzart ernährt sich vorwiegend saprophytisch, tendiert aber - insbesondere nach Trockenperioden - zu einer parasitischen Lebensweise und kann somit Fichten und Zirben schädigen.

Bemerkenswert ist das überaus häufige Auftreten des hypogäisch lebenden, ektomykorrhizabildenden **Hirschtrüffels (Elaphomyces granulatus,** Ascomycetes).

3.2.2.3.b. - Makromyzeten -

Der Standort beheimatet bemerkenswert viele Pilzarten. Im Jahre 1993 wurden insgesamt 93 Arten erfaßt. Davon sind 59 Arten der Ordnung **Agaricales** zuzuordnen.(°)

Trotz des ungünstigen Witterungsverlaufes ist das Ertragsniveau in bezug auf die Fruchtkörperproduktion höher als am Ritten.

Tab. 10

Fruchtkörperdichte (Anzahl Fruchtkörper pro 1.000 m²)	=	2.110
Biomassendichte (Trockengewicht der Fruchtkörper in Gramm pro 1.000 m²)	=	437

Nur 14 % der Biomasse (Fruchtkörper-Trockengewicht) wird von Mykorrhizapilzen produziert. In den vier Beobachtungsflächen ist dies der niedrigste Wert.
Es herrschen indes die saprophytischen Arten vor, wobei wiederum auf die zum Parasitismus neigenden Hallimascharten **(Armillaria mellea et ostoyae)** verwiesen werden muß. Insbesondere in Trockenjahren sind die Tannen und Fichten im Gebiet von Montiggl durch diese Pilzarten gefährdet.

(°) BELLU' F.,GORRERI N.,(1994): Rapporto su raccolte micologiche nelle cenosi forestali di Renon e Monticolo, anno 1993 - Ass. Micologica Bresadola, Sez. di Bolzano.
FRACALOSSI L. - Amt Nr. 10.2, Labor für Wasseranalysen

Literaturhinweis
GULDEN G.,HÖILAND K.,BENDIKSEN T.E.,BRANDRUD B.S.,FOSS H.B. JENSSEN & LABER D. (1992): Macromycetes and air pollution - J.Cramer, Berlin-Stuttgart

3.2.2.4.a. - Radioaktivitätsrückstände in den Fruchtkörpern der Makromyzeten -

Für eine begrenzte Anzahl an Arten, welche mit genügender Menge an Fruchtkörpern vorhanden waren, wurde die seit dem Unfall am Atomreaktor von Tschernobyl (26.04.1986) verbliebene Radioaktivitätsrückstände als **Cs-134** und **Cs-137** bestimmt (°). Dieses letzte stammt jedenfalls noch zum Teil vom fall-out der oberirdischen Atombombenversuche der 50er und 60er Jahre.
Die festgestellten Werte für die beiden untersuchten Radionukleiden (die Radioaktivität des **K-40** kann als natürlich angesehen werden), ausgedrückt in Bq/kg Trockensubstanz, erweisen sich niedriger als der Grenzwert von **600 Bq/kg** bezogen auf das Frischgewicht oder ca. **6.000 Bq/kg** bezogen auf die Trockensubstanz.

(°) MINACH L.- Amt Nr.10.4. Labor für Physikalische Chemie
FRACALOSSI L.- Amt Nr.10.2. Labor für Wasseranalysen

Tab. 11 - Strahlenbelastung in Bq/Kg Trockensubstanz.

Art	Datum	Cs-134	Cs-137	K-40
Armillaria ostoyae	05.08.1993	27	706	1.909
Russula decolorans	08.09.1993	4	80	1.066

3.2.2.5.a. - Waldpflanzen -

Aufgrund der Vegetationsaufnahme (28 erfaßte Arten, davon gehören 3 zur Baumschicht), welche nach der "Transekt"- Methode durchgeführt wurde, befindet sich der Standort im Vegetationsgürtel LARIX-CEMBRA nach SCHMID (°).
Die verschiedenartige Zusammensetzung der Waldbodenpflanzen ist ein Anzeiger für Standortsbedingungen, welche noch stark vom ehemaligen Weidegang gekennzeichnet sind.

Abhängig vom kleinstandörtlichen Relief treten in der Tat Trockenheitszeiger wie **Preiselbeere (Vaccinium vitis-idaea L.), Zwergbuchs (Polygala chamaebuxus L.)** und Frischezeiger wie Heidelbeere **(Vaccinium myrtillus L.), Waldhabichtskraut (Hieracium silvaticum (L.)L.), Frauenfarn (Athyrium filix femina (L.) ROTH), Eichenfarn (Gymnocarpium dryopteris (L.) NEWMAN)** auf.
Es überwiegen jedenfalls Pflanzen, die saure und magere Böden, wie Heidelbeere **(Vaccinium myrtillus L.), Alpenrose (Rhododendrum ferrugineum L.), Arnika (Arnica montana L.), Alpenlattich (Homogyne alpina (L.) CASS.), Schattenblümchen (Majanthemum bifolium (L.) SCHMIDT), Blutwurz (Potentilla erecta (L.) RAUSCHEL), Besenheide (Calluna vulgaris (L.) HULL)** mit xeromorpher und mit Pilzen durchsetzter zoogener Rohhumusauflage (typisch: Preiselbeere **(Vaccinium vitis-idaea L.))** anzeigen.

Dieselben Waldpflanzen zeigen die derzeitige Entwicklung des Waldes innerhalb des OXALIS-ACETOSELLA-MAJANTHEMUM BIFOLIUM-Typs nach HUFNAGL (Sauerklee-Schattenblümchen: SS-Typ) an, und zwar, weil der

3.2.2.4.b. - Radioaktivitätsrückstände in den Fruchtkörpern der Makromyzeten -

Der Grad der radioaktiven Verseuchung bleibt unterhalb des Grenzwertes von **600 Bq/kg** Frischsubstanz, wobei jedoch zwischen den Pilzarten größere Unterschiede bestehen als am Ritten: **Entoloma lividoalbum** weist die absoluten Höchstwerte bei **Cs-137** und **K-40** auf, **Collibia fusipes** im Gegenzug die niedrigsten (°).
Der unterschiedliche Verseuchungsgrad, welcher öfters zwischen den Pilzarten festgestellt werden kann, rührt einerseits von den verschiedenen Stoffwechselbedürfnissen in der Aufnahme der spezifischen Nährelemente wie Kalium (K) anstelle des Cs-134 und 137 sowie des K-40 selbst her. Andererseits hängt er von den kleinstandörtlichen Gegebenheiten an Bodenbedeckung, Niederschlägen und Bodenbedingungen (z.B. Mächtigkeit des Bodens und der Humusschicht usw.) ab. Insbesonders in Böden mit geringem Tongehalt werden die Radionukleiden in den Bodenlösungen leichter mobilisiert und von den Pflanzen aufgenommen.

Tab. 12 - Strahlenbelastung in Bq/Kg Trockensubstanz.

Art	Datum	Cs-134	Cs-137	K-40
Collybia fusipes	09.08.1993	-	78	843
Entoloma lividoalbum	20.09.1993	27	746	2.648

3.2.2.5.b. - Waldpflanzen -

Je nach Bodeneigenschaften ändert sich die Zusammensetzung der Bodenpflanzen (3.2.b.).

Das Gesamtbild der erhobenen Arten (von 47 gehören zehn zur Baumschicht) läßt die Fläche in die Vegetationszone des QUERCUS-TILIA-ACER (Q.T.A. nach SCHMID) (°) einordnen. Von diesen sind über 20 % Trockenheitszeiger, welche auf der Versuchsfläche größtenteils in süd-südöstlicher Exposition vorkommen.
Dazu werden jedenfalls **Gewöhnliche Felsenbirne (Amelanchier ovalis MEDICUS), Pfirsichblättrige Glockenblume (Campanula persicifolia L.), Zypressenwolfsmilch (Euphorbia cyparissias L.), behaartes Habichtskraut (Hieracium pilosella L.), Immenblatt (Melittis melissophyllum L.), Salomonsiegel (Polygonatum odoratum (MILLER) DRUCE), Milder Mauerpfeffer (Sedum sexangulare L.), Felsen-Leimkraut (Silene rupestris L.), Wolliger Schneeball (Viburnum lantana L.)** und **Mäusedorn (Ruscus aeuleatus L.)** gerechnet.

Die an eine bessere Wasserversorgung gebundenen Arten **Waldhabichtskraut (Hieracium silvaticum (L.)L.), Mauerlattich (Micelis muralis (L.)DUMORT)** und **Echter Ziest (Stachys officinalis (L.) TREVISAN)** verteilen sich auf den frischeren nach Westen gewandten Hang.
Diese Arten zeigen zusammen mit dem **Breitblättrigen Laserkraut (Laserpitium latifolium L.)** eine gute Bodendurchlüftung an und zusammen mit dem **Schwertblättrigen Waldvögelein (Cephalanthera longifolia (HUDSON) FRITSCH)** sowie der **Kratzbeere (Rubus caesius L.)** eine gute Nährstoffversorgung.
Das allgemein saure Milieu zeigt die lange Reihe an säure-

Sauerklee (Oxalis acetosella) fehlt, die trockene Ausbildung beim Übergang zum PLEUROZIUM SCHREBERI-VACCINIUM MYRTILLUS-DESCHAMPSIA FLEXUOSA-Typ (Astmoos-Heidelbeere-Drahtschmiele: AHD-Typ).

(°) CONCI M.,ZANOTELLI L.: Risultati rilievi floristici nelle cenosi forestali di Renon e Monticolo - Istituto Agrario di San Michele all'Adige, Settore Foreste - Ambiente

Literaturhinweise
AICHINGER E.(1967): Pflanzen als forstliche Standortsanzeiger - Österreichischer Agrarverlag, Wien
ARRIGHETTI A.(1970): Il sottobosco - Ed. Manfrini, Trento
ARRIGHETTI A. et D.(1976): Il margine del bosco - Ed. Manfrini, Trento
HUFNAGL H.(1970): Der Waldtyp, ein Behelf für die Waldbaudiagnose - A.Draschny, Linz

3.2.2.6.a. - Bodenfauna -

Die Tierwelt von Waldböden ist sehr vielfältig und individuenreich; wird gewöhnlich in größere Bodentiere (Makrofauna) und kleinere Bodentiere (Mesofauna) sowie topfwurmartige Enchytraeen (Enchytraeidae) eingeteilt (Tab. 13 und 14).
Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse sowie die Art der Bodenstreu bestimmen ganz wesentlich das Vorkommen von bestimmten Tiergruppen und in weiterer Folge auch den Humustyp.

Im Fichtenwaldboden am Ritten fehlen standortsbedingt (Nadelstreu und saures Milieu) in erster Linie die Regenwürmer (Lumbricidae) fast vollständig (im Ah-Horizont läßt sich ein von Pilzhyphen durchzogener Gliedertieren -Arthropoden- Humus erkennen).

Den Hauptanteil an größeren Bodentieren (Makrofauna) bilden Larven von Käfern (Coleoptera), mit über 50 % der Biomasse, sowie Fliegen und Mücken (Diptera). Die Gesamtdichte sowohl auf die Individuenanzahl (**4.063/m²**) als auch auf die Frischmasse (**4.140 mg/m²**) bezogen, ist eher als niedrig einzustufen (Tab. 13).

Typisch für solche saure Rohhumusböden ist die große Zahl von Enchytraeen. Diese weißlichen Ringelwürmer, die maximal bis zu einem Zentimeter groß werden, ernähren sich wie die Regenwürmer vom pflanzlichen Bestandesabfall. Sie können die Regenwürmer jedoch funktionell nicht voll ersetzen, da die Enchytraeen nur wenig zur Umlagerung und Durchmischung des Bodens fähig sind.

Die gesamte Bodenfauna mit einer Frischmasse von **6.800 mg/m²** ist im Vergleich zu den anderen Beobachtungsflächen eher schlecht vertreten, besonders verglichen mit dem ähnlich gelegenen Standort in Lavazè (11.900 mg/m²).

Insgesamt sind die vorkommenden Bodentiere in extremer Form oberflächennah konzentriert (ca. 90 % der Tiere in 0-7 cm Tiefe). Das mangelhafte Vordringen in tiefere Schichten und die fehlende Durchmischungstätigkeit durch größere Bodentiere zeigt sich durch die ausgeprägte Sichtung der Rohhumusauflage. Ein weiteres Kennzeichen in solchen Nadelwaldböden ist die hohe Wohndichte von sehr kleinen Gliedertieren (Mesofauna) wie Milben und Springschwänzen.

liebenden Arten mit **Rohr-Reitgras (Calamagrostis arundinacea (L.) ROTH), Besenheide (Calluna vulgaris (L.) HULL), Rotem Waldvögelein (Cephalanthera rubra (L.) L.C.RICH), behaartem Habichtskraut (Hieracium pilosella L.), Waldwachtelweizen (Melampyrum sylvaticum L.), Tüpfelfarn (Polypodium vulgare L.), Echtem Ziest (Stachys officinalis (L.) TREVISAN),** und **Ehrenpreis (Veronica officinalis L.)** an.
Saure Bodenverhältnisse beeinflußen weiterhin in negativer Weise den Humusbildungsprozeß, wie **Zwergginster (Cytisus hirsutus (L.) LINK)** und **Ehrenpreis (Veronica officinalis L.)** als Anzeiger von Humusauflagen oder **Färber-Ginster (Genista tinctoria L.), Waldwachtelweizen (Melampyrum sylvaticum L.)** und **Mehlbeere (Sorbus aria (L.) CRANTZ)** auf zoogenem Moder zeigen.

3.2.2.6.b. - Bodenfauna -

Das Gesamtbild der Bodenfauna wird von wärmeliebenden Formen und euedaphischen Humusbewohnern geprägt. Ungewohnt sind die verschobenen Biomassedominanzverhältnisse von Zweiflügler und Käfern gegenüber den Regenwürmern, von denen es insbesonders abhängt, wie der Boden mit organischer Substanz durchmischt wird und bis zu welchem Grad die Humifizierung fortschreitet.

Gerade die geringe Anzahl der Regenwürmer (Tab.14) wirkt sich entscheidend auf die niedrige Besiedlungsdichte (**4.618 Individuen/m²**) und die geringe Frischmasse (**8.485 mg/m²**) der gesamten Makrofauna aus.

Auch die Enchytraeen, welche in sauren Böden normalerweise die Regenwürmer ersetzen, sind hier untervertreten.
Die Gesamtbiomasse der Bodenfauna ist mit **12.400 mg Frischmasse/m²** für einen mittleren Laubwald im Talbodenbereich auf Braunerde entschieden zu gering.

Dies ist wohl auf das saure Ausgangsgestein zur Bodenbildung, aber noch mehr auf die Trockenperioden der letzten Jahre zurückzuführen, von denen ebenso die großen jahreszeitlichen Schwankungen an Abundanz und Biomasse abhängen: im vorliegenden Fall sind diese im Frühjahr zwei- bis dreifach höher als im Herbst.
Mit **398.605** Individuen/m² ist die Mesofauna ausreichend vertreten.

Von den Springschwänzen sind die individuenreichsten Familien jene der Gleichspringer (Isotomidae - 52 %) und Blindspringer (Onychiuridae - 39 %), welche mit ebenfalls 39 % die meisten Arten umfaßt.

Der Einfluß der Jahreszeiten ist auch in der vertikalen Verteilung der Bodentiere mit einer stärkeren Besiedlung der tiefergelegenen Schichten zu verspüren, welche bessere Feuchtigkeitsbedingungen bieten.
Während sich von den Enchytraeidae 90 % in den obersten 7 cm Boden aufhalten, sinkt dieser Wert für die Meso- und Makrofauna auf 80 bzw. 70 %. Dies bedeutet, daß ca. 20 % der Mesofauna größere Tiefen erreicht (bis 15 cm), während ca. 30 % der Makrofauna in den darunterliegenden Mineralboden eindringt; davon besonders Zwergfüßer (Symphyla), Käfer (Coleoptera), Fliegen (Larven) und Hundertfüßer (Chilopoda).

Besiedlungsdichte (Ind./m² ± S.E.) und Dominanzstruktur (%) der Bodenfauna

S.E. = Standardfehler

	8. Juni 1993		22. September 1993		Mittel		
	Ind.	S.E.	Ind.	S.E.	Ind.	S.E.	(%)
Gasteropoda	2,8 ±	2,8	0,0 ±	0,0	**1** ±	1,4	**0,0**
Lumbricidae	17,0 ±	10,4	34,0 ±	10,6	**26** ±	11,7	**0,6**
Aranei	274,5 ±	183,9	390,5 ±	206,8	**333** ±	182,7	**8,2**
Opiliones	8,5 ±	5,7	2,8 ±	2,8	**6** ±	3,8	**0,1**
Pseudoscorpiones	0,0 ±	0,0	5,7 ±	3,5	**3** ±	1,9	**0,1**
Chilopoda	39,6 ±	25,5	56,6 ±	30,7	**48** ±	25,5	**1,2**
Pauropoda	141,5 ±	19,0	56,6 ±	20,0	**99** ±	34,5	**2,4**
Symphyla	418,8 ±	139,4	135,8 ±	76,8	**277** ±	135,2	**6,8**
Diplopoda	11,3 ±	5,3	22,6 ±	11,5	**17** ±	8,4	**0,4**
Protura	152,8 ±	103,0	25,5 ±	5,3	**89** ±	56,5	**2,2**
Diplura	2,8 ±	2,8	0,0 ±	0,0	**1** ±	1,4	**0,0**
Coleoptera Larv.	591,3 ±	114,0	647,9 ±	175,8	**620** ±	230,5	**15,3**
Coleoptera Imag.	212,2 ±	62,0	155,6 ±	51,2	**184** ±	67,5	**4,5**
Lepidoptera Larv.	2,8 ±	2,8	5,7 ±	3,5	**4** ±	3,0	**0,1**
Hymenoptera Imag.	39,6 ±	9,4	5,7 ±	3,5	**23** ±	8,5	**0,6**
Diptera Larv.	1.233,6 ±	291,4	2.399,3 ±	628,5	**1.817** ±	680,2	**44,7**
Brachycera	14,1 ±	14,1	2,8 ±	2,8	**9** ±	7,1	**0,2**
Nematocera	155,6 ±	33,5	39,6 ±	15,8	**98** ±	37,6	**2,4**
Homoptera	483,8 ±	188,9	316,9 ±	168,9	**400** ±	171,3	**9,9**
Thysanoptera	8,5 ±	8,5	11,3 ±	8,2	**10** ±	6,7	**0,2**
Makrofauna Summe	3.811 ±	371	4.315 ±	1.057	**4.063** ±	1.456	**100**
Enchytraeidae	21.008 ±	4.072	19.382 ±	8.068	**20.195** ±	8.649	**100**
Acari	248.789,5 ±	67.638,8	335.550,9 ±	87.063,4	**292.170,2** ±	120.757,5	**72,7**
Collembola	112.071,3 ±	40.117,9	107.097,8 ±	39.129,8	**109.584,6** ±	45.550,9	**27,3**
Mesofauna Summe	360.861 ±	80.180	442.649 ±	125.904	**401.755** ±	163.025	**100**

Biomasse (mg FM/m² ± S.E.) und Dominanzstruktur (%) der Bodenfauna

F.M. = Frische Biomasse

	8. Juni 1993		22. September 1993		Mittel		
	mg ±	S.E.	mg ±	S.E.	mg ±	S.E.	[%]
Gasteropoda	11,6 ±	11,6	37,1 ±	37,1	**24** ±	18,8	**0,6**
Lumbricidae	211,4 ±	193,8	1.637,1 ±	526,9	**924** ±	434,4	**22,3**
Aranei + Opiliones	110,7 ±	56,0	152,9 ±	60,3	**132** ±	65,1	**3,2**
Chilopoda	251,3 ±	204,5	207,0 ±	139,9	**229** ±	132,2	**5,5**
Diplopoda	121,7 ±	57,2	892,4 ±	680,0	**507** ±	365,0	**12,3**
Coleoptera Larv.	1.601,7 ±	344,7	1.091,4 ±	235,9	**1.347** ±	499,2	**32,5**
Coleoptera Imag.	925,5 ±	387,6	483,2 ±	178,6	**704** ±	290,6	**17,0**
Lepidoptera	0,0 ±	0,0	7,3 ±	4,7	**4** ±	2,5	**0,9**
Hymenoptera Imag.	3,5 ±	1,4	0,5 ±	0,3	**2** ±	0,9	**0,1**
Diptera Larv.	144,3 ±	17,8	336,1 ±	136,9	**240** ±	99,7	**5,8**
Nematocera	10,2 ±	1,6	7,1 ±	5,1	**9** ±	3,8	**0,2**
Homoptera	9,1 ±	6,3	27,2 ±	13,6	**18** ±	10,8	**0,4**
Makrofauna Summe	3.401 ±	920	4.879 ±	843	**4.140** ±	1.493	**100**
Enchytraeidae	703 ±	101	606 ±	253	**654** ±	272	**100**
Acari	705,1 ±	287	2879,2 ±	721	**1792** ±	750	**87,08**
Collembola	86,2 ±	43,3	445,4 ±	44,2	**266** ±	94,4	**12,92**
Mesofauna Summe	791 ±	327	3.325 ±	733	**2.058** ±	836	**100**

Tab. 13

Besiedlungsdichte (Ind./m² ± S.E.) und Dominanzstruktur (%) der Bodenfauna

S.E. = Standardfehler

	12. Mai 1993		15. Oktober 1993		Mittel		
	Ind.	S.E.	Ind.	S.E.	Ind.	S.E.	(%)
Lumbricidae	22,6 ±	7,2	62,2 ±	44,2	**42** ±	26,7	**0,9**
Aranei	116,0 ±	43,5	76,4 ±	33,7	**96** ±	38,1	**2,1**
Opiliones	0,0 ±	0,0	0,0 ±	0,0	**0** ±	0,0	**0,0**
Pseudoscorpiones	11,3 ±	8,2	14,1 ±	7,7	**13** ±	8,6	**0,3**
Chilopoda	537,6 ±	107,9	299,9 ±	130,4	**419** ±	170,7	**9,1**
Pauropoda	220,7 ±	199,9	73,6 ±	36,5	**147** ±	104,3	**3,2**
Symphyla	2.249,4 ±	1.028,3	1.123,3 ±	281,7	**1.686** ±	800,9	**36,5**
Diplopoda	25,5 ±	22,1	11,3 ±	8,2	**18** ±	11,6	**0,4**
Isopoda	2,8 ±	2,8	2,8 ±	2,8	**3** ±	1,9	**0,1**
Protura	546,1 ±	308,9	53,8 ±	35,1	**300** ±	170,7	**6,5**
Coleoptera Larv.	664,9 ±	161,7	359,3 ±	125,1	**512** ±	216,7	**11,1**
Coleoptera Imag.	28,3 ±	15,5	17,0 ±	8,2	**23** ±	10,8	**0,5**
Lepidoptera Larv.	25,5 ±	10,4	22,6 ±	13,1	**24** ±	11,2	**0,5**
Hymenoptera Imag.	690,4 ±	266,6	650,8 ±	518,3	**671** ±	423,1	**14,5**
Diptera Larv.	735,6 ±	527,8	280,1 ±	47,0	**508** ±	290,7	**11,0**
Brachycera	2,8 ±	2,8	5,7 ±	5,7	**4** ±	3,0	**0,1**
Nematocera	8,5 ±	5,7	8,5 ±	8,5	**9** ±	4,8	**0,2**
Homoptera	0,0 ±	0,0	17,0 ±	5,3	**9** ±	3,8	**0,2**
Thysanoptera	223,5 ±	167,8	45,3 ±	41,8	**134** ±	108,4	**2,9**
Makrofauna Summe	6.112 ±	1.672	3.124 ±	838	**4.618** ±	1.922	**100**
Enchytraeidae	13.157 ±	4.284	4.386 ±	1.717	**8.771** ±	3.381	**100**
Acari	225.690,0 ±	60.633,9	470.500,7 ±	209.549,8	**348.095,4** ±	172.061,8	**87,3**
Collembola	78.472,0 ±	28.426,9	22.546,9 ±	3.873,9	**50.509,5** ±	21.080,2	**12,7**
Mesofauna Summe	304.162 ±	85.859	493.048 ±	208.495	**398.605** ±	191.365	**100**

Biomasse (mgFM/m²) und Dominanzstruktur (%) der Bodenfauna

F.M. = Frische Biomasse

	12. Mai 1993		15. Oktober 1993		Mittel		
	mg ±	S.E.	mg ±	S.E.	mg ±	S.E.	[%]
Lumbricidae	2.497,2 ±	1.770,7	1.480,1 ±	928,2	**1.989** ±	1.401,0	**23,4**
Aranei + Opiliones	41,0 ±	12,2	32,4 ±	21,9	**37** ±	15,9	**0,4**
Pseudoscorpiones	10,5 ±	6,6	14,7 ±	9,0	**13** ±	8,3	**0,2**
Chilopoda	785,7 ±	185,1	524,2 ±	219,4	**655** ±	271,9	**7,7**
Diplopoda	365,6 ±	351,6	21,5 ±	16,7	**194** ±	175,6	**2,3**
Isopoda	8,5 ±	8,5	0,6 ±	0,6	**5** ±	4,2	**0,1**
Coleoptera Larv.	2.569,1 ±	522,2	1.063,2 ±	384,8	**1.816** ±	708,6	**21,4**
Coleoptera Imag.	545,5 ±	375,0	116,5 ±	64,6	**331** ±	204,1	**3,9**
Lepidoptera	158,7 ±	117,3	23,7 ±	13,2	**91** ±	60,8	**1,1**
Hymenoptera Imag.	479,0 ±	170,2	415,1 ±	291,3	**447** ±	253,5	**5,3**
Diptera Larv.	5.553,0 ±	5.443,1	255,6 ±	80,2	**2.904** ±	2.744,0	**34,2**
Brachycera	0,3 ±	0,3	1,7 ±	1,7	**1** ±	0,9	**0,0**
Nematocera	0,6 ±	0,3	2,8 ±	2,8	**2** ±	1,4	**0,0**
Homoptera	0,0 ±	0,0	2,8 ±	1,8	**1** ±	1,0	**0,0**
Makrofauna Summe	13.015 ±	5.617	3.955 ±	997	**8.485** ±	3.747	**100**
Enchytraeidae	907 ±	295	606 ±	101	**756** ±	286	**100**
Acari	1.920,9 ±	516,5	4.001,0 ±	1.781,2	**2.961** ±	1.463,4	**94,3**
Collembola	281,8 ±	102,4	78,5 ±	14,6	**180** ±	75,4	**5,7**
Mesofauna Summe	2.203 ±	605	4.080 ±	1.777	**3.141** ±	1.532	**100**

Tab. 14

Bezeichnenderweise erlangen beide Gruppen am Ritten eine Besiedlungsdichte von mehr als **400.000 Individuen/m².** Nur in Lavazè ermöglichen die besseren Feuchtigkeitsverhältnisse noch höhere Besiedlungsdichten von Milben (Acarina) und Springschwänzen (Collembola).

Aufgrund ihrer höheren Besiedlungsdichte in Lavazè dürften noch weitere empfindliche Bodentiere vom fallweisen Trockenheitsstreß am Ritten betroffen sein. Zu nennen sind zum Beispiel Beintaster (Protura), die sich hauptsächlich von der Ektomykorrhiza ernähren und daher wie die Ektomykorrhiza selbst unter Austrocknung leiden (siehe 3.2.2.2.a.).

Bisher wurden nur die Springschwänze hinsichtlich ihrer Artenzusammensetzung untersucht. Die artenreichsten Familien sind die Blindspringer (Onychiuridae 34 % der Arten), und Gleichspringer (Isotomidae, 22 % der Arten). In Bezug auf Individuenanzahl dominieren die Gleichspringer (50 %), Blindspringer (25 %) und Kurzspringer (Hypogastruridae, 21 %). Die Zwergspringer (Neelidae) und Kugelspringer (Sminthuridae, Katiannidae, u.a.) dagegen fehlen fast vollständig.

Insgesamt entspricht die Zusammensetzung, der Bestand und die Biomasse an Bodentieren jenen in vergleichbaren subalpinen Fichtenwälder der Zentralalpen. Im Vergleich dazu sind die bodenzoologischen Verhältnisse im Fichtenwald von Lavazè - hauptsächlich wegen der guten Wasserversorgung - als überdurchschnittlich gut zu beurteilen.

MEYER E.,PLANKENSTEINER U.(1994): Bodenzoologische Untersuchungen im Rahmen des Projektes über I.M.P. der UN-ECE.
KOPESZKI H. für die Bestimmung der Springschwänze.

Abb. 42 - Ektomykorrhizen von Cenococcum geophilum Fr. (dunkel) und Piloderma croceum ERIKSS. & HJORTST (gelb).
Foto Insitut für Mikrobiologie Universität Innsbruck.

3.2.2.7.a. - Wirbeltiere -

Die vorgefundenen Kleinsäuger gehören zur Ordnung der Insektenfresser **(Insectivora)** bzw. Nagetiere **(Rodentia)**. Zur ersteren gehören **Waldspitzmaus (Sorex araneus L., 1758)** und **Zwergspitzmaus (Sorex minutus L., 1766).** Das Vorkommen der Zwergspitzmaus war bisher in Südtirol noch nie nachgewiesen worden, wenngleich es Vermutungen über ihr Vorkommen gab.

Literaturhinweisen (°) zufolge schwankt das Verhältnis zwischen beiden Arten von 6:1 in Heidelandschaften mit niedriger und dichter Grasvegetation bis zu 25:1 in Waldlandschaften. Am Ritten sind diese Verhältniszahlen zugunsten der Zwergspitzmaus umgekehrt: sie kommt im Verhältnis von **1:0,75** häufiger als die Waldspitzmaus vor.

Bei den Nagetieren sind neben dem Fund der **Haselmaus (Muscardinus avellanarius)** und der **Kleinwühlmaus, Pitymys subterraneus (DE SELYS LONGCHAMPS, 1835),** besonders die Entdeckung der **Waldrötelmaus** oder **Waldwühlmaus (Clethrionomis glareolus),** wahrschein-

3.2.2.7.b. - Wirbeltiere -

Im Verhältnis zur enormen Vielfalt an Lebewesen überrascht das geringe Vorkommen an Kleinsäugern im Vergleich zum Ritten, (es wurde auf beiden Flächen dasselbe Aufnahmeverfahren angewandt).

Trotzdem stellen die beiden gefangenen Spitzmäuse, welche zur Familie der Soricidae gehören, außergewöhnliche Funde und absolute Neuheiten für Südtirol dar (Tab.6).

Die bereits erwähnte **Etrusker-Spitzmaus (Suncus etruscus SAVI, 1822),** welche im südlichen und südwestlichen Europa verbreitet ist, ist eine wärmeliebende Art des Mittelmeergebietes: sie verträgt nämlich keine niederen Temperaturen, auch nicht wenige Grade über Null.

Die **Zwergspitzmaus (Sorex minutus L., 1766)** besitzt ein weites eurasiatisches Verbreitungsgebiet, ebenso wie die bekanntere **Waldspitzmaus (Sorex araneus L., 1758),** welche in der Montiggler Fläche nicht aufgefunden wurde.

lich der **Westalpinen Waldrötelmaus (ssp. nageri SCHINZ)** interessant.

(°) Literaturhinweis
LYNEBORG L.(1972): Mammiferi selvatici europei (Originaltitel: Pattedyr i farver), S.A.I.E. Verlag
MONTOLLI A. für die Bestimmung

3.2.2.8.a. - Insektenfauna -

Die erhobene Insektentierwelt stellt wegen der vielen z.T. in Südtirol noch nie aufgefundenen und z.T. gänzlich unbekannten Arten eine wertvolle Fundgrube für Hinweise auf bioökologische Zusammenhänge dar. Die ersten Zwischenergebnisse betreffen einige Gruppen (z.B. Springschwänze, Schmetterlinge, Käfer), welche etwas schneller bestimmt werden konnten, während die Sichtung und Auswertung aller gesammelten Tiere die Experten auf Jahre beschäftigen wird.

Schmetterlinge

Es wurden 223 Arten erhoben. Zwei davon sind Neufunde für Südtirol.
In Abhängigkeit ihrer Ernährungsbedürfnisse im Larvenstadium verteilen sie sich auf die Vegetationseinheiten wie folgt:

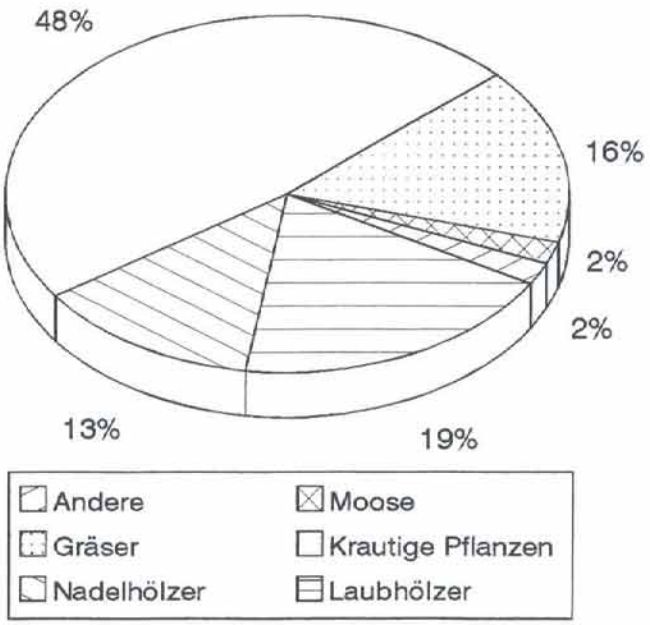


Abb. 43

Daß Weideflächen in der unmittelbaren Nachbarschaft vorhanden sein müssen, kommt in der Vorherrschaft von Arten zum Ausdruck, welche sich wenigstens zum Teil von krautigen Pflanzen (48 %) und Gräsern (16 %) ernähren. Letztere spielen als Nahrungsressource für subalpine Lepidopterenzönosen eine wichtige Rolle. Von den an krautigen Pflanzen gebundenen Arten ernähren sich 24 nur von einer Pflanzenart (monophage Arten).
Von diesen kommen sieben auf Beerensträuchern (Vaccinium) und sieben auf Laubkräutern (Galium) vor.

Im Gegensatz zum bisher bekannten Dichteverhältnis beider Bestände ergibt sich aus den Beobachtungen vom Ritten und von Montiggl für Südtirol ein Vorherrschen der Zwergspitzmaus über die Waldspitzmaus.

3.2.2.8.b. - Insektenfauna -

Außer durch eine große Anzahl verschiedener Arten fällt die Montiggler Fläche wegen der großen Anzahl von Insektenneufunden auf, und das schon bei den ersten bisher bestimmten Arten.

Schmetterlinge

Dabei handelt es sich mit 519 verschiedenen um die Lebensgemeinschaft mit den meisten Arten.
Es muß aber noch darauf hingewiesen werden, daß es sich dabei teilweise auch um flugkräftige Arten von Großschmetterlingen handelt (z.B. Schwärmer (Sphingidae), Eulen (Noctuidae) usw.), welche von Lichtfallen auch auf weite Entfernungen angelockt werden.

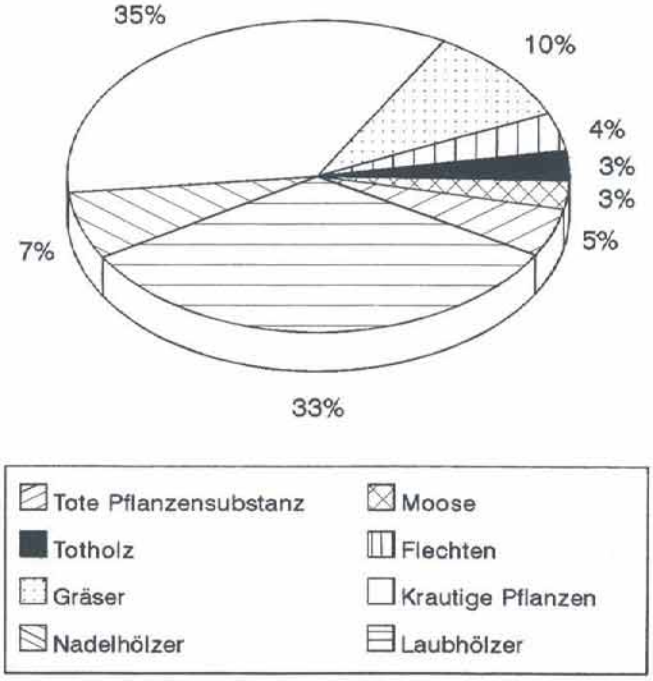


Abb. 44

Von ihrer Ernährungsgrundlage aus betrachtet sind mit 33 % jene Schmetterlinge gut vertreten, welche nur oder zumindest teilweise an Laubhölzer gebunden sind, speziell an die Flaumeiche (30 monophagen Arten), an die Birke (7 Arten), an die Linde (3 Arten) sowie an Pappeln und Weiden (5 Arten). Einige davon sind oligophag, andere nur monophag.
7 % leben ausschließlich oder fast nur von Nadelhölzern: 13 auf Kiefern, 5 auf Fichte, 3 auf Tanne.

Weitere ernähren sich von einigen wenigen Pflanzenarten (oligophage Arten), davon fressen sieben die Blätter von Heidekräutern (Ericaceae) und neun an Korbblütlern (Compositae), während 23 Arten, der überwiegende Anteil, von Gramineae leben.
Speziell für die **Sackträgermotte, Coleophora glaucicolella (WOOD, 1892),** als monophage Art auf Binsengewächsen (Gen. Juncus), handelt es sich um den ersten Fund in Südtirol (Tab.6).
Unter den typischen Vertretern einer Lebensgemeinschaft mit Nadelhölzern überwiegen die oligophagen und monophagen Formen auf den Kieferngewächsen (Pinaceae).
Von diesen stellt **Chionodes tragicella (HEYDEN, 1865)** an Lärche einen Neufund für Südtirol dar.
Im Gegenzug sind die Arten, welche sich auf Moosen, **Flechten** und in Zersetzung begriffener organischer Substanz entwickeln, wenig vertreten.

HUEMER P. (1994): I.M.P. - Teilbereich Zoologie: Schmetterlinge (Lepidoptera). Erhebungsbereich 1992-1993 - Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck

Verschiedenes

Bemerkenswert ist weiters die Auffindung des zur Fam. Elateridae gehörenden Schnellkäfers **Ampedus auripes**, eines Neufundes für Italien (Tab. 6).

Ein Anteil von 45 % umfaßt Arten, die an krautigen Pflanzen und Gräsern leben: davon sind 45 monophag besonders an Korbblütlern (Compositae) (13 Spezialisten) und Schmetterlingsblütlern (Fabaceae) (9 Spezialisten) vorzufinden, 30 sind oligophag.
Großes bioökologisches Interesse erwecken auch die 3 % der Arten, welche an Flechten gebunden sind, die empfindlich auf Luftverschmutzungen reagieren. Aber besonders der Anteil von 5 %, an Verwertern toter pflanzlicher Substanz ist mit der hohen Anzahl von vertretenen Arten (19) ein Weiser für weitgehend ungestörte Umsetzungsprozesse der organischen Substanz.
Es wurden 14 für Südtirol neue Schmetterlingsarten aufgefunden (Tab.6), davon fallen die beiden schon genannten Arten ins Auge, welche zu den Gattungen **Elachista** und **Phyllonorycter** gehören und der Wissenschaft bisher noch nicht bekannt waren.
Phyllonorycter nov.sp. lebt zusammen mit **Coleophora flavipennella (DUPONCHEL, 1843)** und **Psoricoptera gibbosella (ZELLER, 1839)** in monophager Lebensweise auf Eiche.
Hypatopa segnella (ZELLER, 1873) ist ein Kleinschmetterling, der nach bisheriger Kenntnis an die Ulme gebunden ist. Da er so häufig ist, entwickelt er sich auf der Versuchsfläche wahrscheinlich auch auf Eichentotholz. Bisher war seine Verbreitung nur in einigen begrenzten Gebieten Europas bekannt.
Es handelt sich um den ersten Nachweis in den Alpen überhaupt!
Es wurden daneben **Pammene ignoranana (KUZNETSON, 1968)** auf Esche, **Pammene ochsenheimeriana (LIENIG & ZELLER, 1946)** auf Kiefer, **Chionodes tragicella (HEYDEN, 1865)** auf Lärche, **Eana incana (STEPHENS, 1852)** auf Gräsern, **Coleophora glaucicolella (WOOD, 1892)** auf der Gattung Juncus, **Narycia duplicella (GOEZE, 1783)** auf Flechten und **Monochroa nomadella (ZELLER, 1868)** sowie **Stomopteryx flavipalpella (JÄCKH, 1959)** gefunden .
Nemapogon ruricolella (STAINTON, 1849) schlußendlich entwickelt sich auf von Pilzen durchsetzten Holzteilen.

Verschiedenes

Sehr bemerkenswert ist das Vorkommen einiger südlicher Heuschrecken, wie etwa zwei Arten von Sichelschrecken (**Phaneroptera falcata, Phaneroptera nana**), **der Yersin-Strauchschrecke (Yersinella raimondi), der Bergschrecke (Antaxius pedestris)** und zwei Arten von Schönschrecken (**Calliptamus italicus, Calliptamus siciliae**); für die letztgenannte Art lagen schon seit Jahrzehnten keine Fundmeldungen mehr aus Südtirol vor und Freilandfunde von Hausgrillen oder Heimchen (**Acheta domestica**) waren von hier noch überhaupt nicht bekannt gewesen.
Als faunistisch besonders interessant gilt die Auffindung von zwei mehr südosteuropäischen Arten, nämlich der Höhlenschrecke (**Troglophilus neglectus**) sowie des **Karpathen-Skorpions** (**Euscorpius carpathicus**), die aus diesem Gebiet noch nicht bekannt waren.
Weitere faunistische Neufunde stellen einige Käferarten dar, welche verschiedenen Familien angehören (Tab.6): **Episernus ganglbaueri SCHILSKY** (erstmalig für Italien), **Pseudoptlinus fissicollis, Rhaphitropis oxyacanthae, Harpalus signaticornis, Trichoferus griseus, Geotrupes pyranaeus** und **Phloeotrya vaudeori.**

4. - Schlußbetrachtungen -

Wenn auch die Waldschadenserhebung (s. 2.) eine weitere Verschlechterung des Gesamtzustandes des Südtiroler Waldes aufzeigt, zeichnen sich aufgrund erster Ergebnisse des Programmes zur ganzheitlichen Überwachung (I.M.P.) für die Waldökosysteme in Ritten und Montiggl eine zufriedenstellende Vitalität, ein dynamischer Gleichgewichtszustand der wichtigsten ökologischen Faktoren und eine begrenzte menschliche Einflußnahme ab, wie die große Vielfalt an vorgefundenen Tier- und Pflanzenarten (Biodiversität) sowie die guten Werte der mikrobiologischen Bodenaktivität belegen.

Dieses Ergebnis steht in den beiden Beobachtungsflächen zwar etwas im Widerspruch zur Zunahme der Schäden im Kronenbereich der Waldbestände gegenüber dem Vorjahr, liegt aber genau im allgemeinen Trend auf Landesebene.

Jedenfalls erreichen am Gesamtschaden - 17 % am Ritten (19 % im Jahre 1992) und 30 % in Montiggl (23 % im Jahre 1992) - biotische Schadfaktoren wie Pilzinfektionen und Befall durch Schadinsekten (beide üblicherweise in solchen Ökosystemen vorkommend) einen hohen Anteil.

Am Ritten sind Pilzinfektionen die wichtigsten Ursachen für Entnadelung und Absterben von Bäumen: Fichtennadelblasenrost (Chrysomyxa rhododendri) auf Fichte und Lärchenkrebs (Lachnellula willkommii) auf Lärche sowie Hallimasch.
Im Gegenzug sind die Schäden durch Insekten, obwohl diese in großer Anzahl vorhanden sind, (z.B. im Jahre 1992 wurden in einer einzigen Pheromonfalle innerhalb einer Woche über 20.000 Käfer des gestreiften Nutzholzbohrers, Xyloterus lineatus, gefangen) oder durch verschiedene hier vorkommende Blatt- und Nadelfresser unbedeutend: so Fichtengespinstblattwespe, **Cephalcia abietis**, und Nonnenspinner, **Lymantria monacha** (s. 3.2.2.8.a.), auf Fichte sowie Blattwespen, **Pristiphora wessmaeli** et **eriksoni**, auf Lärche.

In Montiggl hingegen tritt ein erheblicher Befall durch Schadinsekten auf und zwar besonders durch Kiefernprozessionsspinner, **Thaumetopoea pityocampa**, und Waldgärtner, **Blastophagus sp.**, auf Kiefer und verschiedene Blattfresser auf Laubhölzern (s. 3.2.2.8.b.).
Bedeutend ist auch das Auftreten der Mistel, **Viscum album**, und einiger Pilzinfektionen, wobei letztere in ihrer Ausbreitung vom feuchten Witterungsverlauf begünstigt wurden: so einige Rosterkrankungen an Laubhölzern (Gen. **Gnomonia**) und der Kastanienrindenkrebs, **Cryphonectria parasitica** (s. 2.5.1.).

Von den verschiedenen Faktoren menschlicher Einflußnahme wirken sich Waldweide (Ritten) und Streunutzung (Montiggl) über Jahrzehnte als biochemische und physikalische Veränderungen im Boden aus, was sich wiederum sowohl auf die Zusammensetzung der Pilzflora (mit einer Zunahme der saprotrophen und parassitischen Pilze gegenüber den Mykorrhizapilzen (s. 2.5.2.1., 3.2.2.3.a./b.) als auch der Waldpflanzen auswirkt (s. 3.2.2.5.a.).
Im Gegenzug werden weder direkte Schäden am Baumbestand noch am gesamten Ökosystem durch Schadstoffeintragung festgestellt.
Die künftige Tragweite solcher und anderer Störfaktoren (wie z.B. Trittschäden, zu hohe Wildstände usw.) kann derzeit nur schwer abgegrenzt und bewertet werden, nicht zuletzt, weil sich diese Faktoren vielfach gegenseitig beeinflussen und verstärken. Um so beunruhigender ist dies in Bezug auf die durch Radioaktivität verursachte Umweltbelastung (s. 3.2.2.4.a./b.), wenn man bedenkt, wie sich Radionukleide über die Nahrungsketten auf alle Lebewesen, den Menschen eingeschlossen, auswirken können.

Aus den Untersuchungen geht hingegen die Anfälligkeit der Waldökosysteme gegenüber Einflüssen hervor, welche mehr an standörtliche Faktoren gebunden sind: so die niederen Temperaturen am Ritten, und allgemein die Versauerung des Bodens und der angespannte Wasserhaushalt.
Besonders der angespannte Wasserhaushalt wurde in den letzten Jahren zu einem immer wichtigeren Faktor, weil er auf wiederholte Trockenperioden, eine unregelmäßige Jahresniederschlagsverteilung und ein begrenztes Wasserhaltevermögen der Gebirgsböden zurückzuführen ist.

Es schlägt damit immer mehr die physio-klimatische Trockenheit der Innen- und Zwischenalpen durch (in dieser Zone befindet sich Südtirol), und zwar so weit, daß dadurch die biogeochemischen Naturkreisläufe der wichtigsten Nährstoffe (s. 3.2.2.1.a./b.) entscheidend beeinflußt und verlangsamt werden; ebenso beinflußt werden auch Art und Vielfalt der Lebensformen, und zwar in Richtung einer Anpassung an die Trockenheit (s.3.2.2.6.a./b.).

Es wird ebenso die Ausbreitung der Stamm- und Wurzelfäule begünstigt, welche augenblicklich die schwerwiegendste und lange Zeit nicht erkennbare Ursache für das Absterben von Waldbäumen darstellt, besonders in jenen Beständen, welche aus den zuvor aufgezählten Gründen (2.5.2.1.) Beschädigungen am Stammfuß und den Wurzeln erlitten haben.

Stüdtirol ist nicht nur ein Grenzland in geo-politischer, sondern auch in klimatischer Hinsicht. Die wiederholt auftretenden südländischen Klimaeinflüsse, wie sie die statistischen Daten über Temperatur und Niederschläge belegen, können als normale Klimaschwankungen angesehen werden oder erste Anzeichen viel schwerwiegenderer und bleibender Veränderungen sein (Klimaerwärmung).

Ganz in diesem Sinne ist auch das Vorrücken gewisser Pflanzen nach Südtirol zu werten, so z.B. verschiedener Pilzformen (°), welche eine Versteppung anzeigen, und von Tieren, welche in einer typisch mittelmeer- und südländischen Umgebung vorkommen (s. 3.2.2.7.b., 3.2.2.8.b.).
Diesbezüglich bezeichnend ist in jünster Zeit auch die höhenmäßige Ausweitung des Verbreitungsareales des Kiefernprozessionsspinners.

Es ist also das Klima, und zwar kurzfristig (Witterungsverlauf) und mittelfristig (die Entwicklung der letzten Jahrzehnte), welches derzeit den wichtigsten "natürlichen" Faktor der Steuerung unserer Waldökosysteme darstellt.
Aber ist das Klima selbst nicht schon weltweit durch die menschliche Einflußnahme gestört? Auf diese und andere Fragen möchte in den nächsten Jahren das Programm zur ganzheitlichen Überwachung und die Bioindikation im Besonderen eine Antwort finden.

(°) BELLU' F. (1994): Relazione dal Kartierung dell'Alto Adige per l'anno 1992 - Associazione Micologica Bresadola, Sez. di Bolzano

Für die Texte: Stefano Minerbi

Redaktionskomitee:
Florian Blaas
Marina Mazzolo Mazzer
Stefano Minerbi
Christine Obkircher Pattis
Herbert Pernstich
Siegfried Schwarzer

Für die elektronische Datenverarbeitung:
Markus Cagliari
Martin Kompatscher
Stefano Minerbi
Julius Piger
Stefan Rigo
Georg Unterhuber

Fotos und Abbildungen: Abteilung Forstwirtschaft - Bozen

Dank ergeht an:
das Amt 30.3, Hydrographisches Amt der Provinz für die Klimadaten
das Amt 32.3, Amt für Forstplanung für die graphische Ausarbeitung in den Abbildungen 12 und 13

Herausgegeben vom Assessorat für Forstwirtschaft der Autonomen Provinz Bozen
Dieser Bericht ist auch in italienischer und englischer Fassung erhältlich.

Zusammengestellt von der Abteilung Forstwirtschaft, Amt Nr.32.1 - Amt für Forstverwaltung - Brennerstraße 6 - I - 39100 BOZEN
Tel. 0039/471/995300 - Fax. 0039/471/995313

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier - Fotolito LONGO, Frangart (BZ)