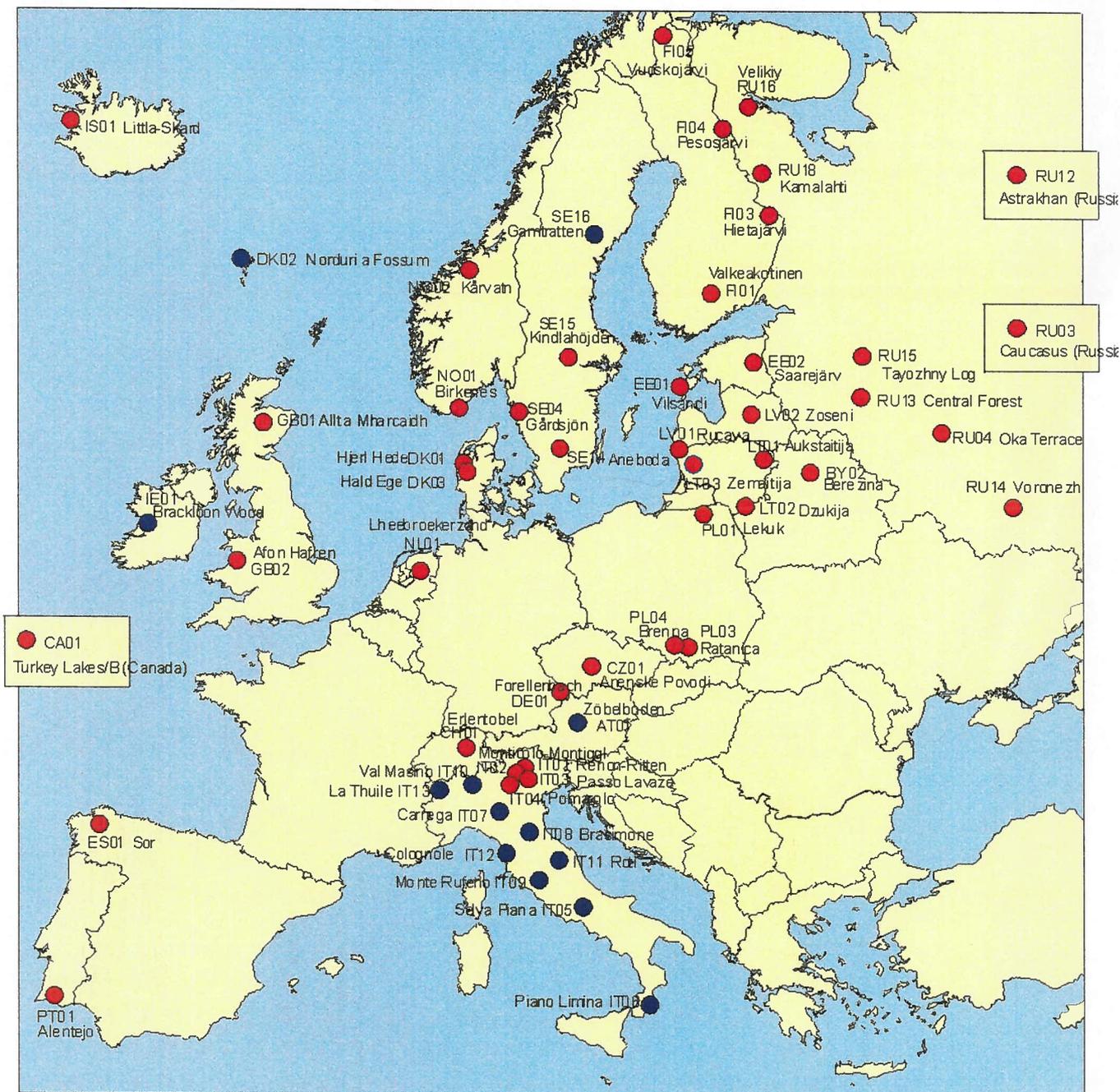




UN-ECE CONVENTION ON LONG-RANGE TRANSBOUNDARY OF AIR POLLUTION

INTERNATIONAL COOPERATIVE PROGRAMME ON INTEGRATED MONITORING ON AIR POLLUTION EFFECTS ON ECOSYSTEMS



Gehalt von Mikro- und Makroelemente und toxischen Substanzen in den Nadeln von Fichtenbäumen des level 1-2-3 in Südtirol Jahr 1995

(EU-Mitfinanzierung, Ratsverordnung Nr. 3528/86, 2157/92, 1091/94)

Dr. W. HUBER – Abt. 29 Landesagentur für Umwelt- und Arbeitsschutz
P.a. M. AICHNER - Amt 33.2 Amt für Agrikulturchemie am Versuchszentrum Laimburg

GEHALT VON MIKRO- UND MAKROELEMENTEN UND TOXISCHEN SUBSTANZEN

in den Nadeln von Fichtenprobebäumen des Level 1, 2 und 3 in Südtirol

(EU-Mitfinanzierung, Ratsverordnungen Nr. 3528/86, 2157/92, 1091/94)

Dr.W. HUBER - Abt.29 Landesagentur für Umwelt- und Arbeitsschutz
P.a. M. AICHNER - Amt 33.2 Amt für Agrikulturchemie Laimburg

Südtirol besitzt ein Rasternetz mit 239 Standorten auf der Basis eines 4x4 km Rasters. Auf jeden der Standorte wurden je nach Möglichkeit der Beprobung zwischen 1 und 5 Bäume beprobt und die Proben auch einzeln untersucht.

Dies gestattet auch innerhalb eines Standortes die Variabilität der Konzentrationen zu untersuchen und somit auch den Standort besser charakterisieren zu können.

Getrennt untersucht wurden die letzten 3 Nadeljahrgänge, da sie den Jahresverlauf viel besser darstellen und damit besseren Aufschluß zur Ursachensforschung geben.

Mit dieser Vorgangsweise wurden 643 Nadelproben des Vegetationsjahrganges 1995 untersucht, 623 des Jahrganges 1994 und 602 Proben aus dem Nadeljahrgang 1993.

Diese Anzahl gestattet es auch eine intensive statistische Auswertung vorzunehmen.

Die ausgewählte Baumart war die Fichte (*), da sie den wichtigsten Bestandsfaktor in Südtirols Wäldern darstellt und auf allen Standorten die vorherrschende Baumart ist.

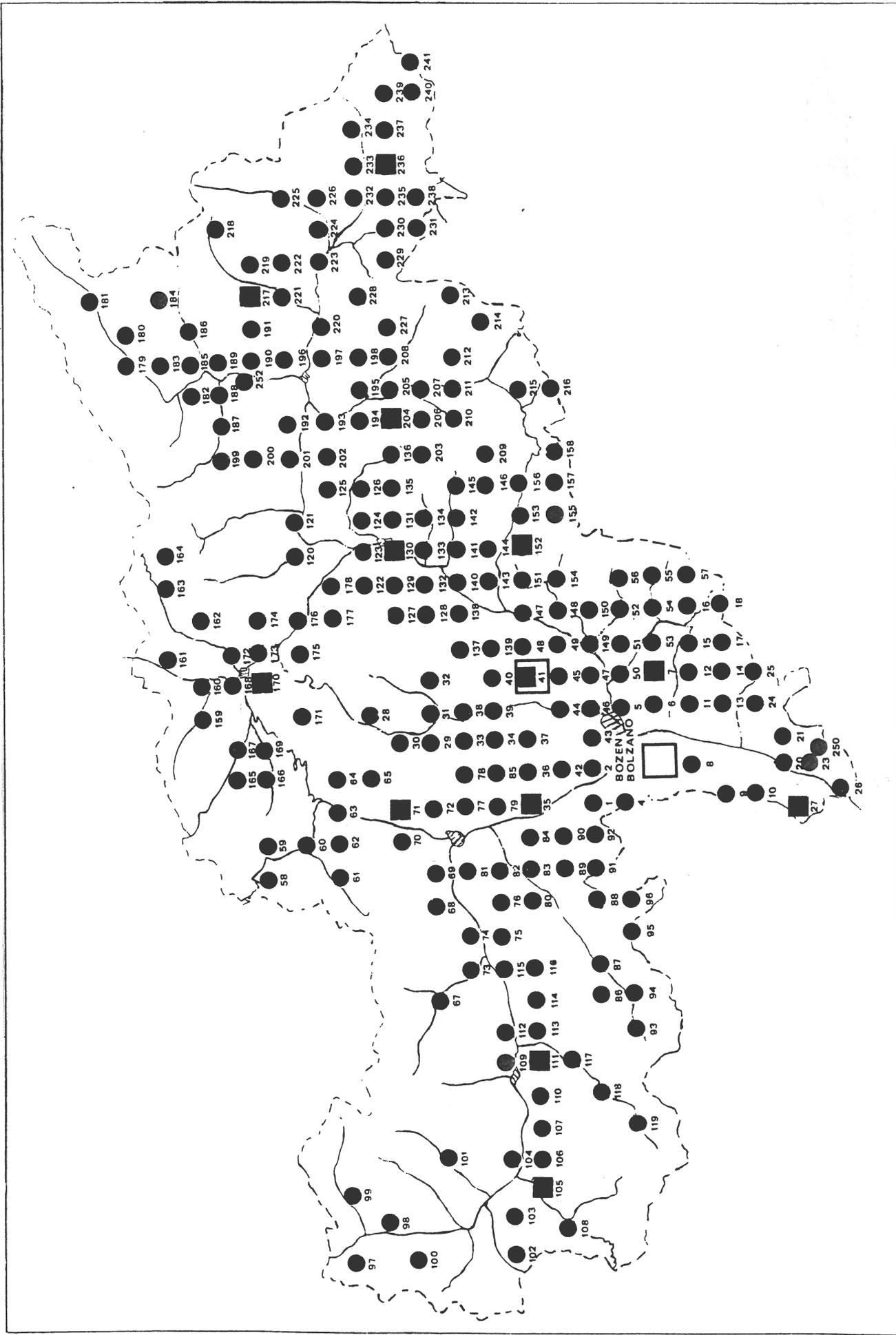
In den folgenden Darstellungen sind die Konzentrationen der einzelnen Parameter in der Form von relativen Verteilungsfrequenzen dargestellt.

Normalbereiche der wesentlichen Mikro- und Makroelemente:

Stickstoff	13,5-17,0	mg/g
Schwefel	11,0-16,0	mg/g (0)
	16,0-20,0	mg/g (1)
	20,0-24,0	mg/g (2)
Phosphor	1,3-2,5	mg/g
Calcium	3,5-8,0	mg/g
Magnesium	1,0-2,5	mg/g
Kalium	5,0-12,0	mg/g
Zink	15,0-60,0	µg/g
Mangan	50,0-500,0	µg/g
Eisen	50,0-150,0	µg/g
Kupfer	4,0-10,0	µg/g
Blei	<0,8	µg/g (0)
Aluminium	50,0-150,0	µg/g
Bor	15,0-50,0	µg/g

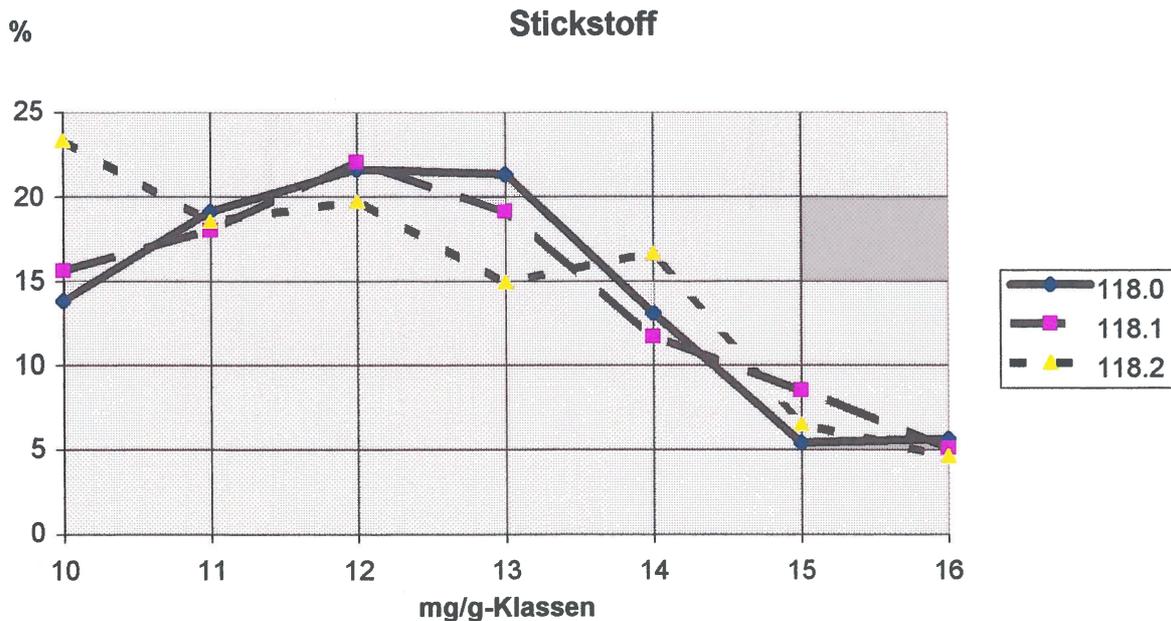
(*) In den Diagrammen mit der Kodex 118, gemäß *Flora Europea*, angeführt.

Die weitere Zahl 0,1,2 entspricht dem jeweiligen Alter der Nadelprobe, d.h.: 0=1995, 1=1994, 2=1993.



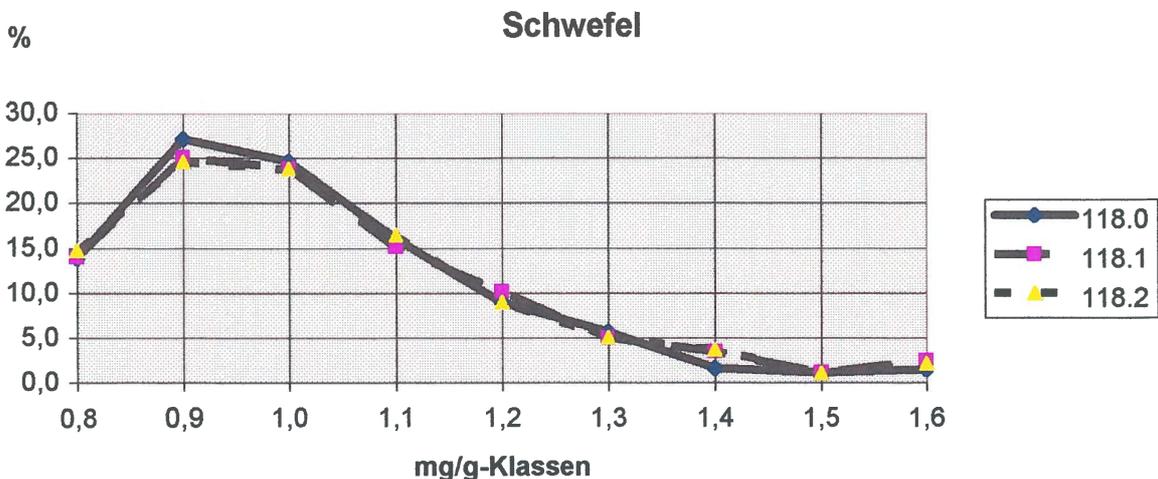
- Level 1 - 4x4 km Netz (239 Probeflächen), bestehend seit 1983
- Level 2 - 16x16 km Netz (13 Probeflächen), von den ersten abgeleitet
- ◻ Level 3 - Ritten und Montiggl (2 Probeflächen), bestehend seit 1992 und im ICP-IM Netz eingetragen (IT01, IT02)

Standard Parameter

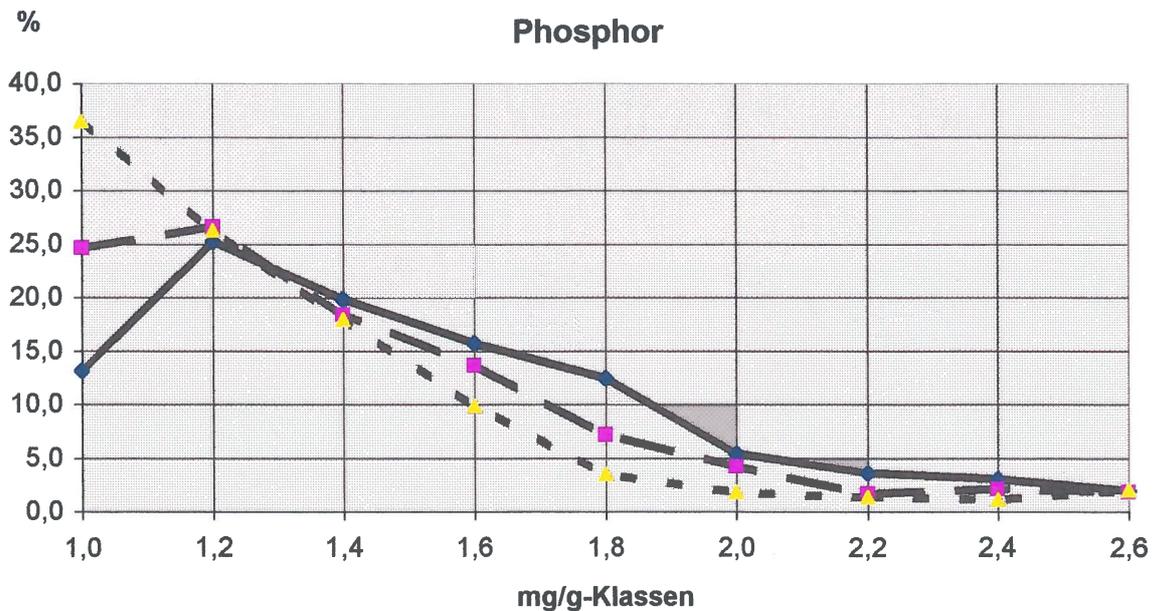


Die Grafik zeigt den typischen Verlauf eines leicht mobilen Nährstoffes, wie es der Stickstoff darstellt. Bei Defizit in der Nachlieferung erfolgt ein Verlagern von den älteren Jahrgängen in die jungen Nadeln. Die leicht schiefe Verteilung des Jahrganges 1995 (118.0) hat ihr Maximum zwischen 10 und 14 mg/g. Beim Jahrgang 1994 zeigt sich ein leichtes Verlagern zu niedrigeren Werten. Dieser Trend verdeutlicht sich beim dritten Jahrgang (1993), bei dem ca. ein Viertel der Nadeln eine N-Konzentration unter 10 mg/g besitzt.

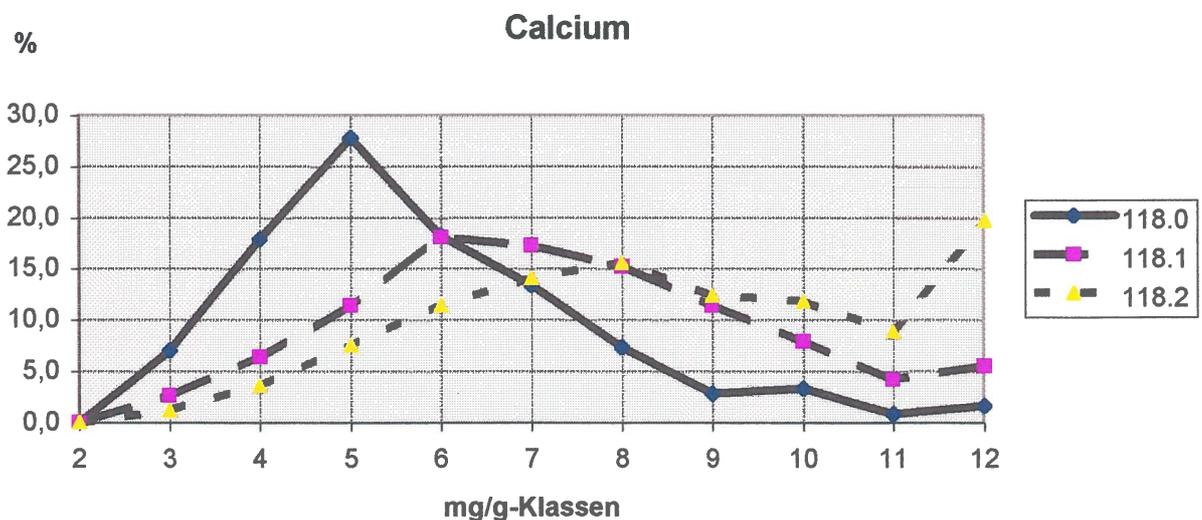
Die Gründe dafür sind wahrscheinlich in den klimatischen Jahresverläufen zu suchen.



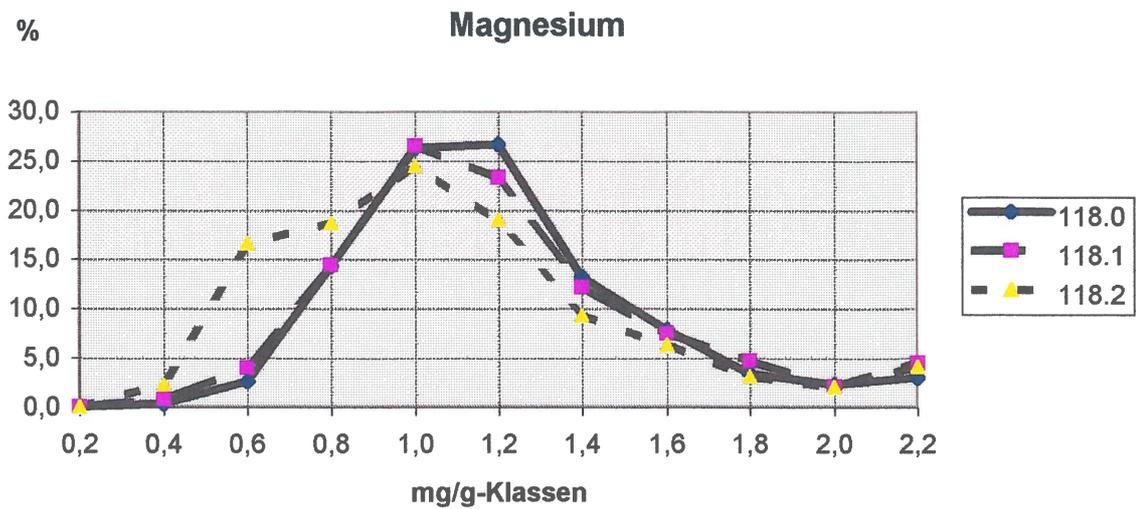
Der Schwefelgehalt zeigt in allen drei Nadeljahrgängen ein ganz ähnliches Verteilungsmuster. Die Maxima der schiefen Verteilungen liegen zwischen 0,8 und 1,1, was auf unseren Standorten einen normalen Gehalt darstellt. Bei Belastung durch Schwefeldioxid vor allem in den Wintermonaten müsste eine größere Anzahl der Standorte eine Konzentrationserhöhung bei den älteren Nadeljahrgängen ergeben, wie es bei den ersten flächenmäßigen Beprobungen im Jahre 1983 der Fall war. Die Tatsache, daß hier offensichtlich keine Schwefelbelastung mehr vorhanden ist, läßt sich auf die Tatsache zurückführen, daß in den vergangenen 15 Jahren Schwefeldioxid als Schadstoff eine untergeordnete Stellung einnimmt, da vor allem die Heizöle wesentlich Schwefelärmer geworden sind.



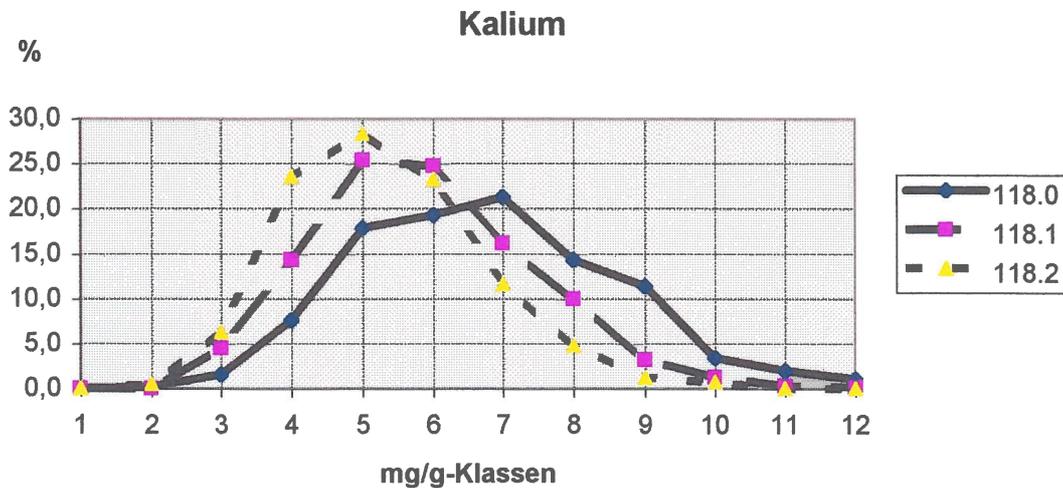
Phosphor zeigt ein ähnliches Bild wie Stickstoff, da dieser Nährstoff ähnliche Aufnahmeeigenschaften wie N hat und meist mit diesem parallel geht. Diese parallele Eigenschaft ist vor allem bei ungedüngten Flächen, wie den Waldböden deutlich ersichtlich. Auch hier ist wiederum die Verlagerung des P aus den älteren Jahrgängen in den aktuellen Vegetationsjahrgang vorhanden.



Calcium gehört zu den schwer beweglichen Elementen innerhalb der Pflanzenorgane. Aus diesem Grunde erfolgt im Laufe der Jahre eine relative Zunahme in den den Nadeln, da mobile Elemente abgezogen werden und deshalb die immobilen Elemente anteilmäßig überwiegen. Dieser Trend ist umso deutlicher, je geringer die Nährstoffnachlieferung aus dem Boden ist und je stärker deshalb die Nährstoffverlagerung aus den älteren in die jungen Nadeln erfolgt.

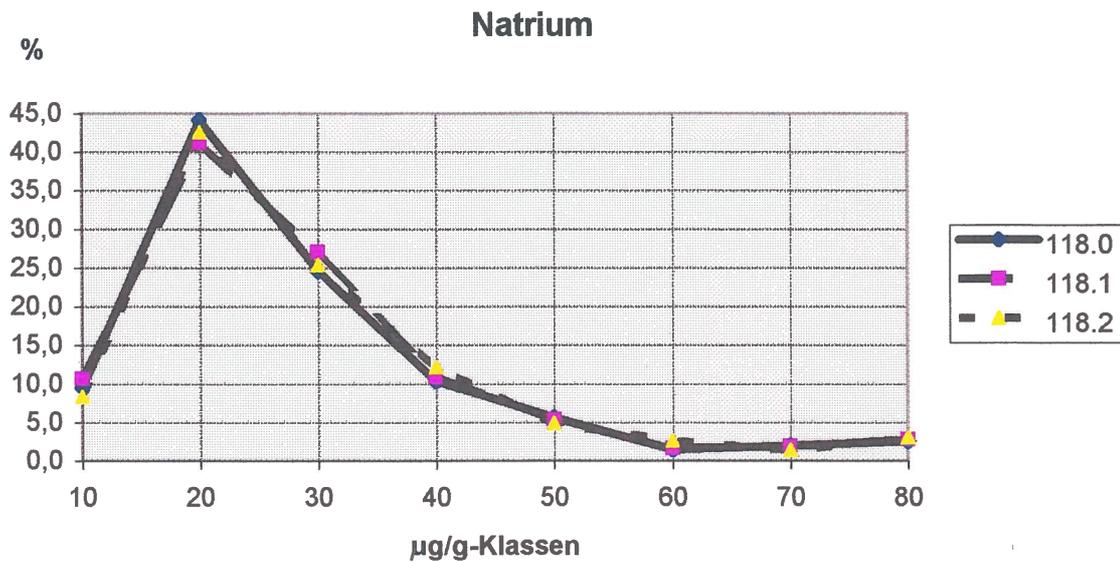


Magnesium zeigt eine beinahe gleichförmige Verteilung vor allem der ersten beiden Jahrgänge, lediglich bei der Vegetation 1993 ist eine Verschiebung zu niedrigeren Konzentrationen vorhanden. Der Grund ist, wie bereits oben besprochen, in der erschwerten Nachlieferung aus dem Boden zu sehen. Die besseren klimatischen Verhältnisse für die Nährstoffnachlieferung in den Jahren 1994 und 1995 sind der Grund für dieses Erscheinungsbild.

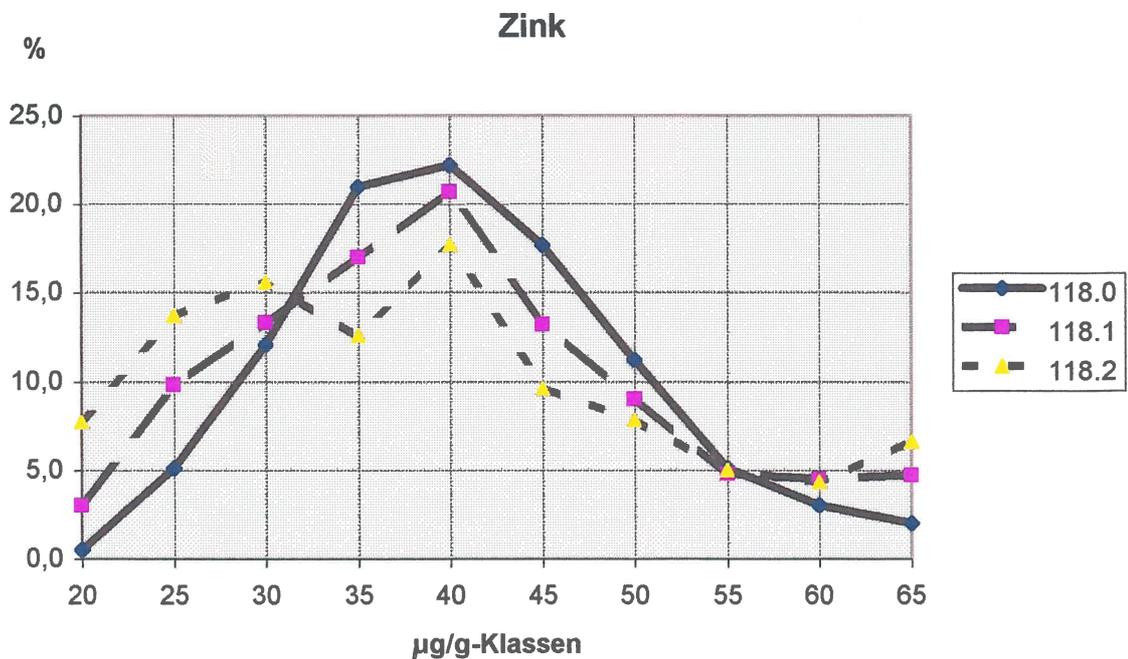


Bei Kalium läßt sich die unterschiedliche Einlagerung und die gute Mobilität zwischen den Nadeln deutlich nachvollziehen. Die Verlagerung zu niedrigeren Werten in den älteren Nadeljahrgängen ist offensichtlich.

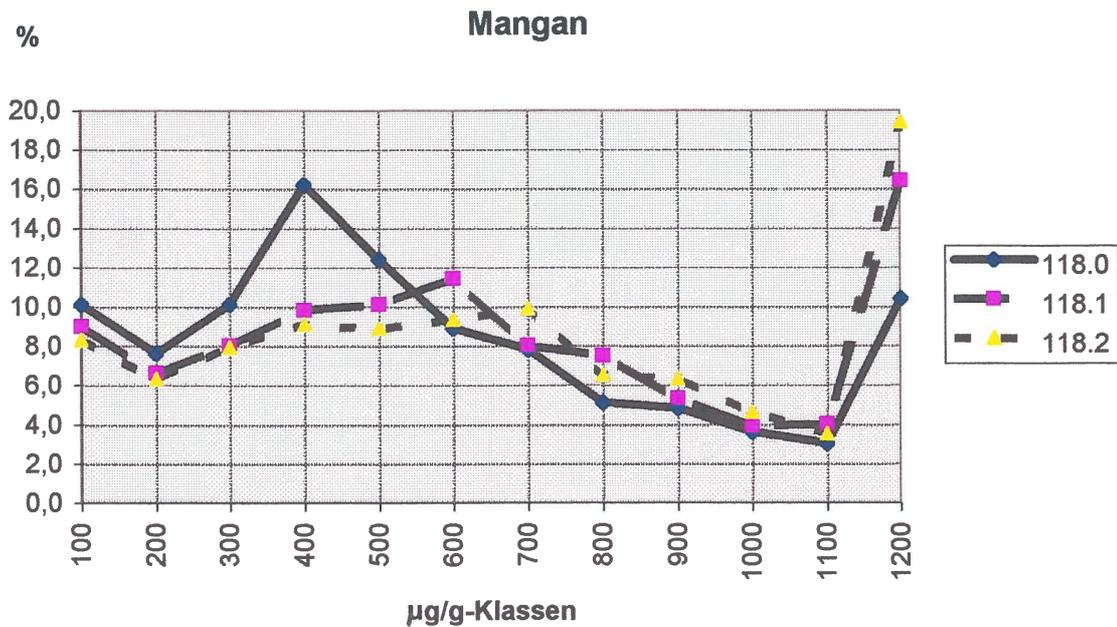
Optionale Parameter



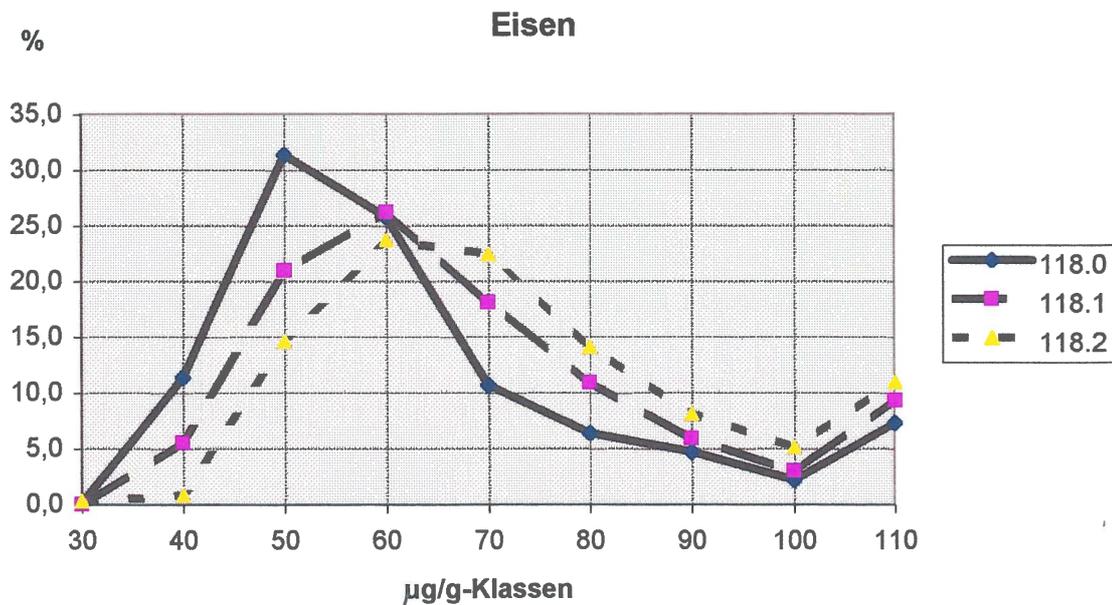
Natrium zeigt einen typischen asymmetrischen Kurvenverlauf, wie er bei Nährstoffen meist zu beobachten ist. Eine Diversifizierung bei den einzelnen Nadeljahrgängen ist nicht vorhanden. Allerdings ist Natrium im unteren Versorgungsbereich vorhanden, denn alle untersuchten Böden in dieser Region sind keine früheren Meeresböden, zeigen deshalb keine Versalzungstendenz, deshalb ist auch Natrium kein Problemelement in der Pflanzenernährung.



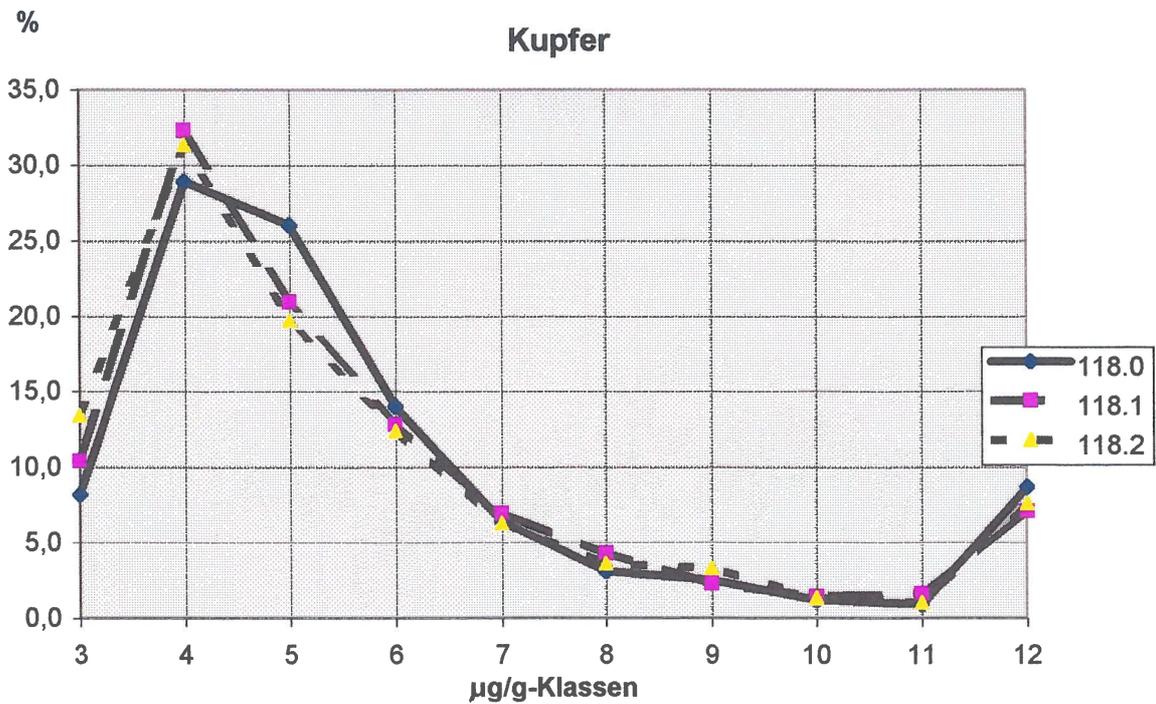
Zink ist ein essentieller Nährstoff, allerdings kann er im Übermaß sehr leicht toxisch wirken, deshalb wird es auch als Schwermetall mit einem oberen Grenzwert eingestuft. Die Verteilung des aktuellen Vegetationsjahrganges ist eine gleichförmige Gaussverteilung, bei den älteren Jahrgängen ist eine Tendenz zu niedrigeren wie auch zu höheren Werten feststellbar, jedoch bleibt das Maximum der Verteilung gleich.



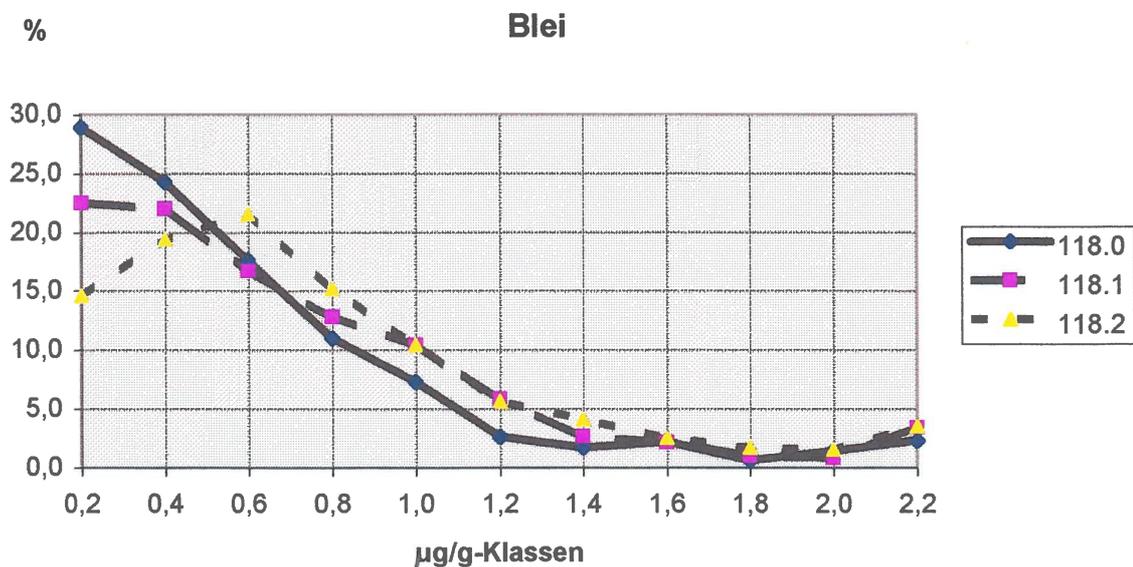
Mangan zeigt eine sehr breit gestreute Verteilung, wobei in den einjährigen Nadeln ein Maximum bei 400 mg/g auftritt. Mangan ist in den Nadeln aber weiterhin mobil, kann deshalb auch verlagert werden und ist in der Aufnahme sehr stark von der richtigen Bodenfeuchte abhängig. Zu trocken oder zu feucht verhindert die Aufnahme des Nährstoffes. Dies alles führt zum extrem starken Verteilungsspektrum. Auch überhöhte Werte, die hier relativ häufig auftreten, sind damit erklärbar.



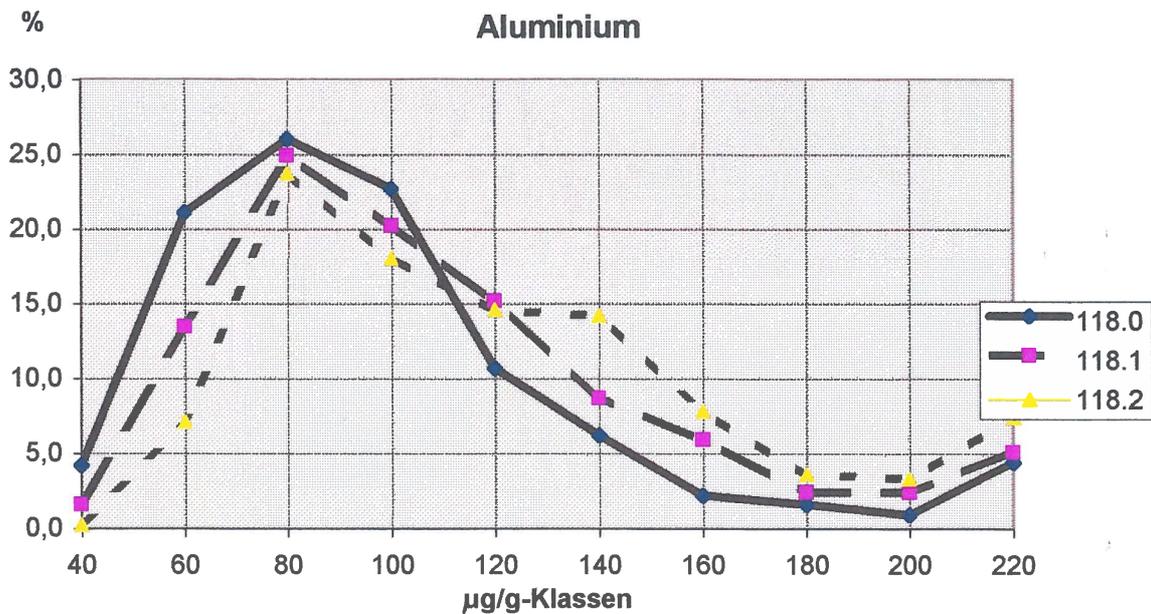
Eisen zeigt eine Verteilung wie sie im Ansatz auch beim Calcium ersichtlich ist, nämlich eine Verschiebung des Maximums der Verteilung bei den älteren Nadeln zu höheren Konzentrationen, sowie einengrößeren Anteil an hohen Werten.



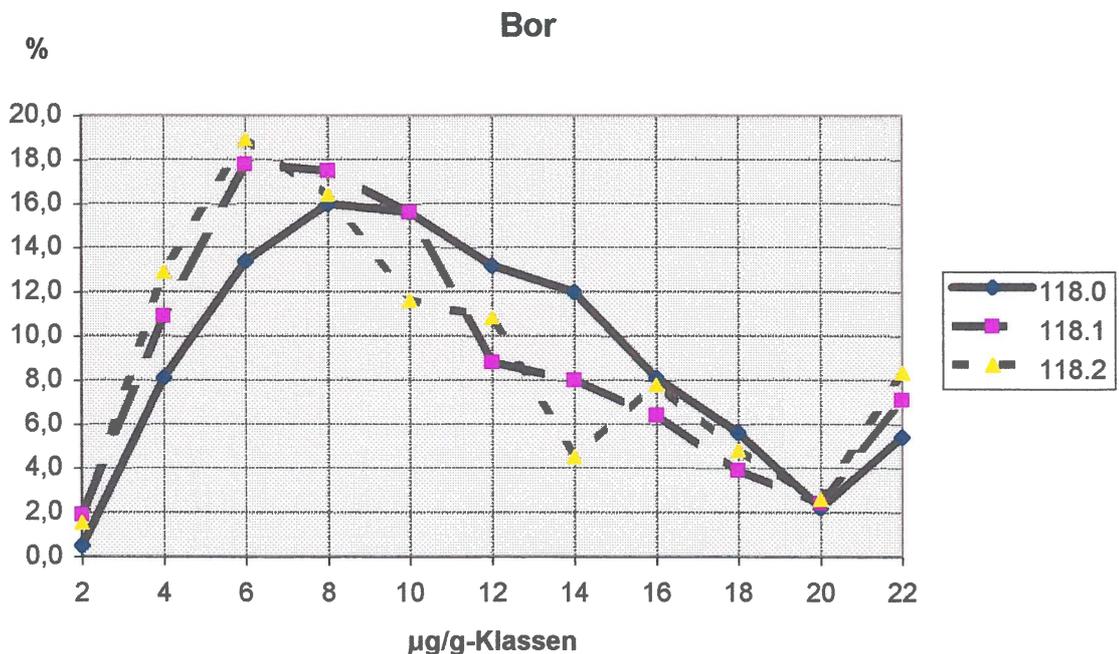
Kupfer ist sehr gleichmäßig und einheitlich über alle Jahrgänge verteilt. Es ist eine stark asymmetrische Verteilung bei niedrigen Werten vorhanden, denn die Waldstandorte in Südtirol sind mit einigen Ausnahmen, die auch der Verteilungskurve ersichtlich sind, kupferarme Standorte.



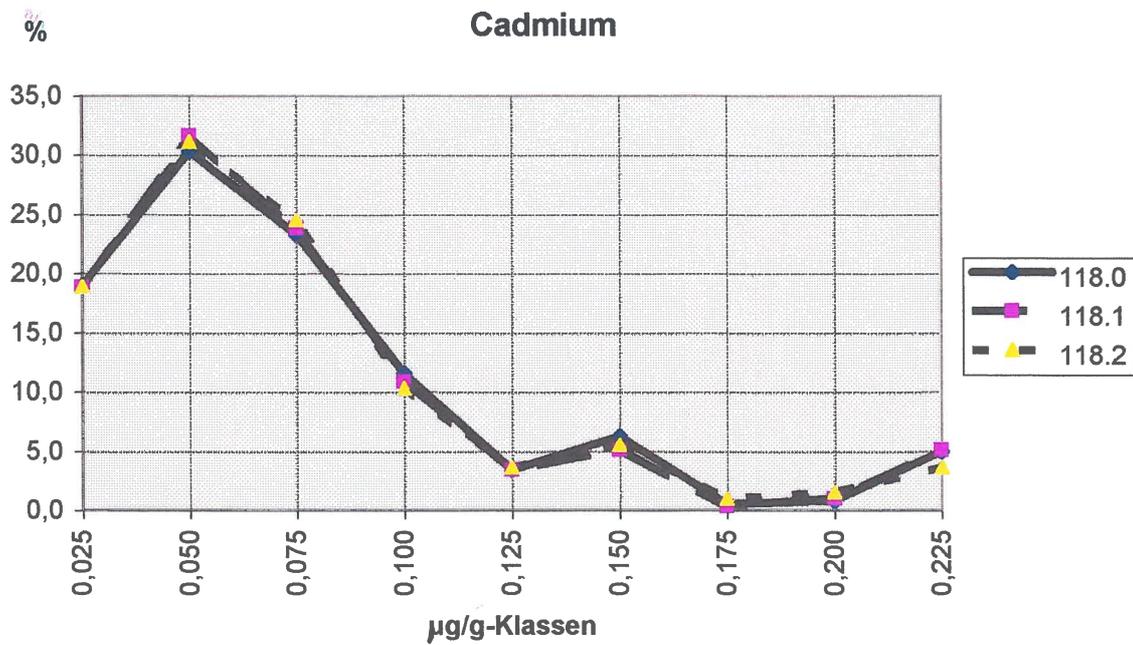
Blei ist kein essentielles Nährelement, geogenes Blei wird nur in geringsten Mengen von den Pflanzen aufgenommen, sodaß das Blei in den Nadeln durch anthropogenen Einfluß über die Luft beaufschlagt wird. Wenn auch Blei generell kein großes Problem darstellt, so wird jedoch ganz deutlich, daß bei längerer Exposition (= ältere Jahrgänge), die Werte tendentiell höher werden, das heißt eine längere Beaufschlagung erfolgt.



Aluminium stellt kein Problemmetall auf unseren Standorten dar, wie aus der Grafik ersichtlich ist. Eine leicht asymmetrische Verteilungskurve differenziert keine Vegetationsgänge, nur wenige Nadeln zeigen höhere Al-Werte. Eine Tendenz zur Versauerung ist nicht feststellbar, da auch die Standorte keinen extremen Boden- pH-Wert besitzen.



Die einjährigen Nadeln zeigen einen ziemlich gleichförmigen Verlauf, bei den älteren Nadeln erfolgt eine Verlagerung zu niedrigeren Werten, auch überhöhte Werte sind einige vorhanden. Die Aufnahme von Bor ist ebenfalls wie Mangan sehr stark von den Witterungsverhältnissen abhängig, eine geringfügige interne Verlagerung in den Nadeln ist ebenfalls möglich, woraus sich der dargestellte Verlauf leicht erklären lässt.



Cadmium zeigt einen sehr stark asymmetrischen Verlauf, eine Verschiebung der Verteilung mit den Jahrgängen ist nicht vorhanden. Cadmium kann ebenfalls durch anthropogenen Eintrag, aber auch durch Aufnahme über das Wurzelsystem in die Nadeln gelangen. Das zweite kleine Maximum bei 0,15 mg/g ist mit Bestimmtheit auf Standorte mit sulfidischen Gesellschaften zurückzuführen, bei denen auch meist Cd neben Cu und Zn beigesellschaftet ist.