AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL

"WIE GESUND SIND UNSERE WÄLDER?"

Bericht anläßlich der Pressekonferenz am 8.6.1984 in Bozen

Zusammengestellt vom Landesforstinspektorat Bozen unter
Mitarbeit von:

Chemisches Landeslabor - Abteilung Luft
Biologisches Landeslabor in Leifers
Agrikulturchemisches Laboratorium des Versuchszentrum Laimburg
Dr. Klaus Hellrigl - Experte für Forstschutz

EINLEITUNG

Die Beurteilung des Gesundheitszustandes des Südtiroler Waldes ist in den letzten Jahren zu einem vordringlichen Anliegen der Forstwirtschaft geworden. Das Auftreten von Waldschäden kann vielfältige Ursachen haben, die einzeln oder in Zusammenwirkung auftreten können, und deren Erkennung besonders schwierig ist. Auch in Südtirol haben sich seit den Vorjahren Anzeichen einer generellen Verschlechterung des Waldbildes gezeigt, deren Ursachen nur zum Teil den üblichen Schadenserregern angelastet werden können.

Diese neuartigen Schadensbilder finden zur Zeit kaum eine wissenschaftliche klare Zuordnung. Bisher wurden ausgedehnte Waldflächen in Nordamerika, Mittel- und Nordeuropa, sowie in der Sowietunion betroffen. Die Stärke der Schäden, welche zum Absterben ganzer Bestände führen können, hat zum Schlagwort "Waldsterben" geführt. In Europa wurde dieser Begriff vor eineinhalb bis zwei Jahren geprägt.

Dieses Phänomen erreichte kurzfristig eine derartig besorgniserregende Intensität und Reichweite, sodaß in den betroffenen Ländern eine gemeinsame Forschung über Ursachen und Abhilfemaßnahmen vorangetrieben wird.

Im Herbst des Jahres 1983 wurde, im Rahmen der ARGE-Alp und ARGE-Alpen Adria, ein Programm vereinbart: das Vorkommen von verunreinigenden Stoffen in der Umwelt soll nachgewiesen und wissenschaftlich bewiesen werden. Besonders soll der Einfluß von Immissionen auf Waldökosysteme untersucht werden. Zuverlässige wissenschaftliche Daten, um Zusammenhänge zwischen luftverunreinigenden Faktoren und Waldschäden nachzuweisen, sollen ermittelt werden.

./.

Dieses Programm sieht:

- jährliche Untersuchungen der Nadeln von Probebäumen zur Feststellung des Gehaltes an toxischen und esenziellen Substanzen,
- qualitative Luftanalysen,
- qualitative Niederschlagsanalysen und
- eine visuelle Erhebung der Waldschäden vor.

Die Ergebnisse (erste Phase) der in Südtirol seit 1981 durchgeführten Erhebungen, stehen jetzt zur Verfügung: Es handelt sich dabei um erste und allgemein richtungsweisende Daten, wobei endgültige Bewertungen nicht möglich sind. Nur weitere Beobachtungen und vergleichende Analysen der zukünftigen Tendenzen können das Vorhandensein von Beziehungen zwischen Ursache und Wirkung abklären.

DIE SITUATION IN SÜDTIROL

Seit Juli 1981 wurden in Südtirol mit eingehenden Untersuchungen, über ein bei Partschins aufgetretenes lokales "Tannensterben", begonnen.

Im Frühjahr 1982 wurde, in Folge der Ausdehnung der Schwächeerscheinungen bei Tanne, auch in anderen Teilen der Provinz (Kaltern-Montiggl, Fennberg) eine eigene Arbeitsgruppe ins Leben gerufen, mit der Aufgabe die Ursachen, vor allem hinsichtlich Immissionseinwirkungen, festzustellen.

Die ersten Ergebnisse waren nicht befriedigend. Anstelle konkreter Antworten, wurden neue Fragen aufgeworfen. Die erhaltenen Daten liefern keine Hinweise auf unmittelbare Zusammenhänge zwischen den akuten Schäden und Immissionsbelastungen.

./.

Im Jahre 1983 sind verstärkte Symptome des Kränkelns in verschiedenen Waldbeständen aufgetreten: vor allem Verfärbung der Blattorgane und Auslichten der Kronen.

Der abnormale jahreszeitliche Witterungsverlauf und der außergewöhnlich starke Befall durch Insekten und Pilze, erklären nur teilweise die aufgetretenen Schadbilder. Als besonders anfällig erwiesen sich die Nadelbäume, die Hauptholzarten unserer Wälder. Unter diesen ist die Tanne am stärksten betroffen, gefolgt von Fichte und Kiefer. Der Umfang der Schäden hält sich derzeit noch in Grenzen. Akute Schäden mit abgestorbenen Bäumen wurden besonders bei Tanne nur in den bereits erwähnten Gebieten oder in Einzelfällen gemeldet.

Es bleibt nur zu hoffen, daß dies nicht die ersten Vorboten einer zukünftigen Verschlechterung des Gesundheitszustandes unserer Wälder sind. Wenn es sich dabei um "Waldsterben" handelt, stellt dies, neben der ökologischen Katastrophe, in einem Berggebiet wie Südtirol, eine bedeutende hydrogeologische Gefährdung dar, deren Folgen unabsehbar sind.

Die Besorgnis mit der sich der Landesforstdienst diesem Problem von allem Anfang an gewidmet hat ist voll gerechtfertigt.

Die bisherigen Erfahrungen weisen darauf hin, daß es kaum möglich ist, allein aufgrund einer visuellen Erhebung die Schadensintensität, das Ausmaß und die Ursachen festzustellen. Weiterhin ist eine Beurteilung von Immissionsschäden allein aufgrund der Symptome, wegen deren Unspe-

./.

zifität unzureichend, da dies zu Fehlbeurteilungen führen kann. Da die sogenannten "typischen" Schadbilder nicht schadstoffspezifisch sind, bedarf es in jedem Falle einer Absicherung der visuellen Beurteilung durch weitere Untersuchungen wie etwa Nadelanalysen, Luftanalysen usw.

Seit dem Vorjahre wurde am Datenerhebungssystem der ARGE-Alp und ARGE-Alpen Adria mitgearbeitet. Dazu wurde ein 4x4 Km-Raster errichtet der sich über die gesamte Landesfläche (300.000 ha Wald) erstreckt. Die ausgewählten 240 Bioindikatorbäume (Fichten) sind bleibende Probebäume (Abb. 1) an denen Untersuchungen im ganzen Alpenraum einheitlich durchgeführt werden. Eventuelle Schadstoffbelastungen bzw. Mangelerscheinungen, die oft rein visuell nicht erkennbar sind, werden durch Blattanalysen ermittelt.

An der Arbeitsgruppe zur Untersuchung von neuartigen Waldschäden sind nachfolgende Ämter und Fachleute beteiligt:

Chemisches Landeslabor - Abteilung Luft:	- Luftanalysen;
Biologisches Landeslabor in Leifers:	- periodische Analyse der Niederschläge;
Agrikulturchemisches Laboratorium des Versuchszentrums Laimburg:	- Blattanalysen der Bioindikatorbäume; - Bodenanalysen;
Dr. Klaus Hellrigl:	- entomologische und phytopatologische Untersuchungen;
Landesforstinspektorat:	- dendrochronologische und klimatische Untersuchungen; - Koordinierung.

LUFTANALYSEN

(Chemisches Landeslabor - Abt. Luft - Dr. B. Willeit)

Die Auswirkungen von Luftschadstoffen auf die Pflanzenwelt sind noch nicht klar erforscht, weshalb auch in Fachkreisen weder Klarheit noch Einigkeit besteht.

Ob nun geringfügige, aber auf lange Zeitspannen ausgedehnte Belastungen Schwächungsfaktoren hervorrufen, oder andererseits zeitbegrenzte Spitzenwerte Schadenswirkungen verursachen, steht noch in Frage.

Syinergistische Wirkungen können außerdem beim gemeinsamen Auftreten mehrerer Schadstoffe (SO_2, NO, NO_2, O_3, Peroxide, usw.) entstehen.

Im Partschinser Wald wurden bereits 1982 Stichproben über Luftqualität durchgeführt. Der ermittelte Schwefeldioxydgehalt belief sich im Durchschnitt auf knapp 6 $\mu g/m^3$ Luft. Auch Jahresmittelwerte zwischen 9 und 20 $\mu g/m^3$ sind noch niedrig einzustufen. Grenzwerte von 50 $\mu g/m^3$, immer als Jahresmittel, sollten laut Fachliteratur auf normalen und guten Standorten die Sicherheit bieten, daß keine direkten Schäden auftreten (IUFRO-Arbeitsgruppe Air Pollution; Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft Kommission). In Anbetracht der kurzen Untersuchungsperiode können keine Schlußfolgerungen aus den in diesem Waldgebiet durchgeführten Luftanalysen gezogen werden. Besonders läßt sich der festgestellten geringen Luftverunreinigung keine entscheidende Mitwirkung beim dort aufgetretenen Tannensterben zuordnen. (Siehe Tab. 1, 2 und 3)

./.

Analysen der Luftqualität werden bereits seit mehr als zehn Jahren in den Städtebereichen der Hauptortschaften Südtirols (Bozen, Meran, Brixen, Bruneck) durchgeführt.

Die vorhandenen Daten stellen ein Bild der lokalen Luftqualität dar, geben aber keinerlei Hinweis über den Ferntransport, bzw. über großräumige Immissionsbelastungen.

EMISSIONEN

1. SO_2 - Schwefeldioxyd

Bei der Verbrennung von schwefelhaltigen Brennstoffen gelangt SO_2 gasförmig in die Luft. Durch langsamen Abbau in der Luft gelangt das Schwefeldioxyd wieder in Form von Sulfatsalzen und zum Teil als Schwefelsäure zu Boden (Saurer Regen). Die Hauptquellen dieses Schadstoffes sind der Hausbrand und die Industrie. Der Verkehr und andere Aktivitäten tragen minimal dazu bei. Untersuchungen über die Heizöle (durchgeführt vom chemischen Landeslaboratorium im Juli 1983) ergaben, daß in Südtirol pro Jahr laut Erklärung der Firmen 188.900 Tonnen Leichtöl und 27.920 Tonnen Schweröl für Heizzwecke vertrieben werden. Der Schwefelgehalt des Leichtöls wurde bestimmt. Der Mittelwert beläuft sich auf 0,37 %. Als Mittelwert für den Schwefelgehalt im Schweröl kann man 2,5 % annehmen. Bei einer totalen Verbrennung des Schwefels zu SO_2 würden somit insgesamt ungefähr 2790 Tonnen Schwefeldioxyd jährlich in die Luft gelangen (= 1400 t Schwefel ca.).

Wenn man bedenkt, daß ein sehr kleines kalorisches Kraftwerk (Verbrauch 153 Tonnen Schweröl mit 2,5 % Schwefelgehalt pro Tag) die gleiche Menge SO_2 im Jahr ausstößt, so wird die un-

tergeordnete Bedeutung der SO_2 Emissionen in Südtirol klar. Z.B. Die Kraftwerke von Piacenza erzeugen 390 Megawatt und verbrauchen 2040 Tonnen Schweröl mit 2,5 % Schwefel im Tag. Durch das Landesgesetz Nr. 12 vom 4.6.1973 wurde auf Landesebene Leichtöl für die Heimheizung vorgeschrieben.

Immissionsmessungen in den wichtigsten Städten des Landes ergaben, daß seitdem der Gehalt an SO_2 in der Luft während der Wintermonate bedeutend zurückgegangen ist (Abb. 2). Trotzdem werden in den Wintermonaten beachtliche Spitzenwerte erreicht. In der Stadt Bozen sind die jährlichen SO_2 Mittelwerte seit 1972 und 280 auf 86 $\mu g/m^3$ gesunken.

Dabei soll der Medianwert 80 $\mu g/m^3$ und die Spitzenwerte (98° Perzentil) 250 $\mu g/m^3$ nicht überschreiten.

Wie bereits erwähnt gelten diese Werte für die Bewertung der Luftqualität und nicht für die Pflanzen.

2. Staub

Der Staub in der Luft kommt hauptsächlich von der Industrie und vom Haushalt. Ungefähr ein Viertel stammt vom Autoverkehr, wobei Dieselmotoren bedeutend mehr zur Staubemission beitragen als die Benzinmotoren.

Größere Mengen Staub wurden früher von der Industriezone Bozen in die Atmosphäre abgelassen. Im Jahre 1971 wurden die Staubemissionen von den größten Industriebetrieben auf 15 Tonnen pro Tag geschätzt. Durch Einbau von Filteranlagen konnten sie auf den derzeitigen Stand reduziert werden, der auf 1,5 Tonnen pro Tag geschätzt werden kann. Im übrigen Land gibt es keine größeren Staubemissionsquellen.

./.

3. NO_x - Stickstoffoxyde

Bei jeder Verbrennung entsteht Stickstoffmonoxyd, das sich in der Luft zu höheren Stickstoffoxyden oxydiert. Ähnlich wie beim Schwefeldioxyd werden sie in der Luft abgebaut und gelangen als Salz der Salpetersäure und als Salpetersäure zu Boden (Saurer Regen).

Als Quellen können die Industrie und der Haushalt angegeben werden, die ungefähr die Hälfte der Stickoxyde liefern. Die andere Hälfte kommt vom motorisierten Verkehr. Der Ausstoß an Stickoxyden nimmt in den letzten Zeiten ständig zu.

Schätzungen über die Gesamtmengen sind schwierig weil keine Daten zur Verfügung stehen.

Für das Waldsterben könnten die Stickoxyde jedoch von einiger Bedeutung sein, da sie an der Bildung von sauren Regen beteiligt sind (Salpetersäure) und in der Luft photochemische Reaktionen eingehen und sich daraus kulturschädliche Substanzen bilden können wie z.B. das Peroxiacetylnitrat (PAN).

Datenmaterial für den Raum Südtirol steht nicht zur Verfügung, deshalb ist auch ein Vergleich mit anderen Gebieten nicht möglich.

4. C_xH_x - Kohlenwasserstoffe

Der motorisierte Verkehr kann für die Emission von ungefähr 3/4 der Kohlenwasserstoffe in der Luft verantwortlich gemacht werden. 1/4 ungefähr stammt von der Industrie und vom Haushalt.

./.

Größere Mengen von Lösungsmitteln werden in der Industriezone Bozen in die Luft abgelassen, wobei die Ex-Lancia-Werke mit ungefähr 2 Tonnen pro Tag den größten Beitrag leisten. Kleinere Mengen werden von vielen Handwerkbetrieben und von den Autokarosseriewerkstätten, die über das ganze Land verstreut sind, abgeblasen.

Kohlenwasserstoffe, Stickoxyde und Ozon reagieren in der Luft besonders auch durch Einwirken der Sonnenstrahlen zu verschiedenen Verbindungen, von denen manche nachgewiesenerweise auf die Kulturen und auf den Wald negativ einwirken.

Für Südtirol stehen auf diesem Gebiet keine Daten zur Verfügung, weshalb dazu keine quantifizierende Aussage in dieser Hinsicht gemacht werden kann.

5. Metalle

Im Schwebestaub von Bozen wurden folgende Metalle in größeren Mengen festgestellt:

Eisen - Aluminium - Kalzium - Magnesium - Mangan - Chrom - Nickel - Zink - Kupfer - Blei.

ANALYSE DER NIEDERSCHLÄGE

(Biologisches Landeslabor Leifers - Dr.A.Cumer, Dr.G.Bendetta)

Seit August 1982 sind 5 Meßstationen zur Einsammlung und zur Kontrolle der Niederschläge (siehe beiliegende Abb. 3) in Betrieb. Diese Meßstationen sind vorwiegend auf jene Waldgebiete verteilt, die die stärksten Anzeichen einer Vitalitätsminderung aufwiesen.

1. Mahlbach (Partschins) - Forsthütte
2. Mahlbach (Partschins) - Gasthaus
3. Montiggl (Eppan)
4. Fennberg (Margreid)
5. Biologisches Labor (Leifers)

Die Probenentnahme erfolgte vierzehntätig; die Meßstation in Montiggl wird seit kurzem wöchentlich überprüft, um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit denen der Arbeitsgruppe des C.N.R. (Hydrobiologisches Institut und IRSA), welche die Kontrolle der Niederschläge in ganz Oberitalien durchführt, zu erzielen.

Durch das in der Atmosphäre vorhandene CO_2 wird der pH-Wert des reinen Wassers von pH 7,0 auf pH 5,6 bzw. pH 5,7 abgesenkt. Laut SMIDT sind pH-Werte zwischen 5,11 und 6,10 als normal zu bezeichnen (Tabelle 4).

In der Tabelle 5 und in den beiliegenden Diagrammen sind die nicht gewichteten Werte für die entsprechenden Zeiträume dargestellt: Jahresmittelwert, Standardabweichung, absolute Maximal- und Minimalwerte.

./.

Die Werte, die nach den derzeitig gültigen Kriterien außerhalb des Normalbereiches liegen, sind mit (*) gekennzeichnet.

Wegen des kurzen Beobachtungszeitraumes und des abnormalen Witterungsverlaufs der letzten Jahre ist eine wissenschaftliche Beurteilung und Interpretation dieser Ergebnisse vorerst nicht möglich.

In der Folge der unterschiedlichen Dauer, Intensität und Verteilung der Niederschläge sowie der Windrichtung, der Jahreszeit und der mehr oder weniger langen niederschlagsfreien Perioden sind die Ergebnisse dieser Untersuchungen sehr unterschiedlich.

Wie aus der Tabelle 5 hervorgeht, liegen einige Mittelwerte (pH 4,7 - 6,1) etwas unterhalb der Normalbereichs. Diese niedrigen Mittelwerte beziehen sich jedoch nur auf den Zeitraum von August bis Dezember des Jahres 1982.

Die absoluten Minima erreichen zwar einen Wert von pH 4,2 - 4,3, sie liegen aber immer noch über den in der Bundesrepublik Deutschland und Österreich (pH 3 - pH 4) gemessenen Extremwerten.

Auch weichen die Jahresmittelwerte der Ionengehalte (Tab.5) nicht wesentlich von der Norm ab.

Aufgrund des besonderen Standortes der Beobachtungsstation in Leifers (in unmittelbarer Nähe der Stadt und der Industriezone sowie der Hauptverkehrsstraßen) weichen diese Werte von denen der anderen Stationen wesentlich ab.

./.

Die teilweise hohen Maximalwerte, die im Jahre 1983 im Niederschlag gemessen wurden, dürften auf den abnormalen jahreszeitlichen Witterungsverlauf, besonders auf die längere sommerlich-herbstliche Trockenperiode zurückzuführen sein.

Die in der Tabelle und in den Diagrammen angeführten Werte müssen noch gewichtet werden, u.a. auch um dem Einfluß von Verdunstung und Wind Rechnung zu tragen. Daher sind etwas höhere pH-Werte und etwas niedrigere Ionenkonzentrationen zu erwarten.

DENDROCHRONOLOGISCHE UND KLIMATISCHE UNTERSUCHUNGEN

(Landesforstinspektorat Bozen - Dr. S. Minerbi)

Gewisse Anzeichen weisen auf eine generelle Störung der Wasserversorgung in den letzten Zeiträumen hin, welche offensichtlich, klimatischen Schwankungen zuzuordnen sind.

Die Einwirkungen von klimatischen Einflüssen auf das Pflanzenwachstum wurde durch dendrochronologische Untersuchungen überprüft.

Von drei ausgewählten Meßstationen (Meran, Naturns, Pawigl) wurde der Verlauf der jährlichen Niederschlagsmengen in den letzten 60 Jahren graphisch dargestellt.

Von 123 verkümmert erscheinenden Tannen im Gemeindewald Partschins wurde der jährliche Zuwachsverlauf ermittelt und den Niederschlagsmengen gegenübergestellt (Abb. 4).

Daraus können folgende Aussagen gemacht werden:

- die letzten 30 Jahre waren durch eine Verminderung der Niederschläge gekennzeichnet, was auch auf europäischer Ebene bestätigt wurde;
- eine Häufung von Jahren, in denen die Gesamtniederschlagsmengen unter dem langjährigen Durchschnittswert liegen, wurde festgestellt;
- Weiterhin gab es Jahre, mit unausgewogenem Witterungsverlauf: obwohl der Gesamtniederschlag kaum von langjährigen Mittel abwich, wurde die notwendige Wasserversorgung während der Vegetationsperiode nicht mehr sichergestellt (Jahre 1976, 1977, 1980, 1982, 1983 - Tab. 6 und Abb.en 6, 7).

./.

Wie aus der Abb. 4 hervorgeht bewirkte der Niederschlagsrückgang einen entsprechenden Zuwachsverlust bei der Tanne, welcher nicht nur in der laufenden Vegetationsperiode, sondern auch in den nachfolgenden Jahren anhält.

Dies weist auf einen engen Zusammenhang zwischen Wasserversorgung und Zuwachs hin.

Auch auf gesamteuropäischer Ebene war durchschnittlich jedes zweite Jahr mehr oder weniger ein Trockenjahr. Im Zeitraum 1967 - 78 erreichten die Niederschläge mehrerer Jahre hintereinander nicht den langjährigen Mittelwert.

Die Auswirkung eines Trockenheitsschocks bei Wäldern zeigt sich kurzfristig: Verfärbung der Blattorgane, frühzeitiges Abwerfen der Blätter bzw. Nadeln besonders im inneren Teil der Krone.

Physiologische Schwächungen hingegen halten mehrere Jahre an, sodaß infolge einer längeren Dürreperiode nur geringe Möglichkeiten einer Erholung der Bestände bestehen.

In Gebirgsgebieten wird normalerweise die erforderliche Wasserversorgung der Pflanzen in den Frühjahrsmonaten durch die winterliche Schneespeicherung in den Hochlagen gewährleistet. Dies war in den letzten schneearmen milden Wintern 1979/80, 1980/81, 1981/82, 1982/83 nicht der Fall (Abb. 5).

Die unzureichende Wasserversorgung trug also primär zu einer physiologischen Schwächung des Waldbestandes bei.

Da die Folgen der klimatisch bedingten Streßsituationen, (niederschlagsarmer Herbst 1983) für längere Zeit anhalten, wird angenommen, daß sie sich auch auf das Jahr 1984 auswirken.

FORSTSCHÄDLINGSSITUATION IN SÜDTIROL 1983

(Dr. K. Hellrigl)

Südtirols Wälder waren in den letzten Jahren einer Vielfalt außergewöhnlicher Belastungen ausgesetzt gewesen. Besonders nach dem vergangenen Trockensommer 1983 begann sich eine Verschlechterung des Gesamtwaldbildes abzuzeichnen.

Die Ursachen für diese Verschlechterung des Waldbildes, welche hauptsächlich durch ausgedehnte Verfärbungen und Verlichtungen bei Nadelbäumen in Erscheinung trat, waren verschiedene; teils waren sie biotischen Faktoren wie Insektenbefall oder Pilzkrankheiten zuzuschreiben, teils gingen sie auf abiotische Faktoren wie meteorologische und klimatische Einflüsse zurück; bei einigen Schäden waren die Ursachen unklar.

Gerade die richtige Beurteilung mancher abiotischer Schäden, wie Trockenheitsschäden und Frostschäden und die in ihrer Folge auftretenden Mangelerscheinungen und Chlorosen, ist oft sehr schwierig; ihre klare Abgrenzung gegenüber den in ihrem Erscheinungsbild oft äußerst ähnlichen "neuartigen Waldschäden" ist selbst Fachleuten durch alleinige visuelle Beurteilung nicht immer möglich.

Hierin liegt nun eine große Gefahr von Fehleinschätzungen, vor allem was die Erkennung und Abgrenzung "neuartiger Waldschäden" (bekannt unter dem Schlagwort "Saurer Regen" oder "Waldsterben") gegenüber den "Konventionellen Waldschäden" anbelangt. Besonders der Laie neigt, sensibilisiert durch das Schreckensgespenst "Waldsterben", das heute in weiten Teilen Europas die Existenz des Waldes ernsthaft bedroht, leicht dazu, alle Verfärbungserscheinungen in den Wäldern eben diesem "Waldsterben", bzw. den von Wissenschaftlern da

./.

für für verantwortlich gehaltenen Immissionsbelastungen zu zuschreiben. Daß dies keineswegs immer der Fall sein muß, soll dieser Schädlingsbericht zeigen.

In Südtirol wurden allein im Vorjahr 1983 "konventionelle Forstschäden", d.h. solche, die auf Insekten, Pilzkrankheiten und eindeutig erfaßbare abiotische Schädigungen, wie z.B. Hagel zurückgehen, auf einer Gesamtfläche von über 85.000 Hektar (red. 30.000 Ha) registriert. Diese Zahl, die über 1/4 der Gesamtfläche betrifft, reduziert sich durch Überlappungen der einzelnen Schadauftreten um etwa ein Drittel; es bleibt somit noch eine Gesamtbefallsfläche von rund 60.000 Ha, die reduziert eine effektive Befallsfläche von 30.000 Ha ergibt, das sind 10 % der GEsamtfläche. Die Verfärbungen auf diesen Flächen waren teils sehr intensiv.

Die Ursachen für dieses verstärkte Schädlingsauftreten 1983 sind größtenteils in schon bestehenden Vorbelastungen aus den vergangenen Jahren zu suchen.

I. FORSTSCHÄDLINGSAUFTRETEN IN SÜDTIROL 1983

1. FORSTSCHÄDEN DURCH INSEKTENBEFALL

a) Verfärbungen durch Fraß von Schmetterlingsraupen an Nadelbäumen:

Schädling	Westen	Mitte	Osten	Summe
Nonne	1150 ha	1000 ha	-	2150 ha
an Fichte (red.)	(1035 ha)	(900 ha)	-	(1935 ha)
Fi-Wickler	2900 ha	100 ha	-	3000 ha
an Fichte (red.)	(1380 ha)	(30 ha)	-	(1410 ha)
Lä-Min-Motte	2365 ha	2280 ha	4060 ha	8705 ha
an Lärche (red.)	(225 ha)	(705 ha)	(1130 ha)	(2060 ha)

./.

Lä-Wickler	-	855 ha	1650 ha	2505 ha
an Lärche (red.)	-	(270 ha)	(550 ha)	(820 ha)
Ki-Proz.-Spinn.	1385 ha	2475 ha	-	3860 ha
an Kiefer (red.)	(310 ha)	(595 ha)	-	(905 ha)
Zi-Nad.-Motte	20 ha	-	-	20 ha
an Zirbe (red.)	(15 ha)	-	-	(15 ha)
SUMME ha	7820 ha	6710 ha	5710 ha	20240 ha
(reduz.ha)	(2965 ha)	(2500 ha)	(1680 ha)	(7145 ha)

Befallsstärke war unterschiedlich und reichte von starkem Befall mit schweren Fraßschäden bei "Nonne" (225 ha) über starke Bestandesverfärbungen ohne nachhaltige Schäden bei Fichten-, Tannen- und Lärchenwicklern, bis zu schwachen, bedeutungslosen Verfärbungen bei den Kiefernschädlingen und dem Großteil des Nonnenbefalls.

Befallsursachen lagen teils in periodischen Auftreten begründet (z.B. Lärchenwickler und Kieferprozessionsspinner), teils waren sie durch mehrjährigen günstigen Witterungsverlauf ausgelöst und begünstigt worden (alle übrigen angeführten Schädlinge).

b) Verfärbungen von Nadelbäumen durch Borkenkäferbefall

Waldgärtner	Westen	Mitte	Osten	Summe
Kiefern:Triebfraß				
Frühjahr	1070 ha	510 ha	1550 ha	3130 ha
(reduz.)	(550 ha)	(170 ha)	(250 ha)	(970 ha)
Sommer	(+) 1150 ha	3525 ha	3100 ha	7775 ha
(reduz.)	(+) (620 ha)	(1230 ha)	(1200 ha)	(3050 ha)
SUMME	2220 ha	4035 ha	4650 ha	10905 ha
	(1170 ha)	(1400 ha)	(1450 ha)	(4020 ha)
Buchdrucker				
Fichten:Brutfraß				
Frühjahr	634 ha	415 ha	48 ha	1097 ha
(reduz.)	(124 ha)	(37 ha)	(8 ha)	(169 ha)

./.

Sommer (reduz.)	289 ha (59 ha)	642 ha (70 ha)	265 ha (12 ha)	1196 ha (141 ha)
SUMME	923 ha (183 ha)	1057 ha (107 ha)	313 ha (20 ha)	2293 ha (310 ha)

Befallsstärke und Verfärbung waren unterschiedlich: starke Verfärbung beim primären Brutfraß des "Buchdruckers" an Fichten (Absterben zahlreicher Bäume: ca. 30.000); mittelstarke Verfärbung durch Triebfraß des "Waldgärtners" an Kiefern (hier starben verhältnismäßig wenige Kiefern durch Brutfraß ab).

Befallsursachen für den starken Borkenkäferbefall gingen teils auf starke Wind- und Schneebruchschäden des Vorjahres 1982 zurück (rechtzeitige Aufarbeitung nicht möglich), teils wurden durch die anhaltende Trockenheit physiologisch geschwächte Bäume befallen.

2. FORSTSCHÄDEN DURCH PILZKRANKHEITEN AN NADELBÄUMEN

a) Verfärbung von Fichten durch Fichtennadelblsenrost (1400 - 1900 m)

Fichtenrost	Westen	Mitte	Osten	Summe
Fläche (reduz.)	4700 ha (1780 ha)	23100 ha (9220 ha)	20630 ha (5550 ha)	48430 ha (16550 ha)

Befallsstärke war fast durchwegs sehr stark (gelbe Verfärbung der äußeren Zweige im Juli/September) in den betroffenen Höhenlagen (1400-1900 m). Der Schaden blieb dennoch nur geringfügig.

Befallsursachen waren die feuchte Witterung im Frühjahr, wodurch der Pilzbefall stark gefördert wurde (vgl. auch: starkes, landesweites Auftreten von "Schrotschußkrankheit" an

./.

Kirschen im Juni!).

b) Kränkeln und Absterben von Lärchen infolge Lärchenkrebsbefall

Lärchenkrebs trat bestandesverheerend nur im WESTEN (im oberen Vinschgau und in Sulden) auf einer Fläche von ca. 1000 ha auf.

Befallsstärke teilweise sehr stark, mit Absterben vieler Bäume. Es handelt sich um einen schon seit Jahren anhaltenden Befall.

Befallsursachen liegen teils in Vorschädigungen durch Insektenfraß (1972/74) begründet, teils in klimatischen Faktoren (Frost).

3. FORSTSCHÄDEN DURCH WILDTIERE AN NADELBÄUMEN (WILDSCHÄDEN)

a) Verbißschäden an Jungwuchs von Fichten, Tannen, Zirben, Lärchen

Wildschäden	Westen	Mitte	Osten	Summe
Fläche	1100 ha	1025 ha	350 ha	2475 ha
(reduz.)	(434 ha)	(262 ha)	(60 ha)	(756 ha)

Es wurden 1983 Wildverbißschäden von ca. 300.000 jungen Bäumchen gemeldet, doch wird die tatsächliche Zahl noch höher geschätzt.

b) Verbißschäden an Lärchenwipfeln durch Nagetiere (Bilche)

Es waren 1983 auf 150 ha (red. 40 ha) Schäden an 1.640 Bäumen.

./.

II. ABIOTISCHE FORSTSCHÄDEN IN SÜDTIROL 1983

Die durch abiotische Faktoren ausgelösten Forstschäden stehen oft im Zusammenhang mit den biotischen Schäden (Insekten, Pilzkrankheiten, Wildschäden), indem sie für diese günstige Bedingungen schaffen (z.B.: Schneebruch-Windwurf, Vermurungen-Lawinen, Frost-Hitze, Waldbrand u.a. begünstigen Insekten- und Pilzebefall). Hier sollen nur kurz jene abiotischen Forstschäden angeführt werden, die zu ausgedehnteren Bestandesverfärbungen führen, dabei aber nicht leicht richtig zu erkennen und einzustufen sind:

1. Triebverfärbungen durch Hagelschlag an Nadelbäumen

Ausgedehnte Hagelschäden mit schweren Beschädigungen traten auf:

Fi + Lä: Gsies (1700 - 2000 m) auf 900 ha (red. 150 ha)
Tanne+Fi: Obereggen (1450 m) auf 30 ha (red. 8 ha)

2. Verfärbung von Nadelbäumen durch Streusalzschäden

Streusalzschäden an Nadelbäumen (Fichten und Kiefern), mit Verfärbungen und Absterben von Bäumen, nahmen in den letzten Jahren zu. 1983 wurden auf 18 ha (600-1800 m) 2260 Bäume betroffen (abgestorben), im Winter 1983/84 auf ca. 20 ha 7700 Bäume entlang von Straßen.

3. Verfärbung von Nadelbäumen durch Trockenheitsschäden

Die außergewöhnliche Trockenheit des Jahres 1983, vor allem im Frühsommer und Herbst, wo es monatelang kaum regnete ("Jahrhundertsommer, Jahrhundertherbst"), hat zu schweren Trockenheitsschäden in unseren Wäldern geführt. In den 6

./.

niederschlagsärmsten Monaten: Jänner-Feber, Juni-Juli, Oktober-November fielen zusammen 113 mm Niederschläge, das ist wenig mehr als 1/4 der langjährigen Durchschnittswerte, bzw. entspricht etwa dem Niederschlag der sonst allein im Monat Juli (104 mm) fällt (vgl. Tabellen).

Anfang August wurden allenthalben schwere Trockenheitsschäden sichtbar;ab Mitte September waren vor allem in höheren Lagen Vergilbungen von Nadeln und Zweigen landesweit zu beobachten.

Das Schlimme an der Situation 1983 war, daß die Wälder Südtirols bereits durch den abnormalen Witterungsverlauf früherer Jahre stark vorgeschädigt waren. So hatte sich der 4-monatige, niederschlagsarme Jahresbeginn 1982 (Jan - April = 37 mm, d.h. 20 % vom MTW) bereits damals schlimm ausgewirkt (Vegetationsbeginn!). Auch das Jahr 1980 war mit einer 4-monatigen Trockenperiode von Febr. bis Mai (35 % v. MTW) und einem schneearmen Winter 1980/81 (Nov. '80 - Febr. '81 = 30 % v. MTW) schlimm gewesen. Dabei hatten sich viele Bäume, vor allem Tannen, noch nicht vom Trokkenschock des "Jahrhunderttrockenjahres 1976" erholt.

Vor allem sind es langanhaltende, d.h. über 2 oder mehr Monate währende Trockenperioden, die den Nadelbäumen stark zusetzen. Durch den Wassermangel kommt es dabei nicht nur zu physiologischen Schädigungen von Zellen und Geweben, sondern auch zu Mangelerscheinungen an gewissen esenziellen Mineralstoffen (Kalzium, Magnesium) in den Nadeln, wie die neuesten Untersuchungen in Südtirol bestätigt haben.

Bei diesen Trockenheitsschäden und den in ihrer Folge auftretenden Chlorosen (durch Mangelerscheinungen bedingte Verfärbungen) ergibt sich nun eine weitere Problematik: das

./.

ist einmal die Abgrenzung von Trockenheitsschäden gegenüber den sogenannten "neuartigen Waldschäden", mit deren äußeren Erscheinungsbildern sie oft weitgehend übereinstimmen (vor allem bei Kiefern) und zum anderen die Beurteilung des Grades ihrer Mitbeteiligung an eben diesen "neuartigen Schäden".

4. Neuartige Waldschäden durch Luftverunreinigung

Entgegen der vielfach herrschenden Meinung ist eine eindeutige visuelle Erkennung von Immissionsschadbildern (vor allem der schwächer ausgeprägten ersten Schadensstufen) und ihre Abgrenzung gegenüber Trockenheitsschäden oft äußerst problematisch. Das kommt daher, daß auch sogenannte "typische" Schadbilder eben nicht spezifisch für durch Luftverunreinigungen verursachte Schädigungen sein müssen und somit durchaus auch "natürliche" Ursachen haben können. Kränkelnde oder physiologisch gestreßte Bäume haben nur relativ wenige Möglichkeiten ihr Krankheitsbild nach außen zu zeigen; meist geschieht dies durch Verfärbung und Abwerfen von Nadeln.

Es erhebt sich nun die Frage, welcher Stellenwert dem Faktor Trockenheit für die Grundbelastung der Wälder zukommt und in welchem Maße diese "Grundbelastung" durch Immissionsbelastungen überdeckt und überlagert wird. Diese Frage ist besonders aktuell für großindustrieferne Gebiete, mit relativ geringer Luft-Grundbelastung, wie wir sie im Alpenraum finden, und kann - wenn überhaupt - nur durch chemische Analysen und Immissionsmessungen beantwortet werden.

In Südtirol waren seit dem Sommer 1983 in verstärktem Maße, vor allem in Höhenlagen zwischen 1200-1700 m, vielerorts

./.

Kronenauslichtungen und Kränkeln bei Fichten und Kiefern zu beobachten. Diese Erscheinungsbilder deckten sich zwar vielfach mit den bekannten Symptomen für beginnendes Waldsterben in Deutschland, doch konnte andererseits, trotz durchgeführter umfangreicher chemischer Analysen, ein Nachweis für bestehende gefährliche Immissionsbelastungen für unsere Waldgebiete bisher nicht erbracht werden.

Wegen der unklaren Abgrenzbarkeit dieser "neuartigen" Schadenserscheinungen gegenüber den zweifellos gegebenen Trokkenschäden, hat auch ein Versuch zur Quantifizierung dieser Schäden (Bestandesaufnahme "Neuartige Waldschäden" 1983/84) bisher nicht die erhoffte Klarheit erbracht.

III. PROGNOSE FÜR FORSTSCHÄDLINGSAUFTRETEN IN SÜDTIROL 1984

Wie bereits im Abschnitt I ausgeführt, stehen die in Südtirol letzthin festgestellten konventionellen Forstschäden durch Insektenbefall und Pilzkrankheiten in unzweifelhaftem kausalen Zusammenhang mit den besonderen meteorologischen und klimatischen Gegebenheiten der letzten Jahre. Aus diesem Grunde und aus der Kenntnis ihrer nunmehr seit Jahren genau verfolgten und untersuchten Entwicklung ist es daher relativ einfach eine Prognose für ihren weiteren Verlauf zu erstellen.

Auf Grund der bestehenden Vorbelastungen aus dem letzten und aus früheren Jahren, muß trotz des bisher günstigen heurigen Witterungsverlaufes (erstmals seit 5 Jahren entspricht der Niederschlagsverlauf der ersten 5 Monate heuer gut den langjährigen Mittelwerten!) für 1984 noch mit einem ähnlich starken Schädlingsbefall gerechnet werden, wie im Vorjahr 1983.

./.

Eine deutliche Abschwächung könnte erst ab 1985 wirksam werden. Intensive Bekämpfungsmaßnahmen müssen heuer nur gegen Borkenkäferauftreten und gegen Nonnenspinner-Befall unternommen werden, sowie im Herbst/Winter gegen den Kiefernprozessionsspinner.

NADELUNTERSUCHUNGEN

(Agrikulturchemisches Laboratorium Laimburg - Dr. W. Huber)

Der SAURE REGEN war bis etwa 1981 als die Ursache fuer das Auftreten von unerklaerbaren Schadbildern in den Waeldern angesehen worden. Die Emissionen von Grossindustrien, vor allem Schwefeldioxid, das als Verbrennungsprodukt bei vielen Prozessen auftritt, waren als die Verursacher genannt. Die Schadwirkung des SO2 kann durch Direkteinwirkung auf die Nadeln erfolgen, sie kann aber auch als angesaeuerter Regen die Wachsschicht der Nadeln zerstoeren, bzw. in den Boden eindringen und dort zur Bodenversauerung beitragen.

Die Wirkung des sauren Regens ist nach neueren Untersuchungen jedoch stark ueberschaetzt worden. Er kann wohl in Einzelfaellen fuer einen Schaden verantwortlich gemacht werden, normalerweise traegt jedoch ein stark saurer Regen mit nur etwa 5 - 10% zur Bodenversauerung bei, den Rest koennen natuerliche Vorgaenge bzw. geaenderte oekologische Bedingungen besorgen.

Die heute allgemein diskutierten Hypothesen sind die Photo-Smog-Hypothese und die Oekosystemare Hypothese.

Die Photo-Smog-Hypothese besagt, dass durch komplizierte Prozesse der Atmosphaerenchemie eine Vielzahl von schaedigenden Substanzen entstehen, die direkt zu Schaedigungen der Pflanzen oder indirekt zu einem Stress der Pflanzen fuehren koennen. Ozoneinbrueche aus der Stratosphaere, sonnenreiche und regenarme Jahre beguenstigen diese Prozesse, die vor allem an den Stickoxiden und an Kohlenwasserstoffen in der Luft ablaufen.

Die Oekosystemare Hypothese ist noch umfassender, denn sie besagt, dass infolge verschiedener Stressfaktoren das gesamte Bodenleben und insbesondere die Oekochemie in der Umwelt der Baeume gestoert wird, was langsam aber sicher die Baume in einen Stress, dann zu Schaedigungen und schlieslich zum Absterben treibt.

Beide Thesen haben ihre Befuerworter und Gegner, da sie aber so komplex sind, lassen sie sich nur schwer beweisen und noch schwerer ist es, in solche Vorgaenge korrigierend einzugreifen.

Wir haben begonnen durch vielfaeltige Analysen den IST-Zustand zu erheben und eventuell Ursachen fuer die Schaeden zu finden. Diese Untersuchungen gliedern sich in 2 Abschnitte:
-einmal die Analyse der Nadeln der Indikatorbaeume, denn sie sind ja die Pflanzenorgane, die am meisten exponiert sind, da in ihnen die die Atmung und die Assimilation stattfindet,
-zum zweiten die Untersuchung der Boeden an den Indikatorstandpunkten, da wir uns davon Information ueber den Lebensbereich der Wurzeln, also ueber die Naehrstoffversorgung und den allgemeinen Zustand der Waldboeden erhoffen. Geplant sind die Untersuchungen von physikalischen und chemischen Bodeneigenschaften wie Bodenart, Tiefgruendigkeit, Wurzelzustand, Pufferungskapazitaet, Tendenz zur Bodenversauerung, Mineralisierungs- und Humifizierungsraten, pH-Wert, usw., sodann ueber die Naehrstoffversorgung, ueber Mikronaehrstoffe und Schadmetalle, aufgetrennt jeweils nach verschiedenen Bodentiefen.
Diese Untersuchungen werden im Juni beginnen, wenn die Boeden aufgetaut und abgetrocknet sind.

NADELUNTERSUCHUNGEN.

Im Herbst 1983 wurde in Suedtirol ein flaechendeckendes Bioindikatornetz im 4 x 4 km Raster mit 240 Kontrollbaeumen errichtet. Noch im Herbst wurden von den Foerstern an diesen Indikatorbaeumen Zweige eingesammelt. Die Nadeln dieser Fichtenzweige wurden anschliessend im Agrikulturchemischen Laboratorium Laimburg analysiert und zwar getrennt nach Jahrgaengen, wobei die letzten 3 Nadeljahrgaenge analysiert wurden. Aus den 240 Standorten wurden somit 720 Nadelproben, an denen jeweils Vollanalysen durchgefuehrt wurden. Wir beschlossen naemlich, die Untersuchungen so umfassend wie moeglich zu gestalten, die Informationsflut, die dabei entsteht, waechst zwar enorm an, aber die Gelegenheit moeglichst viele Basisinformation zu erarbeiten, wollten wir nutzen.

Untersucht wurden deshalb folgende Bestandteile:

Lebenswichtige Inhaltsstoffe:
Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Phosphor, Kalium, Calcium, Magnesium und Schwefel

Lebenswichtige Mikronaehrstoffe:
Bor, Mangan, Zink, Eisen, Kupfer

Toxische Elemente:
Aluminium, Nickel, Cadmium, Blei, Fluor und Chlor.

Dies sind insgesamt ca 14.000 Einzelanalysen.

Die Analysen sind noch nicht abgeschlossen, etwa zwei Drittel sind untersucht. Die Ergebnisse lassen jedoch bereits einige Schluesse zu, die an Hand der einjaehrigen Nadeluntersuchungen hier vorgestellt und diskutiert werden sollen.

1. Schwefel (Abb. 8)

Schwefel ist ein lebensnotwendiger Bestandteil der Pflanze, muss also in jedem Falle der Pflanze in ausreichendem Masse zur Verfuegung stehen, soll sie sich normal entwickeln koennen.

Schwefelverbindungen aus der Luft koennen diesen natuerlichen Gehalt vor allem durch Deposition beeinflussen, indem sie die Atmung durch das Verlegen der Spaltoeffnungen blockieren koennen, oder indem sie die schuetzende Wachsschicht der Nadeln zerstoeren.

Laut den in Oesterreich zur Zeit geltenden Greenzwerten koennen die Gehalte an Schwefel in einjaehrigen Nadeln in folgende 4 Gehaltsklassen eingeteilt werden:

1.	< 0.08 %	Natuerliche Gehaltsmengen.
2.	0.08 - 0.11 %	natuerliche Gehalte - Verdacht auf leichte Immissionseinwirkung ohne Schaeden zu verursachen.
3.	0.11 - 0.15 %	Immissionsbelastung, eventuell leichte Schaeden bemerkbar.
4.	> 0.15 %	Belastung wahrscheinlich durch einen Emittenten verursacht oder starke Immissiosbelastung. Schaden wahrscheinlich.

Besonders schwierig zu beurteilen ist die 2. Stufe, denn man kann die Werte nur dann als erhoeht bezeichnen, wenn sie um mehr als 0.03 % hoeher liegen als dies dem natuerlichen Niveau entspricht. Die Festlegung dieses Bereiches muss durch Untersuchungen unbelasteter Baeume auf aehnlichen Standorten geschehen.

Wir koennen in Suedtirol generell etwa den Bereich von 0.050 - 0.070 als natuerliche Schwefelmengen bezeichnen, die Unterschiede durch die verschiedenen Bodenarten sind gering.

Ergebnisse:
90% der untersuchten Scwefelwerte liegen im natuerlichen Bereich, also in der Klasse 1.
Ungefaehr 10% der Werte liegen in der Stufe 2.
In der Stufe 3 und 4 konnten wir keinen einzigen Wert finden.

Die Werte, die der 2. Stufe zuzuordnen sind, sind ueber das ganze Land verteilt, die meisten befinden sich in der Naehe und im Einflussbereich von groesseren Siedlungen, fuer andere Punkte muss noch der Ursache naeher auf den Grund gegangen werden.

Im Grossen und Ganzen sind die Ergebnisse der Schwefeluntersuchungen der einjaehrigen Fichtennadeln als zufriedenstellend zu bezeichnen, denn eine staerkere grossraeumige Immissionsbelastung oder der Einfluss von Emittenten auf die Bioindikatorpunkte konnte nicht gefunden werden.

2. Naehrstoffe: (Abb. 9 und 10)

Zu den Hauptnaehrstoffen zaehlen vor allem die Elemente Stickstoff, Phosphor, Kalium, Calcium und Magnesium. Diese werden im Boden bei Humifizierungs- und Mineralisierungsprozessen in Freiheit gesetzt und koennen so von der Baumwurzel aufgenommen werden. Ein Zuviel oder ein Zuwenig einzelner Naehrstoffe kann zu Ernaehrungsstoerungen fuehren.

Von den untersuchten Naehrstoffen fallen besonders die Magnesium- und die Calciumwerte auf.

Bei Calcium finden wir ungefaehr ein Drittel der Proben im unterversorgten Bereich an, waehrend bei bei Magnesium rund die Haelfte aller Proben einen Mangelbereich anzeigen.

Dieser Magnesiummangel zeigt sich ueber das ganze Land gleichmaessig verteilt, bevorzugt aber in hoeheren Lagen und besonders in trockenen Gebieten, weshalb wohl die Trockenheit der letzten Jahre der Grund dafuer sein duerfte. Dies untermauert auch die Tatsache, dass wir Magnesiummangelversorgung auch auf dolomitischen Standorten vorfinden, also auf Boeden, deren natuerliche Magnesiumgehalte hoch sind.

Calziummangel tritt ebenso ueber das ganze Land verteilt auf mit Ausnahme der dolomitischen Gebiete. Auch hier duerften wohl die klimatischen Bedingungen ausschlaggebend fuer dieses Phaenomen sein.

Eine leichte Unterversorgung mit etwa 20% der Proben laesst sich auch bei Phosphor feststellen, die aber nicht schwerwiegend ist.

Den anderen Naehrstoffe liegen durchwegs im optimalen Versorgungsbereich, anormales Verhalten laesst sich nicht feststellen.

3. Mikronaehrstoffe: (Abb. 11)

Bei den essentiellen Mikronaehrstoffen sind vor allem das Bor erwaehnenswert, das mit gut einem Drittel der Proben im unterversorten Bereich liegt, auch hier wiederum bevorzugt auf trokkenen Standorten.

Bei Zink tendieren die Werte zu hoeheren Gehalten, Auswaschung durch zu saures Regenwasser aus den Nadeln zusmmen mit Magnesium und Kalium, wie es manchmal diskutiert wird, liegt nicht vor.

Die Manganversorgung ist ausreichend, ebenso die Versorgung mit Eisen und Kupfer.

4. Toxische Elemente:

Auch bei den Elementen Aluminium Nickel, Cadmium und Blei konnten keine abnormal hohen Werte gefunden werden, die Werte fuer Fluor und Chlor liegen noch nicht vor.

Die bisher vorliegenden Ergebnisse der Nadeluntersuchungen des Nadeljahrganges 1983 zeigen vor allem eine Naehrstoffunterversorgung mit Magnesium, Calzium und Bor, ein Zustand, der vor allem durch klimatische Faktoren wie Trockenheit und starke Froeste hervorgerufen wurde. Mangelnde Bodenfeuchte bedeutet aber eine verminderte Naehrstoffmobilisierung, und dies wiederum kann zur Mangelernaehrung der Baeume fuehren.

Es konnten keine Indizien fuer zu starke Immissionsbelastung durch Schwefelverbindungen, durch Stickoxide, Photooxidantien usw. gefunden werden.

Diese Ergebnisse betreffen das Bioindikatornetz, es ist also nicht auszuschliessen, dass an bestimmten Standorten, besonders in der Naehe von Grossemittenten, von verkehrsreichen Strassen usw. andere Ergebnisse gefunden werden koennen.

Die Auswertung der aelteren Nadeljahrgaenge werden die Erkenntnissse weiter abrunden und ergaenzen.

Die Bodenuntersuchungen werden ebenfalls neues Material liefern und so das Bild um den Gesundheitszustand und ueber die Gefaehrdung unserer Waelder vervollstaendigen. Wir werden auch diese Untersuchungen der Oeffentlichkeit zugaenglich machen.

ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

(Landesforstinspektorat - Dr. R. Preyer)

Mit dem Begriffe "Neuartige Waldschäden" werden neuerdings Waldschäden umschrieben, welche seit den Jahren 1981-82 in Mitteleuropa durch die Schlagworte "Saurer Regen" oder "Waldsterben" bekannt geworden sind.

Schon die Begriffsbildung spiegelt die Unsicherheit wider, mit der auch Wissenschaftler noch immer diesem, sicherlich schwerwiegenden Phänomen, der Erkrankung des Ökosystems Wald gegenüberstehen. Typisch dafür ist die rasche geographische Ausbreitung, welche unabhängig vom Standort, von waldbaulicher Behandlung und Wirtschaftsform der Bestände und auch vom Klima erfolgt. In der Reihenfolge werden Tanne, dann Fichte, Kiefern und Lärche, und später die Laubhölzer betroffen.

Welche sind nun die Ursachen für Erkrankung des "Ökosystems Wald"?

Es gilt als unbestritten, daß vor allem dort wo der Wald tatsächlich stirbt - das ist in Mitteleuropa vorwiegend der Belastungsbereich der Großindustrien - Schadstoffimmissionen die auslösende Ursache darstellen, wobei SO_2 - NO_x - PAN - Kohlenwasserstoffe - Fluorwasserstoff - Chlorwasserstoff - Ozon als gefährliche Schadfaktoren angenommen werden.

Diese Schadstoffe stammen zum Großteil von traditionellen Emittenten, wobei Industrie und Hausbrand vor allem für die SO_2 Belastung und der Kraftfahrzeugverkehr zu 50 % die NO_x Belastung verantwortlich sind.

./.

Neuerdings werden auch organische Verbindungen, Mikrowellen und die Radioaktivität als Schadensursachen in Erwägung gezogen.

Die Schadeinwirkung der Immissionsstoffe auf Pflanzen erfolgt entweder gasförmig über die Spaltöffnungen der Blattorgane oder als "Saurer Regen" direkt auf die Nadeln bzw. über den Boden auf das Feinwurzelsystem.

Weit schwieriger ist die Beurteilung der Ursachen in industriefernen Gebieten mit geringer Schadstoffbelastung der Luft, wo der Wald zwar noch nicht stirbt, jedoch viele Bäume kränkeln.

Hier wird angenommen, daß neben den konventionellen, vielleicht auch noch nicht erforschte, Schadstoffe oder deren Umwandlungsprodukte bereits bei geringen Konzentrationen wegen synergistischer Wirkung die Pflanzen schädigen, oder zu "Streß" führen. Bei starken Verlichtungserscheinungen wird der Holzzuwachs eingeschränkt, die Feinwurzeln sterben langsam ab und Schwächeparassiten nehmen zu. Wenn man nun annimmt, daß die Waldökosysteme wahrscheinlich bereits seit Jahrzehnten dieser Streßwirkung unterliegen, so wird eine Reduzierung der Vitalität und die Anfälligkeit gegen Schadenseinwirkungen jeder Art verständlich.

Mit dieser Situation sehen wir uns in Südtirol vorrangig konfrontiert. Neben den im Bericht von Dr. Hellrigl erwähnten konventionellen Forstschäden durch Insektenbefall und Pilzkrankheiten, die sowohl hinsichtlich Ausmaß als auch der Ursachen bekannt sind, treten auch diese nicht klar bestimmbaren Schäden auf.

./.

Seit dem Vorjahre hat sich auch in Südtirol das Waldbild besonders der Fichtenbestände in mittelhohen bis hohen Lagen verschlechtert.

Krankheitssymptome, wie Vergilbung der Nadeln, stärkere Nadelverluste, Kronenverlichtungen, Bildung von Augstrieben usw. mußten neben den konventionellen Schäden festgestellt werden, weshalb befürchtet werden muß, daß die "neuartigen Waldschäden" zwar zeitlich verschoben und abgeschwächt auch unsere Wälder betreffen.

Unser Auge ist seit den Meldungen vom Absterben ganzer Waldbestände für Schäden an Waldbäumen besonders aufmerksam geworden, weshalb bei der Vielfalt der Krankheitsbilder oft auch konventionelle Schäden dem "Waldsterben" zugewiesen werden.

Die von der Arbeitsgruppe ausgearbeiteten Berichte ermöglichen folgende erste Erkenntnisse und Folgerungen:

1. Die bisher durchgeführten Niederschlags- und Nadelanalysen ergeben für den Südtiroler Wald bisher keine Nachweise für starke Immissionsbelastungen durch Schwefelverbindungen - Stickoxyde oder Photooxydantien. Für einzelne Nährstoffe wurde vor allem in Trockenlagen eine wahrscheinlich durch die Witterungsverhältnisse bedingte Unterversorgung festgestellt.

2. Die mitgeteilten Ergebnisse der Nadelanalysen betreffen das Bioindikatorennetz, weshalb abweichende Werte für Sonderstandorte nicht auszuschließen sind.

./.

3. Für die Nadelanalysen wurden die vom österr. Forstdienst ausgearbeiteten Schadenseinstufungen und Grenzwerte berücksichtigt, während für die qualitativen Luft- und Niederschlagsmessungen die staatlichen oder durch Landesgesetze festgelegten Werte angewendet wurden.

4. Die Luftuntersuchungen betreffen hauptsächlich Stadtbereiche, und auch die angegebenen Grenzwerte sind für den Wald nicht immer aussagekräftig. Waldorientierte Meßstellen müssen vor allem in gefährdeten Gebieten und landesweit erstellt werden. Die Emissionswerte sollten lokal und auf Landesebene bekanntgegeben werden.

5. Die qualitativen Niederschlagserhebungen sind auf Landesebene vor allem ungleich verteilt; müssen also unbedingt vervollständigt werden.

6. Witterungsbedingte langanhaltende Trockenperioden im Zeitraum der Erhebungen haben den Wasserhaushalt und auch die Nährstoffversorgung der Pflanzen beeinträchtigt.

7. Die erwähnte Streßbelastung sowie die bekannten und auch unbekannten Immissionen dürfen keinesfalls unterschätzt werden, weshalb die Forderung nach Verminderung der Luftschadstoffe voll aufrecht bleibt.

8. Maßnahme "waldbaulicher Art" gegen neuartige Waldschäden beschränken sich auf eine naturnahe und ökosystembezogene Bewirtschaftung der Wälder:
   - Vorrangige Förderung der natürlichen Verjüngung
   - Aufforstungen ausschließlich mit standortsgemäßem Pflanzenmaterial

./.

- Intensivierung der Vorbeuge- und Bekämpfungsmaßnahmen gegen Forstschädlinge; bei außerordentlichen Situationen können auch chemische Bekämpfungsmaßnahmen notwendig werden (Nonne).
- Die Schlägerung kränkelnder oder abgestorbener Bäume zwecks Vermeidung von tierischen und pflanzlichen Schwächeparassiten erfolgt unter Berücksichtigung der vielseitigen Schutzwirkungen des Waldes.
- Die Wilddichte muß den Waldverhältnissen, dem Futterangebot, den Erfordernissen der Verjüngung und der Erhaltung des ökologischen Gleichgewichtes angepaßt werden.
- Die Waldweide muß im Interesse der Verjüngung zusätzlich eingeschränkt werden.
- Gemischte und stufige Bestände mit reichem Tiefwurzelanteil und einer gut entwickelten Bodenschutzvegetation sollen gefördert werden.

Wie sich die Situation bei uns zukünftig entwickeln wird, ist schwer abzuschätzen. Ob die vor allem in der letzten Zeit aufgetretenen physiologischen Schädigungen als erste Anzeichen für "Waldsterben" zu deuten sind, konnte aufgrund der bisher durchgeführten Analysen nicht nachgewiesen werden, muß jedoch auch auf Grund analoger Verhältnisse in den Nachbarländern und von Aussagen erfahrener Fachleute angenommen werden.

Jedenfalls müssen ernste Anstrengungen unternommen werden um:

1. Die Erforschung der Schadensursachen voranzutreiben und mit den Nachbarländern zu koordinieren.

./.

2. Die Grenzwerte für die Schadensbelastbarkeit aufgrund neuer Erkenntnisse sei es in Hinblick auf die Gesundheit der Menschen als auch der Pflanzen zu überprüfen und neu festzulegen.
3. Informationen, Forschungs- und Meßergebnisse zeitgerecht auszutauschen und bekanntzugeben. Die Öffentlichkeit hat das Recht über die Entwicklung des Waldsterbens informiert zu werden.
4. Einheitliche Kriterien und Verfahren zwecks Vergleichbarkeit der Waldschäden festzulegen.
5. Notwendige Haushaltsmittel für Ursachenforschung, Messungen und Auswertung der notwendigen Erhebungen bereitzustellen.
6. Schadstoffarme Energieträger für Industrie, Hausbrand und Kraftfahrzeugverkehr bereitzustellen.
7. Vorschriften für die Abgasreinigung zu erlassen: die Einhaltung der bereits bestehenden Vorschriften und die Überprüfung der Anlagen muß gesichert werden.
8. Maßnahmen zur Verminderung des Energiebedarfes (Wärmeschutz, Wärmerückgewinnung, Verbesserung des Wirkungsgrades usw.) zu fördern.
9. Den Individualverkehr zu Gunsten der öffentlichen Verkehrsmittel einzuschränken und das Verkehrskonzept vor allem in den Schwerpunkten zu verbessern.

Die Durchführung dieser Maßnahmen ist in einem Gebirgsland wie Südtirol sei es für die Erhaltung der Waldbestände als auch für die Verhinderung von hydrogeologischen Folgeerscheinungen unumgänglich.

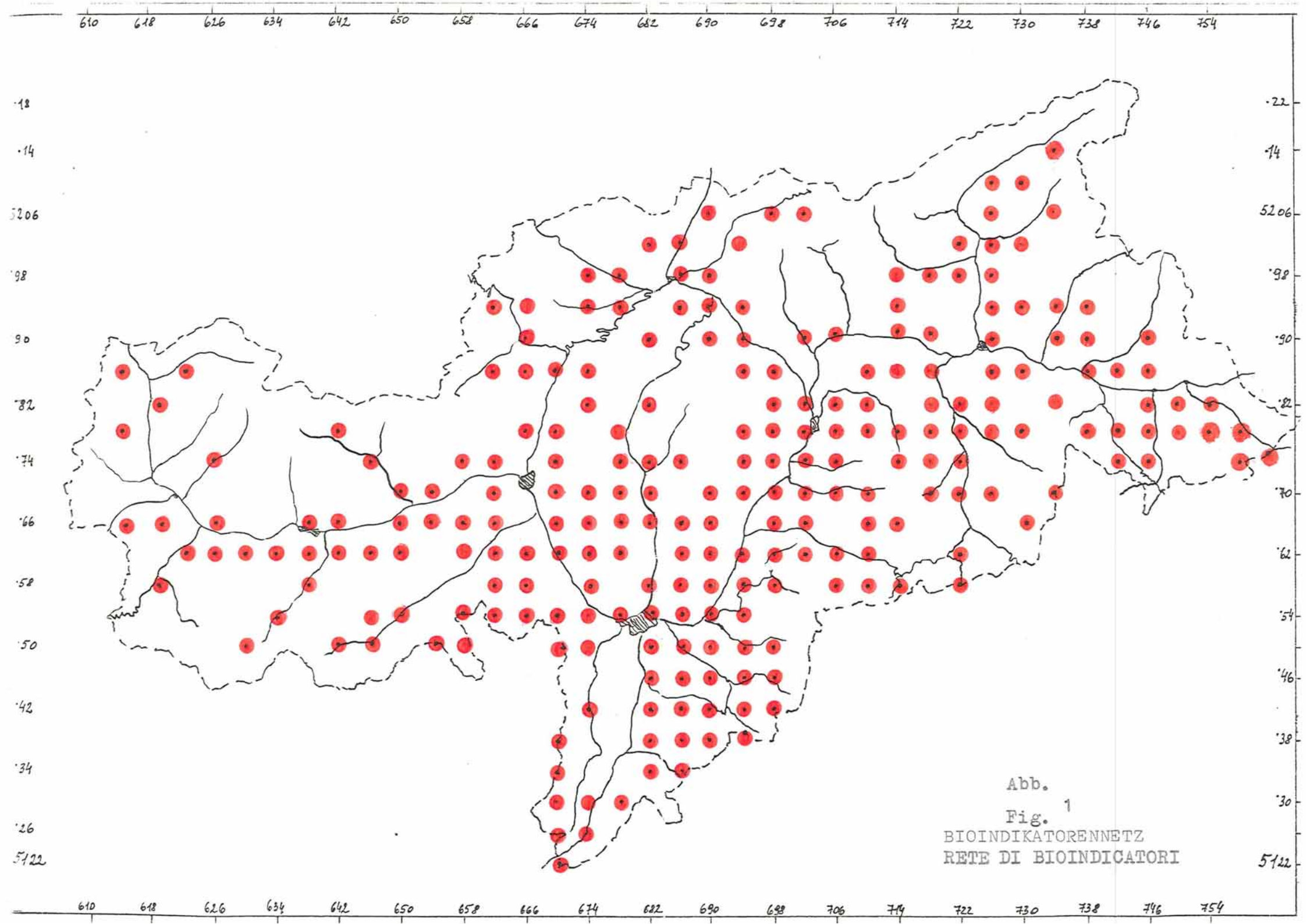


Abb. 1

Fig.

BIOINDIKATORENNETZ

RETE DI BIOINDICATORI

LABORATORIO CHIMICO PROVINCIALE BOLZANO - CHEMISCHES LANDESLABORATORIUM BOZEN

Sezione Inquinamento Atmosferico - Abteilung Luftverschmutzung

Tab. 1

Stazione / Station : PARCINES - Località / Ortsteil Mahlbach 31

Parametro / Parameter : Anidride Solforosa µg/m³

Mese ed Anno / Monat und Jahr : SETT. / OTT.

GIORNO / TAG / ORA / STUNDE	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		1	2	3	4	5	6	Med. Mw.
- 1					3	1	1	1						2	[illegible]	[illegible]	5	5	5	9	10	4	7	5		9	9					
1 - 2					2	1	1	1						2	2	[illegible]	5	4	5	8	9	3	10	5		7	8					
2 - 3					1	1	1	1						2	2	[illegible]	4	[illegible]	4	8	8	3	18	5		5	8					
3 - 4					1	1	1	1						2	2	3	2	[illegible]	3	7	8	3	18	3		5	7					
4 - 5					1	1	1	1						1	1	2	2	[illegible]	3	8	8	2	22	3		5	7					
5 - 6					1	1	1	1						1	1	2	2	[illegible]	2	6	8	2	24	2		5	7					
6 - 7					1	1	1	1						1	1	1	1	2	2	5	7	2	22	2		4	7					
7 - 8					1	1	1	2						1	1	1	1	1	2	4	8	2	11	2		4	8					
8 - 9					1	1	1	2						1	1	1	1	2	2	6	8	2	10	2		4	5					
9 - 10					1	1	1	2						1	4	2	2	2	2	6	8	3	10	2		3	5					
10 - 11				2	1	1	1	3						7	8	5	[illegible]	1	4	11	10	5	10	2		5	5					
11 - 12				2	2	3	3	3						6	7	7	8	5	7	13	10	7	9	2		4	6					
12 - 13				3	3	3	3	3						4	5	8	9	6	8	10	10	8	2	2		5	5					
13 - 14				3	3	3	2	4						6	6	8	8	8	8	10	10	9	2	2		4	5					
14 - 15				4	3	4	3	[illegible]						8	8	[illegible]	8	9	8	10	9	10	57	5		4	5					
15 - 16				5	4	7	2	1						8	8	8	5	9	10	11	9	10	5	7		4	7					
16 - 17		5		5	4	7	1	1						9	8	10	9	9	10	11	10	10	12	7		8	9					
17 - 18		3		7	5	9	3						5	9	8	9	9	9	10	10	10	9	18	9		9	10					
18 - 19		1		7	4	8	4						5	9	8	[illegible]	8	10	11	11	10	9	24	10		10						
19 - 20		1		5	5	8	4						5	9	9	9	8	10	10	11	10	8	18	14		10						
20 - 21		1		5	4	7	1						5	8	9	9	8	10	10	11	9	7	26	12		11						
21 - 22		1		5	3	4	1						5	8	9	9	8	10	10	11	8	8	8	10		11						
22 - 23		2		4	4	3	1						3	7	9	8	7	9	10	11	7	8	8	9		13						
23 - 24				4	3	3	1						3	6	6		8	[illegible]	9	10	5	7	8	9		9						
Somma / Summe		14		61	61	80	40	30					31	118	127	139	137	[illegible]	155	222	209	141	369	131		158	123					24
Media / Mittel		2,0		4,3	2,6	3,3	1,7	1,2					4,4	4,9	5,3	5,[illegible]	5,7	5,9	6,4	9,2	8,7	5,9	15,4	5,4		6,6	6,8					5,

Elaborato da / Ausgewertet von : _____

Folgende Tabellen zeigen die SO_2 Belastung in Jänner in Vergleich zu einigen Städten Italiens und Europas.

Le seguenti tabelle comparative riportano i valori di SO_2 misurati in alcuni centri italiani ed europei.

Città Stadt	Bolzano Bozen	Milano	Roma	Torino	Bologna
Media Mittelwert	141	627	403	494	186
Mediana Median	128	577	377	507	161
Minimo Minimum	21	148	234	208	78
Massimo Maximum	324	1131	728	980	346
Stazione Station	P.zza Walther Waltherplatz	V.Juvara	Via 4 Nov.	V.Moretta	V.Ferrarese

Tab. 2

Città Stadt	Bolzano Bozen	Aschaffenburg	Bayreuth	Monaco	Passau
Media Mittelwert	141	128	129	108	118
95°Percentile 95er Perzentil	128*	340	353	274	248
Massimo Maximum	324	810	784	523	405
Stazione Station	P.Walther Waltherpl.	Bussardweg	Rathaus	Pasing	Exerzierpl.

Tab. 3

Tab. 4

- valori di pH - valutazione secondo SMIDT
  pH - Werte - Bewertung nach SMIDT

>7,11	stark basisch	molto basico
6,51 ÷ 7,11	deutlich basisch	sensibilmente basico
6,11 ÷ 6,50	schwach basisch	leggermente basico
5,11 ÷ 6,10	normal basisch	normale
4,61 ÷ 5,10	leicht sauer	leggermente acido
4,11 ÷ 4,60	ziemlich sauer	sensibilmente acido
<4,11	stark sauer	molto acido

- contenuto ionico
  Gehalt an Jonen: (SO_4^{--}, NO_3^{--}, HCl^-, NH_4^+, Ca^{++}, Mg^{++}) in mg/l

<2,5	niedrig	basso
2,6 ÷ 5,0	erhöht	elevato
5,1 ÷10,0	stark erhöht	molto elevato
>10,0	sehr stark erhöht	eccessivamente elevato

ZUSAMMENFASSENDE DARSTELLUNG DER NIEDERSCHLAGSANALYSEN

IN SÜDTIROL

Tab.5

RIEPILOGO DELLE ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI IN ALTO ADIGE

Mittelwerte, Standardabweichung, Minima und Maxima

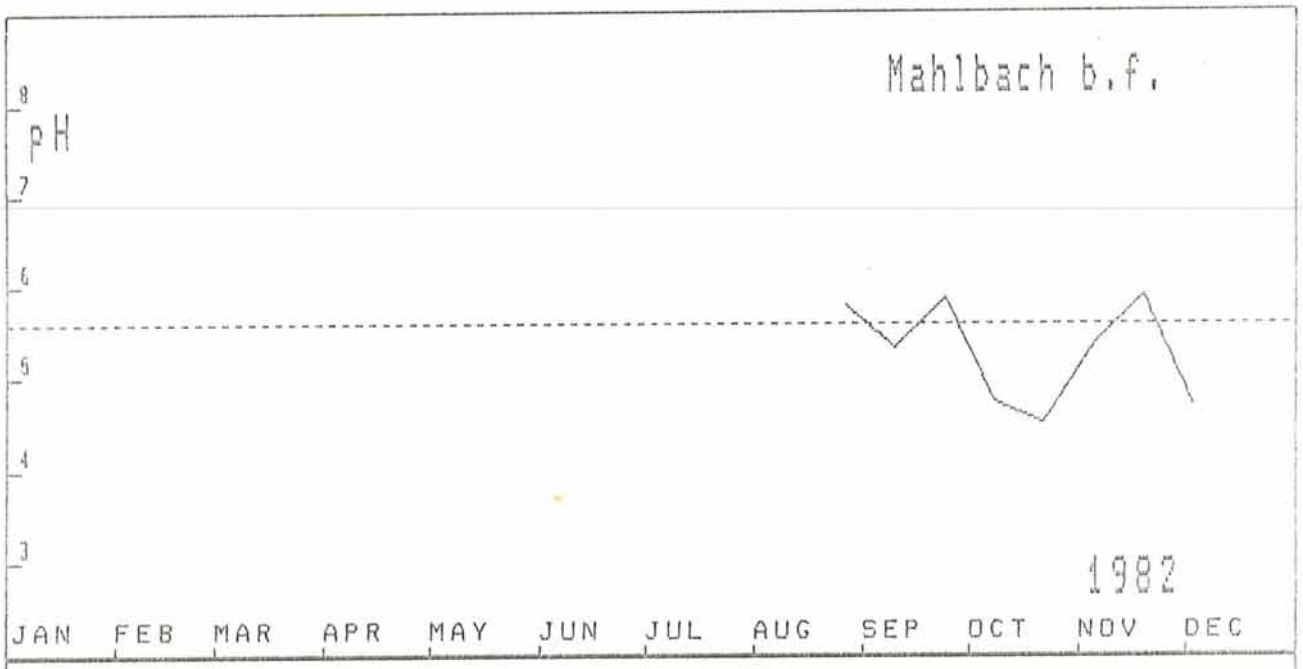
Medie dei valori, deviazione standard, massimi e minimi assoluti

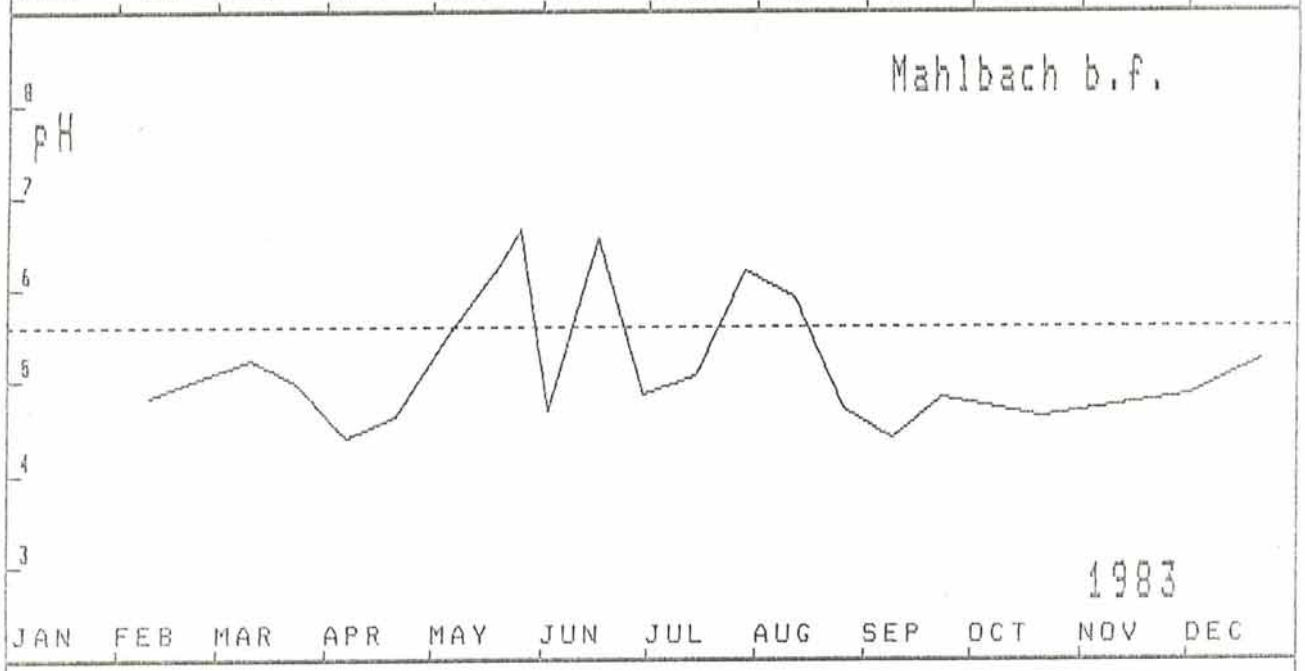
Analysen / Analisi	Untersuchungszeitraum / Periodo considerato o)		Untersuchungsstation / Stazioni di rilevamento				
			Mahlbach - Partschins (Forsthütte - Baita forestale)	Mahlbach (Gasthaus - Trattoria)	Montiggl Monticolo	Fennberg Favogna	Leifers Laives
pH	1982 (VIII - XII)	$\bar{x}$	5,3	4,9 *	4,8 *	4,7 *	5,3
		S	0,56	0,67	0,54	0,33	0,53
		min	4,5 *	4,3 *	4,4 *	4,3 *	4,7 *
		max	5,9	6,7	6,1	5,5	6,3
	1983 (I - XII)	$\bar{x}$	5,2	5,4	5,2	5,3	6,1
		S	0,70	0,85	0,77	0,81	1,01
		min	4,4 *	4,4 *	4,3 *	4,4 *	4,2 *
		max	6,7	7,4	7,0	6,9	8,2
SO_4 mg/l	1982 (VIII - XII)	$\bar{x}$	1,7	1,7	1,7	1,6	4,1 *
		S	0,19	0,49	0,42	0,32	1,70
		min	1,4	0,8	1,1	1,2	1,5
		max	2,0	2,3	2,2	2,1	6,6 *
	1983 (I - XII)	$\bar{x}$	2,1	2,4	2,8 *	2,2	3,7 *
		S	1,58	1,62	1,75	1,25	1,60
		min	0,4	0,0	0,6	0,1	1,5
		max	6,1 *	7,5 *	6,0 *	5,0 *	7,3 *
NO_3-N µg/l	1982 (VIII - XII)	$\bar{x}$	212	256	230	272	322
		S	148,1	110,3	65,1	136,9	160,3
		min	104	167	152	179	169
		max	431	437	308	441	533

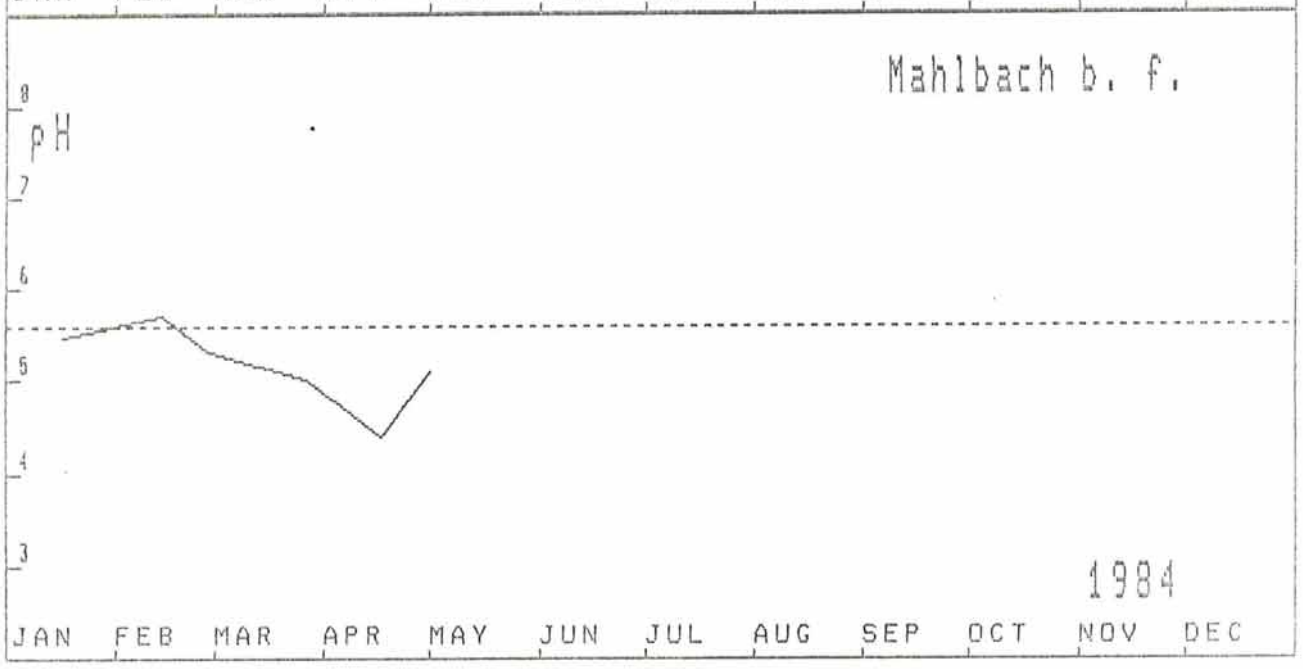
o) - Die Monate sind in römischen Ziffern angegeben.

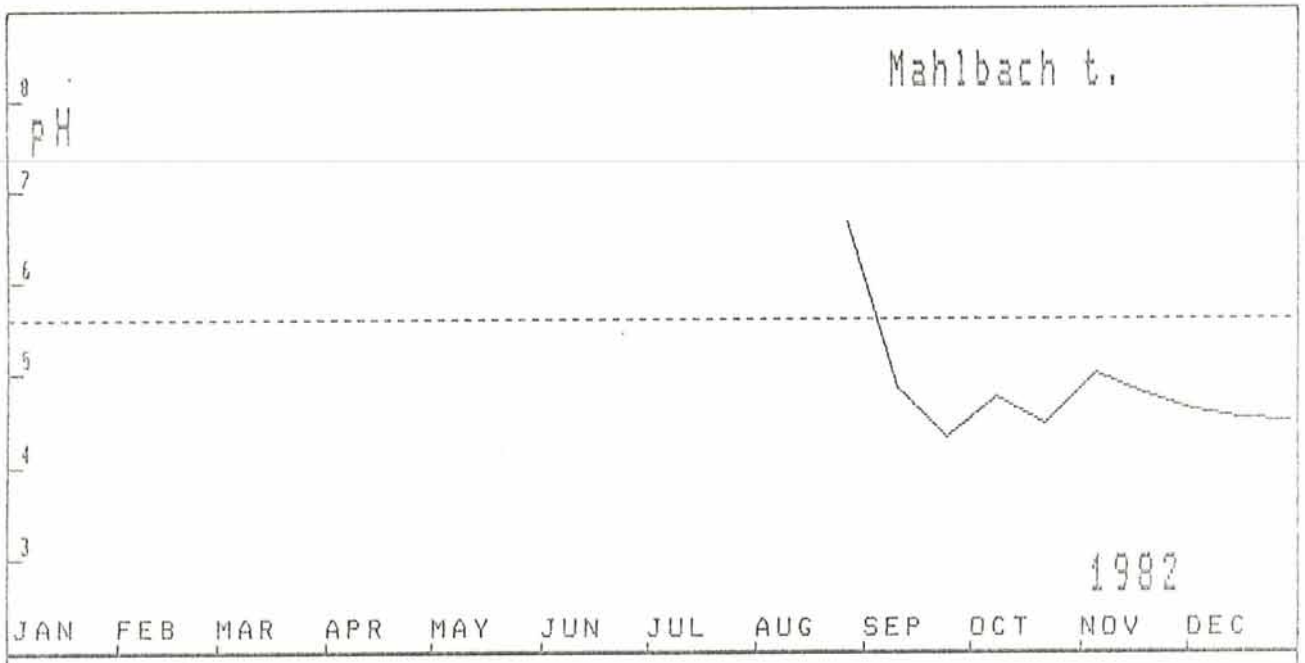
- I mesi sono indicati in cifre romane.

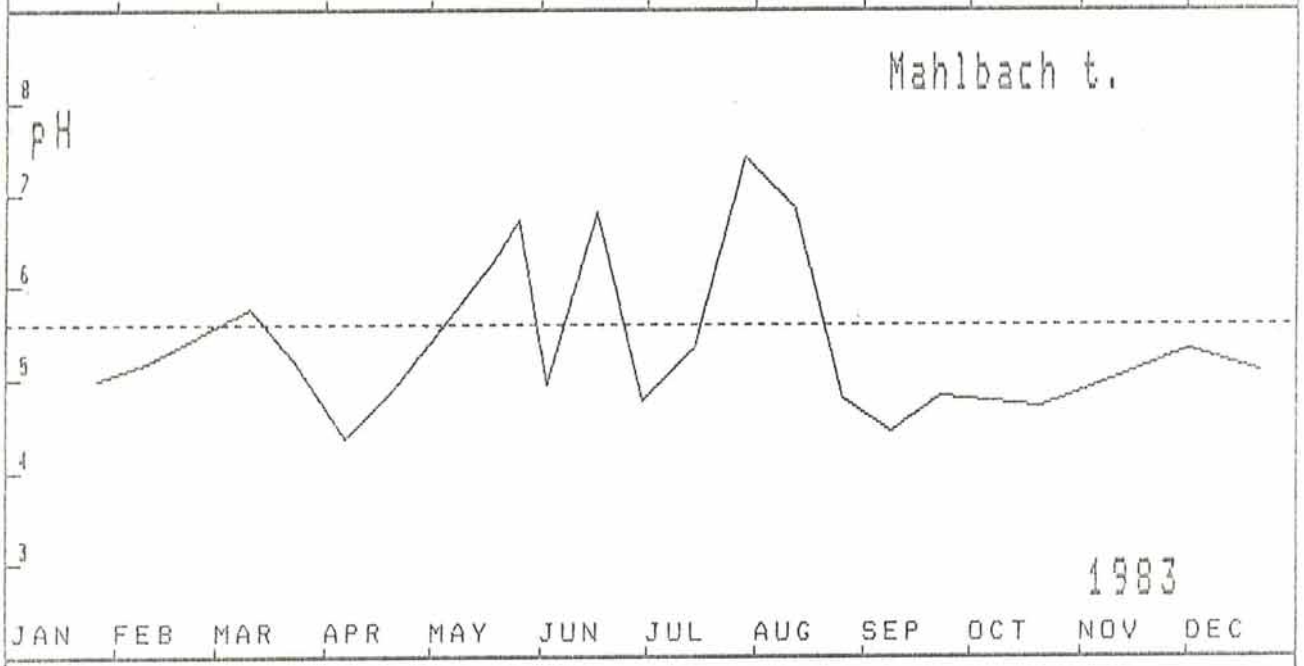
NO_3-N	1983	(I - XII)	$\bar{X}$	328	425	470	439	473
µg/l			S	149,2	204,8	271,1	199,6	221,3
			min	57	81	56	85	143
			max	585	779	1056	852	966
Cl	1982	(VIII - XII)		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-
mg/l	1983	(I - XII)		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-

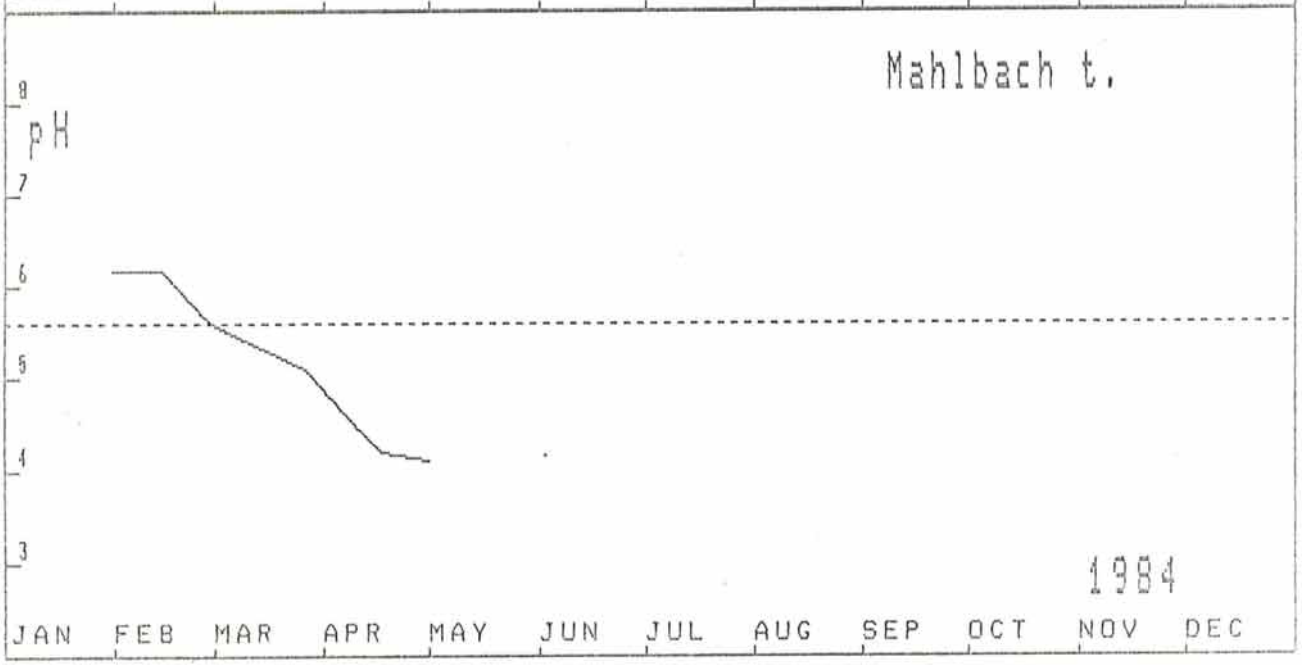

Mahlbach b.f.
pH
8
7
6
5
4
3
1982
JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC

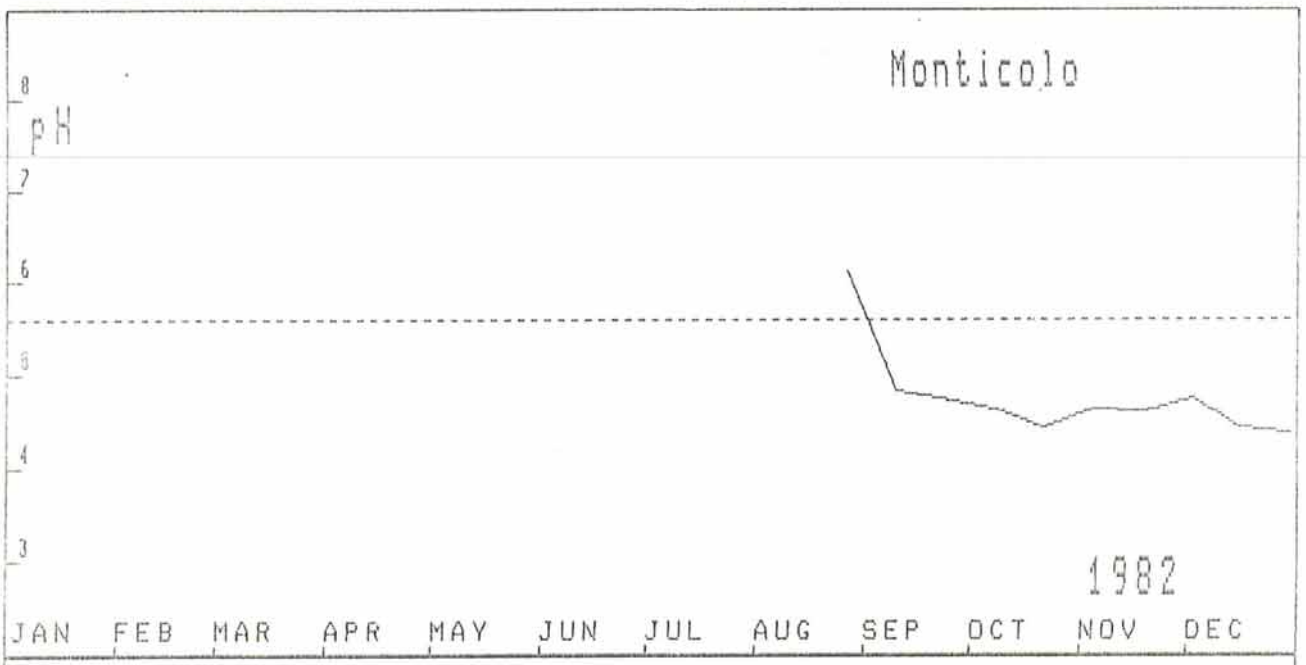

Mahlbach b.f.
pH
8
7
6
5
4
3
1983
JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC

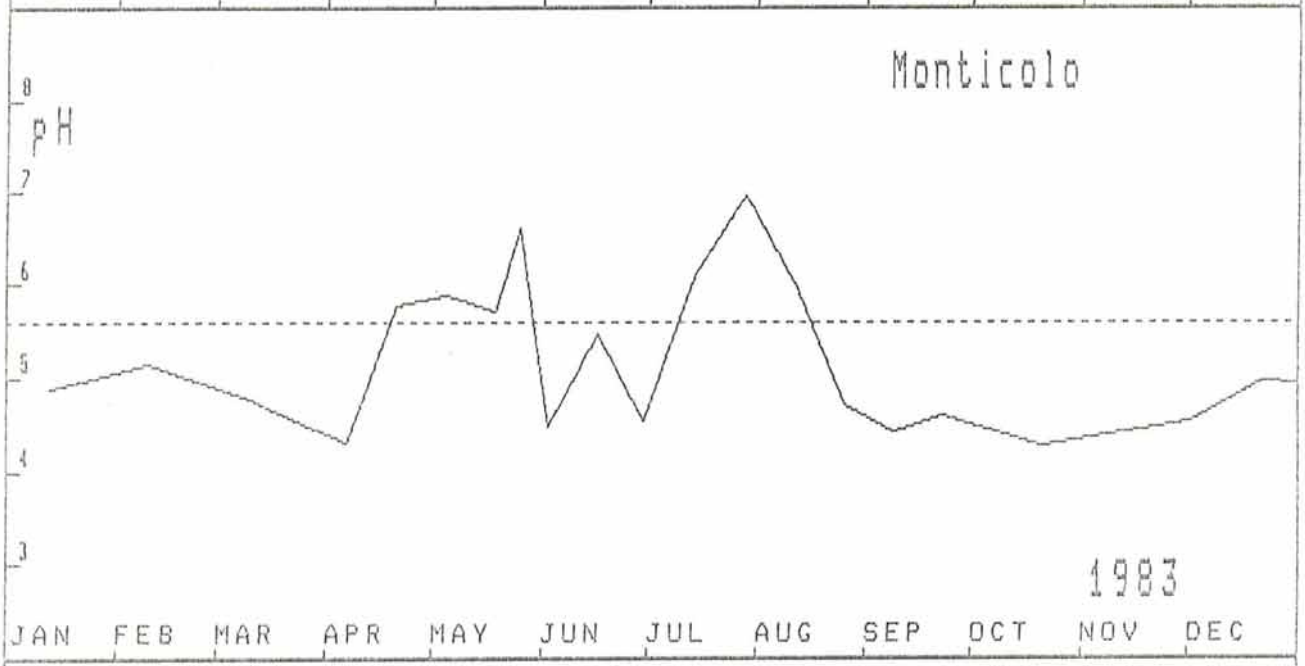

Mahlbach b. f.
pH
8
7
6
5
4
3
1984
JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC

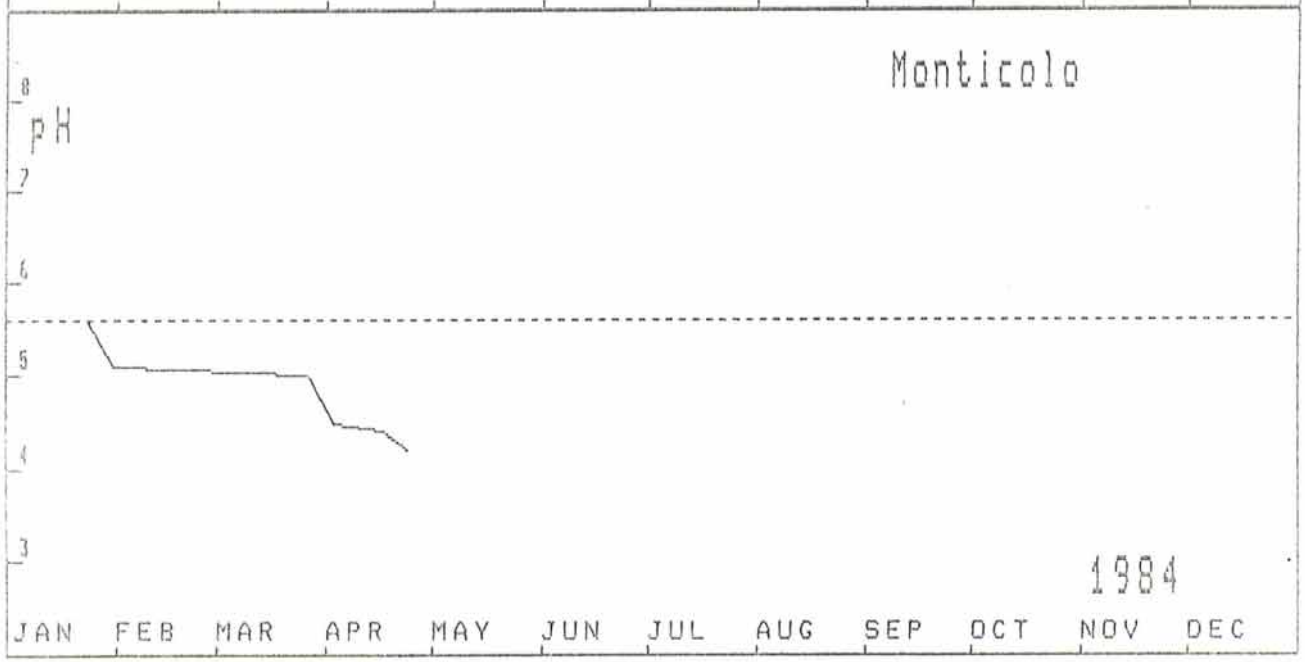

Mahlbach t.
pH
8
7
6
5
4
3
1982
JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC

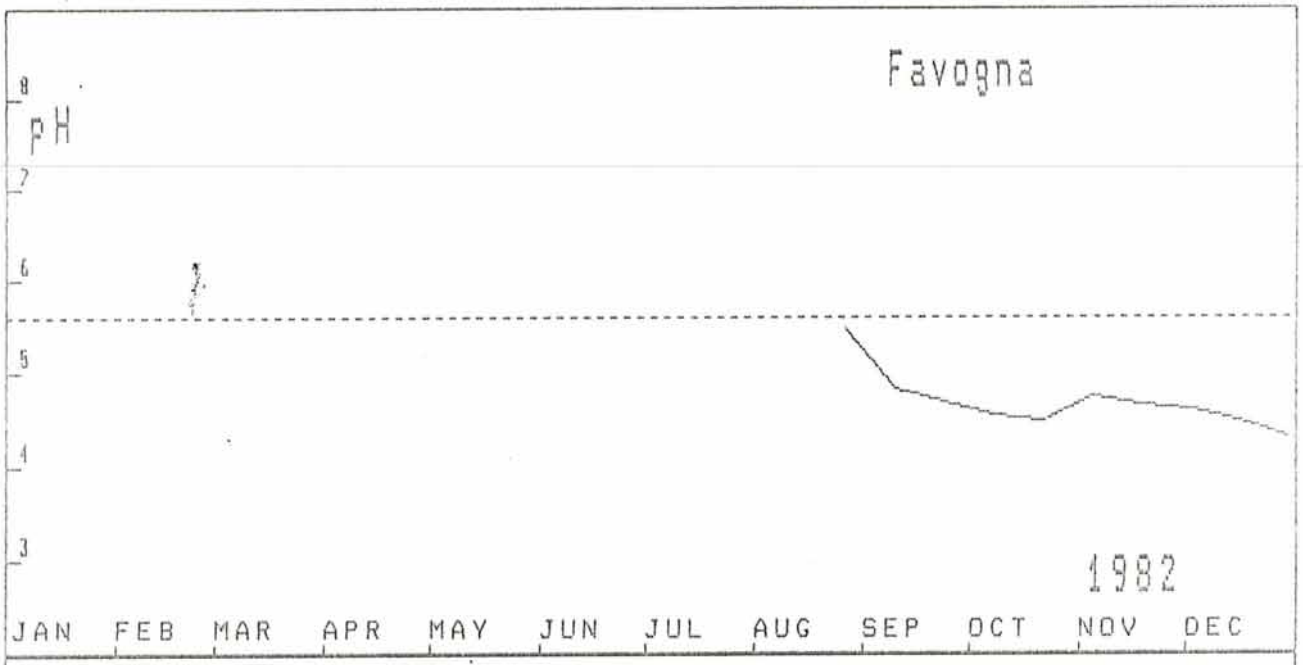

Mahlbach t.
pH
8
7
6
5
4
3
1983
JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC

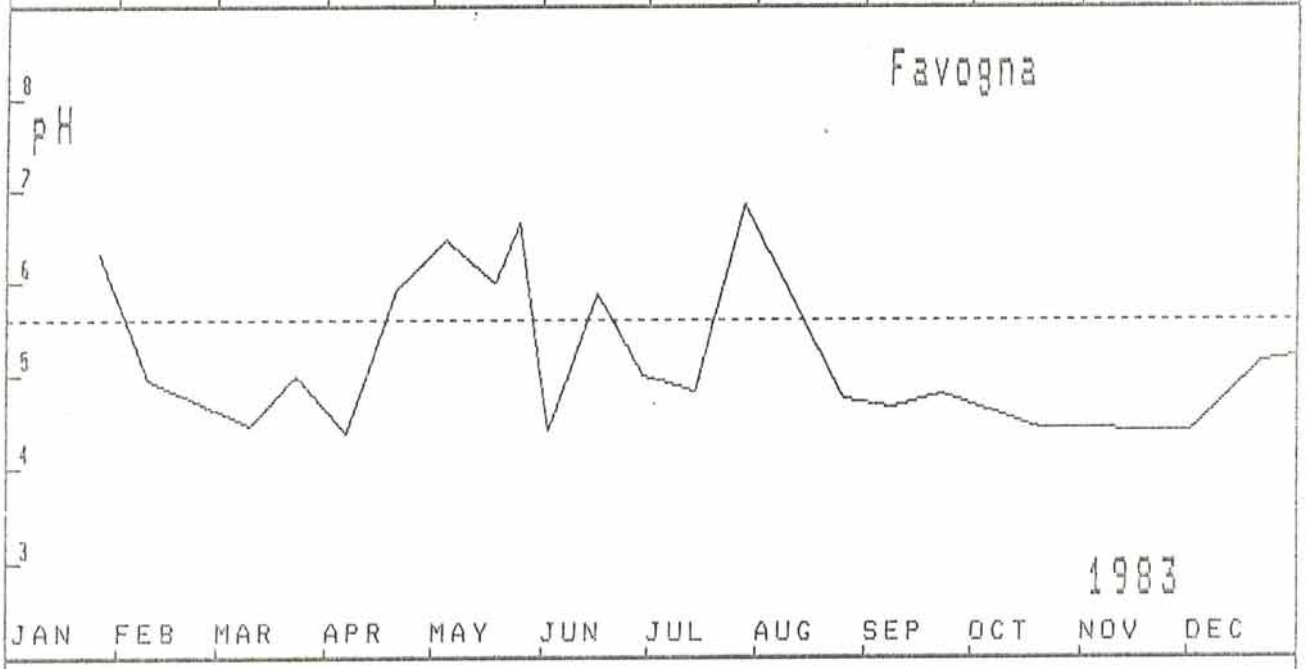

Mahlbach t.
pH
8
7
6
5
4
3
1984
JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC

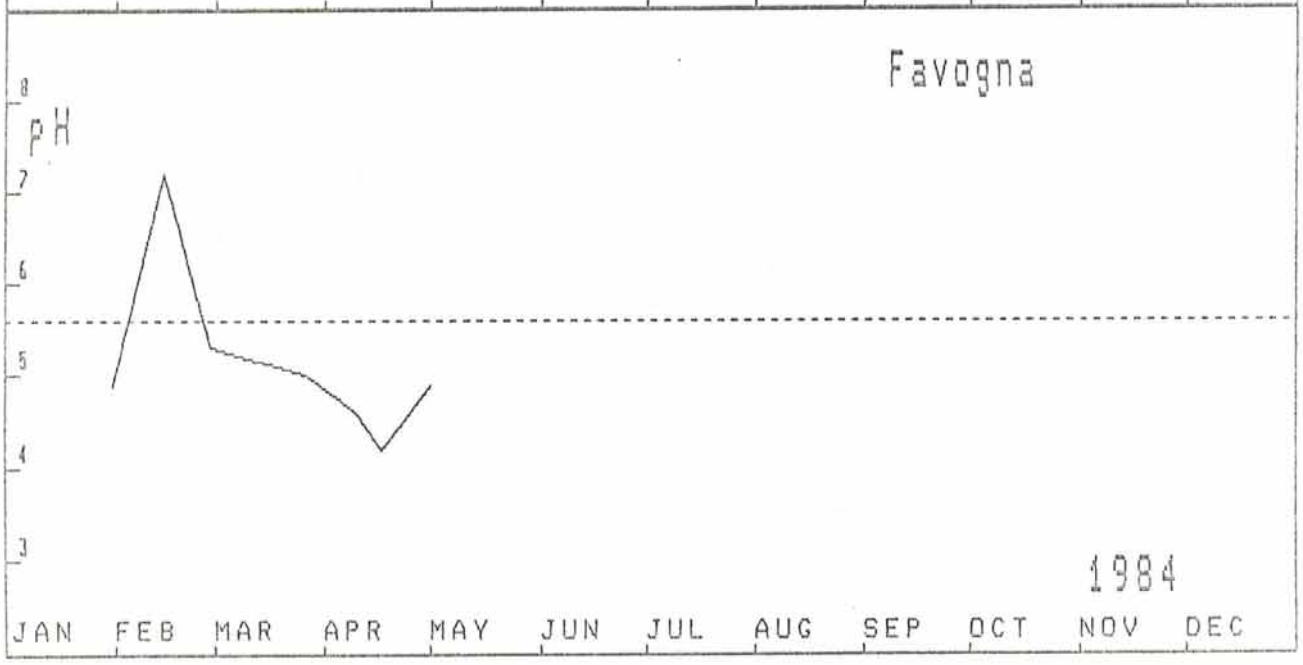

Monticolo
pH
8
7
6
5
4
3
1982
JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC

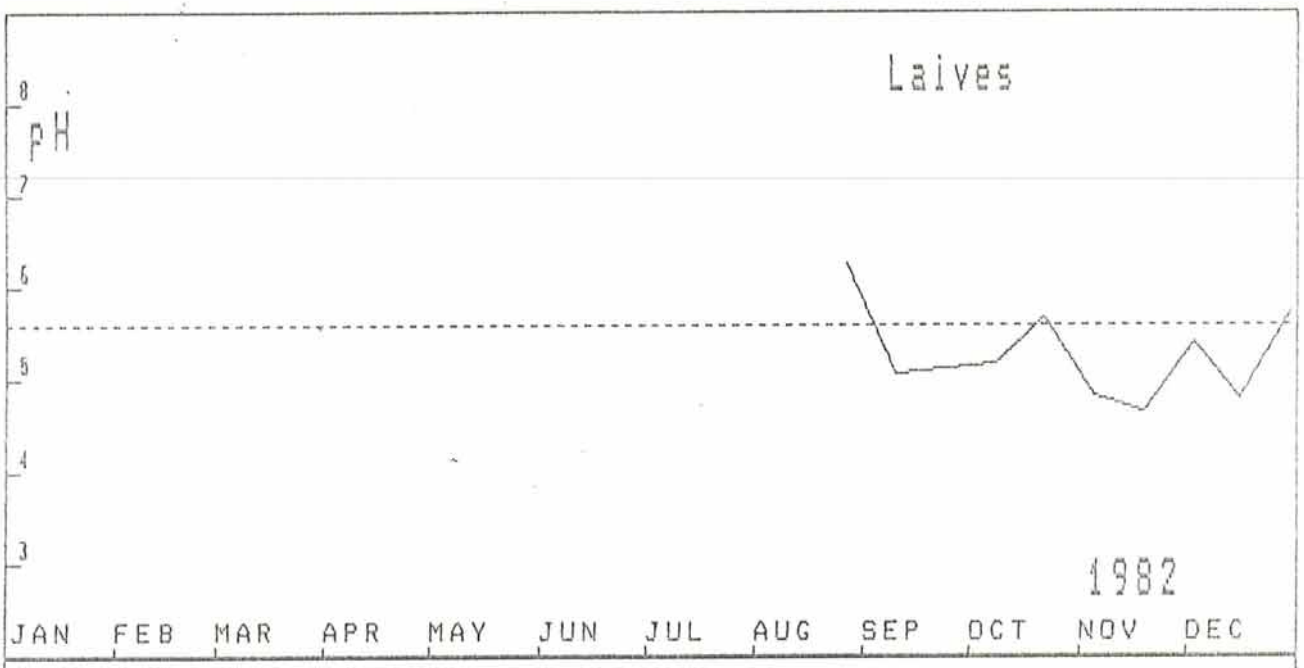

Monticolo
pH
8
7
6
5
4
3
1983
JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC

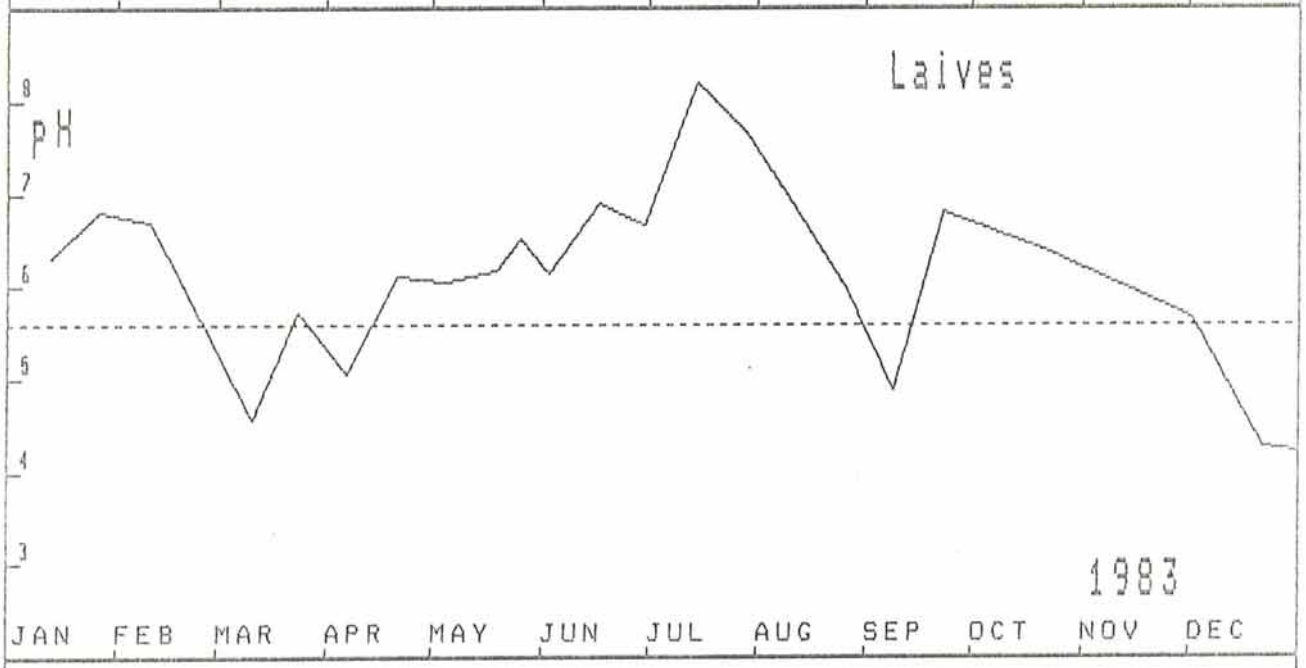

Monticolo
pH
8
7
6
5
4
3
1984
JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC

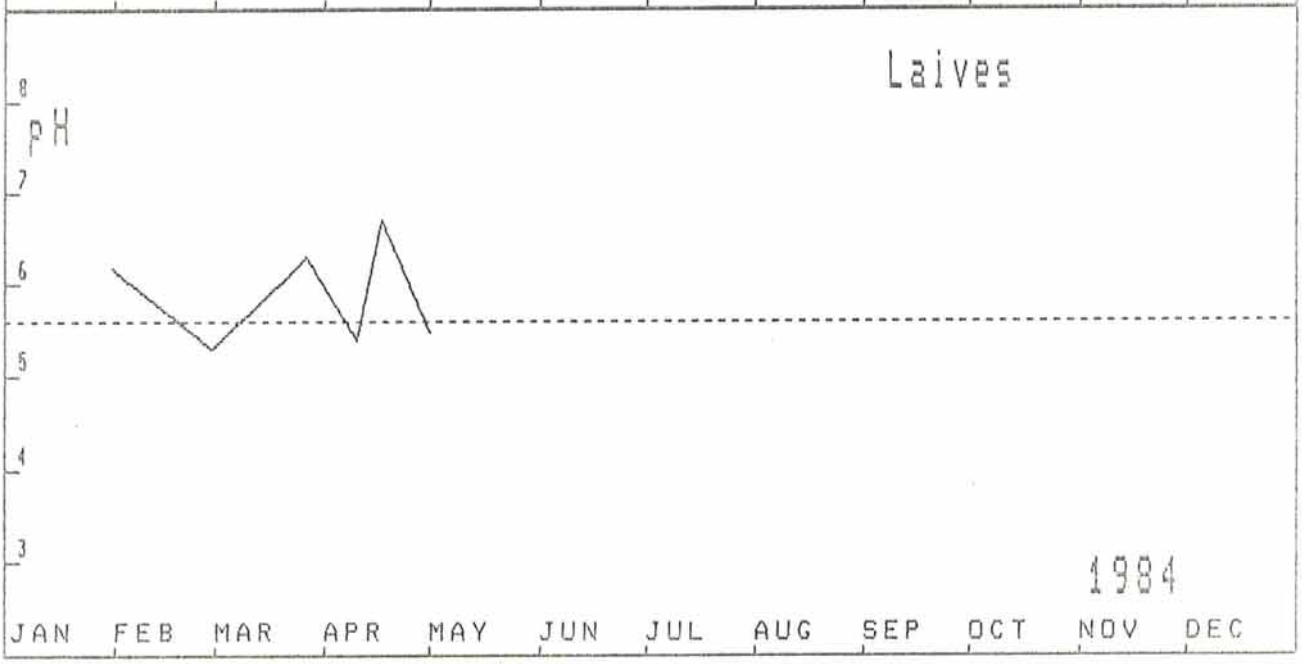

Favogna
pH
8
7
6
5
4
3
1982
JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC


Favogna
pH
8
7
6
5
4
3
1983
JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC


Favogna
pH
8
7
6
5
4
3
1984
JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC


Laives
pH
8
7
6
5
4
3
1982
JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC


Laives
pH
8
7
6
5
4
3
1983
JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC


Laives
pH
8
7
6
5
4
3
1984
JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC

Monatliche Niederschläge (mm) 1976 - 1983 in Südtirol (V.Z. LAIMBURG) Tab. 6

Precipitazioni mensili (mm) 1976 - 1983 in Alto Adige (C.S. LAIMBURG)

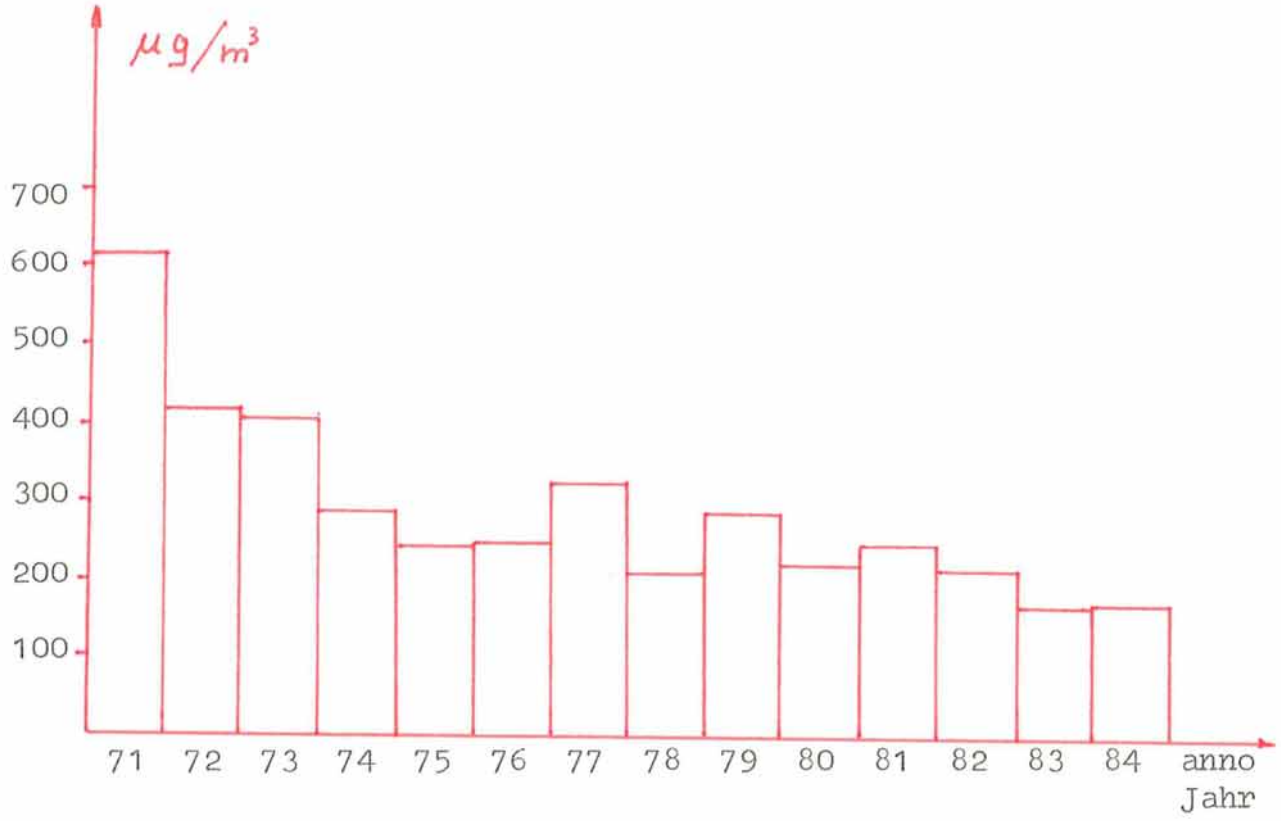
JAHR	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAI	JUNI	JULI	AUG.	SEP.	OKT.	NOV.	DEZ.	TOT
1976	3	13	1	40	66	25	160	71	235	221	60	38	933
1977	160	106	96	41	164	41	117	155	48	22	31	34	1016
1978	122	79	38	53	109	120	133	33	54	71	10	44	868
1979	88	74	135	80	56	88	40	104	161	88	100	89	1103
1980	54	17	20	3	42	88	63	88	17	219	47	8	666
1981	2	1	122	18	119	42	267	35	188	156	0	75	1025
1982	7	2	24	4	131	64	104	73	13	85	73	74	654
1983	4	3	62	95	186	30	46	98	101	25	5	112	768
MTW	47	39	55	47	92	78	104	94	84	75	74	37	826

Periodi di aridità perdurante

Anhaltende Dürreperioden

Abb. 2 - SO_2 Monatsmittelwerte des Monats Jänner im Raum Bozen für den Zeitraum 1971-84

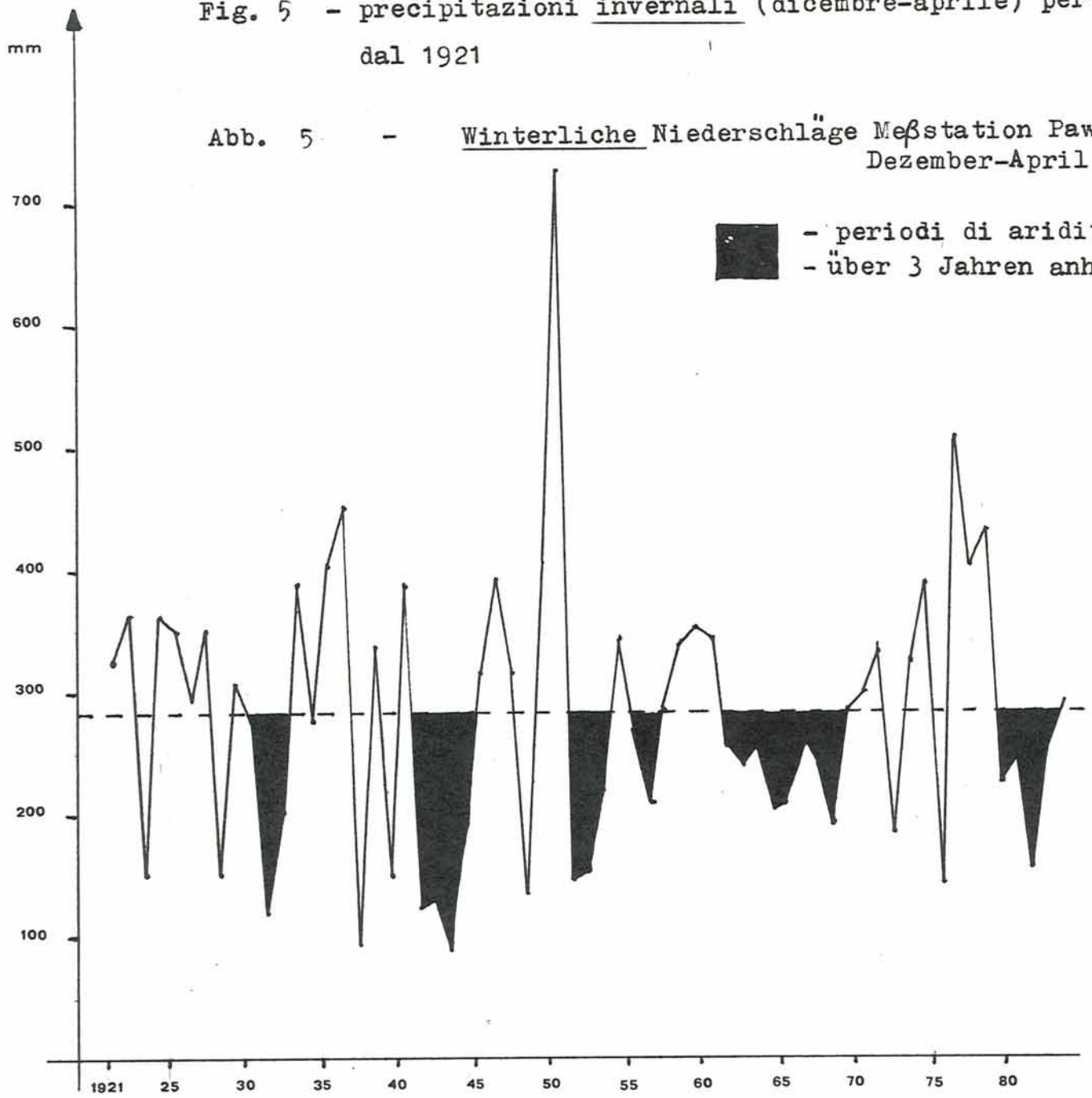
Fig. 2 - SO_2 : concentrazioni medie per il mese di gennaio nella zona di Bolzano dal 1971 al 1984



MERAN
MERANO
BOZEN
BOLZANO
Sarnthein
Sarentino
Eppan
Appiano
Kaltern
Caldaro
Neumarkt
Egna
Tramin
Termeno
Cles
Tuenno
Cavalese
Abb.
Fig. 3

Fig. 5 - precipitazioni invernali (dicembre-aprile) per la stazione di Pavicolo dal 1921

Abb. 5 - Winterliche Niederschläge Meßstation Pawigl für die Periode Dezember-April seit 1921



- periodi di aridità superiori a 3 anni
- über 3 Jahren anhaltende Trockenheitsperioden

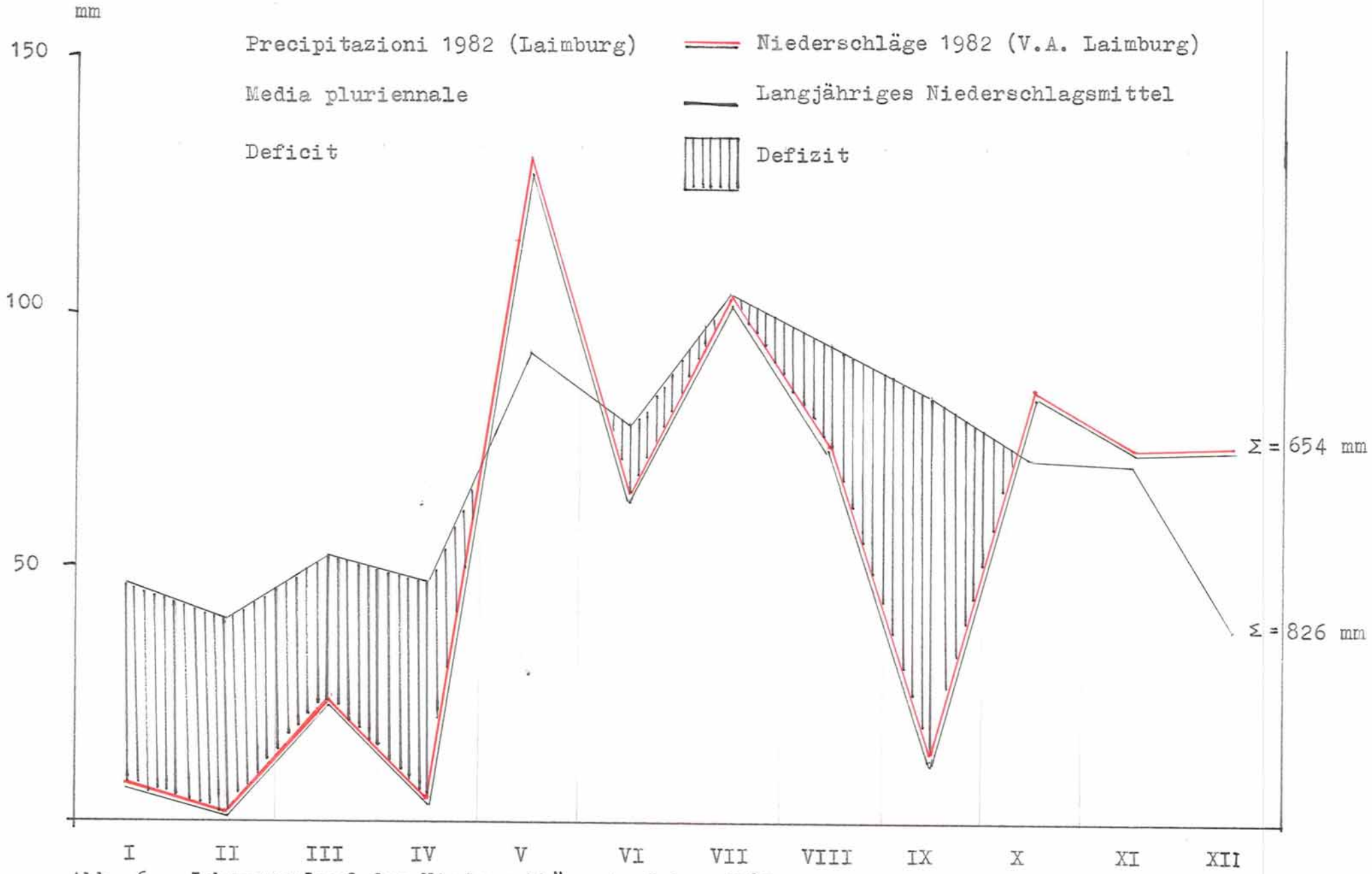


Abb. 6 - Jahresverlauf der Niederschläge im Jahre 1982
Fig. 6 - Andamento delle precipitazioni nell'anno 1982

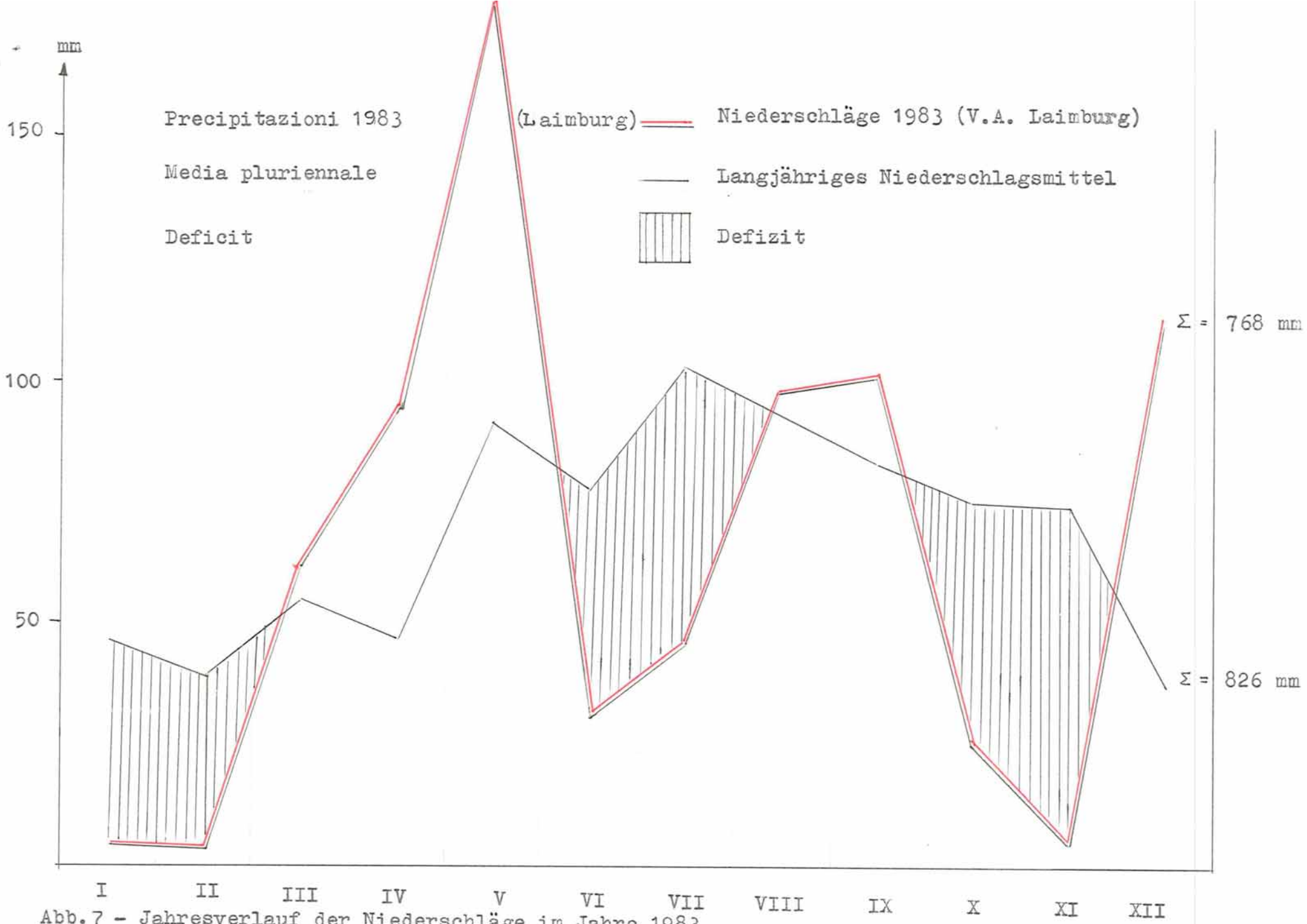


Abb. 7 - Jahresverlauf der Niederschläge im Jahre 1983
Fig. 7 - Andamento delle precipitazioni nell'anno 1983

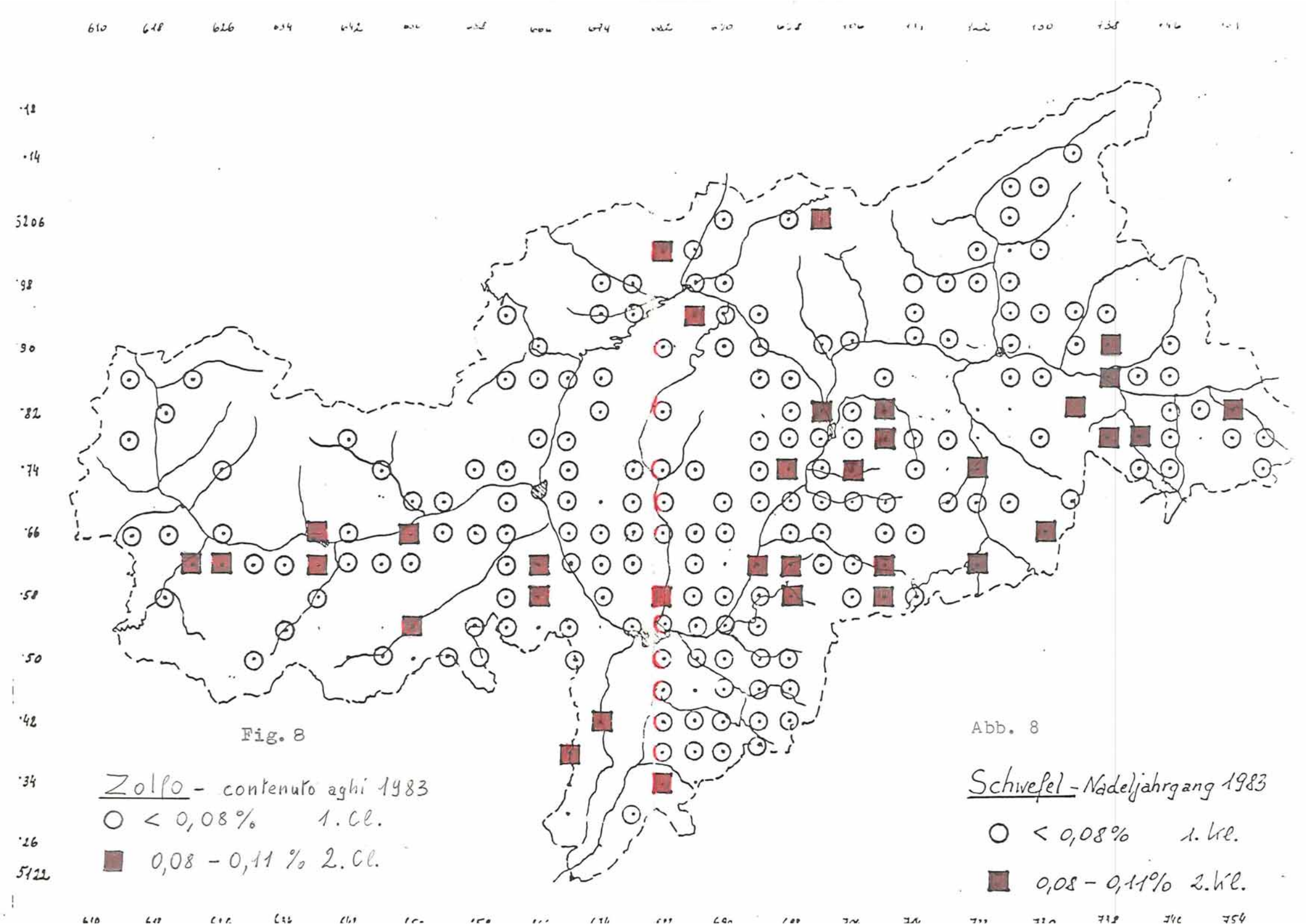


Fig. 8
Zolfo - contenuto aghi 1983
○ < 0,08 % 1. Cl.
■ 0,08 - 0,11 % 2. Cl.
Abb. 8
Schwefel - Nadeljahrgang 1983
○ < 0,08 % 1. Kl.
■ 0,08 - 0,11 % 2. Kl.

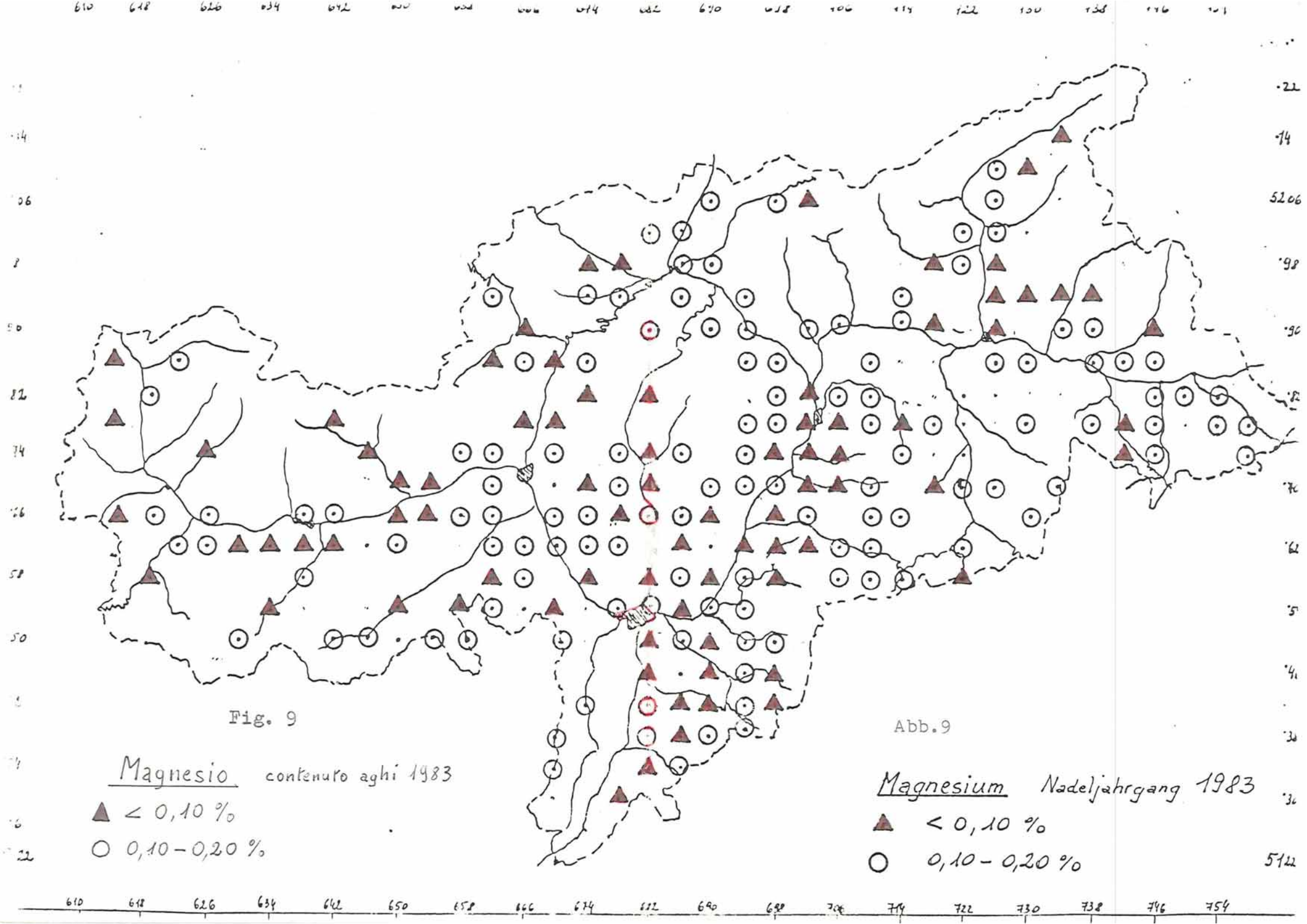


Fig. 9
Magnesio contenuto aghi 1983
▲ < 0,10 %
○ 0,10 – 0,20 %
Abb. 9
Magnesium Nadeljahrgang 1983
▲ < 0,10 %
○ 0,10 – 0,20 %

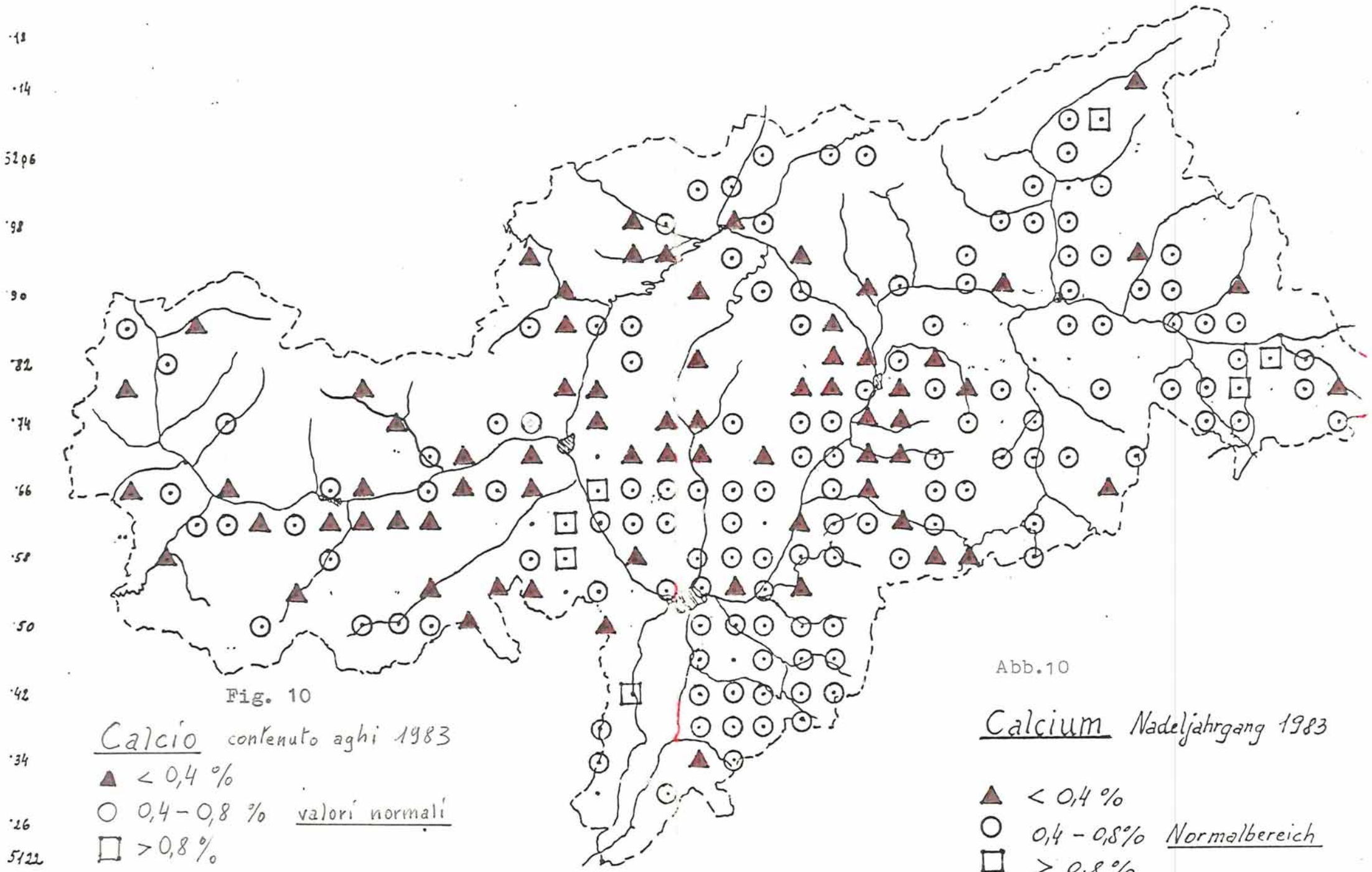


Fig. 10
Calcio contenuto aghi 1983
▲ < 0,4 %
○ 0,4 – 0,8 % valori normali
□ > 0,8 %
Abb.10
Calcium Nadeljahrgang 1983
▲ < 0,4 %
○ 0,4 – 0,8 % Normalbereich
□ > 0,8 %

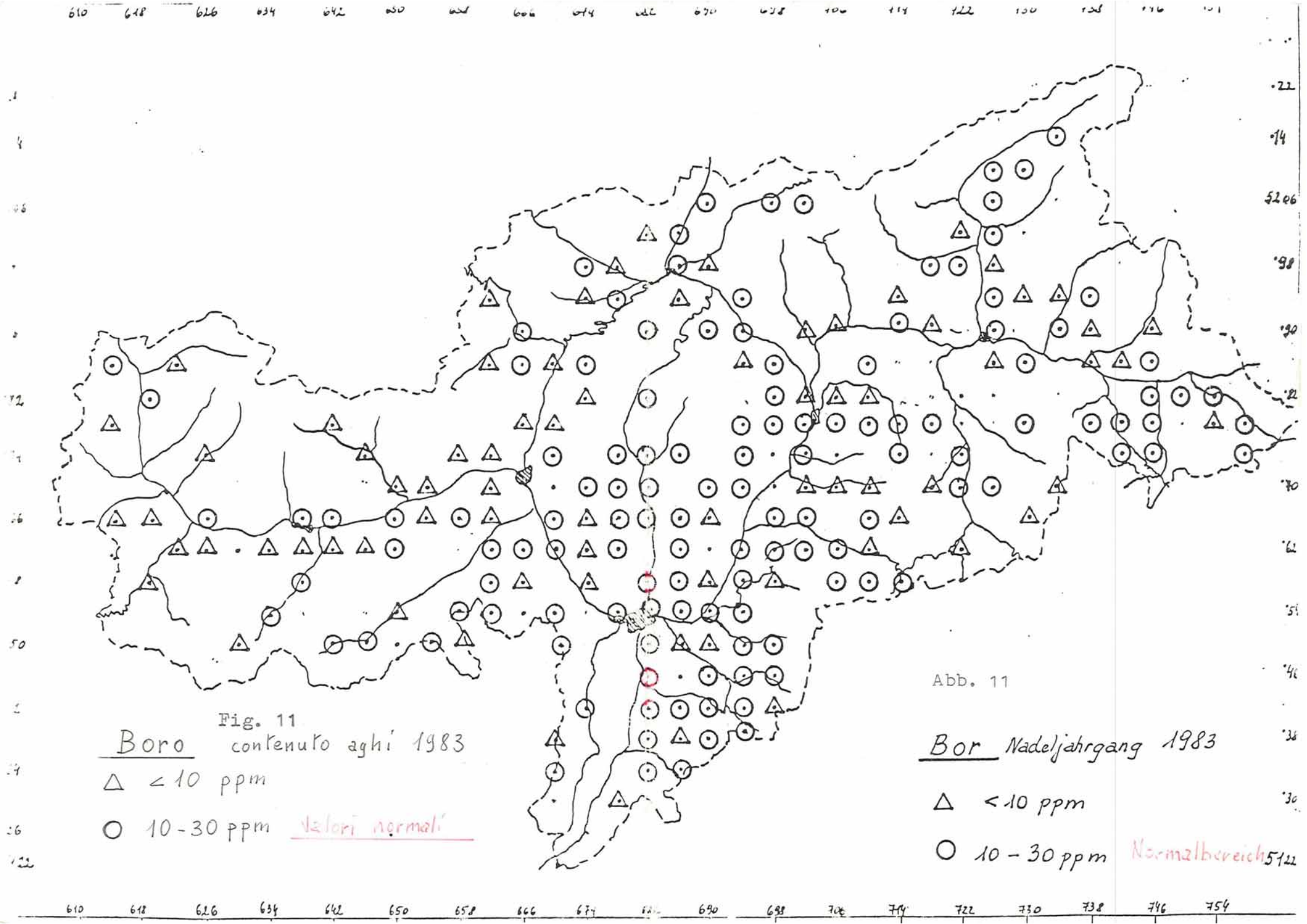


Fig. 11
Boro contenuto aghi 1983
△ < 10 ppm
○ 10 - 30 ppm Valori normali
Abb. 11
Bor Nadeljahrgang 1983
△ < 10 ppm
○ 10 - 30 ppm Normalbereich