

la science. Les sommets étudiés ont été choisis selon un protocole précis, applicable aux dix-huit régions. Nous avons choisi nos quatre sommets entre 2-300-m et 3-200-m, en Valais, dans le massif du Grand Combin. L'étude repose sur des inventaires effectués à différentes échelles. Les sommets sont découpés en deux bandes horizontales en fonction de l'altitude (5-m et 10-m sous le sommet) qui sont elles-mêmes partagées en quatre quarts, suivant les points cardinaux. Il en résulte huit surfaces de taille et d'orientation variables. Une liste exhaustive des espèces (plantes et lichens terricoles) croissant sur ces huit surfaces est établie, avec un code caractérisant l'abondance de chaque espèce. Un deuxième inventaire repose sur seize carrés de 1-m², précisément répartis sur le sommet. Cette fois, la liste est complétée d'une estimation très exacte de la surface occupée par chaque espèce. Finalement, chacun des seize carrés précédents est découpé en cent cases et, pour chacune des cases, la liste des espèces est établie. Toutes les limites, ainsi que tous les carrés sont localisés par rapport au sommet et sont marqués au sol de manière permanente afin de pouvoir les retrouver précisément dans dix ans, ou plus, et recommencer l'inventaire exactement aux mêmes endroits.

Les lichens-: des organismes facultatifs-!

D'une manière générale, plus on monte, plus il y a de lichens sur le sol. Vers 2-500-m environ, les lichens sont aussi nombreux que les plantes et ils deviennent même

plus nombreux au-dessus. Malgré leur importance, tant au niveau de la surface couverte que de leur contribution à la biodiversité, le relevé des lichens terricole est facultatif selon le protocole-! Certainement pas que leur importance soit contestée, mais plutôt faute de temps ou de spécialistes à disposition. Même si les massifs européens n'ont certainement pas tous autant de lichens terricoles, il est dommage que pour des raisons "secondaires" on néglige la partie cryptogamique de la biodiversité étudiée, qui peut, à ces altitudes, occuper des surfaces importantes. Pour la Suisse et ses lichens terricoles, le temps et le spécialiste nécessaires ont pu être trouvés. Mais qu'en est-il des mousses-?! Ces organismes sont également facultatifs d'après le protocole. Ici, il manquait à la fois le spécialiste et l'argent. Heureusement, leur recouvrement était toujours extrêmement faible. C'est du moins l'avis de... non-spécialistes, car nous avons pu voir combien chacun distingue mieux, reconnaît et attribue plus d'importance aux organismes qu'il connaît bien-!

Les résultats-? Patience-!

Ce premier inventaire n'apporte évidemment pas de résultats spectaculaires, car aucune donnée ancienne n'existe comme point de comparaison. Il met par contre en évidence la diminution de la biodiversité avec l'altitude. À 2-300-m, la végétation est dominée par des buissons nains rampants, comme le genévrier (*Juniperus nana*), la camarine (*Empetrum nigrum*) ou l'airelle à petites feuilles (*Vaccinium uliginosum*), et, en situation sommitale, les lichens terricoles jouent déjà un rôle important occupant souvent plus de 40-% de la surface. Environ huitante espèces de plantes et trente de lichens vivent sur ce sommet. Deux cents mètres plus haut, l'effet du vent, qui balaie la neige et expose les plantes au gel, se fait fortement sentir et les lichens prennent le pas sur les plantes en de magnifiques tapis jaune-clair, beiges et bruns. Les plantes ne sont pas exclues, mais elles sont limitées à des touffes. À 3-000-m, les plantes se font rares et ne poussent plus que par taches dans les fissures des rochers ou sur les balcons des falaises. Finalement, à 3-200-m, les plantes ne survivent plus que dans les niches les mieux abritées. Elles se cachent pour se protéger du vent, là où un peu de sol peut se former. Il faut bien chercher pour trouver les six espèces de plantes et les quinze lichens terricoles. Par contre, lichens et mousses saxicoles sont bien présents, couvrant 35-% de la surface des rochers, en moyenne. Comme les échantillons

ne sont pas encore tous déterminés le détail des espèces répertoriées sera publié dans un article ultérieur. La liste des macrolichens terricoles compte déjà 46 espèces. Maintenant, une base d'étude existe dorénavant, en Suisse, à l'étage alpin, pour suivre l'évolution de la biodiversité lichénique en relation avec d'éventuels changements climatiques. Un réchauffement climatique pourrait renforcer la compétition des plantes et ainsi indirectement menacer les lichens. Or, de nombreuses espèces sont restreintes aux régions arctiques et alpines. De telles perturbations climatiques pourraient donc menacer leur maintien dans les Alpes-!

Il faudra attendre 10 ou 20 ans et de nouveaux inventaires complets pour mieux comprendre l'influence d'un réchauffement climatique sur les plantes alpines. Mais à ce moment, il risque fort d'être trop tard pour revenir en arrière-!

*Global Observation Research Initiative in Alpine Environments. Renseignements-: www.gloria.ac.at

26 27

Näheres zur Gefährdung zweier Moosarten in der Schweiz

Beatriz Itten, Edi Urmi, Institut für Systematische Botanik, Zollikerstrasse 107, 8008 Zürich, e-mail-: b.itten@access.unizh.ch

Im Rahmen des Einsatzprogrammes beim 'Fachverein Arbeit und Umwelt' (FAU) führte die Autorin am Institut für Systematische Botanik der Universität Zürich zwischen Februar und Juli 2001 eine kleine Forschungsarbeit unter der Leitung des Autors aus. Die Bryologie war für sie ein völlig neues Arbeitsgebiet.

Bei diesem Projekt ging es um zwei Arten der Roten Liste der Moose der Schweiz (URMI et al. 1992)-: *Pogonatum nanum* (Hedw.) P.-Beauv. (Kategorie E =-in der Schweiz vom Erlöschen bedroht) und *Diplophyllum obtusifolium* (Hook.) Dum. (Kategorie V =-in der Schweiz gefährdet). Das Projekt umfasste Literaturstudien,

Revision von Herbarmaterial, Feldarbeit und Ex-situ-Kultur.

Literaturstudium

Im ersten Monat las sich Beatriz Itten ins Thema ein mit dem Ziel, sich mit der Terminologie, den Gefährdungskategorien und den Einordnungs-Kriterien der IUCN (IUCN 2000) und anderer Literatur zum Artenschutz wie Rote und Blaue Listen und mit der Biologie, Ökologie und Systematik der Moose vertraut zu machen.

Herbarmaterial und Datenbank

Die revidierten Proben stammen aus den folgenden Herbarien: Institut für Systematische Botanik der Universität Zürich (Z), Geobotanisches Institut der ETH (ZT in Z), Systematisch-Geobotanisches Institut der Universität Bern (BERN), Musée Botanique Cantonal Lausanne (LAU), Institut de Botanique de l'Université de Neuchâtel (NEU), Botanisches Institut der Universität Basel (BAS), Naturmuseum St. Gallen, Naturwissenschaftliche Sammlungen der Stadt Winterthur und Naturmuseum des Kts. Thurgau Frauenfeld.

Für die Bestimmung der *Pogonatum*-Proben wurde NEBEL & PHILIPPI (2000) benützt. Sterile Proben konnten nicht eindeutig *P. nanum* oder *aloides* zugeordnet werden, da sich die beiden Arten wohl nur in morphologischen Merkmalen der Kapsel unterscheiden.

Eine Revision der Belege von *Diplophyllum obtusifolium* erübrigte sich, da sie schon früher von B.-Bagutti revidiert wurden und in der Datenbank des NISM schon registriert waren.

Zum Erstellen der Fundortsliste

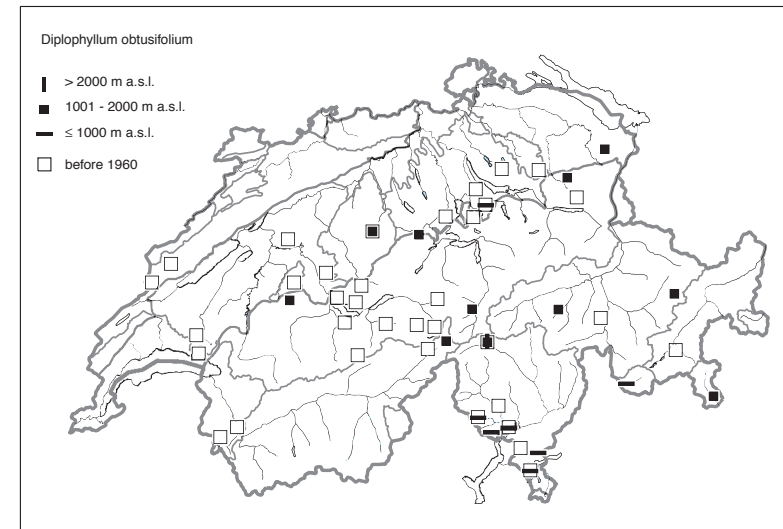
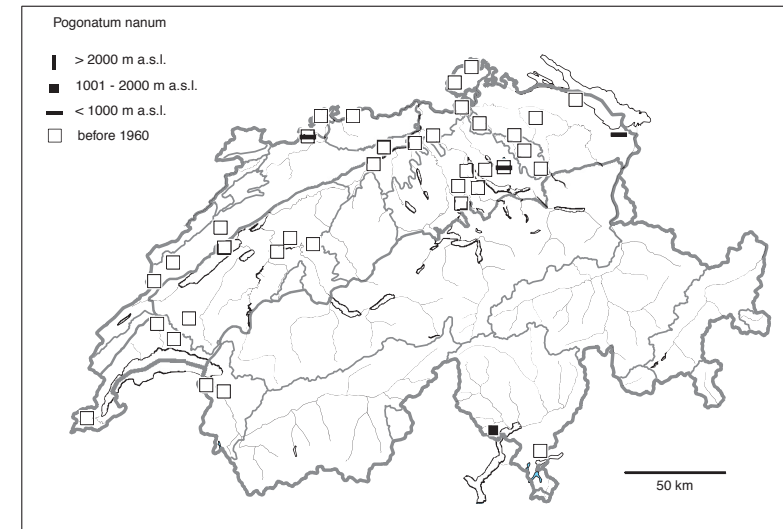
von *Pogonatum nanum* gehörte die Lokalisierung der auf den Herbar-etiketten angegebenen Fundorte und die Ergänzung der Daten durch Koordinaten und Höhenangaben nach der Landeskarte 1:25'000. Die Belege waren in den Kantonen Aargau (AG), Basel-Land (BL), Bern (BE), Genève (GE), Neuchâtel (NE), Schaffhausen (SH), Thurgau (TG), Ticino (TI), Wallis (VS), Vaud (VD), Zug (ZG) und Zürich (ZH) zwischen 1835 und 1949 gesammelt worden.

Auch von *Pogonatum nanum* waren einige Datensätze schon in der Datenbank vorhanden. Die übrigen wurden noch eingetragen. Jeder Datensatz besteht aus den Angaben: Sammler und ggf. Sammelnummer, Aufbewahrungsort des Beleges, Sammeldatum, Standort, Substrat und detaillierte geografische und taxonomische Information (URMI & al. 1990).

Von besonderem Interesse sind die jüngsten Belege; zu diesen versuchten wir weitere Information zu erhalten.

Pogonatum nanum:- 1. Meier Ott 291289 01, Dez. 1989, Kt. Zürich, Gossau, Oberottikon, Bielholz; im 1992 konnte die Art hier nicht mehr nachgewiesen werden; 2. Huber s. no. Feb. 1990, Kt. Basel, Loot, Blauen; im März 2001 war der Fundort trivial verändert; 3. Müller 718, Mai-1991, Kt. St. Gallen, Kreienhalden, Thal; im November 1994 wurde die Population bei einer Nachsuche nicht gefunden.

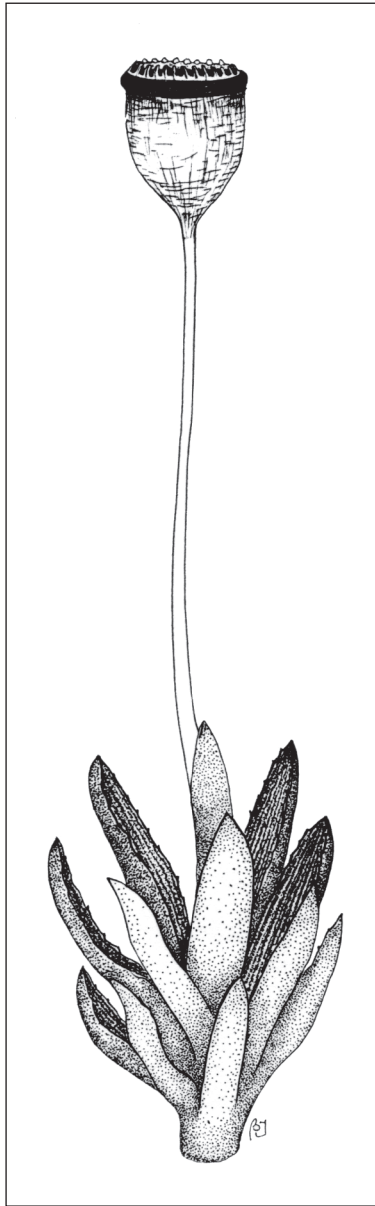
Diplophyllum obtusifolium:- 1. Bertram 1260c, Aug. 1991, Kt. Graubünden, Davos, Sturmegg, Sertigal; 2. Geissler EM7414, Aug. 1992, Kt. Appenzell-I. Rh., Trogen, Landmarch; 3. Geissler 16610, Sept. 1992, Kt. Uri, Wassen, Rütli; 4.



Bagutti 999302, Mai-1993, Kt. Bern, Trub, Wegdettlen-Napf; 5. Urmi 6488, Mai-1993, Kt. Tessin, Cimadera, V. delle Spine; 6. Bergamini s. no. Aug. 1993, Kt. Tessin, Quinto, Val Piora; 7. Stofer s. no. Sept. 1993, Kt. Tessin, Quinto, Val Piora; 8. Geissler 16947, Jun. 1994, Kt. Graubünden, Bondo, Bregan; 9. Schnyder 95067, Nov.1995, Kt. St. Gallen, Ebnat-Kappel, Chellen.

Feldarbeit

01. 04. 2001:- Nachsuche an früheren Fundorten von *Diplophyllum obtusifolium* (Urmi 727, 3652 und 1324):- Kt. Schwyz, Einsiedeln, Tomisloch bei Biberbrugg; Kt. Zug, Menzingen, Gruen am Gottschalkenberg; Kt. Zürich, Hütten, Höhrnon. Ergebnisse:- Drei Funde, einer davon an der früheren Fundstelle bei Biberbrugg, die anderen am Weg dorthin; lebendes Material mit



Pogonatum nanum (Hedw.) P.-Beauv.

Substrat für Kultur. Weitere gesammelte Moose: *Pogonatum aloides* (Hedw.) P.-Beauv., *P.-urnigerum* (Hedw.) P.-Beauv., *Polytrichum formosum* Hedw., *P.-juniperinum*

Hedw., *Atrichum undulatum* (Hedw.) P.-Beauv., *Hookeria lucens* (Hedw.) Sm., *Plagiothecium undulatum* (Hedw.) B.S.G., *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Conocephalum conicum* (L.) Underw., *Tortella tortuosa* (Hedw.) Limpr., *Dicranum scoparium* Hedw., *D.-polysetum* Sw., *Neckera crista* Hedw., *Trichocolea tomentella* (Ehrh.) Dumort. *Fissidens osmundoides* Hedw., *Pellia* cf. *epiphylla* (L.) Corda, *Sphagnum* cf. *girgensohnii* Russ., *Scapania* cf. *nemorea* (L.) Grolle.

10. 05. 2001-: Suche nach *Pogonatum nanum* in früherem Fundgebiet (Hegetschweiler, 25. 09. 1866-; Forster, 17. 11. 1889-): Sihlwald, Hasenrain, Oberrieden und Horgen (ZH). Ergebnisse: Nicht gefunden. Weitere gesammelte Moose: *Brachythecium populeum* (Hedw.) Schimp., *Calypogeia muelieriana* (Schiffn.) K.-Müll., *Dicranella heteromalla* (Hedw.) Schimp., *D.-cf. varia* (Hedw.) Schimp., *Chiloscyphus polyanthos* (L.) Corda, *Tetraphis pelucida* Hedw., *Polytrichum formosum* Hedw., *Plagiomnium undulatum* (Hedw.) Kop., *Plagiothecium nemorale* (Mitt.) Jaeg., *Lophozia* sp.

26. 06. 2001-: Nachsuche an einem weiteren Fundort von *Diplophyllum obtusifolium* (Urmi 1324)-: Kt. Zürich, Hütten, Höhronen. Ergebnisse: wiedergefunden. Weitere gesammelte Moose: *Funaria hygrometrica* Hedw., *Calypogeia azurea* Stotler & Crotz, *Pogonatum aloides* (Hedw.) P. Beauv., *Polytrichum formosum* Hedw., *Diplophyllum albicans* (L.) Dum.

Die gesammelten Laubmoose wurden, soweit darin enthalten mit NEBEL & PHILIPPI (2000) bestimmt, sonst mit FRAHM & FREY (3.

Auflage 1992), die Lebermoose mit SCHUMACKER & VÁNA (1999). Die Belege befinden sich im privaten Herbarium von B.-Itten.

Ex-situ-Kultur von *Diplophyllum obtusifolium*

Das lebende Material vom ersten Feldarbeitstag wurde im Botanischen Garten Zürich im Freiland in Kultur genommen. Das verwendete Substrat stammt von einem Fundort im Kt. Schwyz, Gem. Einsiedeln, (Koord. 696.42/223.45) 850-m ü.M.

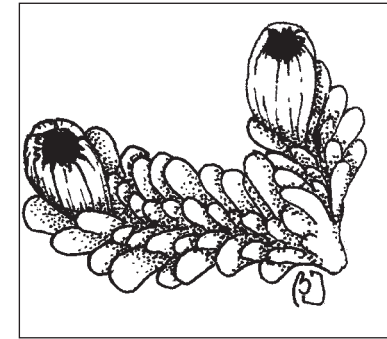
Das Substrat wurde in einer Eternitschale über Leca-Ton in Alpikum des Botanisches Gartens Zürich an einer offenen, aber nicht exponierten Stelle eingegraben. Die Probe wurde mit dem gleichen Substrat ausgelegt. Lebendes Material von *D.-obtusifolium* (ca. 10-cm²) wurde zusammen mit *Pogonatum aloides* eingepflanzt. Ein Drahtgitter schützt die Kultur vor Vögeln.

Alle eingebrachten jungen Sporophyten von *D.-obtusifolium* hatten 25 Tage nach dem Verpflanzen ihre Kapseln geöffnet. Ende Juli war eine zweite Serie von Sporophyten in reifem Zustand zu beobachten.

Bis am ende Oktober 2001 haben alle gepflanzten Proben überlebt. Sie wuchsen weiter und decken jetzt etwa ein Drittel mehr Fläche als am Anfang.

Pogonatum nanum konnte mangels lebender Populationen nicht in Kultur genommen werden. Auch die Versuche, Material aus Baden-Württemberg zu beschaffen, waren bisher erfolglos.

Die kurze Dauer des Projektes schloss weitere Untersuchungen aus.



Diplophyllum obtusifolium (Hook.) Dum.

Immerhin kann weiterhin angenommen werden, dass *Pogonatum nanum* in der Schweiz drastisch zurückgegangen, wenn nicht gar erloschen ist.

Einzelne frühere Angaben von *Diplophyllum obtusifolium* aus dem Kt. Bern konnte Bruno Bagutti nicht bestätigen-: Bern, Grosser Bremgartenwald, Glasgrube, Uferkante, 598/202, 480-m ü.M.-; Beatenberg, Wychelmooswald, 628/173, 1-300-m ü.M.-; Guttannen, Handegg, 666.6/162.8, 1-400-m ü.M. Im östlichen Mittelland könnte ein ähnlicher Rückgang stattgefunden haben. An einer früheren Fundstelle konnte die Art jedenfalls trotz intensiver Suche nicht mehr gefunden werden. Wie die Wiederfunde zeigen, ist der Rückgang bei dieser Art aber keineswegs so stark wie bei *Pogonatum nanum*.

Wir danken Herrn Prof. G.-Philipp für seine Bemühungen um lebendes Material von *Pogonatum nanum* und Massimo Mastracci für seine Hilfe bei der Feldarbeit und beim Bestimmen.

Literatur

- ECCB (European Comitee for Conservation of Bryophytes) 1995. Red Data Book of European Bryophytes. ECCB, Trondheim.
- Frahm J.-P., Frey W.-1992. Moosflora 3. Auflage. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Gigon-A., Langenauer-R., Meier-C., Nievergelt B.-1988. Blaue Listen der erfolgreich erhaltenen oder geförderten Tier- und Pflanzenarten der Roten Listen & Methodik und Anwendung in der nördlichen Schweiz. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Zürich. Heft 129.
- Nebel-M., Philippi G.-2000. Die Moose Baden Württembergs. Band 1-: Allgemeiner Teil, Klaffmoose und gipfelfrüchtige Laubmoose I (Andreales bis Funariales). Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Schumacker-R., Vána J.-2000. Identification Keys to the Liverworts and Hornworts of Europe and Macaronesia (Distribution & Status). Documents de la Station scientifique des Hautes-Fagnes N°-31.
- The IUCN Species Survival Commission 2000. IUCN Red List of Threatened Species in <http://www.redlist.org>
- Urmi-E., Schnyder N.-& Geissler P.-1990. A New Method in Floristic Mapping as Applied to an Inventory of Swiss Bryophytes. In Bohn-U., Neuhausl R.-(eds.). Vegetation and Flora of Temperate Zones, p.-21-32. Den Haag.
- Urmi-E., Bisang-I., Geissler-P., Hürlimann-L., Müller-N., Schmid-Grob-I., Schnyder N.-& Thöni L.-1991. Die gefährdeten und seltenen Moose der Schweiz. Rote Liste. BUWAL, Bern.

Deposition von Luftschadstoffen im Kanton Thurgau - Moosanalysen 2001

(Bericht der FUB – Forschungsstelle für Umweltbeobachtung. Im Auftrag des Amts für Umwelt des Kantons Thurgau, 55 Seiten)

Thöni Lotti, FUB – Forschungsstelle für Umweltbeobachtung, CH-8640 Rapperswil. E-Mail: fub@active.ch

Im Rahmen des Schweizer Beitrags zum europäischen Projekt "Atmospheric heavy metal deposition in Europe - estimation based on moss analyses" wurde im Jahre 2000 mit Hilfe von Moosen (*Hypnum cupressiforme* und *Pleurozium schreberi*) als akkumulative Biomonitoren wie schon 1990 und 1995 der atmosphärische Eintrag von verschiedenen Metallen und Halbmetallen in der Schweiz ge-

schätzt. Im Kanton Thurgau wurden neben den 5 „Schweizer Standorten“ 30 weitere Standorte beprobt. Moose eignen sich für diese Untersuchung, weil sie Wasser, Nährstoffe, aber auch Schadstoffe nicht über Wurzeln, sondern direkt aus der Atmosphäre aufnehmen. Die Probenahme erfolgte im Abstand von mindestens 300-m zu Strassen und Siedlungen, da die emittentenferne Belastung und nicht loka-

le Spitzenwerte erfasst werden sollten. Pro Standort wurden je 5 Teilproben gesammelt.

Ziel dieser Untersuchung war es, die atmosphärische Deposition von verschiedenen Elementen an verschiedenen Orten im Kanton Thurgau qualitativ und quantitativ zu schätzen und mit den anderen Regionen in der Schweiz zu vergleichen.

Die Elemente As, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, V, und Zn wurden nach Aufarbeitung der Moosproben (Reinigung von Nadeln usw., Auswahl des Zuwachses der letzten drei Jahre) und Aufschluss im Mikrowellenofen mit Hilfe von ICP-MS oder ICP-AES analysiert. Für die Qualitätskontrolle wurden Blindwerte, Referenzmaterial und Mehrfachbestimmungen durchgeführt. In einer früheren Arbeit wurden die Konzentrationen im Moos mit Depositionsfrachten nach Bergerhoff verglichen, und damit ein empirischer Umrechnungsfaktor ermittelt.

Die Konzentrationen von 10 Elementen im Moos, gesammelt an emittentenfernen Standorten im Kanton Thurgau, sind im Vergleich mit der übrigen Schweiz eher im unteren Bereich (siehe Beispiel Blei, Abb. 1). Die Durchschnittswerte sind immer niedriger als der Durchschnitt des restlichen Mittellandes. Die Konzentrationsunterschiede innerhalb des Thurgaus sind im allgemein gering. Nur bei Arsen, Cadmium, Eisen und Vanadium ist die 90%-Perzentile mehr als doppelt so hoch wie die 10%-Perzentile.

An den berücksichtigten Sammelstellen (emittentenferne Standorte) waren die Depositionsgrenzwerte (LRV) von Cd, Pb und Zn, geschätzt mit Hilfe des in der früheren Arbeit ermittelten empirischen Umrechnungsfaktors, weit unterschritten.

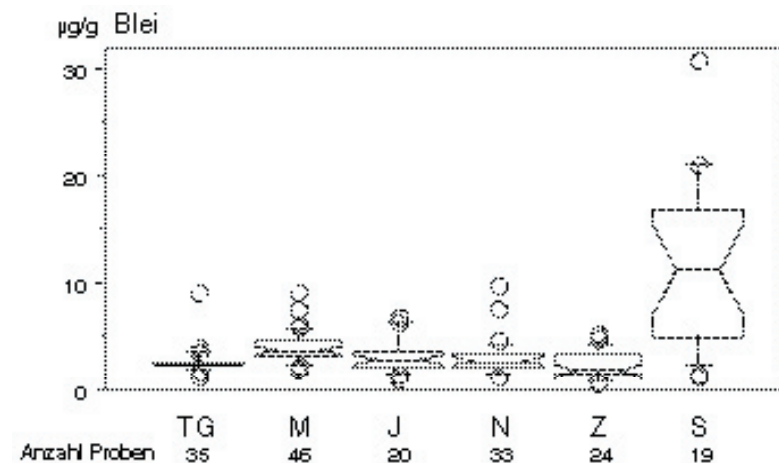


Abb. 1-: Boxplotdarstellung der Blei Werte im Thurgau verglichen mit denjenigen in der übrigen Schweiz. TG =Thurgau, M.=Mittelland, J =Jura, N =Nordalpen, Z =Zentralalpen, S =Südalpen.